



**Facultad de Ciencias Naturales y Museo
Universidad Nacional de La Plata -2021-**

Estudio del efecto del anegamiento de los suelos sobre el desarrollo de organismos consumidores, en condiciones de microcosmos.



**Tesis para optar por el grado de
Doctor en Ciencias Naturales
Lic. Virginia Soledad Zaplara**

Directores:

Dr. Gabellone, Néstor Adrián

Dra. Solari, Lía Cristina



AGRADECIMIENTOS

A la **Facultad de Ciencias Naturales y Museo** por hacer posible el desarrollo de mi tesis doctoral.

Al **CONICET** por financiar mi beca.

A la **Escuela Agrotécnica M. C. & M. L. Inchausti**, por la buena predisposición y colaboración del personal del establecimiento, por permitirnos realizar los días de campaña, brindarnos alojamiento y asesoramiento.

Al **Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuelet (ILPLA)**, por el uso de las instalaciones, las comodidades y el apoyo para el desarrollo de las actividades.

Quiero agradecer a la vida por haberme dado la posibilidad de trabajar en un lugar tan lindo (Laboratorio Cuenca del Salado), cálido, con gente buena, amable, con gran generosidad y compañerismo. Estos años los disfruté mucho, me llevo conmigo muchas enseñanzas, lindos momentos y sobre todo grandes amistades que ojalá perduren con el correr de los años.

A los jurados, Vignatti Alicia M., Diovisalvi Nadia R. y Rojas Molina Florencia por los aportes y sugerencias para mejorar la tesis.

En primer lugar quiero agradecer a mis directores: **Néstor Gabellone y Lía Solari**, por dejarme ser, por darme la libertad de decidir, por brindarme sus consejos, críticas y por su enseñanza diaria. **Gracias Lía** por tu apoyo profesional y personal, por tu humildad y calidez humana y por estar siempre que te necesité y más. **Gracias Néstor** por tu visión amplia y global que me ayudó a ver las cosas desde otra perspectiva, enriqueciendo y potenciando los resultados de este estudio.

A **Hernán Benítez**, primero que nada por su amistad, por sus cuidados y preocupaciones hacia mí como persona. Por su gran talento profesional que me ayudó en cada instancia de la tesis, por sus enseñanzas y por su capacidad de poder lograr mucho con poco. Por las charlas, los viajes y por acompañarme y ayudarme en los momentos buenos y en especial en los malos y principalmente por ser tan incondicional. GRACIAS, GRACIAS, GRACIAS!.

A **Cristina Claps**, por su gran ayuda en cada instancia de la tesis, por su tiempo y buena predisposición para la determinación de los organismos, por sus consejos y por ser un gran referente para nuestro equipo de trabajo.

A **Pana**, por tu linda amistad y compañerismo, por las charlas y los mates, por ayudarme a conocer el mundo de los ostrácodos y por estar siempre alentándome y dándome buenas energías.

A **Noe**, por ser una gran persona y estar siempre transmitiendo esa hermosa energía, por brindarme su apoyo y sus consejos. Por su tiempo y paciencia para ayudarme a resolver los análisis estadísticos.

A **Fer**, por estar siempre disponible para ayudar, dando buenos consejos y por ser un gran ejemplo a seguir.

A **Eli**, por sus buenos deseos y por su buena predisposición y apoyo.

A **Gabriela Küppers**, por tu calidez como persona, por tu tiempo y dedicación en la determinación y conocimiento de los ciliados y por su buena predisposición para responder cada consulta.

A **Sandra Starik** y **Adrián Sánchez**, por ser grandes personas y por sus colaboraciones y aportes en este estudio.

A **Augusto Salas**, por su buena onda y su ayuda en reiteradas oportunidades en la determinación de los nematodos.

A **Laura Armendáriz**, por su ayuda y buena predisposición para determinar los anélidos.

En lo personal, a **mi hijo Fabri** por ser mi motor de cada día, mi alegría, mi sostén, mi todo!, A mi compañero de vida **Javi**, por ser quien me apoyo en cada etapa, me acompaño y sostuvo siempre, por dejarme ser y por estar siempre ahí incondicionalmente.

A **mis viejos**, por enseñarme los valores de la vida, y que con esfuerzo y perseverancia se consiguen los propósitos y las metas propuestas.

A **mis suegros (Miguel y Rosa)** y a la **tía p**, por quererme como una hija y por ayudarme en cada etapa de esta carrera, sin ustedes no lo podría haber logrado!.

A **mis hermanos y hermanas** que son mis grandes referentes, mis pares, mis grandes compañeros de la vida. A mis **cuñados, cuñadas, mis sobrinos y sobrinas** por siempre acompañarme y darme buenas energías.

A los muchos **amigos y amigas** que la vida me dio a lo largo de estos años, que son hermanos y hermanas de la vida que uno elige, son refugio, alegrías, tristezas, unión, y cariño incondicional. Para mis dos ángeles en el cielo (**Andre y Eli**), que siempre están presentes.

A mis amigas de la facu que acompañaron todos los pasos de mi carrera y desde otros lugares de mi vida. A **Mari Derguy** gracias amiga por tus consejos y tus palabras cada vez que las necesite, gracias por ser una gran amiga!, A **Naty Ehagaraz** por haberte cruzado en esa cursada que inició nuestra linda amistad.

A **la naranja y a mi equipo de básquet**, por ser mi cable a tierra, mi alegría y desahogo!

A la distancia y **los viajes diarios**, que me ayudaron a darme cuenta que mis 6 horas diarias de viaje no fue tiempo perdido, sino tiempo invertido, para pensar, leer, conocer y valorar el estar cada día más cerca de cumplir mis objetivos.

ÍNDICE

Resumen.	I
Abstract	V
I. Introducción General.	1
1. Hipótesis principal.	11
2. Objetivo general.	11
3. Cuestionamientos, Hipótesis derivadas y objetivos específicos.	11
Bibliografía.	15
II. Área de estudio.	
1. Características principales de la cuenca del Río Salado.	17
2. Caracterización regional del área de estudio (Pdo. de 25 de mayo).	19
3. Sitio específico de muestreo.	22
3.1. Distancia entre los puntos de extracción de muestra.	23
3.2. Imágenes de recolección de muestras y datos de actividades agronómicas.	25
Bibliografía.	27
III. Capítulo 1, Ensayos Lénticos I y II.	
1. Introducción.	
1.1. Microcosmos: conceptos y usos.	32
1.2. Efectos de la inundación del suelo en la dinámica de nutrientes y los organismos consumidores.	34
2. Materiales y métodos.	37

3. Ensayo Léptico I.	39
3.1. Metodología Particular	
3.1.1. Extracción de las muestras de suelo en el campo y preparación de microcosmos.	40
3.1.2. Protocolo de muestreo y análisis de las muestras.	43
3.1.3. Análisis estadísticos.	47
Bibliografía	49
3.2. Resultados	
3.2.1. Suelo (muestras analizadas para ambos ensayos: Léptico I y II).	
3.2.1.1. Propiedades físicas y químicas del suelo en su condición inicial (pre-inundación).	58
3.2.1.2. Materia orgánica (%) y fósforo total (PT) del suelo en diferentes tiempos de inundación del ensayo (post-inundación).	60
3.2.1.3. Granulometría y textura del suelo.	62
3.2.2. Agua de Inundación	
3.2.2.1. Parámetros físicos – químicos y biológicos del agua.	64
3.2.2.1.1. Condición inicial del agua de inundación y valores de los parámetros físicos y químicos del agua durante el ensayo.	64
3.2.2.1.2. Cambios en los parámetros físicos y químicos del agua en cada posición topográfica y usos.	65
3.2.2.1.3. Materia orgánica disuelta (MOD).	69
3.2.2.1.4. Estimación de la biomasa algal por medición de la Clorofila “a” en cada topografía y sus usos.	70
3.2.2.1.5. Nutrientes en cada topografía y usos.	71
3.2.2.1.5.1. Fósforo reactivo soluble (PRS) y fósforo total (PT).	71

3.2.2.1.5.2. Nitratos + Nitritos (N+N).	73
3.2.2.1.6. Relación espacio-temporales entre las fracciones de fósforo (PRS-PT) y la clorofila a (Cl “a”).	75
3.2.2.1.7. ANOVA de medidas repetidas (variables ambientales).	76
3.2.3. Resultados organismos consumidores	
3.2.3.1. Estructura de los organismos consumidores.	80
3.2.3.2. Riqueza de los <i>taxa</i> consumidores en cada posición topográfica y usos.	83
3.2.3.3. Riqueza acumulada de los <i>taxa</i> en el tiempo de inundación por topografía y usos.	85
3.2.3.4. Densidad total promedio de los grupos de organismos en las topografías y usos.	90
3.2.3.5. Densidad de los grupos de organismos en cada topografía en el tiempo.	92
3.2.3.6. Diversidad, equitatividad y riqueza específica en cada posición topográfica y usos.	108
3.2.3.6.1- Diferencia de medias entre topografías y usos para la riqueza y diversidad.	112
3.2.3.7. Grupos tróficos en cada posición topográfica y usos.	113
3.2.3.8. Análisis estadístico de los datos biológicos	130
3.2.3.8.1. Análisis multivariado de escalamiento multidimensional (MDS).	130
3.2.3.8.2. Análisis de contribución de las especies a la similitud y a la disimilitud (SIMPER).	133

3.2.3.9- Análisis de correlación entre variables ambientales y biológicas.	139
3.3. Discusión.	
3.3.1. Efectos de la inundación sobre el suelo.	143
3.3.2. Cambios en el agua de inundación.	147
3.3.3. Efectos de la inundación sobre los organismos consumidores (riqueza, diversidad, densidad, etapas de la sucesión y estrategias a la desecación).	156
3.3.4. Importancia del banco de inóculos del suelo.	168
Bibliografía.	169
3.4. Conclusiones.	183
4. Ensayo Léntico II.	190
4.1. Metodología particular	
4.1.1. Extracción de muestras de suelo en el campo, preparación de microcosmos y modo de incubación de las muestras.	191
4.1.2. Protocolo de muestreo en laboratorio y análisis de las muestras.	196
4.1.3. Análisis realizados.	198
Bibliografía.	199
4.2. Resultados	
4.2.1. Resultados físicos, químicos y biológicos del agua de las unidades experimentales.	203
4.2.1.1. Variaciones espacio-temporales de los parámetros físicos y químicos.	204
4.2.1.2. Estimación de la biomasa algal por medición de la Clorofila “a” (Cl a) en cada topografía y usos.	210
4.2.1.2.1. Variación temporal de la concentración de clorofila “a” integrando topografía y usos.	212

4.2.1.3. Nutrientes

4.2.1.3.1. Fósforo reactivo soluble (PRS) y fósforo total (PT).

Concentraciones promedio de cada fracción por topografía y usos 213

4.2.1.3.1.1. Variaciones espacio-temporales de las fracciones del fósforo (PRS y PT) en el ensayo. 218

4.2.1.3.2. Nitrógeno inorgánico: amonio (NH₄) y nitratos más nitritos (N+N). Concentraciones promedio de cada fracción por topografía y usos. 219

4.2.1.3.2.1. Fracciones de nitrógeno inorgánico: nitratos más nitritos (N+N) y Amonio (NH₄), integrando topografías y usos. 224

4.2.1.4. Resultados de los análisis estadísticos para las variables ambientales y los tratamientos (ANOVA factorial). 226

4.2.2. Resultados organismos consumidores

4.2.2.1. Estructura de los organismos consumidores. 231

4.2.2.2. Riqueza específica total de los organismos consumidores en cada posición topográfica y usos. 235

4.2.2.3. *Taxa* presentes en todas las topografías y usos. 239

4.2.2.4. Riqueza acumulada de los grupos de organismos en cada posición topográfica y usos, en los días de inundación. 240

4.2.2.5. Densidad total promedio de los grupos de organismos en el ensayo por topografía y usos. 246

4.2.2.6. Densidad de los diferentes grupos de organismos en el tiempo, en cada una de las topografías y usos del suelo. 254

4.2.2.7. Diversidad específica, equitatividad y riqueza por topografía y usos. 266

4.2.2.7.1. Diferencia de medias entre las topografías y usos para la riqueza y diversidad.	270
4.2.2.8. Grupos tróficos en cada posición topográfica y usos.	271
4.2.2.9. Análisis estadístico para los datos biológicos	291
4.2.2.9.1. Análisis multivariado de escalamiento multidimensional (MDS).	291
4.2.2.9.2. Análisis de contribución de las especies a la similitud y a la disimilitud (SIMPER).	296
4.2.2.10- Análisis de correlación entre variables ambientales y biológicas.	305
4.3. Discusión.	
4.3.1. Efectos de la inundación sobre los parámetros físicos y químicos del agua.	311
4.3.2. Efectos de la inundación sobre los organismos consumidores (riqueza, densidad, diversidad, etapas de la sucesión y estrategias a la desecación).	321
4.3.3. Importancia del banco de inóculos del suelo y adaptaciones de los organismos a la desecación.	337
Bibliografía.	340
4.4. Conclusiones.	355
IV. Capítulo 2	
Parte 1. Sistema lótico artificial	
1. Introducción.	362
Bibliografía.	366
2. Materiales y Métodos	
2.1. Diseño del sistema lótico artificial.	371

2.2. Agua de inundación.	372
2.3. Diseño de los sistemas artificiales.	374
2.4. Pasos realizados luego de la colocación del suelo: variables ambientales y extracción de muestras.	376
2.5. Extracción de los organismos del zooplancton.	378
2.6. Extracción de los organismos de los sustratos artificiales.	378
Bibliografía.	380
3. Resultados	
3.1. Resultados de los análisis físicos, químicos y biológicos del agua.	
3.1.1. Parámetros físicos y químicos del agua: valores promedio y rangos de variación en el ensayo.	381
3.1.2. Variación de los parámetros físicos y químicos del agua en el tiempo.	382
3.2. Luminosidad del ensayo y velocidad promedio del agua.	383
3.3. Nutrientes y clorofila “a”.	384
3.3.1. Estimación de biomasa algal por medición por Clorofila “a” en el agua y en los sustratos artificiales.	384
3.3.2. Fósforo reactivo soluble (PRS) y fósforo total (PT) en el agua.	386
3.3.3. Nitratos más nitritos (N+N) y amonio (NH ₄) en el agua.	387
3.4. Resultados organismos consumidores del zooplancton	
3.4.1. Estructura de los organismos consumidores en el ensayo.	388
3.4.2. Riqueza acumulada de los grupos de organismos en el tiempo de	

inundación.	390
3.4.3. Densidad total promedio de los organismos en cada tiempo de inundación.	391
3.4.4. Densidad de cada grupo de organismos en el tiempo de inundación.	392
3.4.5. Diversidad específica y equitatividad.	394
3.4.6. Grupos tróficos.	395
3.5. Resultados organismos consumidores de los sustratos artificiales	
3.5.1. Estructura de los organismos consumidores en los sustratos artificiales.	399
3.5.2. Riqueza acumulada en los sistemas de sustratos artificiales (zona I y zona II) en el tiempo.	401
3.5.3. Densidad de los grupos de organismos en el tiempo	
3.5.3.1. Zona I	403
3.5.3.2. Zona II	404
3.5.4. Diversidad y equitatividad en los sustratos artificiales.	405
3.5.5. Grupos tróficos en los sistemas artificiales	
3.5.5.1. Zona I	407
3.5.5.2. Zona II	409
3.6. Parte 2. Descripción de los resultados entre el ensayo Léntico I y el ensayo Lótico.	
3.6.1. Diferencias entre las condiciones ambientales, los nutrientes y el desarrollo de los organismos entre los ensayos.	412
3.6.1.1. Nutrientes y Clorofila “a”.	413

3.6.1.2. Diferencias en los análisis biológicos.	415
3.6.1.2.1. Riqueza específica, diversidad específica y densidad.	417
3.6.1.2.2. Sucesión de organismos y de los grupos tróficos en ambos sistemas.	419
3.7. Discusión.	
3.7.1. Variación de los parámetros físicos y químicos del agua.	421
3.7.2. Nutrientes.	423
3.7.3. Clorofila “a” en el agua y en los sustratos artificiales.	425
3.7.4. Discusión de los análisis biológicos	
3.7.4.1. Riqueza, abundancia y diversidad específica.	427
3.7.4.2. Sucesión de los grupos trófico (plancton y sustratos artificiales).	429
3.7.5. Efectos sobre la dinámica de los nutrientes, los productores y el desarrollo de los organismos al exponer al suelo a diferentes condiciones hídricas.	433
Bibliografía.	435
3.8. Conclusiones del ensayo lótico.	442
V. Consideraciones finales y aportes a nuestro medio.	
1. Esquema de las etapas de inundación y los cambios registrados en los parámetros físicos, químicos y biológicos (Ensayo lótico I).	447
2. Esquema de las etapas de inundación y los cambios registrados en los parámetros físicos, químicos y biológicos (Ensayo lótico II).	451
3. Esquema de las etapas de inundación y los cambios registrados en los parámetros físicos, químicos y biológicos (Ensayo lótico).	456

4. Diferencias entre los usos (uso agrícola y uso mixto)	460
5. Conectividad entre los sistemas lóticos y lénticos asociados. Relación entre el curso de agua principal (río Salado) y su planicie de inundación.	462
Bibliografía.	472
VI. Conclusiones finales de la tesis.	479
VII. Anexos	
1. Anexo I: Sucesión de organismos en los ensayos lénticos.	
1.1. Ensayo léntico I.	489
1.2. Ensayo léntico II.	496
2. Anexo II: Hábitat de los <i>taxa</i> registrados en el ensayo.	504

RESUMEN

Introducción: La región Pampeana es la mayor área de producción agrícola del país con cambios significativos en las últimas décadas respecto a la superficie sembrada, a la composición de los cultivos y a los niveles tecnológicos usados. Otra característica de la región es la presencia de un período de lluvias por encima de la media histórica desde los años 70. Dentro de esta región se encuentra la cuenca del río Salado, un típico río de llanura, con una interrelación con su llanura de inundación y con los ambientes lénticos vinculados y que cumplen funciones como ecosistema de servicio al modular las inundaciones, reciclar nutrientes, recibir y transportar los vertidos y afluentes. Los intercambios entre estos ambientes y el río promueven un enriquecimiento del plancton lóxico e intercambio de materiales como materia orgánica, nutrientes e inóculos. El pulso de inundación es el motor en los sistemas río – llanura aluvial y los mantiene en equilibrio dinámico. Los pulsos impredecibles generalmente impiden la adaptación de los organismos, en cambio los pulsos regulares permiten a los organismos desarrollar adaptaciones y estrategias para la eficiente utilización del hábitat y de los recursos. La supervivencia de estos inóculos depende de una excepcional tolerancia fisiológica con modificaciones en el ciclo de vida que les permite tolerar la desecación y/o habilidades migratorias efectivas. La dormancia es un estado de reducción de la actividad metabólica adoptada por muchos organismos ante condiciones ambientales de estrés. El caso más habitual es la formación de huevos diapáusicos o de resistencia que pueden sobrevivir a varios ciclos de sequía, formando así un banco de huevos. La topografía determina el tiempo de permanencia del agua y permite desarrollar diferentes grupos de organismos, observándose luego una sucesión diferente en cada caso.

Objetivo general: Estudiar en laboratorio, mediante el uso de microcosmos y mesocosmos, el efecto del anegamiento del suelo, expuesto a distintas condiciones hídricas, en la sucesión de los organismos consumidores y en la dinámica de las variables ambientales del sistema. **Hipótesis general:** El tiempo de inundación del suelo en relación a las distintas posiciones topográficas y las condiciones hídricas a las que se expone, determinan la disponibilidad de los nutrientes, la emergencia de los organismos, su desarrollo y la sucesión de las comunidades.

Área de estudio: El sitio de extracción de las muestras de distinto uso del suelo corresponde a un sector de la llanura de inundación de la cuenca media del río Salado en el Partido de 25 de Mayo (Valdés, Buenos Aires). Está ubicado en el predio de la Escuela MC & ML Inchausti de la Universidad Nacional de La Plata. Se eligieron dos parcelas con distintos usos (agrícola y mixto) y tres topografías (Loma, Media Loma y Bajo). En el Bajo no se hace uso del suelo.

Ensayos y metodologías empleadas: se realizaron tres ensayos en laboratorio, dos con microcosmos y simulación de condiciones hídricas lénticas (ensayos Léntico I y II) y uno con mesocosmos, simulando las condiciones hídricas de un sistema lóxico (ensayo Lóxico). En los sistemas lénticos se analizaron las 3 topografías y dos usos del suelo. En el sistema lóxico se utilizaron muestras de suelo de la topografía de Media Loma, uso agrícola.

Ensayo Léntico I: Se utilizaron microcosmos (suelo- arena-agua) de 3 litros, en cámaras de cría con temperatura y fotoperiodo controlados. Se extrajeron con una jeringa, de cada unidad experimental, unos 30 ml para análisis físicos y químicos, 20 ml para cuantificar protozoos y 40 ml para el resto de los organismos. Fueron cuatro réplicas de cada tratamiento y cuatro controles (solo agua). El tiempo total del ensayo

fue de 43 días de inundación (Loma: 5 días; Media Loma y Bajo: 43 días). **Ensayo Léntico II:** Se utilizaron microcosmos de 0,75 litros (suelo-agua), en cámaras de cría con temperatura y fotoperiodo controlados. Se extrajeron 100 ml para análisis físicos y químicos, 10 ml para cuantificar los protozoos y el volumen restante del frasco, se filtró por red de plancton (35 μm) para cuantificar los metazoos. Fueron tres réplicas por tratamiento y tres controles (solo agua). El ensayo tuvo una duración total de 96 días (Loma: 26 días; Media Loma: 40 días; Bajo: 96 días). **Ensayo Lótico:** Se utilizó un mesocosmos (canal artificial), y un volumen de agua en un rango entre 220 a 250 litros. Se estudiaron dos sistemas (zooplankton y sustratos artificiales). Se extrajo con manguera 1 litro de agua para el análisis de los parámetros físicos y químicos y 3 réplicas de 1 litro para cuantificar los organismos del zooplankton que posteriormente se filtraron por de una red de plancton (malla de 35 μm). Para cuantificar los protozoos se extrajeron tres réplicas de 10 ml cada una. En los sistemas de sustratos artificiales se estudió la colonización de los organismos mediante portaobjetos con impregnación de agar y la biomasa algal estimando la concentración de clorofila “a”. En cada evento de muestreo se recolectó con un pincel el biofilm formado en cada portaobjeto y se los colocó en frascos con formol al 4 % para su cuantificación. En los tres ensayos se realizaron muestreos en tiempos intermedios de la inundación y en cada uno se midieron distintos parámetros físicos y químicos del agua: T° (temperatura), pH, conductividad, OD (oxígeno disuelto), ORP (potencial de óxido reducción) y turbidez. Los nutrientes analizados fueron: amonio (NH_4), nitratos y nitritos (N+N), fósforo reactivo soluble (PRS) y fósforo total (PT). Se estimó la clorofila “a” (Cl “a”). Los Protozoos fueron fijados con Lugol acético al 1 % y los metazoos con formol al 4 %. Se cuantificaron todos los organismos registrados en cámaras de recuento bajo microscopio óptico. Se aplicaron índices de diversidad, riqueza acumulada, densidad y grupos tróficos en las distintas etapas de inundación de cada ensayo. Se analizaron las propiedades físicas y químicas del suelo: % humedad, densidad aparente, pH, conductividad, % materia orgánica, textura, granulometría y fósforo total.

Resultados: SUELO: el pH fluctuó de ácido a neutro y la conductividad fue muy variable en las distintas topografías. La densidad aparente fue más alta en Loma. El % de humedad aumentó en las topografías bajas, en ambos usos, asociado al aumento de las partículas finas (limos y arcillas). La textura pasó de Arenosa (Loma) a Franco – arenosa a Franco (Media Loma y el Bajo). El % de materia orgánica aumentó al transcurrir el tiempo de inundación (etapas intermedia y final) y fue más alta en el Bajo. El PT presentó variaciones a lo largo de la inundación, observándose en varias muestras una disminución de la concentración del fósforo del suelo en la etapa inicial de la inundación respecto a la etapa de pre-inundación. **Léntico I:** La T° del agua presentó cambios mínimos en el tiempo. El pH fue ligeramente alcalino y la conductividad aumentó gradualmente con los días de inundación. El % de saturación de OD se mantuvo con valores altos y el ORP con valores positivos, dentro del rango de un ambiente reductor. La cl “a” aumentó su concentración en las etapas intermedia y final. El PRS en agua aumentó su concentración en las etapas inicial e intermedia, disminuyó levemente y aumentó al final del ensayo. Media Loma tuvo concentraciones promedio más elevadas respecto al Bajo y de los dos usos, fue en el uso agrícola (Media Loma y Bajo) donde se registraron los valores promedio más elevados. La concentración de N+N en todos los tratamientos, presentó valores superiores a la condición inicial del agua en la etapa inicial y posteriormente disminuyeron. Entre los organismos, los protozoos fue el grupo dominante. En las etapas intermedia y final aumentaron los valores de riqueza de especies y la diversidad específica. Al transcurrir los días de inundación, en Media Loma y el Bajo, se registraron microcrustáceos en baja densidad

y otros grupos típicos del suelo. A pesar que ambas topografías tuvieron el mismo tiempo de inundación, en el Bajo se registraron microcrustáceos adultos (copépodos y cladóceros), que no se observaron en Media Loma, quedando en evidencia las diferencias en el banco de inóculos del suelo de cada sitio. Los grupos tróficos dominantes del ensayo fueron omnívoros, bacterívoros y herbívoros y, en las etapas intermedia y final, detritívoros y depredadores. **Léntico II:** La T° estuvo dentro de los rangos programados (13 a 23 °C), el pH fue ácido a ligeramente alcalino, la conductividad disminuyó levemente en los tratamientos con más días de inundación y la turbidez fue variable, con valores altos en el uso agrícola al final del ensayo. El ORP y el % de saturación de OD en el agua tuvieron comportamientos similares, con valores promedio más bajos en la etapa inicial de la inundación, aumentando en las etapas intermedia y final. El OD con valores más elevados en la etapa intermedia, disminuyó levemente al final en el Bajo. La cl “a” tuvo concentraciones más elevadas al finalizar la etapa inicial de la inundación (26 días) y, en la etapa intermedia tuvo valores más altos que se mantuvieron hasta la etapa final de la inundación. El PRS y el PT, tuvieron valores más elevados en el uso agrícola respecto al mixto, y hubo diferencias entre topografías, con valores promedio más altos en Loma respecto a Media Loma y el Bajo. Se observó un aumento de las concentraciones de fósforo en el agua en la etapa inicial de la inundación mientras que en las etapas intermedia y final disminuyeron las concentraciones de ambas fracciones. El PT superó las concentraciones del PRS (de extrabiótico a intrabiótico). El nitrógeno inorgánico también mostró diferencias entre topografías y en el tiempo de inundación. El NH₄ fue mayor en Loma y los N+N en Media Loma y el Bajo, principalmente en el uso mixto. En las etapas iniciales de la inundación ambas fracciones tuvieron concentraciones más altas respecto a la condición inicial del agua y disminuyeron en la etapa final. Los protozoos y los rotíferos fueron los grupos dominantes. La mayor abundancia de protozoos se registró en la Loma, mientras los rotíferos tuvieron un incremento de la riqueza en Media Loma y el Bajo. Una gran diversidad de crustáceos (copépodos y cladóceros) fue registrada, principalmente en las etapas intermedia y final, mientras que algunos copépodos ciclopoideos adultos se registraron en la etapa inicial (adaptaciones a la desecación en estadio adulto). La riqueza de especies y la diversidad aumentaron hacia las etapas intermedia y final de la inundación y hubo una diferencia entre usos (mayor riqueza en el uso agrícola). Respecto a los grupos tróficos, predominaron los omnívoros, bacterívoros y herbívoros (de pequeño porte) y, en las etapas intermedia y final, se evidenciaron herbívoros y depredadores de mayor porte y detritívoros. **Ensayo sistema Lótico:** la T° varió de acuerdo a las condiciones del ambiente, la conductividad tuvo aumentos graduales a lo largo del ensayo y el pH fue alcalino. La turbidez tuvo valores muy elevados al inicio por la erosión y suspensión de las partículas del suelo. El OD en agua tuvo una alta saturación y el ORP, tuvo valores positivos. La cl “a” en el agua aumentó inicialmente y se mantuvo con poca variación. El PRS aumentó en la etapa inicial respecto a la condición inicial del agua y continuó con valores bajos de concentración en las etapas posteriores, al igual que el NH₄. El PT presentó valores elevados en todo el proceso de inundación. Los N+N aumentaron su concentración con valores más altos al final. Respecto a los estudios biológicos, zooplancton y sustratos artificiales, se registraron cuatro grupos de organismos: ciliados, amebas, rotíferos y nematodos. **En el zooplancton** la riqueza específica fue baja, los ciliados fueron dominantes y la diversidad fue más elevada en las etapas intermedia y final de la inundación. Los grupos tróficos predominantes fueron omnívoros, bacterívoros y herbívoros de pequeño porte y depredadores (ciliados y rotíferos) en las etapas intermedia y final.

Sustratos artificiales: la cl “a” del perifiton aumentó en las etapas intermedia y final en ambas zonas (I y II). Se registraron los mismos grupos que en el zooplancton, con riquezas acumuladas y diversidades que aumentaron hacia la etapa intermedia y decrecieron levemente al final de la inundación. Las densidades fueron bajas, atribuidas a especies de ciliados y rotíferos en las etapas avanzadas de la inundación. El grupo trófico predominante en ambos sistemas fue el de los protozoos omnívoros, mayormente ciliados. Los metazoos omnívoros también presentes en el ensayo, los bacterívoros y depredadores ciliados en determinados eventos de muestreo y los herbívoros y depredadores de bajo porte, en las etapas intermedia y final.

Conclusiones generales: El tiempo de permanencia del agua de inundación es un factor clave para la emergencia y la sucesión de los organismos consumidores. En los sitios de corta inundación, la riqueza y diversidad fueron bajas, en inundaciones más prolongadas fueron más altas principalmente en el Bajo que tiene la capacidad de retener por más tiempo las condiciones de anegamiento. **Los usos del suelo no limitaron la emergencia y desarrollo de los inóculos presentes, la riqueza, diversidad y sucesión de los organismos no mostraron diferencias de consideración entre sitios.** El banco de inóculos del suelo fue diferente, ya que sitios topográficamente contrastantes como Loma y el Bajo mostraron una sucesión diferente con el mismo tiempo de exposición al agua (D26). Lo que muestra que no solo es importante el tiempo de inundación sino los inóculos presentes y su grado de viabilidad. **La disponibilidad del OD en la interfase suelo- agua** está íntimamente relacionada con la liberación del fósforo absorbido en el suelo. **Los cambios hidrológicos, las condiciones ambientales y el tipo de suelo generaron diferencias en:** -**La disponibilidad de nutrientes** para el desarrollo de los productores y en consecuencia de los consumidores. -**La resistencia de ciertos grupos de organismos** y la sensibilidad de otros, a factores como la turbulencia y la turbidez. -**La sucesión** de organismos y de hábitos tróficos, con sucesiones más complejas en el sistema léntico y más simples en el sistema lótico. **La conectividad** entre los sistemas acuáticos lóticos y lénticos y los suelos terrestres inundables son cruciales en el intercambio de inóculos, nutrientes y otros componentes.

ABSTRACT

Introduction: The Pampa region is the largest agricultural producing area in our country with significant changes in the last decades about the cultivated area, the crop quality and the technology applied. The region is characterized by receiving rains above the historical average since the 1970s. The Salado River is a typical lowland river and has marked connectivity with its floodplain and its associated wetlands, performed functions as a service ecosystem as controlling floods, recycling nutrients and receiving and transporting effluents and tributaries. These interactions among connected environments and the river promote an enrichment of lotic plankton and the interchange of materials such as organic matter, nutrients and microorganism inocula. The flood period is the impulse that maintains the river - floodplain system in dynamic equilibrium. Unpredictable flood pulses usually prevent organisms from adapting, whereas normal flood pulses allow organisms to develop adaptations and strategies for efficient use of habitat and resources. The survival of these inocula depends on exceptional physiological tolerance and life cycle modifications to tolerate desiccation and / or effective migratory abilities. Dormancy is a mechanism used by organisms for persistence in adverse conditions of stress by reducing their metabolic activity, getting a state of quiescence. The most usual occurrence is the production of diapausal or resistance eggs that can survive several drought cycles and establish an eggs bank. The topography determines the residence time of the water and allows the development of different groups of organisms, giving rise to a different succession in each time.

General objective: To study under laboratory conditions (microcosm and mesocosm), the effect of soil waterlogging, exposed to different water conditions, on the succession of consuming organisms as well as on the dynamics of the environmental variables of the system. **General hypothesis:** The time of flooding of the soil in the different topographic positions and the hydric conditions, to which it is exposed, determine the availability of nutrients, the emergence of organisms and their development and the succession of communities.

Study area: The extraction site of the different uses soil samples is located in a sector of the floodplain of the middle basin of the Salado River in the 25 de Mayo department (Valdés, Buenos Aires). It is situated on the property of the MC & ML Inchausti School of the National University of La Plata. The soils were selected from three topographies, Upper, Middle and Lower Hill. These soils included a mixed-use plot for agriculture and breeding livestock and a plot for agriculture alone for Upper and Middle. In the Low sector there is no use of agricultural land.

Tests and methodologies used: Three laboratory tests were carried out, two in microcosm and simulation of lentic water conditions (lentic tests I and II) and a third in mesocosm, simulating a lotic system (lotic test). In lentic systems, the three topographies and both land uses were analyzed. In the lotic system, only soil samples from the agricultural use of the Middle sector were used.

Lentic test I: Microcosms (soil-sand-water) of 3 liters were used and placed in culture chambers with controlled temperature and photoperiod. From each experimental unit, about 30 ml were extracted with a syringe to physical and chemical analysis, 20 ml to count the protozoans and 40 ml to count the metazoans. Four replicates were sampled per treatment and from four controls (only water) they were extracted with a syringe. The total time of the experiment was 43 days of flooding (Upper Hill: 5 days; Middle and Lower Hill: 43 days). **Lentic test II:** 0.75-liter microcosms (soil-water) were used, in culture chambers with controlled temperature and photoperiod. 100 ml were extracted

to physical and chemical analysis, 10 ml to count the protozoans and the remaining volume of the flask was filtered through a plankton net (35 μ) to count the metazoans. Three replicates by treatment and three controls (only water) were extracted. The trial had a total duration of 96 days (Upper Hill: 26 days; Middle Hill: 40 days; Lower Hill: 96 days). **Lotic test:** A mesocosm (artificial channel), and was used and its water volume varied among 220 to 250 liters. Organisms in free water (zooplankton) and those associated to an artificial substrate were analyzed. 1 liter of water was extracted with a hose for the analysis of the physical and chemical parameters and 3 replicates of 1 liter to quantify the zooplankton organisms that were subsequently filtered through a plankton net (35 μ m mesh). For the analysis of the protozoans, three replicates of 10 ml each were extracted. To quantitative analysis the protozoans, three replicates of 10 ml each were extracted. Slides were used as artificial substrates and the colonization of the organisms and the algal biomass (chlorophyll "a") were analyzed. The biofilm formed on each artificial substrate was collected with a brush and placed in bottles with 4% formaldehyde for quantitative analysis. Samples were carried out in intermediate phases of flooding in the three tests and different physical and chemical parameters of the water were measured T° (temperature), pH, conductivity, DO (dissolved oxygen), ORP (oxidation–reduction potential) and turbidity. The nutrients analyzed were: ammonium (NH₄), nitrates and nitrites (N + N), soluble reactive phosphorus (SRP) and total phosphorus (TP). Chlorophyll "a" (Cl "a") was estimated. Protozoans were preserved in 1% Lugol's solution and metazoans with 4% formaldehyde. The organisms were counted in (1 mL) Sedgwick-Rafter chambers under optical microscope. Diversity indices were applied, accumulating richness and density were calculated and trophic groups were determined in each one of the flooding stages in each trial. The physical and chemical properties of the soil: % moisture, apparent density, pH, conductivity, % organic matter, texture, and total phosphorus.

Results: SOIL: the pH fluctuated from acidic to neutral and the conductivity was too variable in the different topographies. The apparent density was higher on the Upper Hill. The % of moisture increased in the Middle and Low Hill topographies, in both uses, associated with the increase of the fine particles (silts and clays). The texture was Sandy (Upper Hill) becoming Franco - sandy to Franco (Middle and Low Hill). The % of organic matter increased with increasing the flooding time (intermediate and final stages) and was higher in the Lower. The TP was variable throughout the flooding and a decrease in its concentration was observed in the initial stage of the flooding with respect to the stage of (pre-flooding).

Lentic I: The water T° showed slight changes over time. The pH was slightly alkaline and the conductivity increased gradually with the flood days. The DO % saturation had high values and the ORP showed positive values in a reducing environment. Cl "a" increased its concentration in the intermediate and final stages. The SRP in water increased in the initial and intermediate stages, then decreased slightly and increased at the end of the test. Media Loma had higher average concentrations compared to Bajo and of the two uses, it was in agricultural use (Media Loma and Bajo) where the highest average values were recorded. The concentration of N + N in all treatments, presented values higher than the initial condition of the water in the initial stage and subsequently decreased. Among the organisms, protozoans were the dominant group. Species richness and specific diversity increased in the intermediate and final stages. Low-density microcrustaceans and other typical soil groups were recorded on Middle Hill and Low Hill as the flood advanced. Although both topographies had the same flooding time, adult microcrustaceans (copepods and cladocerans) were recorded on the Low Hill

and they were not observed at the Middle Hill. This shows that the inocula bank in the soil of each site is different and unique. The dominant trophic groups of the essay were omnivores, bacterivores and herbivores and, in the intermediate and final stages also detritivores and predators.

Lentic II: The T° was within the programmed ranges (13 to 23 °C), the pH was acidic to slightly alkaline, the conductivity decreased slightly in the treatments with more flood days. Turbidity was variable and showed high values in agricultural use at the end of the trial. The ORP and DO % saturation in the water had similar behaviors, with lower average values in the initial stage of the floods and increases in the intermediate and final stages. The DO had higher values in the intermediate stage. At the Low Hill it decreases slightly towards the end. Cl "a" had higher concentrations at the end of the initial stage (26 days) and, in the intermediate stage, it had higher values that were maintained through the final stage of the floods. The SRP and TP had higher values in agricultural use compared to the mixed one, and there were differences among topographies, with higher average values in the Upper Hill related to the Middle Hill and the lower one. An increase of phosphorus in the water was observed in the initial stage of the floods, while in the intermediate and final stages both fractions of P decrease. The TP exceeded the SRP concentrations (from extrabiotic to intrabiotic). Inorganic nitrogen also showed differences among topographies and in flood times. NH_4 was higher in the Upper Hill and $N + N$ in the Middle and Low Hill, mainly in mixed use. In the initial stages of the flooding, both fractions had higher concentrations compared to the initial condition of the water and decreased in the final stage. Protozoans and rotifers were the dominant groups. The highest abundance of protozoans was recorded on the Upper Hill, while rotifers had an increase in specific richness in the Middle and Low Hill. A great diversity of crustaceans (copepods and cladocerans) was recorded, mainly in the intermediate and final stages, while some adult cyclopoid copepods were recorded in the initial stage (adaptations to desiccation in adult stage). Species richness and specific diversity increased towards the intermediate and final stages of the flooding and there was a difference among uses (larger species richness in agricultural use). The trophic groups that predominated were omnivores, bacterivores and herbivores (small in size) and, in the intermediate and final stages, larger herbivores, predators, and detritivores were evidenced. **Lotic system:** the T° varied according to the environmental conditions, the conductivity had gradual increases throughout the test and the pH was alkaline. Turbidity had too high values at the beginning by erosion and suspension of soil particles. The DO in water had a high saturation and the ORP had positive values. The cl "a" in the water initially increased and remained with slight variation. The SRP increased in the initial stage with respect to the initial condition of the water and continued with low values in the later stages, such as NH_4 . The TP presented high values throughout the flooding process. The $N + N$ increased their concentration with higher values at the end. In zooplankton and artificial substrates, four groups of organisms were registered: ciliates, amoebae, rotifers and nematodes. The specific richness of zooplankton was low and with scarce variation over time. Ciliates were dominant and its specific diversity was higher in the intermediate and final stages of the flooding. The predominant trophic groups were omnivores, bacterivores and small herbivores, and predators (ciliates and rotifers) in the intermediate and final stages. Artificial substrates: the cl "a" of the periphyton increased in the intermediate and final stages in both zones (I and II). The same groups of organisms were registered as in zooplankton. Its accumulated richness and specific diversity increased towards the intermediate stage and decreased slightly at the end of the flooding. The density of ciliates and rotifers was low even in the advanced stages of

the flooding. The predominant trophic group in both systems was the omnivorous protozoans, mostly ciliated. Omnivorous metazoans were also present in the test. Bacterivores and ciliated predators were only in some sampling events, while herbivores and small predators were in the intermediate and final stages.

General conclusions: The residence time of flooding water is a fundamental factor for the emergence and succession of consuming organisms. In the short flood sites, the richness and diversity were low, in longer floods they were higher, mainly in the Lower Hill that has the capacity to retain the flooding conditions for a longer time. **Land uses did not limit the emergence and development of the inoculum present, and the richness, diversity and succession of organisms showed no significant differences between sites. The soil inocula bank** in each sector was different. **Topographically contrasting** sectors such as the Upper Hill and the Lower Hill showed a different succession with the same time of exposure to water (D26). This proved that not only the flooding time is main, but also the bank of propagules present and their degree of viability. **The availability of DO at the soil-water interface** is closely related to the release of absorbed phosphorus in the soil. **Hydrological changes, environmental conditions and the kind of soil produced differences in: The availability of nutrients** for the development of producers and their effect on that of consumers - **The resistance of certain groups of organisms** as well as the sensitivity of others, to factors such as turbulence and turbidity - **The succession of organisms** and trophic habits, with more complex sequences in the lentic systems and simple in the lotic. **The connectivity** between lotic and lentic aquatic systems and floodable terrestrial soils are crucial in the exchange of inocula, nutrients and other components.

I-INTRODUCCIÓN GENERAL

La región Pampeana, es la mayor área productora de granos del país, su riqueza y potencialidad productiva la convierte a nivel internacional en una región con ventajas competitivas para la producción agropecuaria, dentro de las cuales, los granos y las carnes son los más requeridos por la demanda externa. Por ello y de acuerdo a la aptitud de uso de los suelos, los sistemas productivos agrícolas, ganaderos y mixtos son los más definidos en la región (Pizarro 2003), con un fuerte predominio de cultivos anuales de cosecha, los ganaderos con una alta proporción de pasturas naturales y /o artificiales orientados fuertemente a la producción bovina (carne y leche) y los mixtos que combinan la producción de cultivos con la actividad ganadera en diferente proporción (Cascardo et al. 1991). Estos sistemas productivos han tenido cambios de importancia en las últimas décadas, tanto respecto a la superficie sembrada, como a la composición de los cultivos, los niveles tecnológicos usados y la intensidad en el uso de insumos de diferentes tipos.

A partir del año 2000 hubo un cambio con tendencia creciente en el cultivo de soja y desde ese momento se incrementó marcadamente la siembra de soja en detrimento de cereales y girasol. A partir de 2010 hubo también un incremento en la superficie del maíz. Hacia fines de 2015 y comienzos de 2016 se sembraron 32 millones de hectáreas, es decir un 128 % más que en los años 80, ocupando la soja un 62 % del total (Ghida & Bollatti 2016). La región pampeana también presenta, desde inicios de los años 70, un cambio gradual en la condición hídrica, sufriendo períodos de lluvias por encima de la media histórica (1980, 1985, 1993 y 2001), con una mutación de un clima semiárido a uno subhúmedo-húmedo (Paoli & Giacosa 2001).

La cuenca del río Salado es una de las más importantes y produce un tercio de la producción agropecuaria nacional, con aumentos en el uso de agroquímicos, especialmente fertilizantes y la aparición de sistemas intensivos de cría de ganado

(Gabellone et al. 2005). Concomitantemente, en los cuerpos de agua de la cuenca, se ha registrado un aumento en las concentraciones de las distintas fracciones de fósforo (Gabellone et al. 2010). El río y sus humedales asociados cumplen muchas funciones como ecosistema de servicio, al modular las inundaciones, recibir y transportar los vertidos de efluentes de las localidades ubicadas a la vera y los agroquímicos que llegan a través de la escorrentía superficial, parte de los cuales, pueden metabolizarse en sus extensos humedales, previos a la desembocadura de la Bahía Samborombón (Gabellone et al. 2013). Estos sistemas de humedales se caracterizan por tener flujos de aguas periódicas y/o inundación y una gran diversidad genética y ambiental (Wilson 1988). Son una transición entre sistemas terrestres y acuáticos, que deben cumplir ciertos atributos como el predominio de vegetación de hidrófitas, sustratos saturados con baja permeabilidad y aguas poco profundas. La liberación de P desde los sedimentos está regulado, en gran medida, por las condiciones de óxido-reducción de la interfase agua-sedimento (Wetzel 1979; Boston et al. 1982).

El análisis regional indica que el grado de eutrofización de los cuerpos de agua en la cuenca es alto, aunque con posibilidades de autodepuración. Esto último está relacionado a las fases periódicas de inundación, siempre que el agua aportada por la escorrentía superficial no contenga elevadas concentraciones de fósforo que superen la posibilidad de autodepuración de los sistemas naturales (Neschuk et al. 2000; Neschuk 2001).

Estos ríos de llanura también tienen como característica particular presentar una interrelación con su llanura de inundación y con los ambientes lénticos vinculados a él. En Sudamérica, la mayoría de los grandes ríos están rodeados por extensas llanuras aluviales que pueden superar los 300.000 km² e incluir un gran número de lagunas poco profundas con diferentes características limnológicas (Welcomme 1985).

Los intercambios entre las lagunas y el río son importantes produciendo un enriquecimiento del plancton lótico y cambios en los ensambles de las especies del río (Amoros & Bornette 2002; Vázquez et al. 2007). Las fluctuaciones de nivel de las aguas del cauce principal tienen implicancias en los distintos ambientes de los valles aluviales y en sus comunidades (Tundisi 1994). Durante las sequías se produce el flujo de materiales desde la planicie hacia el curso del río y el aislamiento paulatino de los cuerpos de agua de la planicie, hacia su extinción temporal hasta una nueva fase de inundación (Junk & Welcomme 1990; Gabellone et al. 2003; Neiff & Giraudo 2006). Las llanuras de inundación son áreas de baja pendiente sujetas a inundación periódica por aumento en el nivel del río o lago al que se encuentra asociado. El pulso de inundación es el motor en los sistemas río – llanura aluvial y los mantiene en equilibrio dinámico. Los pulsos impredecibles generalmente impiden la adaptación de los organismos, en cambio los pulsos regulares permiten a los organismos desarrollar adaptaciones y estrategias para la eficiente utilización del hábitat y de los recursos (de Cabo 2001).

Junk et al. (1989) explicaron que los pulsos de inundación son responsables en gran medida de la organización biótica en ríos con planicies de inundación y encontraron que los eventos periódicos de inundación producen situaciones de estrés biótico que se reflejan en el “resetting” (reseteo) del sistema. En el caso del río Salado, aun cuando las áreas inundadas no corresponden geomorfológicamente a su valle, actuarían a los efectos de su interpretación ecológica de forma similar al litoral expandido y al concepto del pulso de inundación (Junk et al. 1989). En estudios recientes del área seleccionada (Quaíni 2011) se pudo comprobar una gran similitud entre los organismos consumidores del zooplancton en el agua de inundación con respecto a los que se observan en el río Salado (Claps et al. 2009), siendo significativamente importante el porcentaje de similitud entre especies encontradas de rotíferos (75 %), ciliados (47%) y amebas

testáceas (84%) (Quaíni 2011; Solari et al. 2018). Durante la inundación los cuerpos de agua de la planicie (lagunas, paleocauces, meandros abandonados), se interconectan con el curso del río, que recibe distintos materiales como la materia orgánica y minerales del suelo. Esto demuestra la importancia de la interconectividad de los cuerpos de agua para el transporte de inóculos. Además, la ocurrencia de inundaciones tiene efecto sobre la calidad del suelo, del agua superficial, agua subterránea y en la distribución de la flora y fauna nativa, tanto terrestre como acuática (Gabellone et al. 2003). La falta de agua afecta a las especies y en especial su dinámica poblacional (Etiam & Blaustein 2004). Por lo tanto, la supervivencia depende ampliamente de una excepcional tolerancia fisiológica con modificaciones en el ciclo de vida que les permita tolerar la desecación y/o habilidades migratorias efectivas (Sinistro 2007). Los eventos de colonización de un nuevo ambiente por integrantes del zooplancton, puede ocurrir en días o semanas (Quaíni 2011). Muchas especies surgen de estructuras de resistencia que quedan en el suelo luego de un evento de inundación o se originan de comunidades edáficas que se mantienen con la humedad del suelo, del ambiente y las lluvias esporádicas (Cohen & Shurin 2003). La composición de la fauna que emerge de las cuencas secas puede cambiar drásticamente, dependiendo del momento del año en que ocurre la inundación (Danks 2000; Dietz - Brantley et al. 2002; Beche & Resh 2007; Kneitel 2014).

Los organismos presentan distintos tipos de adaptaciones a la desecación, la dormancia es un estado de reducción de la actividad metabólica adoptada por muchos organismos ante condiciones ambientales de estrés, que implica una suspensión temporal en la división celular en el caso de los organismos unicelulares como las bacterias (Van Vliet 2015), algas y protistas (Corliss & Esser 1974; Rengefors et al. 1998) y una suspensión del ciclo celular, crecimiento, desarrollo y reproducción en organismos multicelulares como plantas y metazoos (Kelinin 1959; Alekseev et al. 2007; Hairston & Fox 2009).

La quiescencia es una respuesta inmediata y directa a un factor limitante que incluye los estados de hibernación, estivación, anhidrobiosis y criptobiosis (Clegg 2001; Ricci 2001).

La diapausa es una interrupción profunda del desarrollo que no está directamente controlada por los factores ambientales y que resulta de la aparición de las condiciones adversas (Alekseev et al. 2007) y se debe a factores endógenos de regulación del desarrollo. Se trata, como otros rasgos de comportamiento cíclico en los seres vivos, de una característica seleccionada en los antecesores por supervivencia diferencial, y no por la anticipación del futuro por parte del organismo. Dado que la diapausa responde a un control endógeno y que puede implicar un periodo refractario o de “diapausa obligada”, su duración puede exceder, a veces incluso mucho más que la duración del periodo adverso (Hairston et al. 1995; Ricci 2001). El caso más habitual es la formación de huevos diapáusicos o de resistencia que pueden sobrevivir varios ciclos de sequía, formando así un banco de huevos.

Muchos estudios demuestran que la diapausa proporciona la ventaja de promover la colonización de nuevos ambientes, ampliando el área de distribución de la especie y la colonización de otros ambientes (Alekseev et al. 2007). Algunos ejemplos para destacar son los protistas ciliados, respecto a su capacidad de dispersión y a la formación de estructuras de resistencia, algunas de las cuales pueden ser viables durante muchos años (Noland & Gojdics 1967). Los ciliados aparecen tempranamente en el agua de inundación dado que algunos son habitantes típicos del suelo y, junto con otros protozoos, son esenciales en el reciclado del mismo (Foissner et al. 1999; Schwarz & Frenzel 2003).

Por otro lado, la permanencia durante la mayor parte de la inundación, indica que son organismos capaces de crecer bajo diferentes condiciones de oxígeno, pH y potencial redox (Foissner 1997). Los rotíferos bdeloideos pueden segregar un quiste con una capa de gel protectora para sobrevivir a la desecación (Williams 2006; Alekseev et al. 2007).

Los copépodos pueden entrar en latencia como huevos, juveniles o adultos, y pueden sobrevivir a la desecación en cualquier etapa de la vida (Datry et al. 2012). Gooderham & Tsyrlin (2002) han registrado que los efipios de crustáceos cladóceros provenientes de sedimentos secos de estanques han sido incubados con éxito después de 200 años y han podido sobrevivir a la congelación y la desecación (Mellors 1975). Sin embargo, Jenkins & Boulton (2007) encontraron que el número de cladóceros se redujo más de un orden de magnitud a medida que la duración de la sequía aumentó de 6 a 20 años, mostrando que los efectos de las sequías prolongadas pueden detectarse en poblaciones silvestres e indicando que el cambio climático puede afectar la viabilidad del efipio. Strachan et al. (2014), observaron en 6 especies de ostrácodos de la familia Cyprididae, dos estrategias para sobrevivir a la desecación en un humedal intermitente, 4 especies mediante el cierre de las valvas del caparazón y 2 por la formación de estructuras de resistencia. Los nematodos, con especies típicas del suelo, pueden vivir en la película de agua del suelo y sobrevivir a deshidrataciones periódicas en estado de criptobiosis (Ruppert & Barnes 1995). Asimismo, los juveniles de nematodos, pueden presentar una cutícula muy resistente para soportar la desecación (Cáceres 1997) y sobrevivir extensos períodos en estado de anhidrobiosis (Guidetti & Jonsson 2002; Larned et al. 2007). Hall (1992) revivió nematodos después de 27 años de estar expuestos a la sequía. Los oligoquetos también tienen quistes de resistencia que encierran a jóvenes, adultos o fragmentos de adultos (Kenk 1949). El mayor beneficio de la dormancia es que proporciona seguridad ante condiciones de estrés bióticas y abióticas, manteniendo un metabolismo basal para asegurar la supervivencia (Gremer & Sala 2013).

Los huevos diapáusicos enterrados pueden permanecer viables durante largos periodos de tiempo, del orden de décadas en el caso de rotíferos (Marcus et al. 1994; Kotani et al. 2001), e incluso siglos en copépodos y cladóceros (Hairston et al. 1995; Cáceres 1998)

permitiendo la persistencia de las poblaciones del zooplancton a largo plazo. La eclosión de los huevos diapáusicos está restringida a los dos primeros centímetros del sedimento (Herzig 1985) considerado el banco 'activo' del sedimento de acuerdo con el modelo conceptual para la dinámica de los bancos de huevos propuesto por Cáceres & Hairston (1998). No obstante, a menudo se considera que los huevos diapáusicos de los diez primeros centímetros del sedimento tienen cierta capacidad de quedar expuestos a los estímulos que inducen la eclosión (Hairston et al. 2000; Hairston & Kearns 2002; Brendonck & De Meester 2003) como consecuencia de procesos de mezcla del sedimento. De hecho, la mayor parte de huevos viables se encuentra generalmente en los primeros 4-6 cm del sedimento (Herzig 1985; Carvalho & Wolf 1989; Hairston & Van Brunt 1994; Cáceres 1998). La presencia o ausencia de organismos en estados de dormancia en los sedimentos depende de varios factores: la abundancia de las poblaciones activas, la proporción de huevos que eclosionan y la mortalidad de los mismos. La mortalidad puede estar dada por depredación, senescencia (por edad) o infección (por parásitos) (Gyllström et al. 2004). Por otro lado, hay determinados factores que generan la inducción y la finalización de la diapausa en las diferentes especies como factores abióticos, principalmente temperatura y fotoperíodo, y factores bióticos como la cantidad y calidad de alimento y el hacinamiento, entre otros (Gyllström et al. 2004).

La frecuencia de inundación del suelo es otro factor determinante para el tipo de comunidades que allí se desarrolla. Un suelo con mayor frecuencia de inundación, mantiene una comunidad diferente a la de otro sitio cercano expuesto a otra frecuencia e intensidad de humedad del suelo (Quaini 2011). Los distintos grupos del zooplancton pueden diferenciarse en la puesta de los inóculos de acuerdo a la topografía, observándose luego una sucesión de organismos diferentes en cada caso (Quaini 2011).

La sucesión ecológica se puede definir en términos de tres parámetros (Odum 1969):

- 1) Es un proceso ordenado de desarrollo de las comunidades que es razonablemente direccional, y por lo tanto predecible.
- 2) Es el resultado de la modificación del entorno físico por parte de la comunidad, es decir, la sucesión es controlada por la comunidad a pesar que el entorno físico determina el patrón, la tasa de cambio y a menudo establece límites en cuanto a que tan lejos puede llegar el desarrollo.
- 3) Culmina en un ecosistema estabilizado en el que la máxima biomasa y la función simbiótica entre organismos se mantiene por unidad de flujo de energía disponible.

El conocimiento empírico de la sucesión, lleva a considerar que son más maduros los ecosistemas más complejos, es decir, compuestos por un gran número de elementos, con largas cadenas alimenticias y con relaciones interespecíficas bien definidas o más especializadas (Margalef 1963).

En las fases tempranas de una sucesión ecológica, la tasa de producción primaria (P), supera la tasa de respiración (R) de la comunidad, de modo que la relación P/R tiende a ser mayor a 1. En cuanto la tasa de producción supere la de respiración, la materia orgánica y la biomasa (B), se acumularan en el sistema. En esta etapa hay poca diversidad de especies y las relaciones alimenticias suelen ser simples y lineales, los organismos tienden a ser pequeños y presentan ciclos de vida cortos y altas tasas de reproducción “estrategas tipo r” (Odum 1969).

MacArthur & Wilson (1967), describen en las primeras fases de colonización a especies de alta tasa de reproducción y crecimiento, las cuales tienen más probabilidades de sobrevivir en las fases iniciales. La presión de selección en las etapas avanzadas favorece

las especies que tienen menor potencial de crecimiento y más capacidad para la supervivencia en las densidades estables de las etapas maduras.

En las etapas avanzadas de la sucesión, la relación P/R se vuelve más estable (≈ 1), ya que la energía fijada tiende a equilibrarse con el costo energético de mantenimiento (respiración total de la comunidad). En esta etapa la diversidad de especies es alta y las cadenas alimenticias se convierten en sistemas complejos en forma de red, donde la mayor parte de la energía biológica es transportada por la ruta del detritus. Por otro lado, hay un aumento en el tamaño de los organismos, en la duración y complejidad de los ciclos vitales (estrategas tipo k) y un aumento en la competitividad inter-específica que puede dar como resultado la exclusión de ciertas especies (Odum 1969). Los cambios de tamaño parece ser consecuencia de, los desplazamientos de los nutrientes que pasan de inorgánicos a orgánicos (de extrabióticos a intrabióticos), de modo que la ventaja se desplaza hacia los organismos de más tamaño, que tienen mayor capacidad de almacenamiento, y ciclos vitales más complejos (Odum 1969). Estudios y revisiones recientes demuestran que la sucesión sigue desempeñando un papel central en la teoría y aplicación de la ecología moderna (Chang & Turner 2019). Tanto las teorías de sucesión tradicional como los modelos contemporarios del ensamble comunitario, son dos perspectivas que comparten vínculos claros en el campo de la ecología (biogeografía, filogenética, evolución, teoría de la coexistencia, etc), mientras que la diferencia entre ambas radica en la perspectiva temporal sobre el desarrollo de las comunidades (Chang & HilleRisLambers 2016).

La posibilidad de realizar estudios en el laboratorio en condiciones controladas en microcosmos, permite encontrar respuestas a preguntas específicas con respecto a la sucesión de microorganismos consumidores a partir de los inóculos presentes en el suelo en momentos de anegamiento y las dinámicas y/o tendencias de las variables ambientales

asociadas. Los microcosmos ecológicos son pequeños ecosistemas en distintos recipientes, útiles para estudiar el funcionamiento de los ecosistemas y para determinar lo que sucede en estudios de toxicología. Los experimentos con microcosmos se han utilizado prácticamente en todas las áreas de la ecología moderna, terrestre y acuática.

Asimismo, se ha seleccionado la experiencia con microcosmos para la realización de este trabajo, ya que los microcosmos son muy útiles en estudios de sucesión, interacciones agua- sedimento, aguas termales, estanques temporarios y lagunas hipersalinas (Beyers & Odum 1993). La razón principal para el uso de los microcosmos, es que con ellos se simplifica la variabilidad natural que a menudo es tan grande y compleja que impide la evaluación en profundidad de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales (Giese & Odum 1980).

Este trabajo de tesis se enmarca dentro de las investigaciones llevadas a cabo por el laboratorio “Cuenca del río Salado” del Instituto de Limnología “Dr. R. A. Ringuelet” en los cuerpos de agua lóticos y lénticos existentes en la cuenca. Los distintos ejes de este trabajo surgieron a partir de un trabajo de tesis realizado en el mismo sector de la cuenca del río Salado, donde se estudió la sucesión de organismos del suelo y la dinámica de los nutrientes en distintos tiempos de inundación mediante el uso de mesocosmos “in situ” (Quaini 2011; Solari et al. 2018). Con el fin de complementar y ampliar los resultados, se plantearon los distintos objetivos e hipótesis de esta tesis. Originalmente se plantearon los estudios solo con el uso de microcosmos, en el transcurso de la tesis se contó con la posibilidad de incorporar un sistema de mesocosmos lo que consideramos de gran importancia por el valor de información que nos permitiría obtener, por lo tanto, se modificaron algunos aspectos del plan base de la tesis.

1- HIPÓTESIS PRINCIPAL

El tiempo de inundación del suelo, en relación a las distintas posiciones topográficas, y las condiciones hídricas a las que se expone, determinan la disponibilidad de los nutrientes, la emergencia de los organismos, su desarrollo y la sucesión de las comunidades.

2- OBJETIVO GENERAL

Estudiar en laboratorio, mediante el uso de microcosmos y mesocosmos, el efecto del anegamiento del suelo, expuesto a distintas condiciones hídricas, en la sucesión de los organismos consumidores y en la dinámica de las variables ambientales del sistema.

3- CUESTIONAMIENTOS, HIPÓTESIS DERIVADAS Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Pregunta 1:

¿Los distintos tiempos de anegamiento del suelo en sistemas lénticos tienen efecto en la emergencia y desarrollo de los organismos y en la dinámica de nutrientes en función del tiempo en que el suelo se encuentre anegado?

Hipótesis derivada I: diferencias en las topografías del suelo determinan la frecuencia e intensidad de los periodos de sequía – inundación y generan diferencias en la dinámica de nutrientes, en la disponibilidad de hábitat para los organismos, el grado de colonización, desarrollo y la complejidad de las sucesiones.

Objetivo específico:

- 1- Conocer la dinámica de los nutrientes a diferentes tiempos de inundación del suelo y analizar si existen diferencias en la presencia/ausencia de organismos así como en el desarrollo de los inóculos con distintos tiempos de anegamiento del suelo.

Pregunta 2:

¿Los distintos usos de suelo (agrícola – mixto), alteran el desarrollo de ciertos organismos en cuanto a la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo de las algas como fuente de alimento?

Hipótesis derivada II: las prácticas en el uso del suelo (uso agrícola y agrícola-ganadero), generan diferencias en la concentración y en el ciclo de los nutrientes e influyen en el desarrollo de los productores primarios, fuente de alimento para muchos de los organismos consumidores.

Objetivos específicos:

- 2-Evaluar las diferencias entre el número y tipo de taxa que se desarrollan, y comparar sus densidades en suelos con distinto uso.
- 3-Analizar la respuesta de los productores primarios en relación a la dinámica de los nutrientes en suelos con prácticas agropecuarias diferentes.

Pregunta 3:

¿Las condiciones hidráulicas a las que se expone el suelo, pueden alterar la emergencia y el desarrollo de los organismos?

Hipótesis derivada III: en un sistema lótico, donde la oxigenación del suelo es mayor, se genera una menor liberación de nutrientes del suelo respecto a un sistema léntico, dando una baja productividad primaria, una baja riqueza de especies y una sucesión de los organismos limitada.

Objetivo específico:

4- Estudiar muestras de suelo expuestas a diferentes condiciones hídricas (lóticas y lénticas) para comprobar si existen diferencias en liberación y concentración de los nutrientes y en la sucesión de los organismos en los distintos tiempos de inundación.

Pregunta 4:

¿Cuáles son los aportes de nutrientes y organismos activos que pueden brindar los ambientes terrestres inundables a los cuerpos de agua aledaños ante un evento de inundación?

Hipótesis derivada IV:

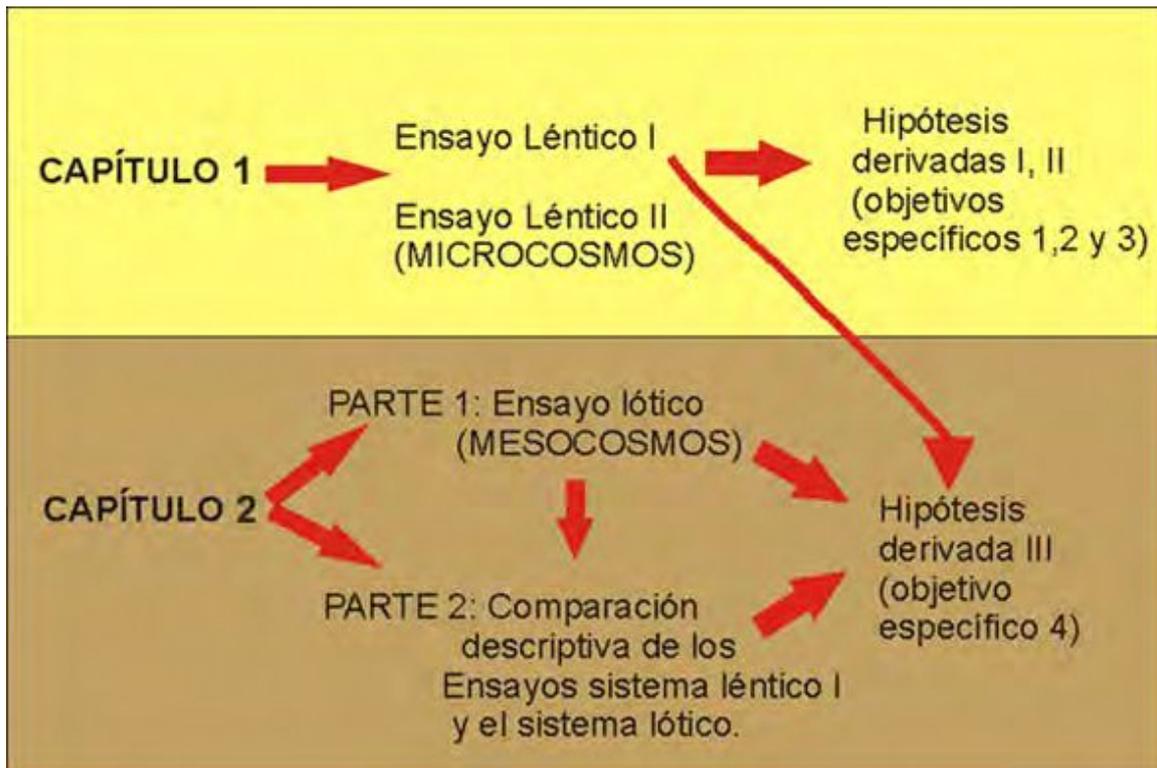
Los suelos inundados por periodos de tiempo diferentes, brindan una carga de nutrientes y una diversidad de organismos como fuente de alimento para organismos acuáticos de niveles tróficos superiores ante una conectividad entre ambos sistemas.

Objetivo específico:

5- En base a los resultados obtenidos, ampliar los conocimientos sobre la dinámica de nutrientes y el desarrollo de los organismos en suelos inundados con diferente temporalidad a escala local (sitio de estudio) y regional (con otros sectores de la cuenca ante eventos de conectividad del agua), y determinar la influencia de estos suelos inundados en el intercambio de componentes bióticos

(organismos activos, estructuras de resistencia y otros inóculos) y abióticos (nutrientes, partículas de suelo, material inorgánico, etc) entre los sistemas acuáticos (lénticos y lóticos) y los sistemas terrestres.

Para llevar a cabo los objetivos planteados, el estudio se organizó en tres ensayos de laboratorio. El **organigrama** de la tesis se describe a continuación:



La hipótesis IV y el objetivo asociado (5) se desarrollarán en base a la información obtenida de los resultados de los ensayos descriptos previamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Alekseev V. R., De Stasio B. T. & Gilbert J. J. (2007). Diapause in Aquatic Invertebrates: Theory and Human Use. In: 538 Monographiae biologicae. Springer, Netherlands.
- Amoros C. & Bornette G. (2002). Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine foodplains. *Freshwater Biology* 47: 761-776.
- Beche L. A. & Resh V. H. (2007). Short-term climatic trends affect the temporal variability of macroinvertebrates in 562 California 'Mediterranean' streams. *Freshwater Biology* 52: 2317-2339.
- Beyers R. J & Odum H. T. (1993). Ecological microcosms. Springer Advanced texts in life Sciences. Ed: David E. Reichle.
- Boston B., Jansson M. & Forsberg G. (1982). Phosphorus release from lake sediments. *Archiv für Hydrobiologie. Beih. Ergebn. Limnol.* 18: 5-59.
- Brendonck L. & De Meester L. (2003). Egg banks in freshwater zooplankton: evolutionary and ecological archives in the sediment. *Hydrobiologia* 491: 65-84.
- Cáceres C. E. (1997). Dormancy in invertebrates. *Invertebrate Biology* 116: 371-383.
- Cáceres C. E. (1998). Interspecific variation in the abundance, production, and emergence of *Daphnia* diapausing eggs. *Ecology* 79: 1699-1710.
- Cáceres C. E. & Hairston N. G. Jr, (1998). Benthic-pelagic coupling in planktonic crustaceans: the role of the benthos. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 52: 163-174.
- Cascardo A.; Pizarro J.; Peretti M. & Gómez P. (1991). Sistemas de producción predominantes. En: El desarrollo agropecuario pampeano. INDEC-IICA-INTA, Buenos Aires pp. 95-146.

- Carvalho G. R. & Wolf H. G. (1989). Resting eggs of lake *Daphnia*. Distribution, abundance and hatching of diapausing eggs collected from various depths in lake sediments. *Freshwater Biology* 22: 459-470.
- Chang C. & HilleRisLambers J. (2016). Integrating succession and community assembly perspectives. *F1000Research*, 5.
- Chang C. & Turner B. (2019). Succession in a changing world. *Journal of Ecology* 107: 503-509.
- Claps M. C., Gabelle N. A. & Neschuk N. C. (2009). Influence of regional factors on zooplankton structure in a saline lowland river: the Salado River (Buenos Aires province, Argentina). *River Research and Applications* 25: 453–471.
- Clegg J. S. (2001). Cryptobiosis - a peculiar state of biological organization. *Comparative Biochemistry and Physiology* 128: 613-624.
- Cohen G. M. & Shurin J. B. (2003). Scale-dependence and mechanisms of dispersal in freshwater zooplankton. *Oikos* 103: 603–617.
- Corliss J. O., & Esser S. C. (1974). Comments on the role of the cyst in the life cycle and survival of free-living protozoa. *Transactions of the American Microscopical Society* 93: 578–593.
- Danks H. V. (2000). Dehydration in dormant insects. *Journal of Insect Physiology* 46: 837-852.
- Datry T., Corti R., & Philippe M. (2012). Spatial and temporal aquatic–terrestrial transitions in the temporary Albarine River, France: responses of invertebrates to experimental rewetting. *Freshwater Biology* 57: 716-727.

de Cabo L. (2001). Dinámica de nutrientes en el valle aluvial del río Paraná Inferior.

Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

Dietz-Brantley S. E., Taylor B. E., Batzer D. P. & DeBiase A. E. (2002). Invertebrates that aestivate in dry basins of Carolina Bay wetlands. *Wetlands* 22: 767-775.

Etiam A. & Blaustein L. (2004). Oviposition habitat selection by mosquitoes in response to predator (*Notonecta maculate*) density. *Physiological Entomology* 29: 188-191.

Foissner W. (1997). Soil ciliates (Protozoa: Ciliophora) from evergreen rain forests of Australia, South America and Costa Rica: diversity and description of new species. *Biology and Fertility of Soils* 25: 317–339.

Foissner W., Berger H. & Schaumburg J. (1999). Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. *Informations berichte des Bayer. Landesamtes für Wasser wirtschaft Heft 3/99*: 1–799.

Gabellone N. A., Sarandón R. & Claps M. C. (2003). Caracterización y zonificación ecológica de la Cuenca del Río Salado. En: *Inundaciones en la región pampeana* (Eds. Maiola O. C.; Gabellone N. A. y Hernández M. A.) Editorial de la UNLP, 266 p.

Gabellone N. A., Claps M. C., Solari L. C. & Neschuk N. C. (2005). Nutrients, conductivity and plankton in a landscape approach to a Pampean saline lowland river (Salado River, Argentina). *Biogeochemistry* 75: 455- 477.

Gabellone N. A., Claps M. C., Solari L. C. & Neschuk N. C. (2010). Dinámica espacial y temporal de fracciones de fósforo en la cuenca del río Salado (Buenos Aires, Argentina). I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras Azul, Buenos Aires, Argentina – 21 al 24/09/2010.

- Gabellone N. A., Claps M. C., Solari L. C., Neschuk N. C. & Ardohain D. M. (2013). Spatial and temporal distribution pattern of phosphorus fractions in a saline lowland river with agricultural land use (Salado River, Buenos Aires, Argentina). *Fundamental and Applied Limnology*. 183: 271–286.
- Ghida D. & Bollatti P. (2016). Análisis productivo ambiental y económico de rotaciones en sistemas agrícolas y ganadero bovino al sudeste de la provincia de Córdoba. Colección divulgación, INTA.
- Giesey J. Jr. & Odum E. (1980) Microcosmology: Introductory comments, pp: 1-13. In: Giesey Jr. (ed.), *Microcosms in Ecological Research*, CONF-781101. National Technical Information Services Springfield, VA.
- Gooderham J. & Tsyrlin E. (2002). *The Waterbug Book: a guide to the freshwater macroinvertebrates of temperate Australia*. CSIRO Publishing.
- Gremer J. R. & Sala A. (2013). It is risky out there: the costs of emergence and the benefits of prolonged dormancy. *Oecologia* 172: 937–947.
- Guidetti R. & Jonsson K. I. (2002). Long-term anhydrobiotic survival in semi-terrestrial micrometazoans. *Journal of Zoology* 257: 181-187.
- Gyllström M. & Hansson L. A. (2004). Dormancy in freshwater zooplankton: Induction, termination and the importance of benthic- pelagic coupling. *Aquatic Sciences* 66: 274- 295.
- Hairton Jr. N. G. & De Stasio Jr. B. T. (1988). Rate of evolution slowed by a dormant propagule pool. *Nature* 336: 239-242.
- Hairton N. G. Jr.; Van Brunt R. A., M. & Engstrom D. R. (1995). Age and survivorship of diapausing eggs in a sediment egg bank. *Ecology* 76: 1706-1711.

- Hairston N. G. Jr, A.M. Hansen & W. R. Schaffner. (2000). The effect of diapause emergence on the seasonal dynamics of a zooplankton assemblage. *Freshwater Biology* 45: 133-145.
- Hairston N. G. Jr. & Kearns C. M. (2002). Temporal dispersal: ecological and evolutionary aspects of zooplankton egg banks and the role of sediment mixing. *Integrative and Comparative Biology* 42: 2-2392.
- Hairston N. G., Jr. & Fox J. A., (2009). Egg banks. En: Likens, G. E. (ed) *Encyclopedia of Inland Waters*. Elsevier, Oxford. pp 659–666.
- Hall F. G. (1992). The vital limit of exsiccation of certain animals. *The Biological Bulletin* 42: 31-51.
- Herzig A. (1985). Resting eggs – a significant stage in the life cycle of crustaceans *Leptodora kindti* and *Bythotrephes longimanus*. In: Schweizerbart'sche Verlagsbuch handlung (ed.), XIII. Ecology of aquatic organisms. 3. Animals. Stuttgart pp. 3088-3098.
- Jenkins K. M. & Boulton A. J. (2007). Detecting impacts and setting restoration targets in arid-zone rivers: aquatic 670 micro-invertebrate responses to reduced floodplain inundation. *Journal of Applied Ecology* 44: 823-832.
- Junk W., Bayley P. & Sparks R. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. En Dodge, D. P. (ed.). *Proceedings of the International Large River Symposium*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. 106: 110-127.
- Junk W. J & Welcomme R. B. (1990). Floodplains. En: B.C. Patten (ed.): *Wetlands and shallow continental water bodies*. SPB Academic Publishing. The Hague, The Netherlands.1: 441-524.

Kelinin D. (1959). The problem of anabiosis or latent life: history and current concepts.

Proceedings of the Royal Society of London. Series B-Biol. Sci. 150: 149–191.

Kenk R. (1949). The animal life of temporary and permanent ponds in southern

Michigan.

Kneitel J. M. (2014). Inundation timing, more than duration, affects the community

structure of Californian vernal pool mesocosms. *Hydrobiologia* 732: 71-83.

Kotani T., Ozaki M., Matsuoka K., Snell T. W. & Hagiwara A. (2001). Reproductive

isolation among geographically and temporally isolated marine *Brachionus*

strains. *Hydrobiologia* 446/447: 283-290.

Larned S. T., Datry T. & Robinson C. T. (2007). Invertebrate and microbial responses to

inundation in an ephemeral river reach in New Zealand: effects of preceding dry

periods. *Aquatic Sciences* 69: 554-567.

MacArthur R. H. & Wilson E. O (1967). *Theory of Island Biogeography*. Princeton Uni.

Press, Princeton, N. J.

Marcus N. H., Lutz R., Burnett W. & Cable P. (1994). Age, viability, and vertical

distribution of zooplankton resting eggs from an anoxic basin: Evidence of an egg

bank. *Limnology and Oceanography* 39: 154-158.

Margalef R. (1963). On certain unifying principles in ecology. *The American Naturalist*

97: 357-374.

Mellors W. K. (1975). Selective predation of ephippal *Daphnia* and the resistance of

ephippal eggs to digestion. *Ecology* 56: 974-980.

- Neiff J. J. & Giraudo A. R. (2006). Inundaciones y sequías: los grandes reguladores del paisaje del río Paraná. En: Giraudo A. R. (ed.). Sitio Ramsar Jaaukanigás. Biodiversidad, Aspectos Socioculturales y Conservación (Río Paraná, Santa Fe, Argentina). Colección Climax N°14: 69-71. Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, Comité Intersectorial de Manejo del Sitio Ramsar Jaaukanigás, Humedales para el Futuro, Ramsar. 145 p.
- Neschuk N. C. (2001). Limnología del Río Salado (Buenos Aires) y el uso de la tierra en su cuenca. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP, La Plata.
- Neschuk N. C., Gabellone N. A. & Claps M. C. (2000). Caracterización espacial del río Salado (Buenos Aires) mediante concentraciones de fósforo total. *Diversidad y Ambiente* 1: 13-19.
- Noland L. E. & Gojdics M. (1967). Ecology of free-living protozoa. In: "Research in Protozoology", Vol 2. Chen T. T. (ed.). Pergamon. Oxford. 215-266.
- Odum E. P. (1969). The strategy of Ecosystem Development. *Science* 164: 262-270.
- Paoli C. & Giacosa R. (2001). Características hidrológicas de la llanura pampeana central oeste (áreas de derrames del Río Quinto y arroyos del sur de Córdoba). En: *Inundaciones en la región pampeana*. Eds. Orlando, M., Gabellone, N. y Hernández M. EDULP. Capítulo 4: 73-86.
- Pizarro J. B. (2003). La evaluación de la producción agropecuaria pampeana en la segunda mitad del siglo xx. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios* N° 18.
- Quaini K. P. (2011). Estudio de la sucesión de microorganismos acuáticos en suelos con distintos usos en la cuenca del río Salado (provincia de Buenos Aires). Tesis Doctoral de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. 259 pp.

- Rengefors K., Karlsson I. & Hansson L. A. (1998). Algal cyst dormancy: a temporal escape from herbivory. *Proceedings of the Royal Society of London. Series: B Biological. Sciences* 265: 1353–1358.
- Ricci C. (2001). Dormancy patterns in rotifers. *Hydrobiologia* 446/447: 1-11.
- Richardson C. (1995). Wetlands ecology. *Encyclopedia of environmental biology*.
Vol. III.
- Ruppert E. E. & Barnes R. D. (1995). *Zoología de los invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana (ed.) Sexta edición. México pp. 1114.
- Sinistro R. (2007). Estructura de las comunidades planctónicas y análisis de sus interacciones tróficas en un humedal de la cuenca del Paraná Inferior (Reserva de Otamendi, Bs. As, Argentina). Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Schwarz M. V. J. & Frenzel P. (2003). Population dynamics and ecology of ciliates (Protozoa, Ciliophora) in an anoxic rice field soil. *Biology and Fertility of Soils* 38: 245-252.
- Solari L. C., Quaini K. P. & Gabellone N. A. (2018). Succession of microconsumers in waterlogged pampean soils (Buenos Aires, Argentina) and its significance for nearby wetlands. *Aquatic Sciences* 80: 42.
- Strachan S. R., Chester E. T. & Robson B. J. (2014). Microrefuges from drying for invertebrates in a seasonal wetland. *Freshwater Biology* 59: 2528-2538.
- Tundisi J. G. (1994). *Tropical South America: present and perspectives*.

- Van Vliet S. (2015). Bacterial dormancy: how to decide when to wake up. *Current Biology* 25: 753–755.
- Vázquez P., Masuelli S., Platzeck G. & Boolsen O. (2007). Recurrencia del anegamiento en la depresión del río Salado: subcuenca B4. *Revista de Teledetección de la Asociación Española de Teledetección* 30: 47-59.
- Welcomme R. L. (1985). River fisheries. *FAO Fisheries Technical Paper*, Rome. pp: 330.
- Wetzel R. B. (1979). The role of the litoral zone and detritus in lake metabolism. *Archiv für Hydrobiologie, Ergebnisse der Limnologie* 13: 145-161.
- Wilson E. O. (1988). The current state of biological diversity. In: E.O. Wilson (ed.). *Biodiversity*, National Academy Press. Washington, DC 521: 3-18.
- Williams D. D. (2006). *The Biology of Temporary Waters*. Oxford University Press.

II- ÁREA DE ESTUDIO

1-CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA CUENCA DEL RÍO SALADO

El área de estudio forma parte de la cuenca del río Salado, que se encuentra en la ecoregión Pampa (Viglizzo et al. 2006) y en la región fitogeográfica Neotropical del dominio Chaqueño, provincia Pampeana (Cabrera 1971). El río Salado es el río autóctono más largo de la provincia de Buenos Aires y el último tributario de la cuenca del río de La Plata (Bazzuri et al. 2010). Nace en la Laguna El Chañar en la localidad santafesina de Teodelina (40 msnm), y desemboca en el río de La Plata, casi en el centro costero de la Bahía de Samborombón. Esta bahía es la más grande de la Argentina, cubre aproximadamente una superficie de 250.000 ha y fue designado sitio RAMSAR en 1997 (<https://rsis.ramsar.org/es/ris/885>). El río Salado es un río típico de llanura con una pendiente media de $0,107 \text{ m.km}^{-1}$ y una longitud de 571 km que cubre una superficie de 150.000 km^2 . El régimen del río es muy variable, su caudal no supera los $100 \text{ m}^3/\text{s}$ en períodos secos y puede superar los $1.500 \text{ m}^3/\text{s}$ en momentos de inundación, con sus consecuentes variaciones en la conductividad y en el transporte de materiales disueltos y particulados (Gabellone et al. 2008; Solari et al. 2002). La inundación de grandes áreas es una de las características de la cuenca (Gabellone et al. 2005). Su planicie de inundación incluye gran cantidad de lagunas con diferentes grados de conectividad al río (Bazzuri et al. 2018). La cuenca se caracteriza por la presencia de un relieve generalmente plano, una red hidrográfica poco desarrollada, suelos con drenaje deficiente, cubierta vegetal dominada por gramíneas con una diversidad biótica relativamente alta, caracterizada por la presencia de lagunas y áreas anegables, históricamente sujetas a inundaciones periódicas y ciclos de sequía estacional (Moncaut 2003).

Integra con el resto de la región pampeana la principal región productora de alimentos del país. Si bien anteriormente, esta llanura extensa estaba formada por pastizales, en la actualidad se han perdido las características del hábitat natural, debido esencialmente a la actividad agropecuaria (Neschuk 2001). El clima es templado-húmedo, con una temperatura promedio de 16 ° C; 23,7 ° C en verano y 9 ° C en invierno (Plan Maestro Integral Cuenca del Río Salado 1999).

Las precipitaciones medias anuales han aumentado en las últimas décadas hasta más de 1000 mm en el oeste de la provincia de Buenos Aires, y como consecuencia la frontera agronómica se amplió significativamente (Gabellone et al. 2005). La evaporación es un factor dominante que actúa directamente sobre el nivel freático, ejerciendo un control significativo sobre los niveles del agua subterránea. En épocas de lluvias prolongadas la recarga del acuífero aumenta, la pérdida por evaporación se ve superada y los niveles freáticos ascienden hasta la superficie causando anegamientos e inundaciones.

Los registros de los pozos de la red operada por el departamento de hidrología (DIPSOH: Dirección Provincial de Saneamiento y Obras públicas), indican que las profundidades del nivel freático son mínimas en la región con profundidades inferiores a los 5 metros y aún menores hacia el este (Plan Maestro Integral Cuenca del Río Salado 1999). Con respecto al agua superficial, la mayoría de los cuerpos de agua lóticos de la cuenca pertenecen a la categoría eutrófica (Gabellone et al. 2013).

Según la zonificación ecológica realizada en base a las características del medio físico, biótico y socioeconómico, el área en estudio se incluye en la Ecozona Vallimanca, subárea Arroyo Vallimanca (Gabellone et al. 2003).

El río Salado en base a sus características geomorfológicas se divide en dos sectores: el Salado superior (desde Junín hasta Roque Pérez), y el Salado inferior (desde Roque

Pérez hasta la desembocadura) (Plan Maestro Integral Cuenca del Río Salado 1999).

Una característica importante de la cuenca es su asimetría con respecto al uso de la tierra, las cabeceras se encuentran densamente pobladas y con un uso agrícola intensivo, mientras que en la cuenca baja se desarrollan actividades ganaderas extensivas, estando prácticamente deshabitada su desembocadura (Gonzalez & Fernandez 2007). La Bahía Samborombón es un sitio Ramsar ubicado en el extremo del gradiente de uso, con áreas protegidas y silvestres de poco uso (Gabellone et al. 2003). Estudios recientes reconocen que la implantación de agroecosistemas en los pastizales de la región pampeana ha modificado sustancialmente su estructura y funcionamiento (Ghersa & León 2001; Guerschman et al. 2003; Viglizzo et al. 2001, 2011).

2-CARACTERIZACIÓN REGIONAL DEL ÁREA DE ESTUDIO (PARTIDO DE 25 DE MAYO)

El partido de 25 de Mayo, se ubica en el centro- norte de la provincia a los 35° 25' 41" S y 60° 10' 27" O. Limita al norte con los partidos de Navarro, Chivilcoy, Alberti y Bragado; al este y nordeste con Lobos, Roque Pérez y Saladillo; al sur con General Alvear y Bolívar y al oeste con el partido de 9 de Julio. La superficie total del partido es de 4.795 km² y posee unos 40.107 habitantes. La geología del lugar comprende una parte de la llanura Pampeana, una planicie que subyace sobre un basamento de rocas cristalinas de la era precámbrica donde se apoyan unidades sedimentarias (Pre- Paraná, Puelche, Araucana, Pampeano (Era Plioceno a Pleistoceno) y Post- Pampeano (Holoceno)) (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (SAGPYA-INTA 1989). El relieve está formado por llanuras arenosas suavemente onduladas, cordones arenosos alargados con forma de media luna de extensión regional, planicies deprimidas y lagunas aisladas (SAGPYA-

INTA 1989). El promedio anual de las precipitaciones acumuladas desde 1911 a 2005, es de 950 mm para la localidad de Junin (a unos 85 km del Partido de 25 de Mayo).

El lugar seleccionado para la recolección de muestras fue la Escuela Agrotécnica M. C. y M. L. Inchausti, perteneciente a la Universidad Nacional de La Plata, que se encuentra ubicada en la localidad de Valdés, Partido de 25 de Mayo (Bs. As). La escuela se encuentra dentro de la subcuenca del arroyo El Gato y tiene una extensión de 4.700 ha. La dirección aproximada del agua subterránea es de Oeste a Este, y el nivel freático es muy cercano a la superficie.



Figura 1. Área de estudio (Escuela Agrotécnica Inchausti), ubicada en la localidad de Valdés, partido 25 de Mayo dentro de la Cuenca del río Salado.

En la zona Noroeste de la provincia de Buenos Aires los suelos se dividen en subgrupos (Zamolinski 2000): en las zonas altas (Loma) los suelos son Hapludoles Énticos, en los sectores medios (Media Loma) corresponden a un Hapludol Típico y en los bajos, corresponden a Natraboles con presencia de características reductoras.

El suelo de la zona en estudio fue clasificado como Hapludol Éntico (según la Taxonomía de Suelos de los Estados Unidos), serie Norumbega (Ruquet com per; Rillo et al. 2006; Rillo et al. 2008; Ventimiglia et al. 2000). En Loma y Media Loma, las especies vegetales más representativas son *Festuca arundinacea* (Festuca alta); *Trifolium repens* (Trébol blanco); *Stellaria media* (Capiquí); *Poa annua* (pasto de invierno); *Glycine max* (Soja); *Lamium amplexicaule* (Falsa ortiga), entre otras.

Mientras que en el bajo se pueden mencionar como especies más representativas:

Distichlis spicata (Pelo de chancho); *Sorghum halepense* (Sorgo de Alepo) y *Trifolium repens* (Trébol blanco).

En la escuela se realizan distintas actividades, principalmente prácticas de tipo agrícolas y ganaderas. Entre las actividades agrícolas podemos mencionar cultivos de trigo, maíz, soja y verdeo, mientras que, en las actividades de tipo ganadera, la cría de ganado bovino, ovino, porcino y equino. Dentro de las actividades complementarias se realizan cultivos hortícolas y frutales, avicultura, apicultura y actividades agroalimentarias.

3- SITIO ESPECÍFICO DE MUESTREO

El sector seleccionado para la extracción de las muestras son parcelas con niveles topográficos diferentes, con zonas de lomas, medias lomas y bajos. La recurrencia de inundación en estas zonas es distinto, siendo la zona de loma la que presenta menor recurrencia de inundación y, por las características del suelo (arenoso), presenta poca retención del agua. La zona intermedia (media loma), tiene una recurrencia de inundación baja y el agua permanece más tiempo porque sus suelos contienen mayor concentración de partículas finas (limos y arcillas). El bajo, con inundaciones frecuentes y mayor permanencia del agua, es un sitio inapropiado para hacer uso del suelo.

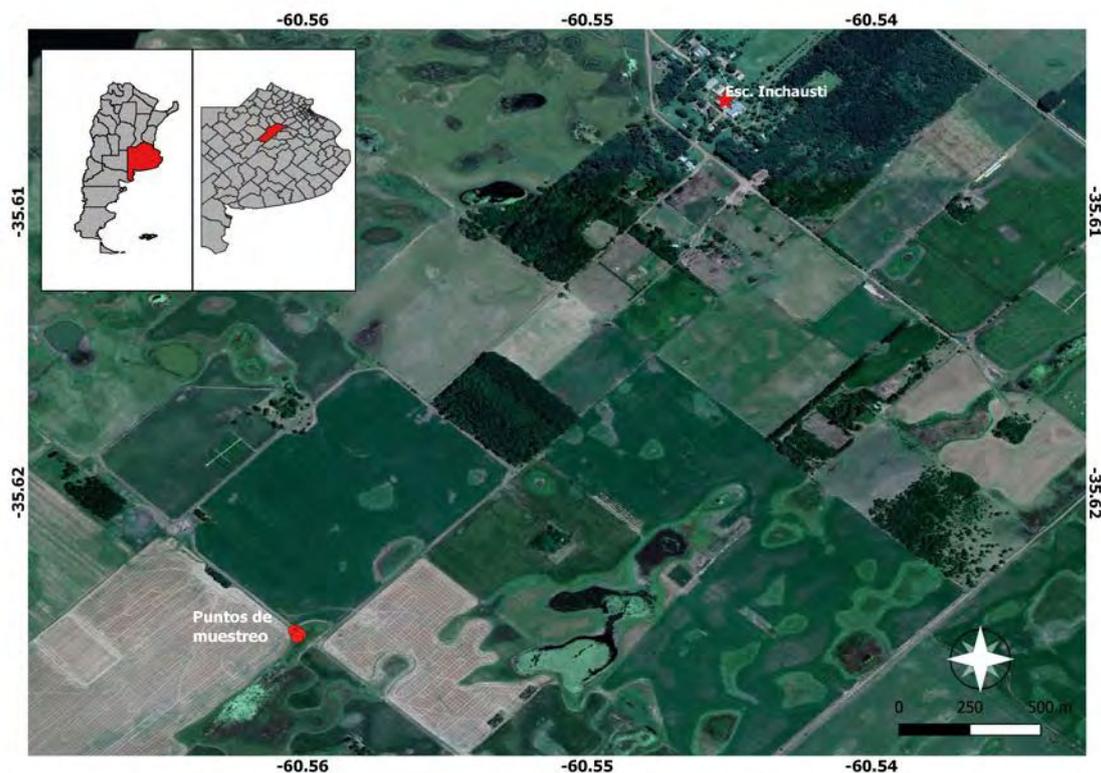


Figura 2- Imagen satelital del casco de la escuela y del área de muestreo. La imagen se obtuvo mediante el programa Qgis, en base a imágenes satelitales de alta resolución Quick Bird e imágenes satelitales Ikonos.

3.1- DISTANCIAS ENTRE LOS PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

Los puntos de muestreo fueron diferentes en ambas campañas, debido a que en la primera se había desarrollado una laguna temporaria con residencia aproximada de 1 año en el punto de muestreo del Bajo. Debido a esto, el punto de muestreo “bajo” se desplazó hacia la topografía media (Tabla 1). También se registraron 2 lagunas temporarias, con formas irregulares y someras, ambas en el predio de la escuela, en cercanías al sitio de extracción de las muestras de suelo. En la segunda campaña las condiciones de humedad fueron diferentes, con varios días de sequía previa, por lo que el punto de muestreo del bajo fue el determinado originalmente. La distancia de los puntos de muestreo entre los distintos usos del suelo (parcela agrícola y mixta) fue de aproximadamente 4 metros.

Tabla 1- Distancia (en metros) de los puntos de extracción de muestras de suelo para ambas campañas para ambos ensayos Lénticos (I y II), tomando como punto de referencia (cero metros) la posición topográfica más elevada (loma).

Ensayo/topografía	Loma (punto de referencia)	Media Loma	Bajo
Primer campaña (Ensayo Léntico I)	0	12	24
Segunda campaña (Ensayo Léntico II)	0	22	40



Figura 3- Imagen satelital de los puntos de muestreo en cada topografía: Loma uso 1 (L1), Loma uso 2 (L2); Media Loma uso 1 (ML1) y Media Loma uso 2 (ML2); Bajo uso 1 (B1) y Bajo uso 2 (B2), **la referencia del Bajo solo es para indicar la parcela donde se extrajeron las muestras, ya que el Bajo es una zona sin uso.** El uso 1 corresponde al uso agrícola y el uso 2 al uso mixto (agrícola – ganadero) del suelo. La imagen se obtuvo mediante el programa Qgis.

3.2- IMÁGENES DE LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS Y DATOS DE LAS ACTIVIDADES AGRONÓMICAS EN EL SITIO

A continuación se muestran imágenes de la zona de muestreo y la recolección de las muestras: fotos: 1- Corer de extracción de muestras, 2- réplicas, 3- extracción de suelo, 4- Zona de muestreo.

Fotos 1 y 2



Fotos 3 y 4



Los puntos de extracción de las muestras son de dos lotes con actividades diferentes del suelo (Lote 7: Uso agrícola y Lote 12: Uso mixto). La parcela con actividades alternadas de agricultura y ganadería (Lote 12) tiene una antigüedad de más de 15 años, mientras que la parcela 7 tuvo siempre una actividad agrícola. A continuación se describen las actividades agronómicas (agregado de fertilizantes, dosis y cultivos) de los años en que se realizaron las campañas (Tabla 2).

Tabla 2- Información de los lotes donde se extrajeron las muestras de suelo: usos, superficies aproximadas en hectáreas (ha), fertilizantes (tipo y dosis), aplicados en el año previo a las campañas (2015) y en los años de extracción de muestras (2016-2017), y los cultivos predominantes en cada año. Referencias: Kg/ha: kilogramo por hectárea. % de cada componente por hectárea: porcentaje de cada componente por hectárea.

USOS DEL SUELO							
AGRÍCOLA (LOTE 7)- Superficie aproximada: 41 ha				MIXTO (LOTE 12)- Superficie aproximada : 45 ha			
2015							
Compuesto	Dosis (Kg/ha)	% de cada componente x ha	Cultivo	Compuesto	Dosis (Kg/ha)	% de cada componente x ha	Cultivo
Sulfato de Calcio	39,2	Ca (CaO): 9,52; S (SO ₃): 7,60	TRIGO /SOJA DE PRIMERA	Sulfato de Calcio	39,2	Ca (CaO): 9,52; S (SO ₃): 7,60	PASTURA
Superfosfato triple	96,3	Ca: 13; P(P ₂ O ₅): 20,22		Superfosfato triple	96,3	Ca: 13; P(P ₂ O ₅): 20,22	
2016							
Microessentials SZ	85,3	N (NH ₄): 10,2; P (P ₄ O ₁₀):15; S	MAÍZ	Sulfato de Calcio	47	Ca (CaO): 11,4 ; S (SO ₃): 9,11	PASTURA
Superfosfato triple	50,6	Ca: 6,88; P(P ₂ O ₅): 10,62		Superfosfato triple	100,7	Ca: 13, 69; P(P ₂ O ₅): 21,17	
Urea	146,3	N: 68,24					
2017							
Sulfato de Calcio	30	Ca (CaO): 7,29; S (SO ₃): 5,82	SOJA DE PRIMERA	Sulfato de Calcio	33	Ca (CaO): 8,01; S (SO ₃):6,04; N (NH ₄):10,81; P (PO ₄): 11,98; N: 41	PASTURA Y SOJA DE PRIMERA
Superfosfato triple	52	Ca: 7; P(P ₂ O ₅): 10,22		Sulfato diamónico	51		
				Urea Granulada	88		

Los aportes al suelo fueron principalmente de calcio por el Sulfato de calcio, fósforo por el Superfosfato triple y nitrógeno como urea.

BIBLIOGRAFÍA

- Bazzuri M. E., Gabellone N. A. & Solari L. C. (2010). Seasonal variation in the phytoplankton of a saline lowland river (Buenos Aires, Argentina) throughout an intensive sampling period. *River Research and Applications* 26: 766–778.
- Bazzuri M. E., Gabellone N. A. & Solari L. C. (2018). The effects of hydraulic works and wetlands function in the Salado-River basin (Buenos Aires, Argentina). *Environmental Monitoring and Assessment* 190: 99.
- Cabrera A. (1971). *Fitogeografía de la República Argentina*. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Volumen XIV: 1-42.
- Gabellone N. A., Sarandón R. & Claps M. C. (2003). Caracterización y zonificación ecológica de la Cuenca del Río Salado. En: *Inundaciones en la región pampeana* Maiola O. C., Gabellone N. A. y Hernández M. A. (eds.), pp. 87-122. EDULP, La Plata.
- Gabellone N. A., Claps M. C., Solari L. C. & Neschuk N. C. (2005). Nutrients, conductivity and plankton in a landscape approach to a Pampean saline lowland river (Salado River, Argentina). *Biogeochemistry* 75: 455- 477.
- Gabellone N. A., Solari L. C., Claps M. C. & Neschuk N. C. (2008). Chemical classification of the water in a lowland river basin (Salado River, Buenos Aires, Argentina) affected by hydraulic modification. *Environmental Geology* 53: 1353–1363.

- Gabellone N. A., Claps M. C., Solari L. C., Neschuk N. C. & Ardohain D. M. (2013). Spatial and temporal distribution pattern of phosphorus fractions in a saline lowland river with agricultural land use (Salado River, Buenos Aires, Argentina). *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie*, 183: 271-286.
- Ghersa C. M. & León R. J. C. (2001). *Ecología del Paisaje Pampeano, consideraciones para su manejo y conservación*. En: Naveh Z- Lieberman, A. Sarmiento, F. Ghersa C., León, R. (Eds). *Ecología de paisajes. Teorías y aplicaciones*. Edición: Facultad de Agronomía. Buenos Aires.
- Gonzalez M. H. & Fernandez A. E. (2007). Floods increasing in Buenos Aires Salado River basin, Argentina. En: Scarpati O. & Jones A. (Eds). *Environmental change and rational water use*. Pág. 96-113. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.
- Guerschman J. P., Poruelo J. M., Sala O. E., & Burke I. C. (2003). Land use in temperate Argentina: environmental controls and impact on ecosystem functioning *Ecological applications*. 13: 616-628.
- Moncaut C. A. (2003). *Inundaciones y sequías con raíces añejas en la Pampa Bonaerense (1576-2001)*. En Maiola O., Gabellone N. & Hernández M. (Eds.): *Inundaciones en la región Pampeana*. La Plata, EDULP pp. 28-47.
- Neschuk N. C. (2001). *Limnología del río Salado (Buenos Aires) y el uso de la tierra en su cuenca*. Tesis doctoral N° 0767. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP, La Plata.
- Plan Maestro Integral Cuenca del Río Salado (1999). *Informe Situación Base*. Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires.

- Quaini K. P. (2011). Estudio de la sucesión de microorganismos acuáticos en suelos con distintos usos en la cuenca del río Salado (provincia de Buenos Aires). Tesis Doctoral N°1154, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. pp. 259.
- Rillo S. N., Richmond P. F., Ventimiglia L. A., Mazzei M., Masci C. & Urquiza A. C. (2006). Estudio de la secuencia raigrás/ soja, sobre el rendimiento en grano, algunos parámetros de calidad del suelo y la dinámica del agua. INTA Publicaciones Regionales. Resultados de Experiencia Campaña 2005-2006.
- Rillo S. N., Richmond P. F. & Mazzei M. (2008). Intensificación de cultivos de granos: Evaluación del sistema de interseembra de trigo Soja sobre el rendimiento físico y económico, eficiencia del uso del agua y los componentes determinantes del rendimiento Trigo en siembra directa. AAPRESID 123- 132.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (SAGPYA-INTA) (1989). Mapa de suelos de la provincia de Buenos Aires a escala 1:500.000. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales. Proyecto PNUD/ARG/85/019.
- Solari L. C., Claps M. C. & Gabellone N. A. (2002). River backwater pond interactions in the lower basin of the Salado River (Buenos Aires, Argentina). Archiv für Hydrobiologie, Supplement 141: 99-119.
- Ventimiglia L. A., Carta H. G. & Rillo S. N. (2000). Soja: nutrición nitrogenada. Revista de tecnología agrpecuaria. INTA 5 (14).
- Viglizzo E. F., Lértora F. A., Pordomingo A. J., Bernardos J. N., Roberto Z. E. & Del Valle H. (2001). Ecological lessons and applications from one century of low external-input farming in the pampas of Argentina. Agriculture, ecosystems & environment 83: 65-81.

- Viglizzo E. F., Frank F. C. & Carreño L. (2006). Situación ambiental en las ecorregiones Pampa y Campos y Malezales. En: La Situación Ambiental Argentina 2005 (editores: Brown A., Martínez Ortiz U., Acerbi M. y Corcuera J.), Editorial Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires pp. 263-269.
- Viglizzo E. F., Frank F.C., Carren L.V., Jobbágy E. G., Pereyra H. N., Clatt J., Pincen D. & Ricard M. F. (2011). Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology* 17: 959-973.
- Zamolinski A. F. (2000) Experiencias en recuperación de suelos salinizados. Publicación Técnica INTA 31.



III-Capítulo 1

ENSAYOS CON MICROCOSMOS PARA LOS
SISTEMAS LÉNTICOS I y II



1- INTRODUCCIÓN

1.1- MICROCOSMOS: CONCEPTOS Y USOS

En el uso de microcosmos hay muchas definiciones posibles, Giese & Odum (1980), lo definen como una submuestra ligada artificialmente a un ambiente que aparece naturalmente, siendo además replicable. Uno de los requisitos para ser llamado microcosmos es la presencia de distintos niveles tróficos y, que la unidad experimental debe tener propiedades sistémicas. Los estudios con microcosmos, se caracterizan por la interacción entre los componentes bióticos, abióticos y sus procesos asociados. La selección de los componentes bióticos y abióticos determinan los procesos que ocurrirán y posteriormente serán medidos en el microcosmos (Giese & Odum 1980).

Las ventajas que presenta el uso de los microcosmos son (Ausmus et al. 1980):

- Interacciones realistas entre los procesos físicos, químicos y biológicos.
- Estimación simultánea del transporte y los efectos.
- Estimación simultánea de los diversos efectos ecológicos sobre los componentes y procesos.
- Disponibilidad de tasas y parámetros finales para la parametrización de modelos.

Otras de las ventajas son: la replicabilidad, el control y el bajo costo en el diseño, por lo que han sido utilizados en todas las áreas de la ecología moderna. Como modelos vivos los microcosmos tienden un puente entre los detalles de la realidad con las abstracciones de los sistemas generales, revelando los principios de las vías en que todos los sistemas trabajan (Beyers & Odum 2012).

Hay opiniones contrapuestas entre los ecólogos con referencia a la realización de experiencias de laboratorio y su utilización. Algunos limnólogos como es el caso de Carpenter (1996) consideran que es más conveniente la realización de experimentos en el ambiente, aunque este autor no está totalmente en desacuerdo en utilizar experiencias de laboratorio como una herramienta más para el conocimiento de los sistemas naturales. El mismo expone que su propio trabajo se ha beneficiado con su utilización por su velocidad, replicabilidad y potencia estadística, aunque le asigna serias limitaciones. Por otra parte, Drake et al. (1996) y Huston (1999) definen los rasgos positivos que tiene este tipo de estudio en el conocimiento, principalmente a escala comunitaria, ya que en estas investigaciones los fenómenos registrados en el campo son exhaustivamente examinados en el laboratorio extendiendo y ajustando el conocimiento del rango dinámico de mecanismos y procesos.

Los objetivos de utilizar esta metodología son generar nuevas hipótesis, testear predicciones teóricas, entender mecanismos causales e integrar las piezas conceptuales en una ciencia. En todo momento, se deja claro que este tipo de investigación no reemplaza a las de campo, sino que las complementa ya que ninguna de las dos alcanza para conocer el sistema en forma completa.

En nuestro estudio, se utilizaron estos sistemas principalmente por la necesidad de replicabilidad y aislamiento de cada sistema, permitiendo simular el anegamiento del suelo de forma eficaz.

1.2- EFECTOS DE LA INUNDACIÓN DEL SUELO EN LA DINÁMICA DE NUTRIENTES Y LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES.

El primer efecto de la inundación, es que el agua desplaza el aire de los poros del suelo y esto produce una reducción del oxígeno del suelo (Rubio et al. 1997; Gilliam et al. 1999; Chaneton 2006). El perfil del suelo inundado presenta zonas oxidadas y reducidas (Morales 2004) y el subsuelo puede estar oxidado o reducido dependiendo de la cantidad de materia orgánica allí presente (Baver et al. 1972; Sánchez 1976). La parte inorgánica del suelo resulta afectada porque los organismos anaeróbicos, cuando el oxígeno está ausente, usan otras fuentes de electrones tales como el Fe^{+3} , Mn^{+4} , NO_3^- , y SO_4^{-2} , provocando un incremento del pH por consumo adicional de protones. El aumento de P disponible en el agua es típico en estos ambientes inundados y una de las causas puede ser la reducción que sufren ciertos elementos como el Fe y Mn, que en estado oxidado forman compuestos con el fósforo, y que con la inundación y consecuente disminución del potencial redox, se reducen y lo liberan (De Datta 1981; Hossner & Baker 1988; Sharpley et al. 1995; Pant & Reddy 2003; Chacón et al. 2005). Cuando el suelo sufre el disturbio de la inundación, las fases sólida y líquida del suelo se mezclan y el P se transfiere desde el suelo al agua de inundación (Watanabe & Roger 1985). Bajo condiciones de anoxia, el hierro de la película superficial de los sedimentos se reduce, se hace soluble en agua (Fe^{+2}) y libera el fósforo a la columna de agua (de Cabo 2001), quedando disponible como fuente de alimento para los productores primarios. Por otro lado, el nitrógeno se encuentra en varios estados de valencia lo que le permite su participación en muchas reacciones de óxido-reducción. Estas reacciones redox se ven afectadas por las características físicas, químicas y biológicas de los suelos, los sustratos orgánicos y el espesor de la lámina de agua (Morales 2004).

El nitrógeno aplicado con los fertilizantes, que no es absorbido por la planta, puede pasar a formar parte de la fracción orgánica e inorgánica del suelo, ser inmovilizado por la microflora edáfica o perderse por lixiviación, volatilización, denitrificación o escurrimiento superficial (Webb et al. 2000). Las transformaciones del nitrógeno en la interfase agua-sedimento pueden controlar el estado trófico de los cuerpos de agua ya que el nitrógeno inmovilizado en el “pool” orgánico de los sedimentos puede ser más tarde mineralizado y reciclado (de Cabo 2001). La tasa de nitrificación del suelo se encuentra regulada por 3 factores edáficos: el carbono orgánico lábil, el contenido de humedad y la concentración de nitratos (Myrold 1988; Rodríguez & Giambiagi 1995). La mineralización del nitrógeno bajo condiciones anaeróbicas, no puede proseguir más allá del estado de amonio por la ausencia de oxígeno (necesaria para la conversión microbiana del amonio a nitratos). El amonio es otra forma de nitrógeno inorgánico en el suelo y la liberación de amonio en suelos inundados está determinada por el balance entre amonificación e inmovilización ya que los suelos inundados normalmente acumulan amonio intercambiable o en la solución del suelo (Ponnamperuma 1976, 1986). También se encuentra el amonio aportado por la excreción de animales acuáticos, que una vez en el medio, puede ser asimilado por las algas o ser convertido a nitritos por oxidación bacteriana. Otro proceso que ocurre en ausencia de oxígeno en los suelos inundados es el proceso de desnitrificación, donde los microorganismos reducen el nitrato (aceptor de electrones) a nitrógeno molecular u óxido nitroso con requerimiento de carbono orgánico (Conzonno 2009).

Los conceptos más clásicos en ecología trófica de los ecosistemas acuáticos, establecen que los productores primarios, principalmente el fitoplancton, constituyen el primer eslabón de la cadena trófica y que es capaz de sustentar a la biomasa de los niveles tróficos superiores. A su vez estos organismos productores se ven limitados por la

disponibilidad de nutrientes en el medio. Estudios recientes demostraron que existe una “cadena trófica microbiana” de crucial importancia en estos sistemas (Sinistro 2007).

En estos sistemas de altas fluctuaciones existen organismos adaptados a una u otra de las condiciones, inundación o sequía así como otros a persistir en ambas fases (Neiff 1996; Casco 2003). Estos mecanismos de adaptación, ya mencionados y especificados en el capítulo “Introducción general” de la tesis, juegan un rol vital y esencial para los organismos. La estructura y dinámica de eclosión de los huevos de resistencia, están determinadas por las características de vida de las distintas especies, la fenología de eclosión, el hábitat, la cantidad de huevos y el lugar donde se depositan, la tasa de pérdida por senescencia, la depredación y la dispersión (Cáceres & Hairston 1998; Brendock & De Meester 2003; Battauz 2015).

2- MATERIALES Y MÉTODOS

2.1- Muestras de suelo: En ambas campañas (Léntico I y Léntico II) se extrajeron muestras de suelo de acuerdo a su posición topográfica y tipos de usos. En la Tabla 1 se muestran las diferencias en la obtención de las muestras, en el diseño de los microcosmos y el tiempo de inundación del suelo para ambos ensayos. Asimismo se realizaron las siguientes mediciones y análisis: pH; conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$); % de humedad; densidad aparente (D.a), porcentaje de materia orgánica (% MO), fósforo total del suelo (PT) (Tabla 2). El fósforo total del suelo se analizó en muestras de suelo de cada topografía y usos previo a la inundación para el sistema Léntico I, mientras que en el sistema Léntico II, se realizó en muestras de suelo pre y post- inundación. También se analizó la granulometría y textura (Tabla 2).

Tabla 1- Obtención de muestras y diseño de microcosmos para cada ensayo.

Diferencias entre ensayos	Léntico I	Léntico II
Dispositivo utilizado para la extracción de muestras	Corer plásticos de 57 mm de diámetro	Corer metálicos de 60 mm de diámetro
Capacidad de los microcosmos (litros)	3	0.75
Número de replicas por tratamiento	4	3
Técnica de muestreo (análisis biológicos)	Extracción con jeringas	Filtrado total del volumen de agua
Tiempo total de inundación (días)	43	96
Condiciones de los microcosmos	Abierto al exterior	Cerrado al exterior con sistema de aireación
Tiempo de inundación (días) en cada posición topográfica	Loma (5), Media Loma (43), Bajo (43)	Loma (26), Media Loma (54), Bajo (96)

Tabla 2- Metodologías empleadas en los ensayos (sistemas léntico I y II). Referencias: propiedades físicas y químicas (propiedades f-q), conductividad (cond.); densidad aparente (D.a); porcentaje de humedad (%H); temperatura (T°C), oxígeno disuelto en porcentaje (% OD); potencial de óxido reducción (POR), porcentaje de materia orgánica (% MO), fósforo total (PT); fósforo reactivo soluble (PRS); clorofila “a”: (cl “a”); nitratos más nitritos (N+N); amonio (NH₄). Los * indican la fuente que se utilizó para realizar los análisis: propiedades físicas y químicas del suelo (Guía de trabajos prácticos de la Cátedra de Pedología general, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la UNLP 2016); Análisis químicos del agua (APHA 2012).

		Léntico I	Léntico II	Metodología empleada			
SUELO	propiedades f-q	suelo utilizado en gramos					
		pH	30		*pH en pasta		
		Cond.(µS/cm)	250		*Saturación en pasta		
		D.a (g/cm ³)	+/-800		*Método del cilindro.		
		% H	10		*Método gravimétrico		
		M.O. (%)	5		*Método de Ignición Andersen, 1976.		
		PT (µg/g)	0,2		Método de la ampolla de decantación adaptados (After Guy, 1973).		
granulometría	3						
textura			*Triángulo de texturas (según USDA). (*Guía de TP cátedra pedología gral. UNLP ,2016).				
AGUA	parámetros f- q	pH	medición en la columna agua de cada microcosmos.		sensor múltiple Horiba U10		
		Cond.(µS/cm)					
	OD (% SAT.)						
	T °C						
	POR (mV)						
	Turbidez(NTU)	vol. muestra (ml): diluciones (ml)		Turbidímetro HACH 2100p			
	química			PRS (µg/l)	5:25	10:25	*Método de reducción con ác. ascórbico.
				PT (µg/l)	10:25	10:25	*Método de oxidación con persulfato y determinación con ác. ascórbico.
				Cl a mg/m ³	15	50	*Método tricométrico, con espectrofotómetro
				N+N (µg/l)	1 - 4:10	1 - 4:10	* Método de reducción con hidracina.
NH ⁺ (µg/l)					12,5:25	* Método del fenol	
DO 440		5		Espectrofotometría a 440 nm (Kirk,1983). (*APHA, 2012).			
organismos	vol. de muestra (ml) y nº réplicas ()						
	Protozoos	20 (4) sin filtrar	10 (3) sin filtrar	Método de Utermöhl (1958)			
	Metazoos	40 (4) sin filtrar	volumen total filtrado (3)	Cámaras de Sedgewick-Rafter en microscopio óptico (Mc Alice, 1971; Wetzel & Likens, 1991)			

3- ENSAYO SISTEMA LÉNTICO I

El muestreo se realizó los días 6 y 7 de julio de 2016. Los docentes de la Escuela Inchausti nos brindaron información acerca de: precipitaciones pluviales del año previo a la toma de muestras (2015) y del año de la campaña (2016), que se especifican a continuación (Tabla 3).

Tabla 3- Precipitaciones mensuales promedio durante los años 2015 y 2016. En color se indica el mes que se realizó el muestreo.

Precipitaciones promedio mensuales (mm)												
Año/mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2016	116	152	35	171	27	22	42	0	40	133	50	143
2015	104	25	0	170	94	50	74	163	34	89	38	108

En el 2015, la precipitación anual acumulada fue de 949 mm, hubo un mes sin precipitaciones (marzo), las precipitaciones mensuales mínimas fueron en febrero y septiembre, y las máximas se dieron en los meses de abril, agosto y en los meses de verano (diciembre y enero). En el año 2016 la precipitación anual acumulada fue de 931 mm, el mes de agosto no tuvo lluvias, las precipitaciones mínimas fueron en mayo y junio, previo a la recolección de las muestras, mientras que las máximas medias fueron en abril, octubre y la estación estival (de diciembre a febrero).

3.1- METODOLOGÍA PARTICULAR

3.1.1- EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS DE SUELO EN EL CAMPO Y

PREPARACIÓN DE LOS MICROCOSMOS.

Se seleccionaron dos parcelas continuas con diferente uso del suelo: el Lote 7 destinado a uso agrícola (U1) y el Lote 12 con uso mixto (U2). El uso mixto hace referencia a la rotación del uso de la tierra para agricultura y ganadería. En cada parcela se seleccionaron 3 posiciones topográficas (Loma: L y Media Loma: ML) y una zona sin uso del suelo (Bajo: B). En este trabajo, la topografía del bajo se menciona como Bajo uso 1 (B U1) y Bajo uso 2 (B U2), simplemente para distinguir las parcelas en estudio (U1-Lote 7: uso agrícola y U2-Lote 12: uso mixto), pero en ambas parcelas **el suelo del Bajo no presenta usos.**

En cada sitio mencionado se recolectaron 4 réplicas. La extracción de las muestras se realizó manualmente mediante un testigo de PVC de 57 mm de diámetro y 5 cm de altura. Se utilizó un testigo para cada una de las muestras recolectadas que fueron tapadas y trasladadas al laboratorio para el armado de los microcosmos. Para la confección de los microcosmos se utilizaron frascos de 3 litros de capacidad y en el centro de los mismos se colocó el perfil de suelo y se cubrió los laterales del perfil con arena previamente esterilizada a 450 ° C en la mufla, evitando de esta manera la contaminación de los sistemas con posibles inóculos externos. La incorporación de la arena cumplió la función de representar las condiciones a las que el suelo se encontraba expuesto "in situ". Este método permitió conservar la estructura, la porosidad y la oscuridad en la periferia del perfil de suelo. Para la inundación se utilizó agua de pozo que es utilizada en la escuela, en la que se midieron los parámetros físicos y químicos para conocer su condición inicial. El volumen de agua incorporada en cada microcosmos fue de aproximadamente 2 litros. Paralelamente, para asegurarnos la

ausencia de inóculos y partículas contaminantes para el ensayo, se filtró toda el agua por filtros GF/C. Se utilizaron pipetas Pasteur para la incorporación del agua en cada microcosmos, de manera de simular la inundación en forma lenta y ascendente. El tiempo máximo de inundación para cada posición topográfica fue determinado de acuerdo a las condiciones naturales en el campo (ver área de estudio, pág 29). Las muestras para los análisis químicos y biológicos se obtuvieron del mismo recipiente (microcosmos) a los mismos tiempos. Esto dio la ventaja de conocer la sucesión de organismos en cada unidad experimental y la variación en los nutrientes al ir transcurriendo los días de inundación y registrar los cambios respecto al muestreo previo.

Los sistemas se mantuvieron destapados para simular la desecación por evaporación en el tiempo. Los microcosmos fueron llevados a dos cámaras de incubación INGELAB I-291 PF, que cuentan con un sistema de rampa con cuatro ciclos consecutivos pudiendo programar en cada ciclo la intensidad de la luz y la temperatura. Cada cámara de cría presenta un sistema de iluminación por 4 tubos OSRAM L 30W77 Fluora, distribuidos uno en cada esquina de la misma. Se realizó un análisis del ambiente lumínico del interior de las incubadoras, y se categorizó de acuerdo a los niveles de intensidad de luz. Las réplicas de cada tratamiento fueron distribuidas de manera de poder neutralizar las diferencias entre las mismas. En este ensayo el fotoperiodo se mantuvo en 12:12 horas, y con una temperatura de 20 ° C. El ensayo tuvo 7 tratamientos, con 4 réplicas de cada uno: Loma uso agrícola (L U1); Loma uso mixto (L U2); Media Loma uso agrícola (ML U1); Media Loma uso mixto (ML U2); Bajo uso agrícola (B U1); Bajo uso mixto (B U2) y los tratamientos control (sin suelo). Se inundaron todas las unidades experimentales en simultáneo (situación inicial), y se programaron diferentes tiempos

de muestro (ver esquema muestreo a continuación en la Tabla 4). El ensayo se inició el 19 de agosto y tuvo una duración de 43 días.

IMÁGENES DE LOS MICROCOSMOS



Foto 1: microcosmos inundados, tapados para evitar la contaminación externa.



Foto 2: microcosmos destapados en las cámaras de crías.

3.1.2- PROTOCOLO DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS

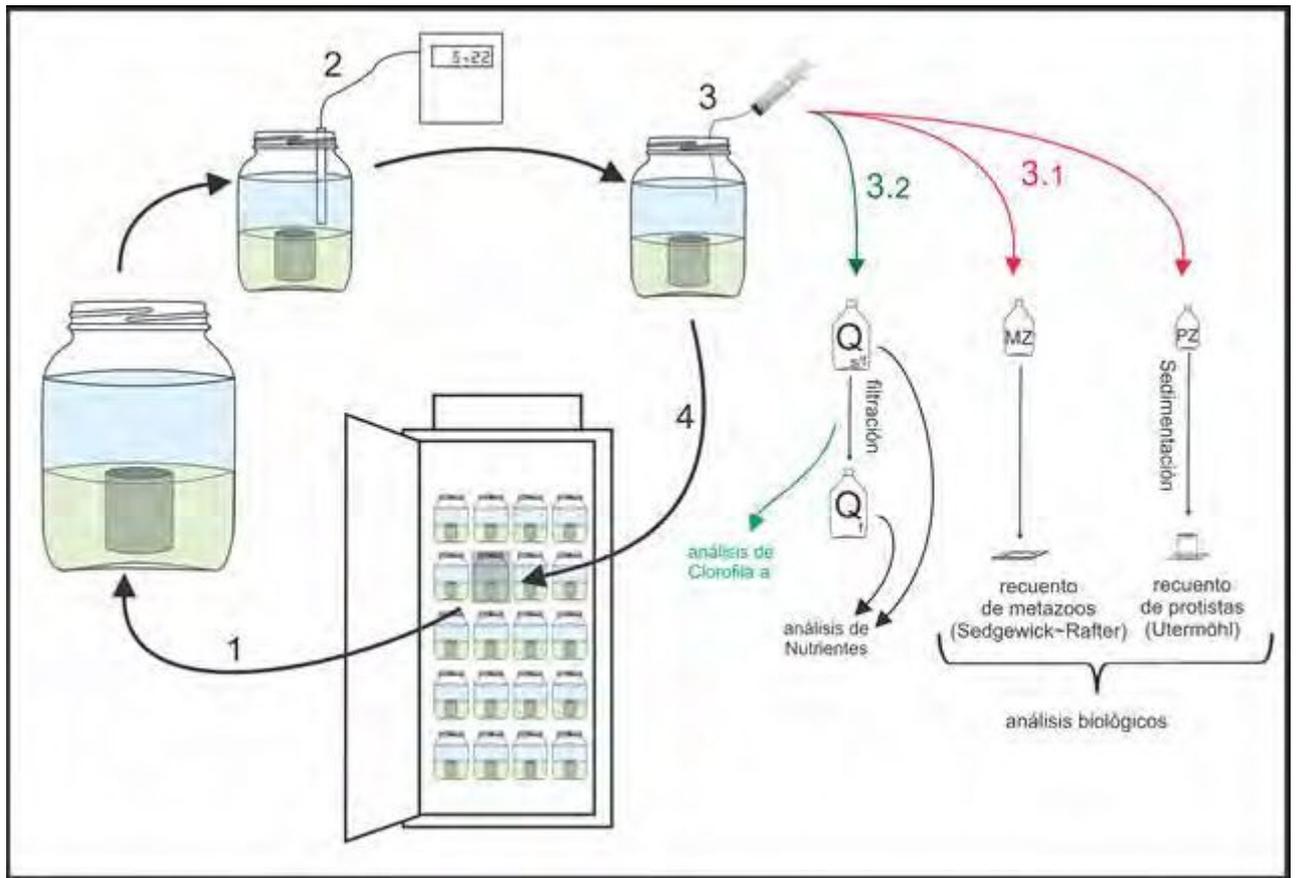


Figura 1- Protocolo de muestreo en los microcosmos y descripción de los pasos realizados en laboratorio. Referencias: protozoos (PZ), metazoos (MZ), muestras de agua sin filtrar (Q s/f) y filtrada (Q f) para análisis de nutrientes y clorofila “a”.

SECUENCIA DEL PROTOCOLO (Fig. 1):

- 1- Se retiraron las unidades experimentales de la incubadora.
- 2- Se midieron los parámetros físicos y químicos en cada unidad experimental (pH; temperatura (° C); conductividad (μS/cm); potencial de óxido reducción (ORP); oxígeno disuelto en % de saturación, (Tabla 2). Las mediciones se realizaron entre las 8 y las 10 hs.

3.1- Análisis biológicos: La extracción de las muestras de organismos en cada frasco se realizó mediante una jeringa con una manguera incorporada integrando la columna de agua del microcosmos. **Recuento de protozoos:** para el recuento de los protozoos se tomaron dos muestras de 10 ml (20 ml totales) que se fijaron con lugol acético al 1%. **Recuento de metazoos:** para cuantificar los metazoos se tomaron dos muestras de 20 ml (40 ml totales) que se fijaron con formol al 4%. La cuantificación de los grupos de organismos se realizó mediante dos técnicas (Tabla 2).

3.2- Análisis químicos y estimación de la biomasa algal por medición de clorofila a (cl "a"):

Se utilizaron 30 ml de agua para el análisis de las fracciones de fósforo: PRS (fósforo reactivo soluble), PT (fósforo total) y nitratos + nitritos (N+N) (objetivos específicos 1 y 3). Se estimó la materia orgánica disuelta y para el análisis de clorofila "a", se filtraron 15 ml de agua de cada unidad experimental mediante filtros GF/C (objetivo específico 3) (Tabla 2). Para los análisis químicos se tuvo en cuenta que, al utilizar microcosmos de tamaño pequeño, el volumen disponible para los análisis era limitado por lo que se modificaron los volúmenes protocolares (Tabla 2).

4- Posteriormente a la extracción de las muestras, las unidades experimentales fueron reingresadas a la incubadora a su posición original.

Para el cálculo del número de organismos por unidad de área, el número de individuos se multiplicó por el volumen total del frasco que varió desde 2 litros (condición inicial), hasta 833 ml. A partir de esto se obtuvo el número de organismos totales en cada unidad experimental. Ese número se dividió por la superficie de la muestra de suelo de cada unidad experimental (26,3 cm²) y se obtuvo la densidad de organismos en ind/ cm². Se obtuvo además la densidad total por grupos de organismos y por especies de todo el

ensayo, para cada topografía y en cada tiempo de muestreo (objetivos específicos 1 y 2 y 4). Se estimó la riqueza acumulada en cada tiempo de muestreo, mediante el índice de presencia- ausencia, de manera de poder contemplar en cada tiempo de inundación el total de *taxa* presente. Se calculó la diversidad específica mediante el índice de Shannon (H'). Se realizó un análisis de diferencias de medias (Programa InfoStat) entre las topografías y sus usos para la riqueza, diversidad y densidad. Se analizaron los resultados dividiendo el tiempo total de duración del ensayo en 3 etapas de inundación: Etapa inicial (D1 a D11), Etapa intermedia (D17 a D29); Etapa final (D35 a D43). Se determinó el porcentaje de los grupos tróficos presentes en cada etapa de la sucesión.

Para la identificación de los organismos se siguió a los siguientes autores: Bick 1972 (ciliados); Foissner et al. 1999 (ciliados); Siemensma 2017 (amebas); Koste & Shiel 1987 (rotíferos); Segers 1995 (rotíferos); Reid 1985 (copépodos); Smirnov 1996 (cladóceros), Heyns 1971 (nematodos); Brinkhurst & Marchese 1992 (oligoquetos); Claps & Rossi 1984 (tardígrados).

Para estudiar los grupos tróficos se utilizaron diferentes fuentes: Baltañaz & Joanes (2015); Bick (1972); Coûteaux et al. (1983); Chardez et al. (1967); Ferrando (2015); Gilbert et al. (2000, 2003); Ibáñez (2011); Karanovic (2012); Maly & Maly (1974); Obertegger et al. (2011); Oksana et al. (2006) (Apéndice I); Pave & Marchese (2005); Ruppert & Barnes (1995); Torres (1996); Williamson & Reid (2001) y Willians (2006).

Tabla 4: Tiempos de inundación para cada sitio estudiado y los tiempos en que se realizaron las extracciones para los análisis físicos y químicos del agua de cada unidad experimental y los análisis biológicos. Referencias: (ambos usos): uso agrícola y uso mixto; Parámetros F-Q: parámetros físicos y químicos del agua; Nutrientes (P: fósforo – N: Nitratos + nitritos) y Clorofila “a” (Cl “a”). Duración de la inundación en cada posición topográfica (celdas pintadas en gris); días en que se tomaron los parámetros físicos y químicos del agua en cada unidad experimental (celdas pintadas en naranja); días en que se tomaron muestras para los análisis biológicos (celdas celeste) y para los análisis químicos (celdas en rojo).

Días de inundación	0 _i	5	11	17	23	29	35	43
Loma (ambos usos)								
Media loma (ambos usos)								
Bajo (ambos usos)								
Testigos								
Muestreo biológico								
Parámetros F-Q del agua								
Nutrientes y Clorofila: P; N; Cl “a”								

3.1.3- ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se realizó un ANOVA de medidas repetidas (Statistica Six Sigma versión 7.0) para analizar el efecto del tiempo, de las posiciones topográficas, de los usos del suelo y de la interacción de estos factores sobre las variables ambientales y la clorofila “a”.

Se realizó un análisis de correlación momento- producto de Pearson con valores transformados a logaritmo. Los pares de variables analizadas fueron: oxígeno disuelto (OD) y fósforo reactivo soluble (PRS); PRS - Clorofila “a” (Cl “a”); Cl “a” - riqueza (RIQ.) y Densidad (DENS.) - Cl “a”, para las topografías de Media Loma y el Bajo, ambos usos. Loma no se analizó ya que el (n) no es representativo por el corto tiempo de duración de esta topografía. Se seleccionaron dichas variables para verificar estadísticamente los cambios durante el ensayo e interpretar la relación entre las mismas.

Para analizar las muestras biológicas entre tratamientos los datos fueron normalizados y transformados por la raíz cuadrada y se construyó una matriz de similitud de Bray-Curtis. Asimismo, se realizó un análisis de varianza no paramétrica (ANOSIM). Este test mide las diferencias significativas entre tratamientos y opera a través del estadístico R que relaciona las similitudes promedio de los mismos. Los valores positivos indican similitud entre las muestras del mismo tratamiento.

Para estimar la contribución de las especies a cada tratamiento se utilizó el método SIMPER. El método toma a cada tratamiento por separado y descompone las similitudes de todas las comparaciones dentro de los tratamientos en las contribuciones de cada especie. Estas especies también suelen ser buenas discriminadoras entre tratamientos. Se realizó un análisis Multidimensional no métrico ajustado (MDS) que representa muestras como puntos en un espacio de dos dimensiones. Las distancias

relativas que separan a los puntos se encuentran en el mismo orden de rango que las disimilitudes relativas de las muestras (calculadas en base a los coeficientes de Bray-Curtis). La interpretación del MDS es sencilla: los puntos que se encuentran más cercanos representan muestras más similares en composición de especies, y los puntos que se encuentran más distantes representan muestras de asociaciones diferentes (objetivos específicos 1 y 2). Para la realización de estos análisis se utilizó el programa Primer V.5 (Clarke & Gorley 2001).

BIBLIOGRAFÍA

- Andersen J. M. (1976). An Ignition method for determination of total phosphorus in Lake Sediments. *Water Research* Vol. 10 pp. 329-331.
- APHA (2012). *Standard Methods for the examination of waters and wastewaters* 22th edn. APHA/AWWA/WPCF. Washington DC.
- Ausmus B. S., Van Voris P. & Jackson D. R. (1980). *Terrestrial Microcosms: What questions do they address* Microcosms in ecological research- Technical Information Center, US Dept. of Energy, 37-53.
- Baltanás A. & Joanes F. M. (2015) Clase ostrácoda, Orden Podocopida. *Revista Ide@-SEA* N° 74: 1-10.
- Battauz Y. S. (2015). *Propágulos del zooplancton: importancia en el mantenimiento de la diversidad en los ambientes acuáticos y dispersión de las especies*. Santa Fe. Universidad Nacional del Litoral. Tesis en Ciencias Biológicas pp. 103.
- Baver L. D., Gardner W. H. & Gardner W. R. (1972). *Soil Physics*. John Wiley & Sons. New York.
- Beyers R. J & Odum H. T. (2012). *Ecological microcosms*. Springer Science & Business Media.
- Bick H. (1972). *Ciliated protozoa: an illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology*. World Health Organization, Ginebra, Suiza.

- Boisson C. & Perrodin Y. (2006). "Effects of road runoff on biomass and metabolic activity of periphyton in experimental streams", en *Journal of Hazardous Materials A* 132: 148-154.
- Brendock L. & De Meester L. (2003). Egg banks in freshwater zooplankton: evolutionary and ecological archives in the sediment. *Hydrobiologia*. 491: 65-84.
- Brinkhurst R. O. & Marchese M. R. (1992). Guía para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamérica. Santo Tomé, Asociación de Ciencias Naturales del Litoral: Colección Climax No. 6. pp. 1-207.
- Cáceres C. E. & Hairston N. G. (1998). Benthic-pelagic coupling in planktonic crustaceans: The role of the benthos (with 4 figures). *Ergebnisse der Limnologie* 52: 163-174.
- Casco S. L. (2003). Poblaciones vegetales centrales y su variabilidad espacio-temporal en una sección del Bajo Paraná influenciada por el régimen de pulsos. Tesis Doctoral. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. pp. 127.
- Carpenter S. R. (1996). Microcosm experiments have limited relevance for community and ecosystem ecology. *Ecology* 77: 677-680.
- Cátedra de Pedología General (2016). Guía de trabajos prácticos del suelo. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- Chacón N., Dezzee N., Muñoz B. & Rodríguez J. M. (2005). Implications of soil organic carbon and the biogeochemistry of iron and aluminum on soil phosphorus distribution in flooded forests of the lower Orinoco River, Venezuela. *Biogeochemistry* 73: 555-566.

- Chaneton E. J. (2006). Las inundaciones en pastizales pampeanos. Impacto ecológico de las perturbaciones naturales. *Ciencia Hoy* 16: 18-32.
- Chardez D. (1967). Histoire naturelle des protozoaires Thécamoebiens les naturalies. Bruxelles: Les Naturalistes Belges. 48: 484-588.
- Claps M. C. & Rossi G. C. (1984). Contribución al conocimiento de los tardígrados de Argentina. II. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 40: 107-114.
- Clarke K. R. & Gorley R. N. (2001). Libro: manual /tutorial para el uso del Primer V5.
- Conzonno V. H. (2009). *Limnología química*. Editorial de la Universidad de La Plata, pp. 222.
- Coûteaux M. M. & Pussard M. (1983). Nature du régime alimentaire des protozoaires du sol. En: *International Colloquium of soil Biology*, Louvain la Neuve Belgium. 8, pp. 179-195.
- de Cabo L. I. (2001). *Dinámica de nutrientes en el valle aluvial del río Paraná inferior*. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias exactas y Naturales.
- De Datta S. K. (1981). *Principles and practices of rice production*. John Wiley & Sons, Singapore.
- Declerck S. A. J. & Papakostas S. (2017). Monogonont rotifers as model systems for the study of micro-evolutionary adaptation and its eco-evolutionary implications. *Hydrobiologia* 796: 131–144.
- Drake J. A, Huxel G. R. & Hewitt C. L. (1996). Microcosms as models for generating and testing community theory. *Ecology* 73: 670-677.

- Ferrando N. S. (2015). Tesis doctoral: Zooplancton de ambientes acuáticos de la cuenca del río Salado (Buenos Aires): estudio de relaciones interespecíficas y principales factores de control mediante experiencias de laboratorio y microcosmos. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
- Foissner W., Berger H. & Schaumburg J. (1999). Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. Informations berichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 3/99: 1–799.
- Giesey J. P. & Odum E. P (1980). "Microcosmology: introductory comments". En "Microcosms in ecological research", Giesey J.P. Jr (Ed), U.S. Department of Energy.
- Gilbert D., Amblard C., Bourdier G. & Shiel R. (2000). Le régime alimentaire des Thécamoebiens (Protista, Sarcodina). L'Année Biologique 39: 57-68.
- Gilbert D., Mitchell E., Amblard C. & Francez A. (2003). Population Dynamics and Food Preference of the testate Amoeba *Nebela tinctorum* major-bohemica-collaris complex (Protozoa) in a Sphagnum peatland. Acta Protozoologica 42: 99-104.
- Gilliam F. S., Mau J. D., Fisher M. A. & Evans D. K. (1999). Short-term changes in soil nutrients during wetland creation. Wetlands Ecology and Management 6: 203-208.
- Heyns J. (1971). A guide to the plant and soil nematodes of South Africa. A. A. Balkema. Cape Town pp. 223.
- Hossner L. R. & Baker W. H. (1988). Phosphorus transformations in flooded soils. In: Hook, DD et al (eds), Vol. 1: The ecology of wetlands. pp. 293-306. Timber Press. Portland, Oregon, USA.

- Huston M. A. (1999). Microcosm experiments have limited relevance for community and ecosystem ecology: synthesis of comments. *Ecology* 80: 1083-1089.
- Ibáñez J. J. (2011). Nematodos del suelo: Grupos tróficos o funcionales.
<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/04/12/137716>.
- Karanovic I. (2012). Recent Freshwater ostracods of the world. Crustacean, Ostracoda, Podocopida. Department of Life Science Seoul 133-79, Korea and University of Tasmania. Institute of Marine and Antarctic Studies (IMAS).
- Kirk T. O. (1983) Light and photosynthesis in aquatic ecosystems Cambridge University Press pp. 401.
- Koste W. & Shiel R. J. (1987). Rotifera from Australian inland waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta). *Invertebrate Systematics* 1: 949-1021.
- Maly E. J. & Maly M. P. (1974). Dietary differences between two co-occurring calanoid copepod species. *Oecologia* 17: 325–333.
- Mc Alice B. J. (1971). Phytoplankton sampling with the Sedgwick- Rafter Cell ¹.
Limnology and Oceanography, 16: 19-28.
- Morales L. A. (2004). Análisis estadísticos y geoestadísticos en diferentes estadios de algunas propiedades de un suelo bajo cultivo de arroz. Tesis Doctoral Universidade Da Coruña. Facultad de ciencias. Área de Edafología y química agrícola.
- Myrold D. D. (1988). Denitrification in ryegrass and winter wheat cropping systems of western Oregon. *Soil Science Society of America Journal* 52: 412-416.

- Neiff J. J. (1996). Large rivers of South America: toward the new approach. Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen 26: 167-180.
- Obertegger U., Smith H. A., Flaim G. & Wallace R. L. (2011). Using the guild ratio to characterize pelagic rotifer communities. *Hydrobiologia* 662: 157-162.
- Oksana P. A., Magnusson A. K. & Williams D. D. (2006). Responses of intermittent pond ciliate populations and communities to in situ bottom up and top-down manipulations. *Aquatic Microbial Ecology* 42: 293-310.
- Pant H. K. & Reddy K. R. (2003). Potential internal loading of phosphorus in a wetland constructed in agricultural land. *Water Research* 37: 965-972.
- Pavè P. J. & Marchese M. (2005). Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en ríos urbanos (Paraná-Entre Ríos, Argentina). *Ecología austral* 15: 183-197.
- Ponnamperuma F. N. (1976). Specific Soil Chemical Characteristics for Rice Production in Asia. International Rice Research Institute. Research Paper Series N° 2. Los Baños, Philippines.
- Ponnamperuma F. N. (1986). Dynamic Aspects of Flooded Soils and the Nutrition of the Rice Plant. En: International Rice Research Institute: The mineral Nutrition of the Rice Plant. John Hopkins Press. Baltimore pp. 295- 328.
- Reid J. (1985). Clave de identificação e lista de referências bibliográficas para as especies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoidea (Crustacea, Copepoda). *Boletim de zoologia Universidade Sao Paulo* 9: 17-143.

- Rodríguez M. B., & Giambiagi N. (1995). Denitrification in tillage and no tillage pampean soils: Relationships among soil water, available carbon, and nitrate and nitrous oxide production. *Communications in soil science and plant analysis*, 26: 3205-3220.
- Rubio G., Oosterheld M., Alvarez C. R. & Lavado R. S. (1997). Mechanisms for the increase in phosphorus uptake of waterlogged plants: soil phosphorus availability, root morphology and uptake kinetics. *Oecologia* 112: 150-155.
- Ruppert E. E. & Barnes R. D. (1995). *Zoología de los invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana (ed.) Sexta edición. México. pp. 1114.
- Sánchez P. A. (1976). Soil Management in Rice Cultivation Systems. In: *Properties and Management of Soil in the Tropics*. John Willey and Sons. New York. pp: 413-477.
- Segers H. (1995). Rotifera 2: The Lecanidae (Monogononta). In Dumont H.J., Nogrady T., eds. *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world 6*. The Hague: SPB Academic Publishing the Netherlands, pp. 226.
- Sharpley A. N., Hedley M. J., Sibbesen E., Hillbricht-Ilkowska A., House A. & Ryszkowski L. (1995). Phosphorus transfers from terrestrial to aquatic ecosystem. *Scope- Scientific Committee on Problems of the Environment International Council of Scientific*, 54: 171-200.
- Siemensma F. J. (2017). *Microworld, world of amoeboid organisms*. World- wide electronic publication, Kortenhoef, the Netherlands. <https://www.arcella.nl>.

- Sinistro R. (2007). Estructura de las comunidades planctónicas y análisis de sus interacciones tróficas en un humedal de la cuenca del Paraná inferior (Reserva de Otamendí, Buenos Aires, Argentina). Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Ecología, Genética y Evolución UBA. Laboratorio de Limnología y Ficología.
- Smirnov N. N. (1996). Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the world. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 11, Amsterdam SPB Academic Publishing pp. 197.
- Torres V. S. (1996). Estudios sobre *Diffflugia lobostoma* Leidy (Protista, Rhizopoda, Testacea lobostosea). Revista Brasileira de Zoologia 13: 475-487.
- USDA- NRCS United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service (2004). Soil Survey Laboratory Methods Manual: Soil Survey investigations Report N°42 Version 4.0 Rebecca Burt Ed. U.S Gout Print Office, Washington, DC USA.
- Watanabe I. & Roger P. A. (1985). Ecology of flooded rice fields. In: Wetland soils: Characterization, classification and utilization. International Rice Research Institute (IRRI). Los Baños, Philippines pp. 229-243.
- Webb J., Harrison R., & Ellis S. (2000). Nitrogen fluxes in three arable soils in the UK. European Journal of Agronomy 13: 207-223.
- Wetzel R. G. (1979). The role of the littoral zone and detritus in lake metabolism. Archiv fur Hydrobiologie, Ergebnisse der Limnologie 13: 145-161.
- Wetzel R. G. & Likens G. E. (1991). "Limnological analyses" (2nd Edn), Springer-Verlag, New York, pp. 391.

Williams D. D. (2006). The biology of temporary waters. Published in the United States, Oxford University Press.

Williamson C. E. & Reid J. W. (2001). Ecology and classification of North American Freshwater invertebrates. 2nd edition.

3.2- RESULTADOS

3.2.1- SUELO (MUESTRAS DE LOS ENSAYOS LÉNTICO I Y II)

3.2.1.1- PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO EN SU CONDICIÓN INICIAL (PRE-INUNDACIÓN)

pH

El pH se mantuvo en un rango entre 5,6 y 6,8, ambos valores para el sitio de Media Loma uso agrícola. En los demás sitios los valores de pH fueron de ligeramente ácidos a neutros (Tabla 1).

Conductividad

Los valores oscilaron entre 137 y 404 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y no se observó un patrón ni en los usos ni en las posiciones topográficas. La conductividad más baja se registró en el Bajo uso agrícola y la más alta en Loma uso mixto (Tabla 1).

Densidad aparente

La densidad aparente es un parámetro que varía con la textura y con la estructura del suelo. Los valores fueron cercanos a 1 en Media Loma uso agrícola y de hasta 1,7 en Loma uso mixto. Los valores más altos se dieron en ambos usos de Loma (Tabla 1).

Porcentaje de humedad (% h)

La humedad fue mucho más elevada en todas las muestras de suelo del primer ensayo (Léntico I). En ambos ensayos, el porcentaje de humedad fue menor en Loma y aumentó hacia Media Loma y el Bajo (Tabla 1).

Porcentaje de materia orgánica (% MO)

Los porcentajes de materia orgánica fueron más elevados en las muestras de suelo del segundo ensayo (Léntico II) y los valores fueron aumentando desde Loma hacia las topografías más bajas. Los porcentajes promedio registrados variaron entre 3,6 % (Loma) y 14,8 % (Bajo) (Tabla 1).

Fósforo total (PT)

El fósforo total inicial del suelo se encontró en rangos muy variables, con variaciones de consideración para los mismos sitios entre ambos ensayos (Léntico I y II). Los resultados para el primer ensayo no mostraron diferencias marcadas entre las topografías estudiadas, con valores cercanos a los 400 µg/g. En el ensayo Léntico II, los valores promedio de concentración fueron de más del doble para las dos zonas del Bajo y para Media Loma agrícola respecto al ensayo I. Se observaron diferencias de concentración entre las posiciones topográficas. En ambos usos de Loma se observaron las concentraciones más bajas de PT (488 a 546 µg/g). En Media Loma agrícola y en ambos usos del Bajo las concentraciones fueron más elevadas (entre 957 a 974 µg/g). Media Loma uso mixto presentó una concentración promedio inicial menor a todos los valores registrados (314 µg/g) (Tabla 1).

Tabla 1- Parámetros físicos y químicos de las muestras de suelo para ambos ensayos.

Referencias: Léntico I (L I) y Léntico II (L II), Variables: % porcentaje de materia orgánica (% MO); densidad aparente (D. a), conductividad (Cond.), fósforo total (PT).

Usos	Uso agrícola			Uso mixto			Método
	L I / L II	L I / L II	L I / L II	L I / L II	L I / L II	L I / L II	
Topografía/parámetros	Loma	Media loma	Bajo	Loma	Media loma	Bajo	Las metodologías se obtuvieron de la guía de Trabajos prácticos de la Cátedra de Pedología general de la FCN y M de la UNLP (2016).
pH	6 /6,7	6,4 /6,6	6,0/6,0	6,3 /5,8	5,6 /6,8	6,3 /6,3	Pasta sobre suelo saturado.
Cond. $\mu\text{s}/\text{cm}$	162	227	137	404	143	172	Saturación en pasta
D.a (g/cm^3)	1,65/1,70	1,34/0,88	1,46/1,43	1,43/1,70	1,49/1,05	1,28/1,17	Método del cilindro
% Humedad	12,2/1,28	28,4/4,24	25,06/3,38	20,2/1,19	20,6/2,16	29,6/6,12	Método gravimétrico
% MO	3,6/5,8	5,3/11,9	4,23/10,6	4,97/6,14	3,94/7,6	14,4/14,8	Método por Ignición
PT $\mu\text{g}/\text{g}$	404/488	395/974	398/957	410/546	394/314	377/870	Andersen, 1976

3.2.1.2- MATERIA ORGÁNICA (%) Y FÓSFORO TOTAL DEL SUELO EN DIFERENTES TIEMPOS DEL ENSAYO (POST-INUNDACIÓN), REALIZADO EN EL ENSAYO LÉNTICO II.

Porcentaje de materia orgánica (% MO)

El rango de valores fue muy variable entre las topografías y a medida que transcurría el tiempo de inundación. En la Loma uso agrícola no se registraron variaciones de consideración, con un rango entre 5,8 y 7,2 %, mientras que el uso mixto presentó un aumento de casi el doble (16,6 %) respecto a la condición inicial en D5 (6,14 %) y posteriormente disminuyó. En Media Loma el rango de valores fue de 7,6 a 28 %. Se observaron diferencias entre usos principalmente desde D19, con valores más elevados en el uso agrícola. En ambos usos hubo una tendencia en aumento a medida que transcurrían los días de inundación (Tabla 2).

El Bajo presentó un rango de variación amplio de MO (10,6 a 37,8 %). En ambos usos, agrícola y mixto, se observó una tendencia creciente en relación con los días de inundación del suelo. Los valores más elevados de materia orgánica se registraron en las etapas intermedia y final de la inundación (D54 a D96) (Tabla 2).

Tabla 2- Promedio y desvío de los porcentajes (%) de materia orgánica en el suelo durante la inundación (D: días). La condición inicial no presentó réplicas.

Materia orgánica (% Promedios y Desvíos)	Inicial	D5	D19	D40	D54	D75	D96
Loma agrícola	5,8	8,8 (1,01)	7,27 (0,78)				
Loma mixto	6,14	16,6 (11,58)	8,36 (0,98)				
Media loma agrícola	11,9	12,66 (5,53)	28,02 (16,4)	24,03 (6,5)	21,08 (11,29)		
Media loma mixto	7,6	11,37 (1,12)	15,23 (8,5)	17,67 (9,84)	22,71 (5,82)		
Bajo agrícola	10,6	16,42 (2,22)	18,32 (1,31)	19,07 (1,16)	27,09 (10,26)	17,73 (3,29)	37,88 (26,93)
Bajo mixto	14,8	18,5 (1,15)	20,95 (1,70)	23,53 (8,43)	31,01 (19,94)	17,91 (1,21)	17,8 (2,12)

Fósforo total (PT)

La concentración de PT fue muy poco variable en el tiempo respecto a la condición inicial del suelo para cada topografía. Con excepción del suelo de Loma agrícola y Media Loma uso mixto, la concentración tiende a disminuir levemente en los primeros días de inundación y posteriormente presenta fluctuaciones en el tiempo (Tabla 3).

Tabla 3- Promedio y desvío (σ) del fósforo total en el suelo en diferentes tiempos de la inundación (D: días). Referencias: concentración: cc. La condición inicial del suelo no presentó réplicas.

Fósforo total del suelo (Promedio y desvío de la cc en µg/g)	Inicial	D5	D19	D40	D54	D75	D96
Loma agrícola	488	549 (44,3)	530 (149,1)				
Loma mixto	546	518 (46,5)	516 (22,5)				
Media Loma agrícola	974	710 (63,9)	854 (182,9)	827 (51,5)	717 (53,6)		
Media Loma mixto	314	520 (47,1)	469 (57,2)	632 (176)	605 (224)		
Bajo agrícola	957	910 (50,8)	988 (67,5)	978 (48,2)	942 (52)	987 (100)	868 (113)
Bajo mixto	870	847 (59,8)	865 (63,1)	749 (49,1)	718 (109,7)	753 (76,6)	827 (119)

3.2.1.3- GRANULOMETRÍA Y TEXTURA DEL SUELO

Granulometría y Textura

Se pudo observar que en el Léptico I la granulometría presentó un porcentaje mayor de arena que de partículas finas (limo y arcillas) en todos los puntos de muestreo y el análisis mostró una textura Arenosa a Areno – Franco.

En el Léptico II, debido al corrimiento de los puntos hacia zonas del terreno más bajas, hubo un aumento en el porcentaje de partículas del suelo más finas (limos y arcillas), principalmente en el uso agrícola. Las texturas variaron desde Arenosa en Loma, a Franco en el Bajo uso 1 (Tabla 4 y Fig. 1).

Tabla 4- Granulometría y textura del suelo del área de estudio en ambos ensayos. Referencias: (g-f): se refiere a la suma de las fracciones desde tamaño grueso a fino dentro de cada categoría (arena y limos); distancia desde Loma: es la distancia de los diferentes puntos de muestreo desde la posición topográfica de Loma que se tomó como punto de referencia.

Ensayo	Topografías	Usos del suelo	Distancia desde Loma (metros)	% Arena (g-f)	% limo (g-f)	% arcillas	Textura
Léptico I	Loma	Uso agrícola	0	88,2	9,1	2,7	Arenoso
	Media Loma		12	85,4	13	1,6	Areno - franco
	Bajo		24	84,7	12,3	3,1	Areno - franco
	Loma	Uso mixto	0	89	9,1	2	Arenoso
	Media Loma		12	85,1	11,5	3,4	Areno - franco
	Bajo		24	87,5	10,2	2,3	Arenoso
Léptico II	Loma	Uso agrícola	0	88,5	10,1	1,4	Arenoso
	Media Loma		22,5	69,8	23,5	6,7	Franco - arenoso
	Bajo		40,3	54,2	35,2	10,5	Franco a Franco - arenoso
	Loma	Uso mixto	0	87,8	11,2	1	Arenoso
	Media Loma		22,5	89,6	9	1,4	Arenoso
	Bajo		40,3	76,2	19,8	4,1	Areno - franco

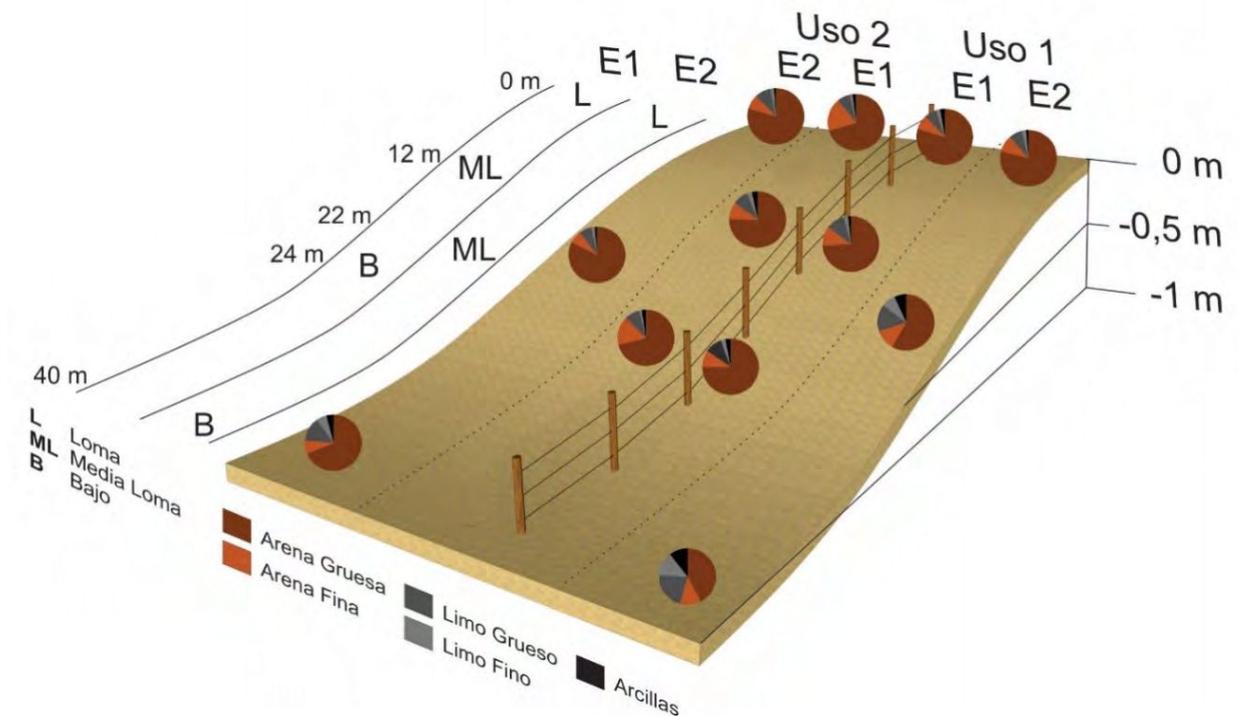


Figura 1- Esquema del área de estudio con los puntos de muestreo para ambos ensayos: ensayo Léptico I (E1) y ensayo Léptico II (E2). Se observan las distancias entre los puntos de muestreo (siendo loma el punto de referencia a (0) metros); el desnivel del terreno y en los gráficos de torta se representa el porcentaje de cada una de las fracciones de las partículas del suelo (arenas: gruesa y fina; limos: grueso y fino y arcillas). La distancia entre los usos en cada topografía, fue de 4 metros (2 metros hacia cada lado del alambrado).

3.2.2- AGUA DE INUNDACIÓN

3.2.2.1- PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA

3.2.2.1.1- CONDICIÓN INICIAL DEL AGUA DE INUNDACIÓN Y VALORES PROMEDIO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA DURANTE EL ENSAYO.

Las condiciones iniciales del agua, previa a su incorporación a los microcosmos fueron: temperatura (21 ° C); pH (8,5); conductividad (890 $\mu\text{S}/\text{cm}$); saturación de oxígeno de 63,3 %.

Durante el ensayo, la temperatura presentó pequeñas variaciones con valores entre 19 y 21 ° C. El pH fue alcalino con valores entre 8,5 y 9,7. El valor más bajo se midió en Loma uso mixto (8,5) mientras que el más alto en Media Loma uso mixto (9,7) al finalizar el ensayo. El potencial de óxido - reducción (ORP) se mantuvo en rangos positivos durante todo el ensayo registrándose el valor mínimo en Media Loma uso mixto en D35 con 86 mV y el máximo en Media Loma agrícola al inicio (D5) con un valor de 174,2 mV. La concentración del oxígeno disuelto en general se mantuvo con valores cercanos al 100 % de saturación, el mínimo se observó en el Bajo agrícola (80 %) al inicio del ensayo y la máxima saturación se registró en Media Loma uso mixto el D11 con 106 %. La conductividad fue el parámetro que presentó mayor variación, con rangos entre 965 y 2244 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En todas las unidades experimentales se registraron valores crecientes en concordancia con los tiempos de muestreo. El valor mínimo se registró en Loma uso agrícola en D5 con 965 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el máximo con 2244 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en media Loma mixto en D43 (Tabla 5).

Tabla 5- Valores promedio y desvío estándar (entre paréntesis) de los parámetros físicos y químicos del ensayo para cada topografía y sus usos. Referencias: temperatura (T° C); potencial de óxido reducción (ORP); porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (OD, % sat.). En la topografía de Loma se realizó una sola medición para cada parámetro.

Topografía - usos	T (° C)	pH	ORP (mV)	OD (% sat.)	Conductividad (μS/cm)
Loma agrícola	20,7	8,5	170	81,1	965
Loma mixto	19,9	8,5	173,5	84,1	1012
Media loma agrícola	20,6 (0,26)	9 (0,29)	133,8 (29,15)	92,5 (5,02)	1322 (297)
Media loma mixto	20,5 (0,37)	9 (0,36)	133,7 (29,5)	92,7 (9,8)	1501 (470)
Bajo agrícola	20,3 (0,38)	9 (0,30)	138,4 (23,8)	92 (9,61)	1303 (271,9)
Bajo mixto	20,6 (0,37)	8,9 (0,21)	139,8 (22,6)	86,6 (2,5)	1313 (258,5)

3.2.2.1.2- CAMBIOS EN LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA EN CADA POSICIÓN TOPOGRÁFICA Y USOS.

LOMA (U1: uso agrícola y U2: Uso mixto)

Para las unidades experimentales de Loma no se tuvieron en cuenta las variables ambientales en el tiempo, debido a que solo tuvieron una duración de 5 días y las mediciones se realizaron en esa última instancia (D5).

MEDIA LOMA (U1: agrícola y U2: mixto)

La temperatura se mantuvo constante a lo largo del ensayo con valores entre 20 y 21° C en ambos usos. La conductividad presentó una tendencia creciente con valores máximos en ambos usos hacia el final (D35). En este tiempo se pudo registrar una diferencia entre los usos (1775,8 μS/cm en ML U1 y 2244 μS/cm en ML U2).

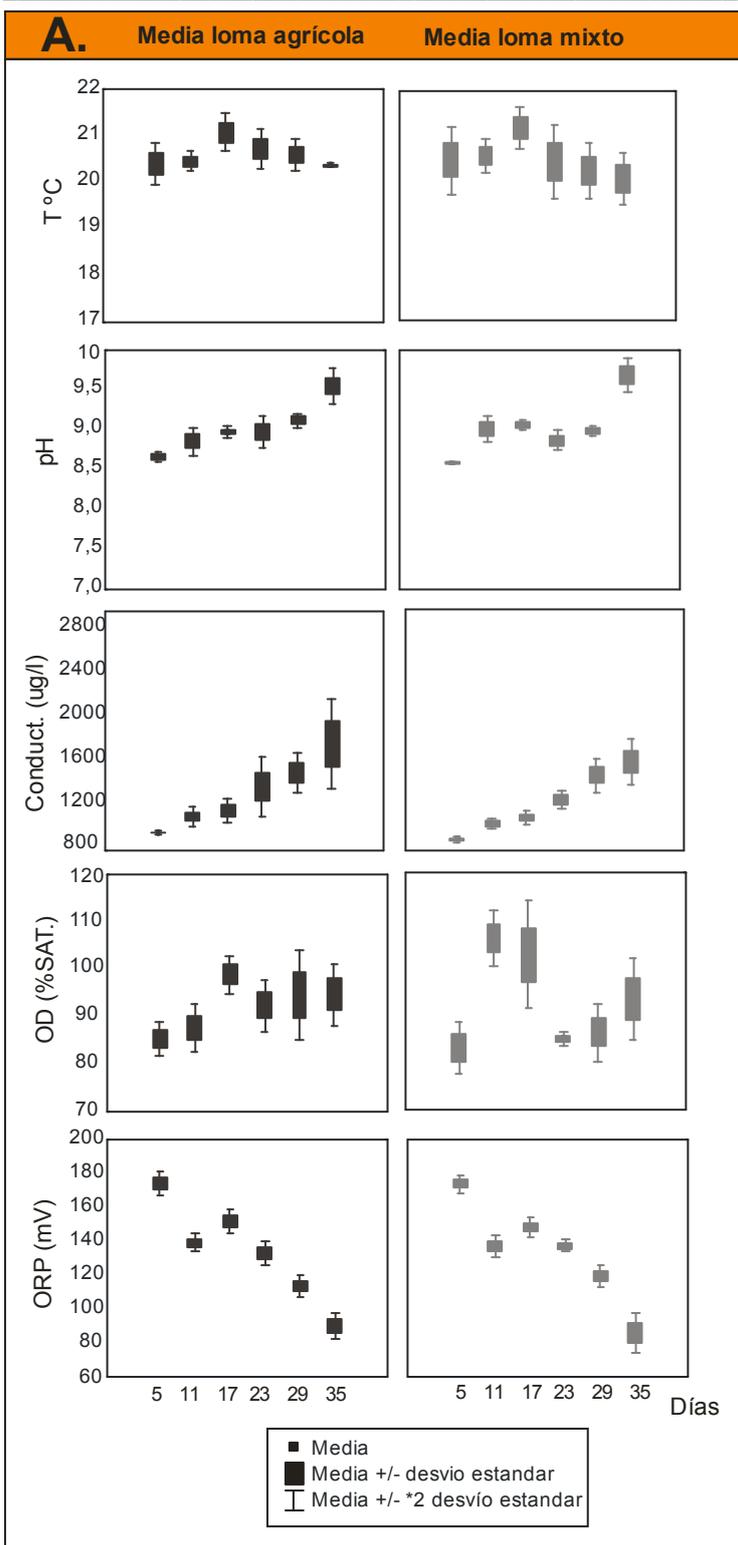
El pH en ambos usos presentó valores alcalinos. El valor mínimo para ambos usos se registró en D5 con 8,6 para ML U1 y U2. Los valores máximos se observaron al finalizar el ensayo, 9,5 en ML U1 y 9,7 en ML U2 en el mismo orden. El potencial de

óxido – reducción presentó los valores más altos al inicio del ensayo (D5), cercanos a 174 mV para ambos usos. En los días posteriores se observaron oscilaciones y hacia el final (D35) los valores mínimos, 90,6 y 86 mV para U1 y U2, respectivamente. La saturación de oxígeno en ambos usos presentó escasa variación en el tiempo con un rango de saturación entre el 83 y 106 % de saturación. Se observó una leve diferencia entre ambos usos en D11 y D17 dado que ML U2 presentó valores por encima del 100 % de saturación (Fig. 2 A).

BAJO (U1: agrícola y U2: mixto).

La temperatura se mantuvo estable a lo largo del tiempo, entre 19,7 y 21° C. La conductividad mostró una tendencia en aumento a lo largo del ensayo. En D5 se observaron los valores mínimos en ambos usos (U1: 995,7 y U2: 996,7 $\mu\text{s/cm}$) mientras que los valores máximos en D35: 1726 $\mu\text{S/cm}$ en U1 y 1670 $\mu\text{S/cm}$ en U2. El pH fue alcalino. En ambos usos se registró el valor mínimo en D5 con 8,5 y 8,7 para U1 y U2 respectivamente. Se observó una leve tendencia creciente hacia D35 momento en que se registraron los valores máximos con 9,5 (U1) y 9,3 (U2).

El potencial de óxido – reducción, para ambos usos, presentó los valores máximos al inicio del ensayo: 173 mV en U1 y 166 mV en U2, disminuyendo levemente hacia el final hasta un valor de 103 mV en ambos casos. La saturación de oxígeno fue alta en ambos usos presentando mínimas diferencias entre ambos en D11 y D17, con valores superiores al 100 % de saturación en B U1 (Fig. 2 B).



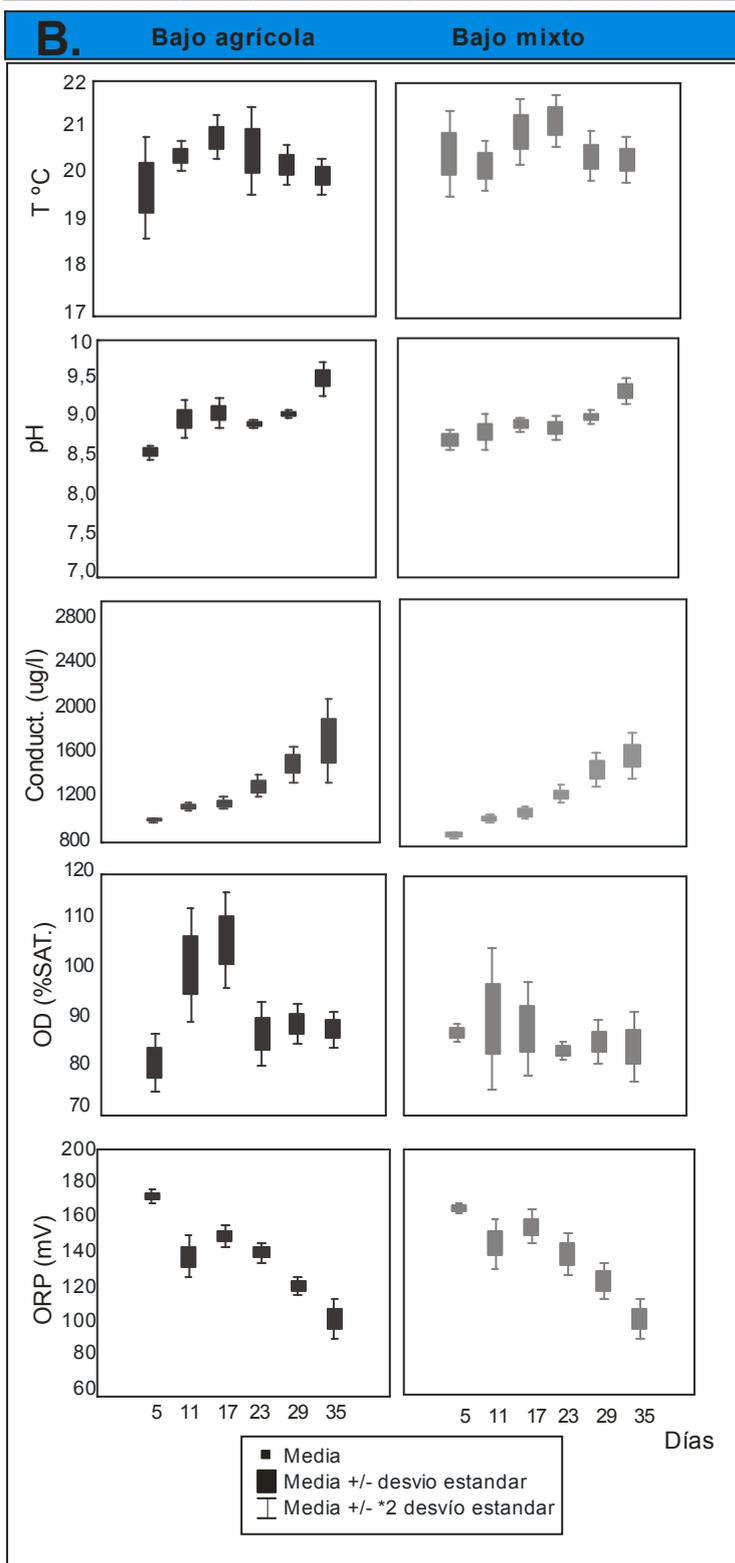


Figura 2- Variación de los parámetros físicos y químicos (valores promedio) durante el ensayo para cada topografía y sus usos. Media Loma agrícola y mixto (A.), Bajo agrícola y mixto (B.).

3.2.2.1.3- MATERIA ORGÁNICA DISUELTA (MOD)

Los valores de absorbancia para las unidades experimentales en estudio fueron inferiores a 0,07. Si bien ambos usos, tanto en Media Loma como en el Bajo, mostraron una tendencia creciente en los eventos de muestreo, los tratamientos de Media Loma presentaron valores más altos en todo el ensayo respecto al Bajo. Los tratamientos de **Loma** (ambos usos), solo se estimaron al inicio del ensayo (D5), y presentaron los valores más altos respecto al resto de las topografías para ese día (0,011 a 0,013). **Media Loma** uso mixto presentó los valores más elevados de MOD en todos los eventos de muestreo y **el Bajo**, ambos usos, tuvieron valores similares al inicio y hasta mediados del ensayo (D23), mientras que en los dos últimos eventos de muestreo presentaron una leve diferencia de MOD. Por otro lado, los testigos presentaron valores bajos: 0,002 al inicio y 0,006 al finalizar el ensayo (Fig. 3).

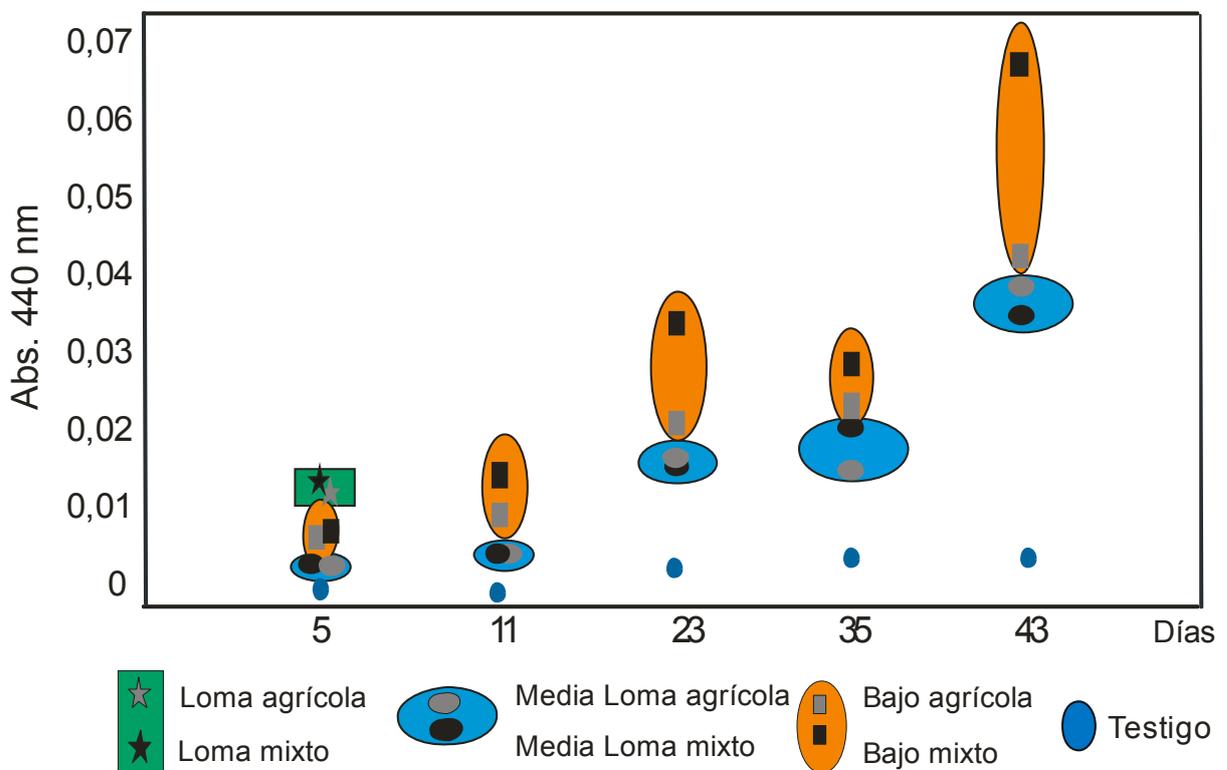


Figura 3-Materia orgánica disuelta (valores promedio de absorbancia 440 nm) en los eventos de muestreo para las tres topografías y usos.

3.2.2.1.4- ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA ALGAL POR MEDICIÓN DE LA CLOROFILA “a” (cl “a”) EN CADA TOPOGRAFÍA Y SUS USOS.

La condición inicial del agua no presentó clorofila “a”.

Durante el ensayo los valores de cl "a" estuvieron en un rango entre 5,5 y 43 mg/m³. En **Loma** se estimó cl “a” sólo en D5 con valores de 9,2 mg/m³ en U1 y 6 mg/m³ en U2.

En la condición inicial del agua no se detectó cl “a”. En **Media Loma**, ambos usos, se observó una tendencia creciente en el tiempo. En Media Loma uso agrícola, los valores máximos fueron en D35 (33 mg/m³) y D43 (29 mg/m³) y, en el uso mixto, en D35 con 43,2 mg/m³ y en D23 con valores máximos registrados de 236 mg/m³ por fuera del rango (Fig. 4). En **el Bajo**, en ambos usos, no se registraron cambios de consideración a lo largo del ensayo, los valores fueron estimados entre 8,7 y 40 mg/m³. En el Bajo uso agrícola el valor máximo se registró en D23 (38 mg/m³), y en el uso mixto en la etapa final (D43) con 18 mg/m³ (Fig. 4).

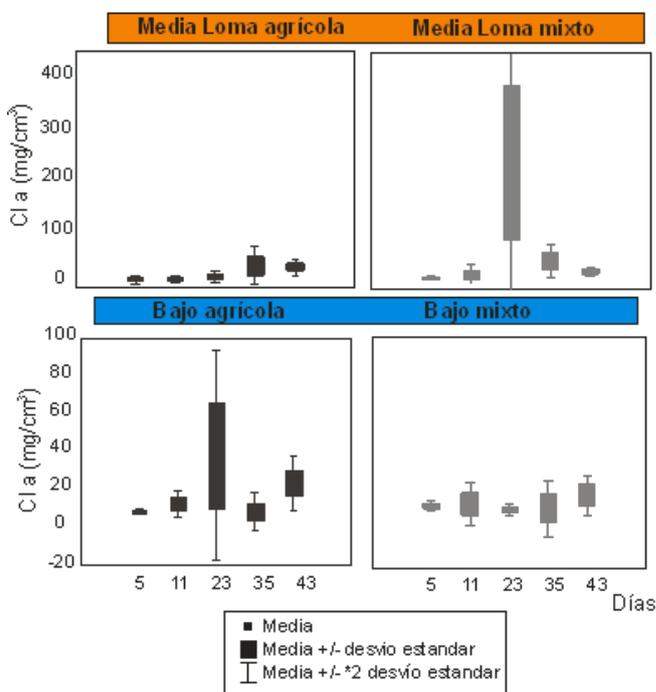


Figura 4- Valores promedio y desvío estándar de la concentración de clorofila a (cl “a”) en cada topografía y sus usos en los días de muestreo.

3.2.2.1.5- NUTRIENTES POR TOPOGRAFÍA Y USOS

3.2.2.1.5.1- FÓSFORO REACTIVO SOLUBLE (PRS) Y FÓSFORO TOTAL (PT)

FÓSFORO REACTIVO SOLUBLE (PRS)

El agua inicial que se utilizó para simular la inundación de cada unidad experimental tenía una concentración de fósforo reactivo soluble de 65,2 µg/l.

En Loma la concentración de PRS en D5 fue de 335,9 µg/l para el uso agrícola (U1) y de 329,5 µg/l para el uso mixto (U2), siendo muy superior a la concentración de PRS inicial.

En Media Loma, las concentraciones mínimas (D5) fueron de 337 µg/l en U1 y de 341 µg/l en U2, mientras que las máximas (D43) fueron de 2130 y 2017 µg/l en U1 y U2, respectivamente (Fig. 5).

En el Bajo, las concentraciones mínimas fueron de 331 µg/l en U1 y de 260 µg/l en U2, ambos en D5, mientras que las máximas ocurrieron en D43, con 1240 y 1469 µg/l en cada topografía, respectivamente (Fig. 5).

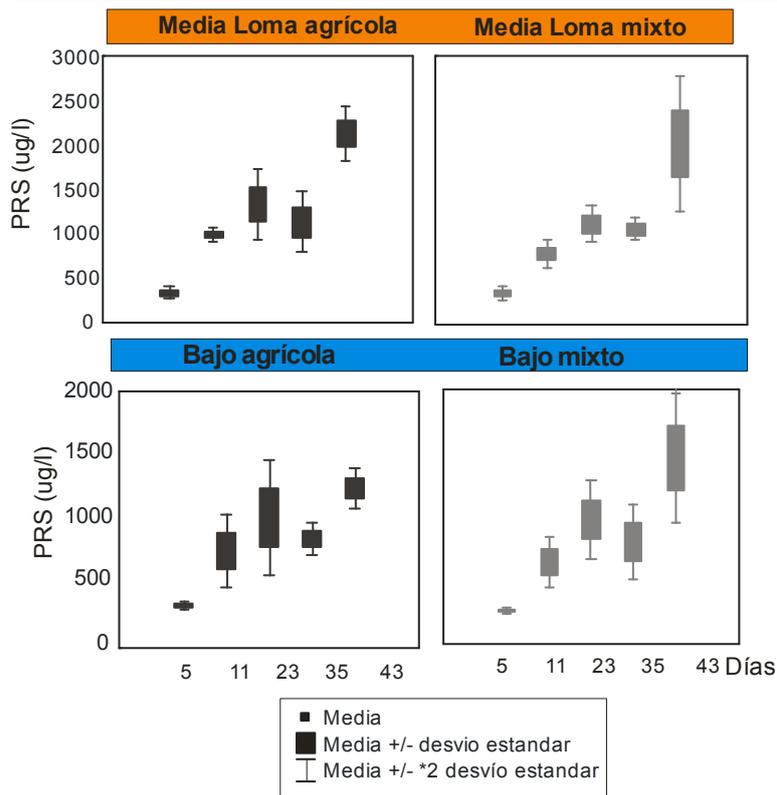


Figura 5- Concentración de fósforo reactivo soluble (PRS), valores promedio y desvío estándar en cada posición topográfica y usos durante el ensayo.

FÓSFORO TOTAL (PT)

En Loma, la concentración de PT se midió en D5, con valores de 1290 $\mu\text{g/l}$ en el uso agrícola (U1) y 904 $\mu\text{g/l}$ para el uso mixto (U2).

En Media Loma los valores de concentración fueron menores a 3000 $\mu\text{g/l}$. En Media Loma U1, los valores mínimos de PT se observaron en D5 con 675 $\mu\text{g/l}$ y en el U2 con 679 $\mu\text{g/l}$. Los valores máximos fueron de 2262 y 2836 $\mu\text{g/l}$, respectivamente para cada uso y se dio en D43 (Fig. 6).

En el Bajo, los rangos de concentración fueron inferiores a 2000 $\mu\text{g/l}$. Las concentraciones mínimas en ambos usos fueron en D5, con valores de 713 $\mu\text{g/l}$ en U1 y de 507 $\mu\text{g/l}$ en U2 mientras que las máximas se observaron en D43 con 1515 $\mu\text{g/l}$ y 1710 $\mu\text{g/l}$ en U1 y U2, respectivamente (Fig. 6).

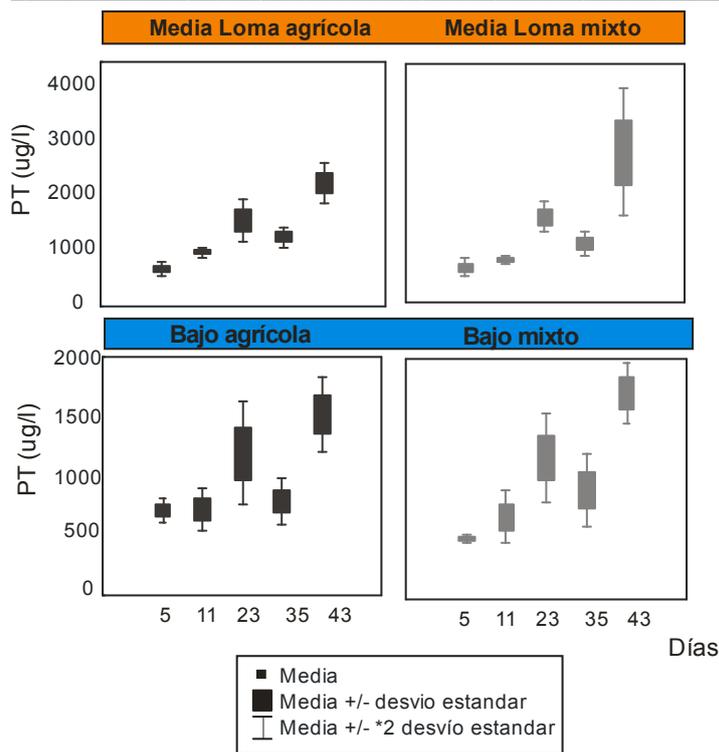


Figura 6- Concentración de fósforo total (PT), valores promedio y desvío estándar en cada posición topográfica y usos durante el ensayo.

3.2.2.1.5.2- NITRATOS + NITRITOS (N+N)

El agua que se utilizó para la simulación de la inundación de las unidades experimentales, presentó una concentración inicial de 1227 µg/l. **En Media Loma y en el Bajo, ambos usos**, las tendencias fueron similares en el tiempo, observándose un aumento al inicio del ensayo (D5), que en todos los casos superaron entre 2 y 4 veces la concentración del agua inicial.

En Loma, al igual que el resto de los análisis químicos y físicos, se obtuvieron datos en D5 con una concentración de 4478 µg/l en U1 y de 3455 µg/l en U2, dos a tres veces superior a la condición inicial del agua.

En Media Loma, el rango de concentración fue muy amplio, entre valores cercanos a cero y otros superiores a 3000 $\mu\text{g/l}$. En ML U1, la concentración máxima fue de 3687 $\mu\text{g/l}$ en D5 y la mínima de 20 $\mu\text{g/l}$ en D43. En ML U2, la máxima concentración fue de 2044 $\mu\text{g/l}$ en D5 y la mínima de 22,4 $\mu\text{g/l}$ en D43 (Fig. 7). **En el Bajo**, la concentración varió en un rango muy amplio. En B U1, el valor máximo de concentración fue de 2919 $\mu\text{g/l}$ en D5 y el mínimo de 13 $\mu\text{g/l}$ en D43. En B U2, las máximas y mínimas fueron de 3168 $\mu\text{g/l}$ en D5 y 15 $\mu\text{g/l}$ en D43 (Fig. 7).

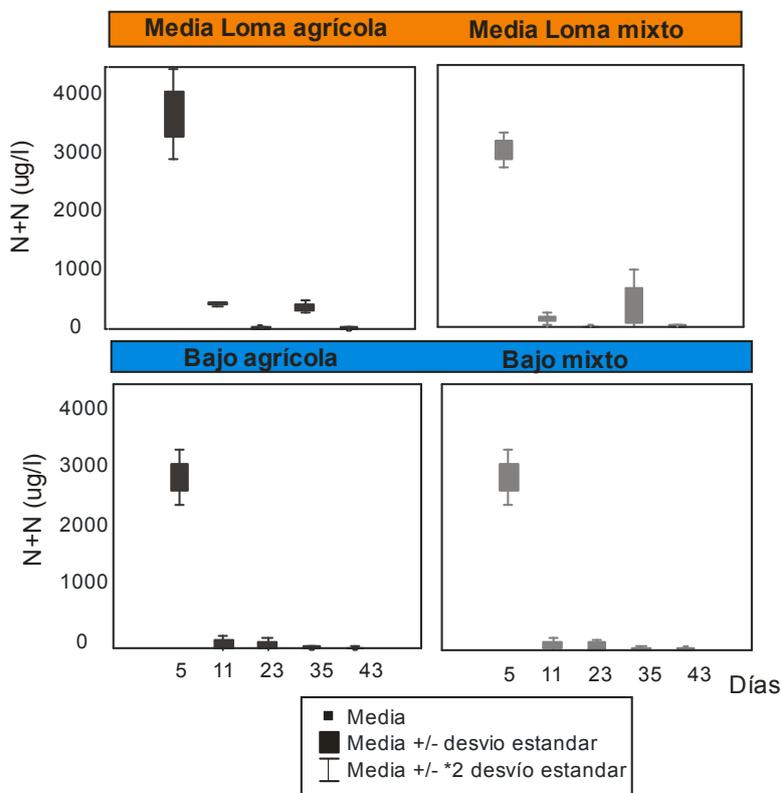
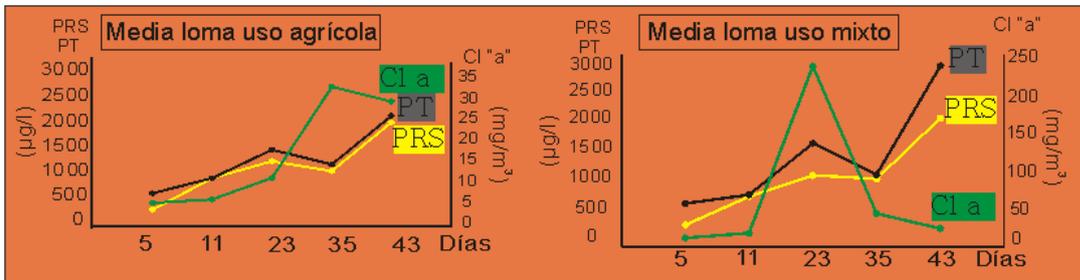


Figura 7 - Tendencia en el tiempo de la concentración promedio y desvío estándar de los nitratos + nitritos (N+N).

3.2.2.1.6- RELACIÓN ESPACIO-TEMPORAL ENTRE LAS FRACCIONES DE FÓSFORO (PRS Y PT) Y LA CLOROFILA “a” (Cl “a”)

A.



B.

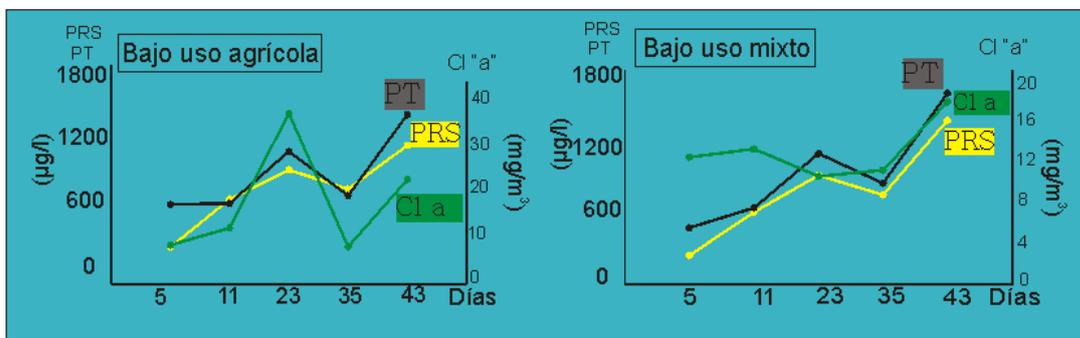


Figura 8- Tendencia en el tiempo de los valores promedio de concentración para las fracciones de fósforo reactivo soluble (PRS), fósforo total (PT) y clorofila “a” (cl “a”). Referencias: **A:** media loma ambos usos. **B:** bajo ambos usos.

En Media Loma la relación de cl “a”, con las fracciones de fósforo fue diferente de acuerdo al tipo de uso. **En Media Loma uso agrícola**, luego del aumento del fósforo (D23), la clorofila tuvo una tendencia creciente hacia D35 y en D43 cuando se observa el pico máximo de las diferentes fracciones de fósforo. **En Media Loma uso mixto**, los valores de clorofila “a” iniciales (D5 y D11) fueron bajos y se observó un aumento marcado en D23 en coincidencia con un aumento de las fracciones de fósforo. Posteriormente, la concentración decreció hacia D43 mientras que las fracciones de fósforo aumentaron. Si bien las tendencias del fósforo en ambos usos son similares, la clorofila “a” tuvo un comportamiento diferente (Fig. 8 A).

En el **Bajo uso agrícola**, la clorofila mostró un comportamiento similar al de las fracciones de fósforo (PRS y PT). En el **Bajo uso mixto**, la concentración de clorofila “a” fue elevada en el inicio (D5) y disminuyó hacia el D23 mientras que ambas fracciones de fósforo, aumentaron. A partir de D35 la clorofila “a”, el PRS y el PT aumentaron hacia el final del ensayo (D43) presentando sus picos más altos (Fig. 8 B).

3.2.2.1.7- ANOVA DE MEDIDAS REPETIDAS PARA LAS VARIABLES

AMBIENTALES

En la siguiente tabla se muestran los estadísticos y su significancia del efecto de los factores tiempo, topografía y usos del suelo (por separado, y en interacción), sobre las variables ambientales estudiadas. Se expresó en cada variable el p-valor y el grado de significancia de acuerdo al siguiente criterio: * (p-valor <0,05), ** (p-valor < 0,005), *** (p- valor <0,001).

Tabla 6- Parámetros físicos y químicos, nutrientes y clorofila “a” y su significancia respecto a los factores estudiados y sus interacciones. Referencias: potencial de óxido-reducción (ORP), porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (% sat. OD), clorofila “a” (Cl a), fósforo reactivo soluble (PRS), fósforo total (PT), nitratos más nitritos (N+N). La (X) representa el factor o la interacción de factor para la cual/cuales la variable fue significativa.

Variable	Tiempo	Topografía	Topografía x Tiempo	Topografía x uso x tiempo	F(5,60)/ F(4,48)/ F (1,12)	p-valor
Conductividad	X				57,71	***
ORP				X	3,74	*
pH				X	3,00	*
% SAT. OD				X	5,69	***
Cl a				X	2,58	***
PRS			X		3,48	*
PT			X		4,55	**
N+N		X			6,11	*
N+N	X				6,11	***

Variable con diferencias significativas respecto al tiempo

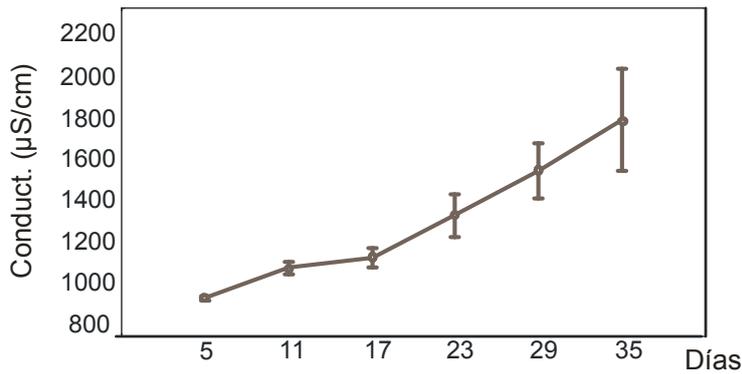


Figura 9- Variación temporal de la conductividad con la media (■) y el intervalo de confianza para la media (\bar{I}).

Variables con diferencias significativas en la interacción de los factores tiempo y topografía

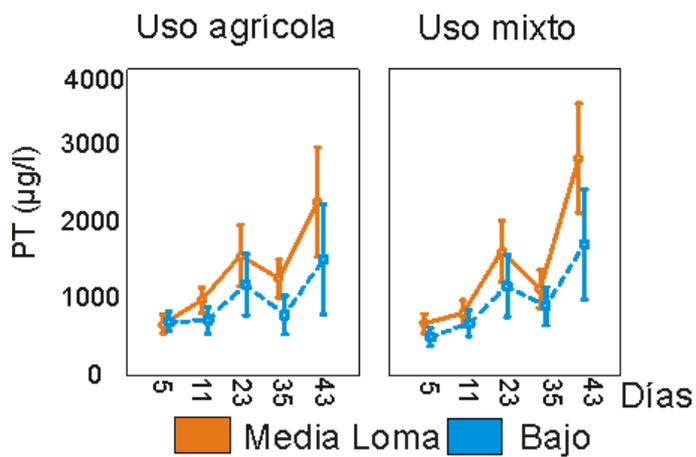


Figura 10- Variación de las fracciones de fósforo (fósforo reactivo soluble: PRS y fósforo total: PT), respecto a la interacción tiempo y topografía. La media (□) y el intervalo de confianza para la media (\bar{I}).

VARIABLES CON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS RESPECTO A LA INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES TIEMPO, TOPOGRAFÍA Y USOS

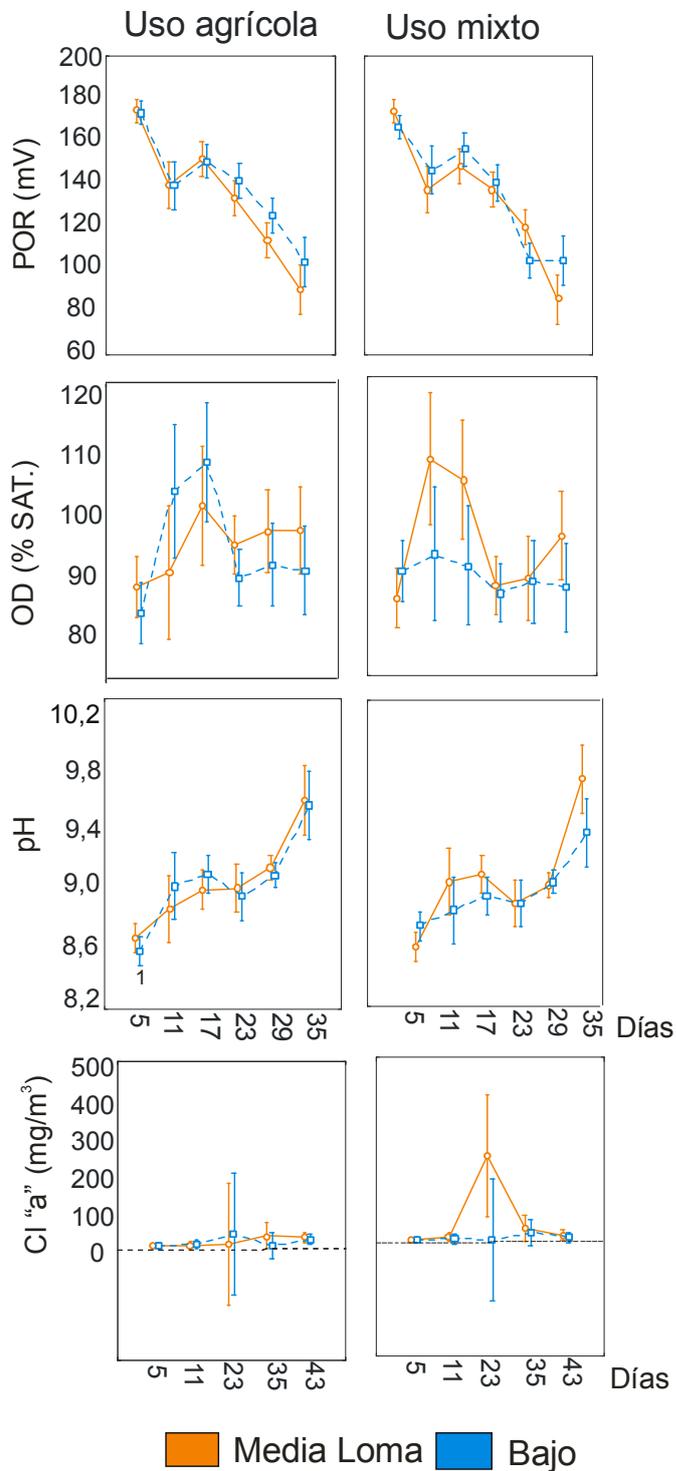


Figura 11- Variación del potencial de óxido – reducción (POR/ORP), porcentaje de saturación de oxígeno: OD (% Sat.), pH y clorofila “a” (Cl “a”) con los factores uso, tiempo y topografía. La media (\square) y el intervalo de confianza para la media (\bar{I}).

VARIABLES CON DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS RESPECTO A LOS FACTORES TIEMPO Y TOPOGRAFÍA, PERO NO EN SU INTERACCIÓN

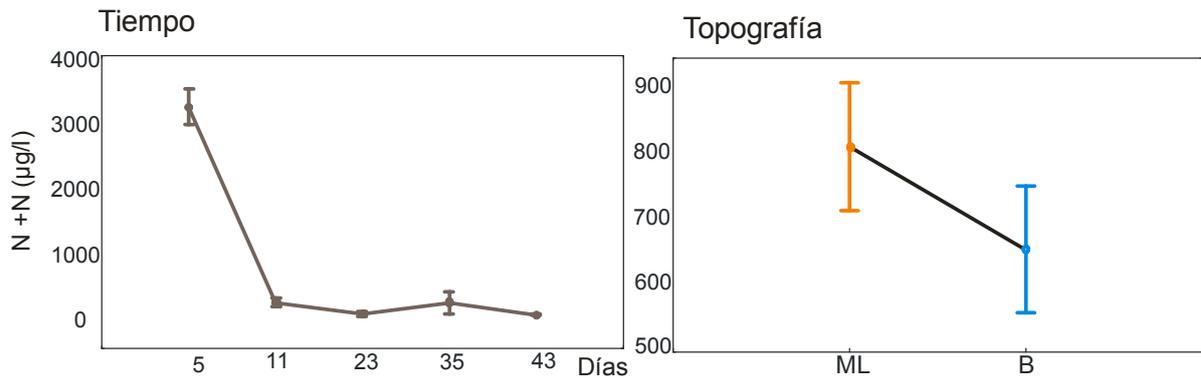


Figura 12- Variación de nitratos + nitritos (N + N), respecto al tiempo y la topografía. La media (■) y el intervalo de confianza para la media (Ī). Referencias: Media Loma (ML), Bajo (B).

Este análisis mostró que las variables estudiadas tienen significancia respecto al tiempo.

El ORP, % de saturación de OD, el pH y la clorofila “a” fueron significativas con la interacción entre los 3 factores estudiados (uso, tiempo y topografía). Otras como los nitratos + nitritos fueron significativas con dos factores (tiempo y topografía), pero no con la interacción entre ellos. La conductividad es una variable que incrementó sus valores con el tiempo. El PRS y el PT, fueron significativos en el tiempo y entre topografías, con valores más elevados en media loma y los N+N, con variaciones significativas en el tiempo y concentraciones más elevadas en Media Loma.

3.2.3- RESULTADOS ORGANISMOS CONSUMIDORES

3.2.3.1- ESTRUCTURA DE LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES

A lo largo del ensayo se registraron 126 *taxa*. Los protozoos fue el grupo con mayor número de *taxa*: 39 ciliados y 26 amebas repartidas en amebozoos (17), cercozoos (4) y amebas desnudas (5). Le siguieron los rotíferos (35), los nematodos (10), de los cuales se determinaron 2 *taxa*, los anélidos (3), los crustáceos (5) y 8 *taxa* repartidos en otros grupos como los heliozoos, hexápodos, quelicerados, tardígrados y gastrotricos (Fig. 13).

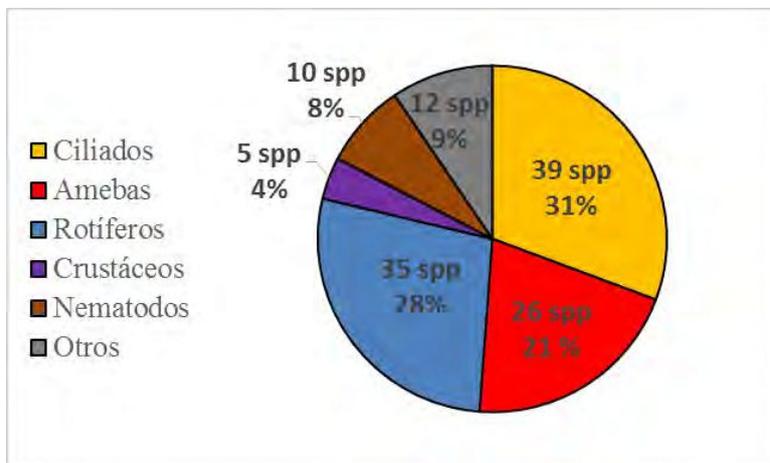


Figura. 13- Riqueza de *taxa* registrados en el ensayo y los porcentajes de cada uno respecto al número total.

Tabla 7- Lista de *taxa* registrados en el ensayo.

CILIOPHORA	<i>Centropyxis aculeata</i> (Ehrenberg., 1838)	<i>L. hamata</i> (Stokes, 1896)
<i>Acineria</i> sp.	<i>C. ecornis</i> (Ehrenberg, 1841)	<i>L. hornemanni</i> (Ehrenberg, 1834)
<i>Aspidisca</i> sp.	<i>C. discoides</i> Penard, 1902	<i>L. inopinata</i> (Harring & Myers, 1926)
<i>Bursaridium</i> sp.	<i>Cyclopyxis</i> sp.	<i>L. lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)
<i>Chilodonella</i> sp.		<i>L. pyriformis</i> (Daday, 1905)
<i>Cinetochilum</i> sp.	<i>Diffflugia bidens</i> Penard, 1902	<i>L. tenuiseta</i> Harring, 1914
<i>Coleps</i> sp.	<i>D. globulosa</i> (Dujardin, 1837) Penard, 1902	<i>Lepadella ovalis</i> (Müller, 1786)
	<i>D. labiosa</i> Wailes, 1991 <i>inc.sed.</i>	
<i>Cyclidium</i> sp1	<i>D. lucida</i> Penard, 1890	<i>L. patella</i> (Müller, 1773)
<i>Cyclidium</i> sp2	<i>D. lobostoma</i> Leidy, 1879	<i>L. rhomboides</i> (Gosse, 1886)
<i>Dileptus</i> sp.	<i>D. nodosa</i> (Leidy, 1879)	<i>Mytilina mucronata</i> (Müller, 1773)
<i>Enchelydium</i> sp.	<i>D. oblonga</i> Ehrenberg, 1838	<i>Notommata</i> sp.
<i>Enchelys</i> sp.	<i>D. pyriformis</i> Perty, 1849	<i>Proales</i> sp.
<i>Epistylis</i> sp.	<i>Netzelia gramen</i> (Penard, 1902) Gomaa et al., 2017	<i>Taphrocampa annulosa</i> Gosse, 1851
<i>Euplotes</i> sp1	RHIZARIA	<i>Trichocerca</i> sp.
<i>Euplotes</i> sp2	<i>Cryptodiffflugia crenulata</i> Playfair, 1917	<i>T. dixonnuttalli</i> (Jennings, 1903)
<i>Frontonia</i> sp.	<i>Euglypha acantophora</i> (Ehrenberg, 1841)	<i>T. iernis</i> (Gosse, 1887)
<i>Halteria</i> sp.	<i>E. tuberculata</i> Dujardin, 1841	<i>T. pusilla</i> (Jennings, 1903)
<i>Hastatella</i> sp.	<i>Trinema enchelys</i> (Ehrenberg, 1838)	<i>T. ruttneri</i> Donner, 1953
<i>Leptopharynx</i> sp	<i>T. lineare</i> Penard, 1890	<i>T. stylata</i> (Gosse, 1851)
<i>Litonotus</i> sp.	HELIOZOA	<i>T. tenuior</i> (Gosse, 1886)
<i>Mesodinium</i> sp.		
Nassulidae	GASTROTRICHA	NEMATODA
<i>Notohymena</i> sp.	<i>Chaetonotus</i> sp.	Dorylaimidae
Oxytrichidae		<i>Dorylaimus</i> sp.
<i>Prorodon</i> sp.	ROTIFERA	<i>Mesodorylaimus</i> sp.
<i>Pseudochilodonopsis</i> sp.	Bdelloidea	
<i>Spathidium</i> sp.	<i>Adineta</i> sp.	
<i>Spirostomum</i> sp.	<i>Philodina</i> sp1	ANNELIDA
<i>Strombidinopsis</i> sp.	<i>Philodina</i> sp2	Oligochaeta
<i>Strombidium</i> sp.	Monogononta	Enchytraeidae
<i>Stentor</i> sp.	<i>Cephalodella</i> sp1	Naididae
<i>Tachysoma</i> sp.	<i>Cephalodella</i> sp2	Polychaeta
<i>Tetrahymena</i> sp.	<i>Cephalodella</i> sp3	Aelosomatidae
<i>Trachelius</i> sp.	<i>Cephalodella</i> sp4	<i>Aelosoma</i> sp.
<i>Uroleptus</i> sp.	<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	
	<i>Conochilus</i> sp.	
<i>Vorticella</i> sp.	<i>Dipleuchlanis</i> sp.	ARTHROPODA
	<i>Lecane aculeata</i> (Jakubski, 1912)	CRUSTACEA
	<i>L. braziliensis</i> Segers, 1993	CLADOCERA

AMOEBOZOA

Arcella sp.

A. dentata Ehrenberg, 1830

A. discoides Ehrenberg, 1843

A. hemisphaerica Perty, 1852

L. bulla (Gosse, 1851)

L. clara (Bryce, 1892)

L. closterocerca (Schmarda, 1859)

L. cornuta (Müller, 1786)

L. decipiens (Murray 1913)

Chydoridae

Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1776)

COPEPODA

Calanoida

Notodiptomus

incompositus (Brian, 1925)

Cyclopoida

Paracyclops fimbriatus

(Fischer, 1853)

Harpacticoida

OSTRACODA

Cypridoidea

Heterocypris sp.

CHELICERATA

Acari

Gamasida

Solifugae

HEXAPODOS

Coleoptera

Diptera

Chironomidae

Stratiomyidae

TARDIGRADA

Paramacrobrotus sp.

3.2.3.2- RIQUEZA DE LOS *TAXA* CONSUMIDORES EN CADA POSICIÓN TOPOGRÁFICA Y USOS.

LOMA

En loma uso agrícola (L U1) se registraron 25 *taxa*, siendo los protistas los de mayor riqueza con 12 ciliados y 7 amebas (3 cercozoos y 4 amebozoos). Además se registraron con menos *taxa*, rotíferos (3), nematodos (2) y quelicerados (1).

En loma uso mixto (L U2) se registraron 28 *taxa* y, al igual que en el uso 1, el mayor aporte fue de los protistas: 13 ciliados y 6 amebas: (3 amebozoos, 2 cercozoos y 1 ameba desnuda). Le siguieron 3 rotíferos, 4 nematodos y con aportes mínimos de hexápodos (1) y anélidos (1) (Figs. 14 y 15).

Ambos usos compartieron un total de 15 *taxa*: 9 ciliados; 4 amebas (2 amebozoos y 2 cercozoos) y 1 nematodo (Fig. 14).

MEDIA LOMA

En el uso agrícola (ML U1) se registraron 69 *taxa*, siendo los protistas quienes más aportaron con 25 *taxa* de ciliados y 16 de amebas (10 amebozoos, 3 cercozoos y 3 amebas desnudas). Los rotíferos contribuyeron con 18 *taxa*, los nematodos con 5 y los anélidos con 2. Otros grupos con menor aporte fueron los hexápodos, quelicerados y gastrotricos con 1 taxón cada uno. También se registró un copépodo en estadio larval y 1 ostrácodo juvenil.

En el uso mixto (ML U2) se registraron 69 *taxa* con el mayor aporte de los protozoos con 21 ciliados y 16 amebas (8 amebozoos, 4 cercozoos y 4 amebas desnudas). Los rotíferos se destacaron con 18 *taxa*, los nematodos con 7 y otros grupos con aportes mínimos fueron los hexápodos con 2 *taxa* y los tardígrados, gastrotricos, ostrácodos, anélidos y quelicerados con 1 taxón cada uno (Figs. 14 y 15).

Un total de 42 *taxa* fueron compartidos en ambos usos: 12 ciliados, 12 amebas repartidas en 6 amebozoos, 3 cercozoos y 3 amebas desnudas, 12 rotíferos, otros grupos como los nematodos con 3 y los quelicerados, anélidos y gastrotricos con 1 taxón cada uno (Fig. 14).

BAJO

La zona del bajo en ambos usos, presentó la mayor riqueza de *taxa* respecto a las otras dos topografías estudiadas. En el uso agrícola (B U1) con 81 *taxa*, y un mayor aporte de los protozoos: 22 ciliados y 19 amebas repartidas en 13 amebozoos, 3 cercozoos, 3 amebas desnudas y 1 heliozoo. Los rotíferos estuvieron presentes con 27 *taxa*, mientras que otros grupos con menor riqueza fueron los copépodos (3), hexápodos (2) y anélidos (2). Los ostrácodos, nematodos, cladóceros, gastrotricos y tardígrados presentaron un taxón cada uno.

En el uso mixto (B U2) se registraron 68 *taxa* con 17 ciliados, 18 amebas repartidas en 13 amebozoos, 4 cercozoos y 1 ameba desnuda, 17 rotíferos, 5 copépodos y 5 nematodos. Otros grupos, como ostrácodos, quelicerados, cladóceros, anélidos, gastrotricos y hexápodos, con 1 cada uno (Figs. 14 y 15).

Ambos usos compartieron 52 *taxa* con 15 ciliados, 14 amebas repartidas en 10 amebozoos, 3 cercozoos y 1 ameba desnuda, 14 *taxa* fueron rotíferos y 3 para copépodos. Estuvieron presentes otros grupos como nematodos, ostrácodos, hexápodos, anélidos, gastrotricos y cladóceros, con un taxón cada uno (Fig. 14).

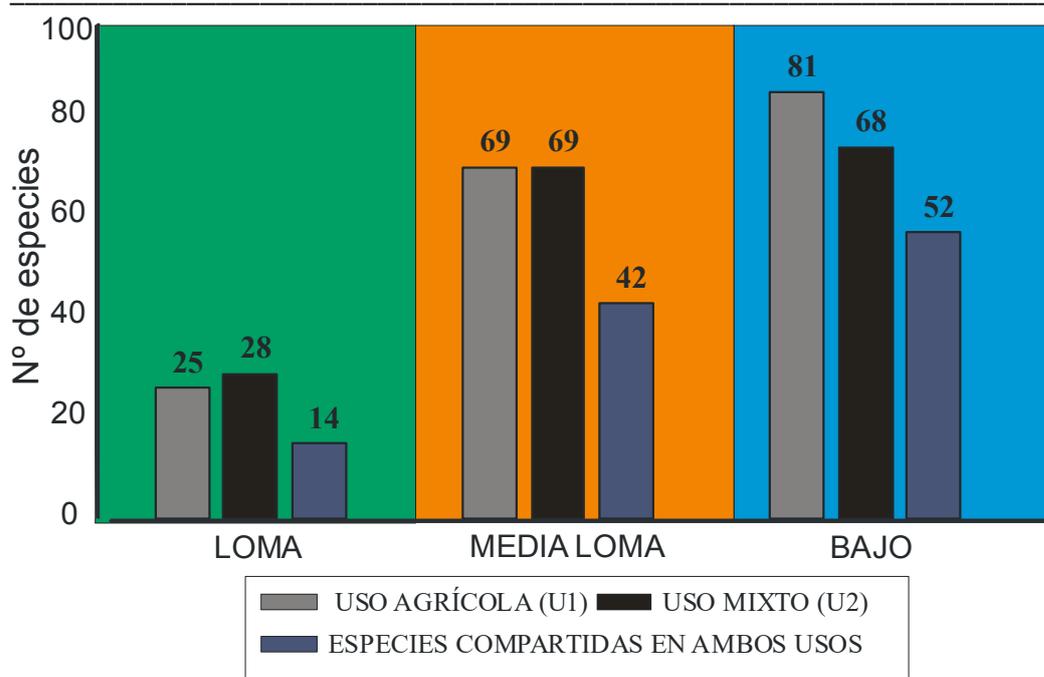


Figura 14- Riqueza total de los *taxa* en cada posición topográfica y usos y los *taxa* compartidos en cada topografía.

3.2.3.3- RIQUEZA ACUMULADA DE LOS *TAXA* EN EL TIEMPO DE INUNDACIÓN POR TOPOGRAFÍA Y USOS

LOMA

Loma uso agrícola (L U1): la riqueza total acumulada fue mínima en D1, con 5 especies y la máxima en D5, con 18. En todos los eventos de muestreo los protistas, principalmente los ciliados, fueron los más representativos seguidos por las amebas. Los ciliados presentaron un mínimo de 4 especies en D1 y posteriormente aumentaron llegando a 11 especies en D5. Las amebas no superaron las 5 especies, valor máximo que se dio en D2. Los rotíferos se hicieron presentes en D2 con 2 especies y en D5 con 1. Los nematodos estuvieron en D2 con 2 especies y en D4 y D5 con solo 1. Los quelicerados con 1 especie en D5.

Loma uso mixto (L U2): al inicio del ensayo (D1) se observó la riqueza total acumulada más baja con 7 especies y la máxima se observó en D2 con 16. Al igual que en el uso 1,

los ciliados predominaron en todos los eventos de muestreo y aumentaron hacia el final, llegando a 11 especies en D5.

Las amebas, si bien estuvieron presentes en todos los tiempos de muestreo, el número fue bajo (entre 1 y 6 especies). Los rotíferos, sólo se registraron en D1 con 3 especies y en D2 con 1, mientras que los nematodos se observaron en todos los eventos de muestreo excepto en D3, con 1 o 2 especies. Otros grupos con mínimos aportes como los anélidos estuvieron presentes en D2 con solo 1 especie (Fig. 15).

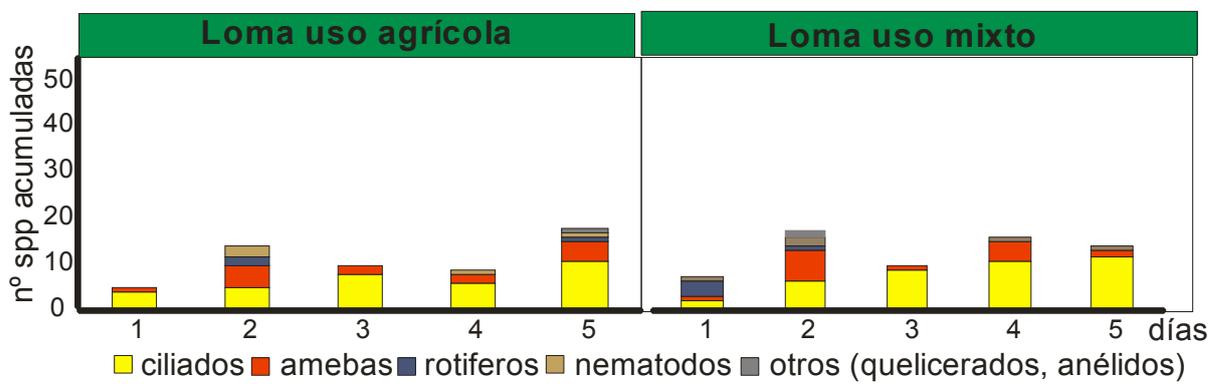


Figura 15- Riqueza acumulada entre réplicas de los grupos de organismos en Loma ambos usos, en cada tiempo. Dentro de “otros” se agruparon aquellos grupos con baja riqueza específica (1-2 especies) y apariciones en determinados eventos de muestreo.

MEDIA LOMA

Media loma uso agrícola (ML U1): la riqueza total acumulada mínima se registró en D5, D11, D23 y D29 con 24 especies, mientras que la máxima fue en D43 con 41. Los ciliados se registraron en todos los tiempos de muestreo, con 9 especies en D23 y D29, y las máximas en D17 con 16. Las amebas, se registraron en todos los eventos de muestreo con una riqueza acumulada inferior a 7 especies, aumentando su riqueza al finalizar el ensayo (D35 y D43) con 13 y 12 especies, respectivamente. Los rotíferos tuvieron una mínima riqueza al inicio inferior a 3 especies, hasta llegar a su máxima riqueza de 12 especies al finalizar. El resto de los grupos aparecieron en determinados momentos del ensayo con un valores de 1 a 3 especies como los nematodos, que

estuvieron en todos los tiempos excepto en D11 y D29; los gastrotricos en D11 y desde D23 a D43; los ostrácodos en D5 y D43 y los hexápodos solo en D43. Los copéodos en estadio larval y los quelicerados se registraron a mediados del ensayo por única vez (D17).

Media loma uso mixto (ML U2): en D5, se registró el menor valor de riqueza total acumulada (12 especies) que posteriormente aumentó gradualmente y el máximo ocurrió en D35, con 42. Los ciliados se registraron en todos los tiempos de muestreo, con una riqueza acumulada mínima en D5 de 7 especies y un máximo en D17 de 16. Las amebas se observaron en todos los tiempos, con un mínimo de especies en D5 de 3 y un máximo en D29 de 13. Los rotíferos aparecieron en D11 con 4 especies, aumentando levemente en los eventos intermedios (D17-D23), con 6 especies y hacia el final casi duplicaron esos valores (D35-D43 con 13 y 10 especies, respectivamente).

Los nematodos, con bajo número de especies (< 3), se observaron en todos los eventos de muestreo, mientras que otros grupos tuvieron apariciones en determinados momentos, con aportes de entre 1 y 2 especies: tardígrados y hexápodos (D23 y D29); gastrotricos (D17 al D43); quelicerados desde D5 a D23, y ostrácodos solo en D35 (Fig. 16).

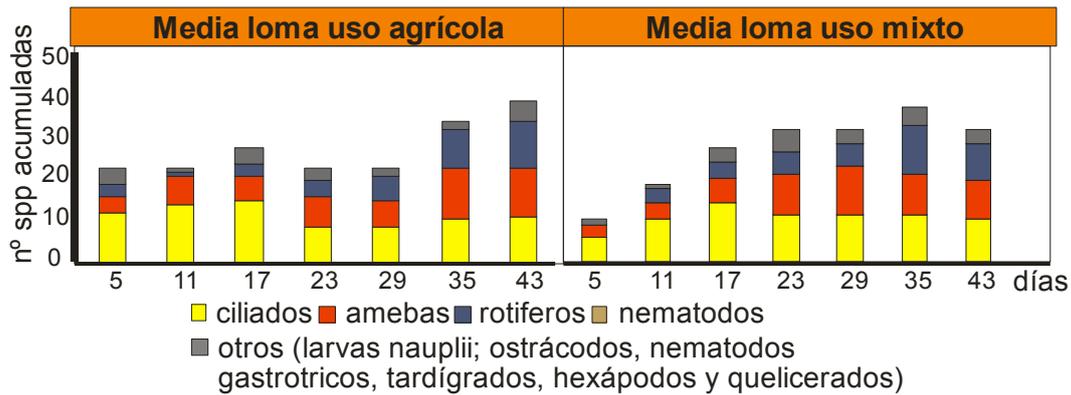


Figura 16- Riqueza acumulada entre réplicas de los grupos de organismos en Media Loma ambos usos, en cada tiempo. Dentro de “otros” se agruparon aquellos grupos con baja riqueza específica (1- 2 especies) y apariciones en determinados eventos de muestreo.

BAJO

Bajo uso agrícola (B U1): La riqueza total acumulada mínima se registró en D5 con 17 especies, mientras que la máxima fue en D11 y D43 con 46 y 44 especies, respectivamente. Los ciliados, con la mínima riqueza acumulada en D5 que fue de 6 especies y la máxima en D11 de 15. Las amebas se registraron con 3 especies al inicio y posteriormente incrementaron la riqueza hasta un máximo de 13 en D43. Los rotíferos, con un mínimo en D5 de 7 especies y posteriormente con un rango entre 8 y 14.

Los crustáceos, con rangos inferiores a 4 especies estuvieron representados por copépodos desde D11 hasta el final del muestreo en estadios larval y adulto. Los cladóceros se registraron en dos eventos de muestreo (D17 y D29) y los ostrácodos en tres ocasiones (D11, D29 y D43).

Otros grupos, con aportes inferiores a 2 especies y registrados en ciertos eventos de muestreo fueron los nematodos en D5, D11 y D43, los hexápodos en D23 y D43, los gastrotrícos que aparecieron desde D11 hasta el final, los anélidos en D23 y D35, mientras que los tardígrados solo en D11 (Fig. 17).

Bajo uso mixto (B U2): la riqueza total acumulada mínima se observó en D5 con 14 y la máxima en D23 y D43 con 41 y 43 especies, respectivamente. Los ciliados se observaron en todos los eventos de muestreo, con una riqueza acumulada mínima en D11 de 8 especies y una máxima en D23 y D43 de 13 especies. Las amebas con 1 especie en D1 que posteriormente aumentaron llegando a un máximo de 13 especies en D23, D29 y D43. Los rotíferos, si bien se encontraron en todos los tiempos de muestreo, el valor de la riqueza acumulada se mantuvo en un rango bajo (de 3 a 8 especies). Los copépodos, en sus distintos estadios se encontraron desde D11 hasta el final del ensayo, con un rango inferior a 3 especies.

Otros grupos se presentaron en determinados momentos, con un rango inferior a 2 especies: los nematodos estuvieron presentes en todos los eventos de muestreo excepto en D11, los ostrácodos en D23, D35 y D43; los cladóceros en D29, los quelicerados y gastrotricos entre D17 y D43 y los hexápodos sólo en D43.

Debe destacarse que la posición topográfica del bajo, en sus dos usos, fue el único sitio donde se registraron los cladóceros (Fig. 17).

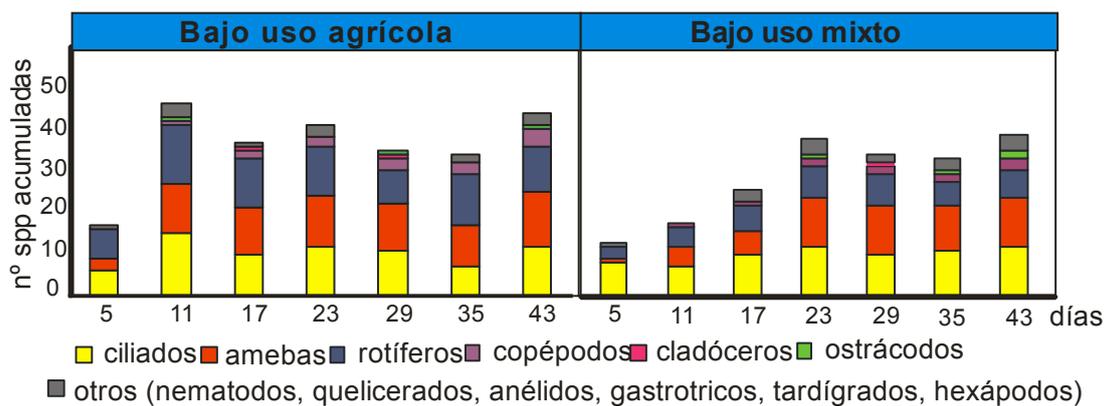


Figura 17- Riqueza acumulada entre réplicas de los grupos de organismos en el Bajo ambos usos, en cada tiempo. Dentro de “otros” se agruparon aquellos grupos con baja riqueza específica (1- 2 especies) y apariciones en determinados eventos de muestreo.

3.2.3.4- DENSIDAD TOTAL PROMEDIO DE LOS GRUPOS DE ORGANISMOS EN LAS TOPOGRAFÍAS Y USOS

Se puede observar que, en las tres posiciones topográficas estudiadas y sus usos, los protistas (ciliados, amebozoos y cercozoos) fueron los más abundantes. Media Loma uso mixto presentó la densidad total promedio más elevada del grupo (1163 ind/cm²) mientras que la mínima se dio en Loma uso agrícola con 90 ind/cm². En el uso mixto se observó que la densidad total promedio de los protozoos fue superior a la del uso agrícola para las tres posiciones topográficas. Los rotíferos presentaron densidades totales promedio inferiores a 8 ind/cm² para todas las topografías con excepción de Media Loma uso mixto (27 ind/cm²).

Otros grupos (crustáceos; nematodos; hexápodos; oligoquetos; quelicerados; gastrotricos y tardígrados) se observaron en determinados eventos de muestreo con aportes mínimos respecto de la densidad total (Fig. 18).

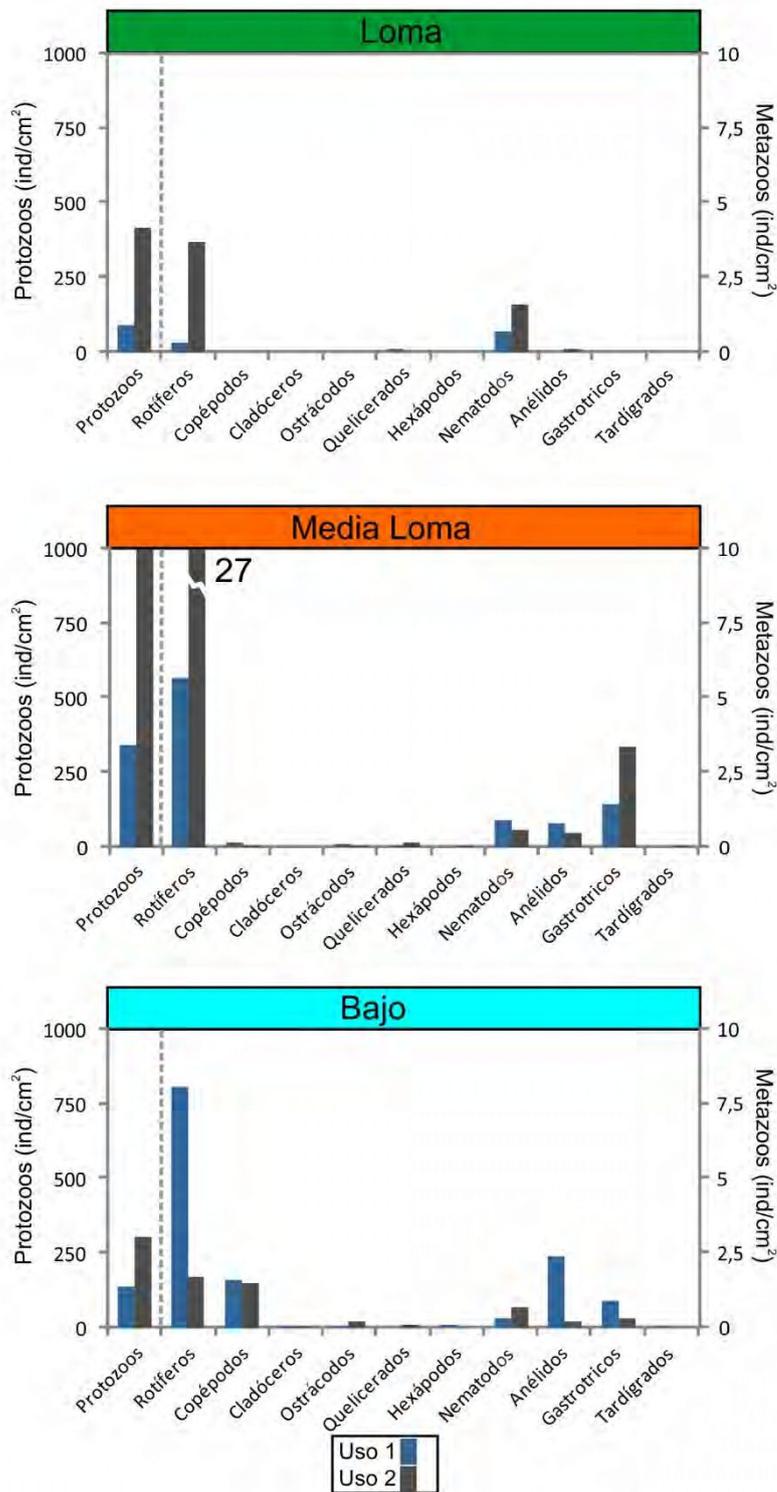


Figura 18- Densidad total promedio de los organismos en cada posición topográfica y sus usos. En media loma uso 2 se indica el valor de densidad de los rotíferos debido a que supera el valor promedio total máximo registrado en el resto de las topografías. La línea punteada separa los protozoos de los metazoos.

3.2.3.5- DENSIDAD DE LOS GRUPOS DE ORGANISMOS POR TOPOGRAFÍA Y USOS EN EL TIEMPO.

LOMA USO AGRÍCOLA

Los **ciliados** tuvieron la densidad mínima en D1 (4 ind/cm²), aumentando a lo largo del ensayo con su máxima densidad en D5 (135 ind/cm²). Los *taxa* que se registraron en el ensayo con altas densidades fueron *Chilodonella* sp. (D2 a D5), *Halteria* sp., en D3 y D4, principalmente; *Cyclidium* sp1, desde mediados hasta el final del ensayo; *Frontonia* sp., que aportó a la densidad hacia el final (D43), y otros *taxa* que aparecieron en determinados momentos del ensayo: Nassulidae (D1 y D2) y *Vorticella* sp., en D5.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Presentaron densidades bajas a lo largo del ensayo con la mínima en D5 (2 ind/cm²) y la máxima en D3 con 5 ind/cm². Solo dos *taxa* fueron los que más aportaron a la densidad: *Euglypha tuberculata* (cercozoos) y *Arcella hemisphaerica* (amebozoos).

Rotíferos

Presentes en D2 y D5, con *Lecane pyriformis* y *Cephalodella* sp1, ambos *taxa* con densidades menores a 1 ind/cm².

Nematodos

Estuvieron presentes en algunos de los eventos de muestreo (D2, D4 y D5), con representantes juveniles y los *taxa* *Dorylaimus* sp. y *Mesodorylaimus* sp.

Otros grupos

Los quelicerados con una familia de ácaros (gamásidos), se encontraron en mínimas densidades al finalizar el ensayo (D5) (Fig. 19).

LOMA USO MIXTO

Los ciliados se registraron en todo el ensayo, inicialmente con densidades mínimas (3 ind/cm²) y aumentando en los días posteriores, con una máxima de 1622 ind/cm² en D5. Ciertas *taxa* como *Chilodonella* sp. y *Cyclidium* sp1, fueron las que más aportaron a la densidad a lo largo del ensayo y presentaron densidades variables y continuas en los distintos tiempos de muestreo. *Cyclidium* sp1 fue más evidente desde D2, siendo el *taxa* responsable del pico máximo de densidad registrado al final. Otros *taxa* como *Euplotes* sp., *Frontonia* sp., *Pseudochylodonopsis* sp. y un hipotrico Oxytrichidae se registraron en ciertos eventos del muestreo con densidades menores.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Se registraron con un rango de densidad entre 1 a 11 ind/cm², con la menor densidad en D3 y la máxima en D2. Entre los amebozoos, *Arcella discoides*, *Netzelia gramen* y *Diffugia globosa* aportaron a la densidad principalmente desde D2 a D4 mientras que *Euglypha tuberculata* (cercozoos) al final (D5). *Trinema enchelys* (cercozoos), fue la especie que más contribuyó a la densidad.

Rotíferos

Tuvieron su máxima densidad al inicio (D1), con 17 ind/cm² debido a la presencia de *Lecane inopinata*. En D2 disminuyó la densidad del grupo y no se registraron en los tiempos posteriores.

Nematodos

Presentaron su densidad máxima en D2 con 6 ind/cm² y, en los últimos tiempos del ensayo, estuvieron en mínimas densidades. El aporte a la densidad de los nematodos fue principalmente debido a los ejemplares juveniles.

Otros grupos

Otro de los grupos encontrados en un solo evento de muestreo (D2) y en mínimas densidades fueron los anélidos (Enchytraeidae) (Fig. 19).

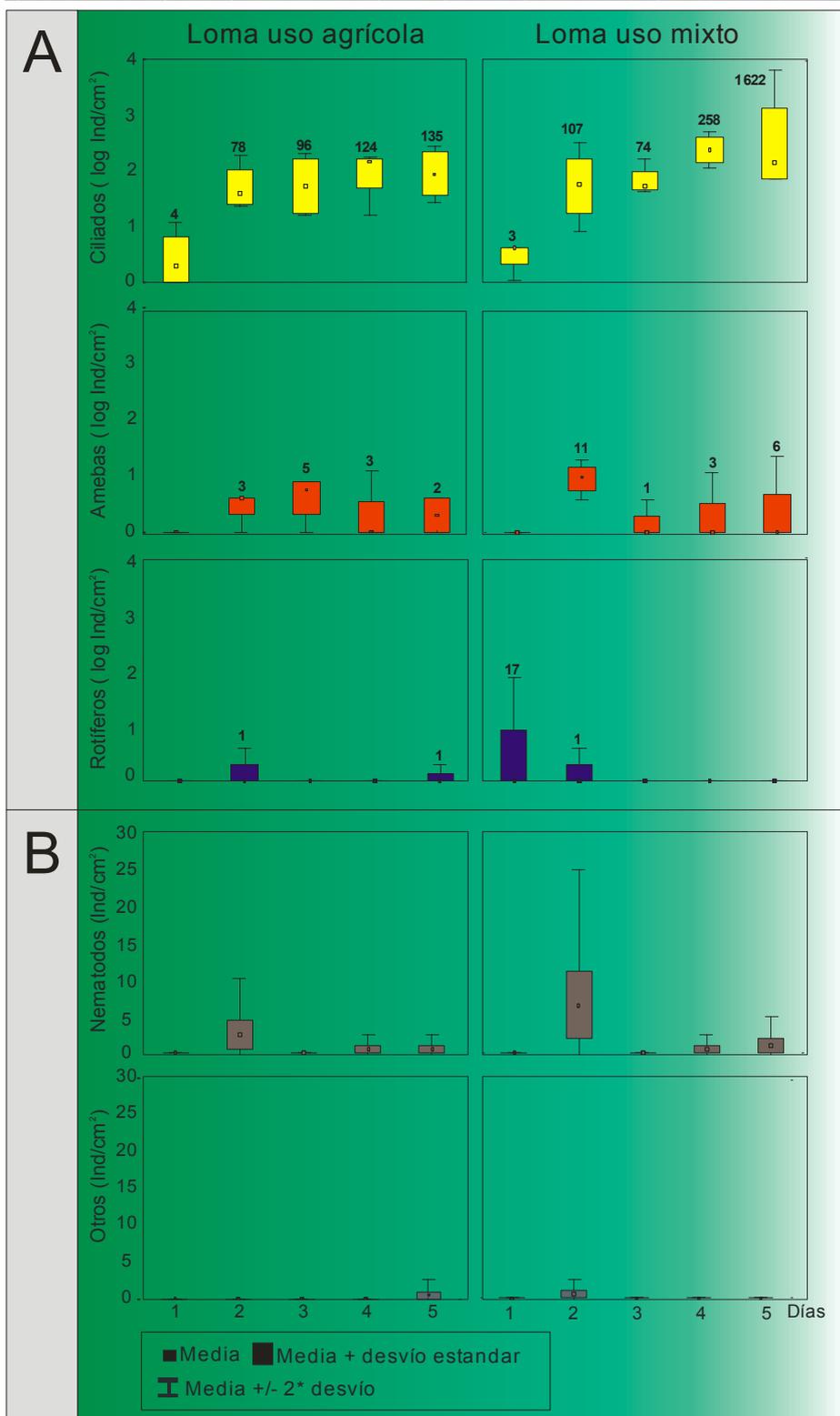


Figura 19- Densidad promedio (ind/cm²) en el tiempo de los grupos de organismos en Loma uso agrícola y mixto. Los grupos con rangos amplios de densidad se expresaron en función logarítmica (A) y se muestra en cada tiempo dicho valor de densidad absoluta (número en cada box plot). Los grupos con bajas densidades (B) se representaron en escalas de valores absolutos (< 30 ind/cm²). En el término “otros” se engloban aquellos grupos con densidades mínimas (L U1: quelicerados; L U2: anélidos).

MEDIA LOMA USO AGRÍCOLA

Los ciliados tuvieron una densidad variable a lo largo del ensayo y se registraron en todos los eventos de muestreo. La mínima densidad se observó en D35 con 68 ind/cm² y la máxima en D11 con 590 ind/cm². Los *taxa* que más aportaron a la densidad fueron: *Cyclidium* sp1 y *Chilodonella* sp., seguidos por *Halteria* sp. y un representante de la familia Oxytrichidae, ambos con densidades variables. *Frontonia* sp., registrada a mediados del ensayo, aumentó su densidad al final y *Vorticella* sp. fue registrada en la etapa final (D43).

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Presentaron su mínima densidad en D11 con 17 ind/cm² y la máxima en D35 con 114 ind/cm². Los *taxa* de cercozoos que hicieron mayores aportes a la densidad fueron *Trinema enchelys*, registrado en todos los eventos de muestreo y *Euglypha tuberculata*, a mediados y final del ensayo. Las especies de amebozoos que aportaron a la densidad fueron por *Netzelia gramen* y *Diffugia oblonga*, principalmente en D35 y D43.

Rotíferos

Se registraron con densidades bajas a lo largo del ensayo, con una máxima de 14 ind/cm² en D35 y una mínima densidad en D5 (1 ind/cm²). Los *taxa* que más aportaron a la densidad fueron *Lepadella patella*, *Lecane clara* y *L. pyriformis*, dos bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2) y *Trichocerca ruttneri*. Excepto los bdeloideos que se hallaron en casi todos los eventos de muestreo, el resto de los *taxa* se encontraron desde D23 hasta el final del ensayo.

Crustáceos

Los copépodos se registraron en un solo evento de muestreo (D17), en bajas densidades y con estadios larvales (larva nauplii) mientras que los ostrácodos en D43 también en estadios juveniles.

Los nematodos, se observaron con densidades bajas en D1, D17, D23 y D43, y su densidad máxima fue en D17 con 3 ind/cm² con estadios juveniles y adultos de *Mesodorylaimus* sp. **Los anélidos** (Enchytraeidae y *Aelosoma* sp.), se registraron desde D11 con la mínima densidad (2 ind/cm²), hasta el final (D35) con una máxima de 8 ind/cm².

Otros grupos

Los quelicerados (acáros, gamásidos) se hallaron en muy bajas densidades en D17 mientras que los gastrotricos, si bien se registraron desde comienzos del ensayo (D11) hasta el final, tuvieron densidades que no superaron los 4 ind/cm² (D43) (Fig. 20).

MEDIA LOMA USO MIXTO

Los **ciliados** tuvieron un valor mínimo de densidad en D23 con 196 ind/cm² y una densidad máxima en D11 con 4847 ind/cm². *Cyclidium* sp1, *Chilodonella* sp., *Frontonia* sp., *Euplotes* sp. y un representante de la familia Oxytrichidae fueron los *taxa* más abundantes y con aparición constante. Los *taxa* más representativos de los tiempos iniciales fueron *Halteria* sp. (D5 a D23) y otros que se registraron en la etapa intermedia- final como Nassulidae, *Aspidisca* sp. y *Vorticella* sp. (D23 a D43). El pico de densidad en D11 se debió al incremento de abundancia de *Cyclidium* sp1.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Presentaron un aumento creciente desde el inicio del ensayo con su mínima densidad (2 ind/cm² en D5) aumentando hasta el final del ensayo, con un máximo de 360 ind/cm² en D29. *Trinema enchelys* y *Euglypha tuberculata* (cercozoa), se encontraron en forma constante y con aportes significativos a la densidad. *Cyclopyxis* sp., *Netzelia gramen* y *Diffugia oblonga* (amebozoa), fueron características en las etapas intermedia y final (desde D23 a D43).

Rotíferos

Aparecieron a mediados del ensayo (D17), con una densidad mínima de 5 ind/cm² y alcanzando la máxima en D43 (122 ind/cm²). Hubo dos *taxa* que se registraron en casi todos los eventos de muestreo: *Lepadella patella* y *Philodina* sp1, mientras *Lecane pyriformis*, *L. tenuiseta*, *Cephalodella* sp3 y *Proales* sp. se registraron con densidades variables en las etapas intermedia y final.

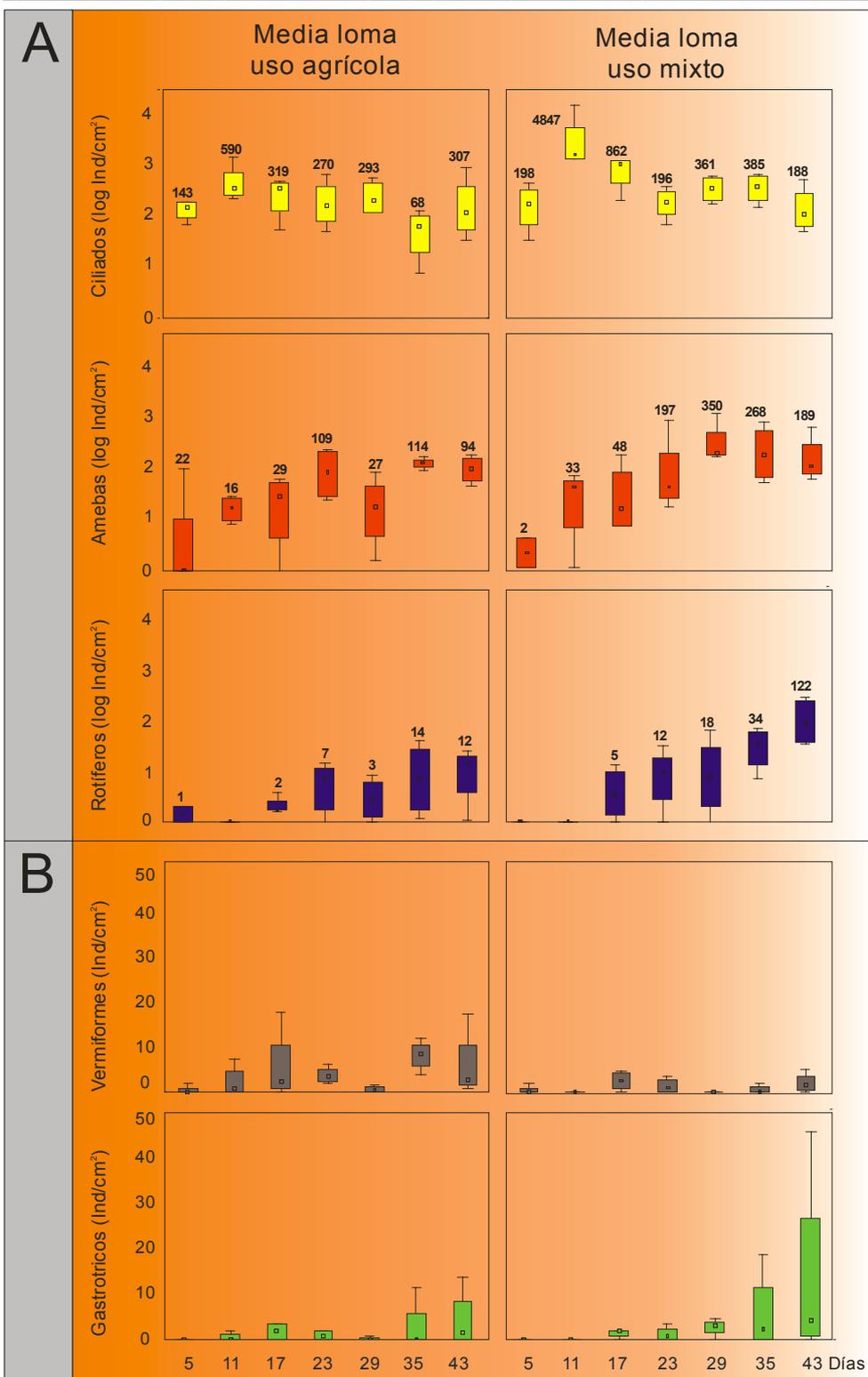
Crustáceos

Solo se observaron ostrácodos con bajas densidades en D35 correspondientes a *Heterocypris* sp.

Los **nematodos**, se registraron en bajas densidades (inferiores a 2 ind/cm²), en casi todos los eventos de muestreo, excepto en D5 y D29. Los aportes a la densidad estuvieron dados por *Dorylaimus* sp. y juveniles. Los **anélidos** (*Aelosoma* sp.) también en bajas densidades, se registraron solo en D17 y D23 y en la instancia final (D43).

Otros grupos

Los quelicerados tuvieron apariciones en D5, D17 y D23, con mínimas densidades, mientras que los hexápodos, se registraron solo en D23 y D29 con larvas de coleópteros y de quironómidos, respectivamente. Los gastrotricos (*Chaetonatus* sp.) se hicieron evidentes desde mediados del ensayo y aumentaron su densidad hacia el final donde tuvieron su máxima de 13 ind/cm². Los tardígrados se registraron en D23 con densidades muy bajas (Fig. 20).



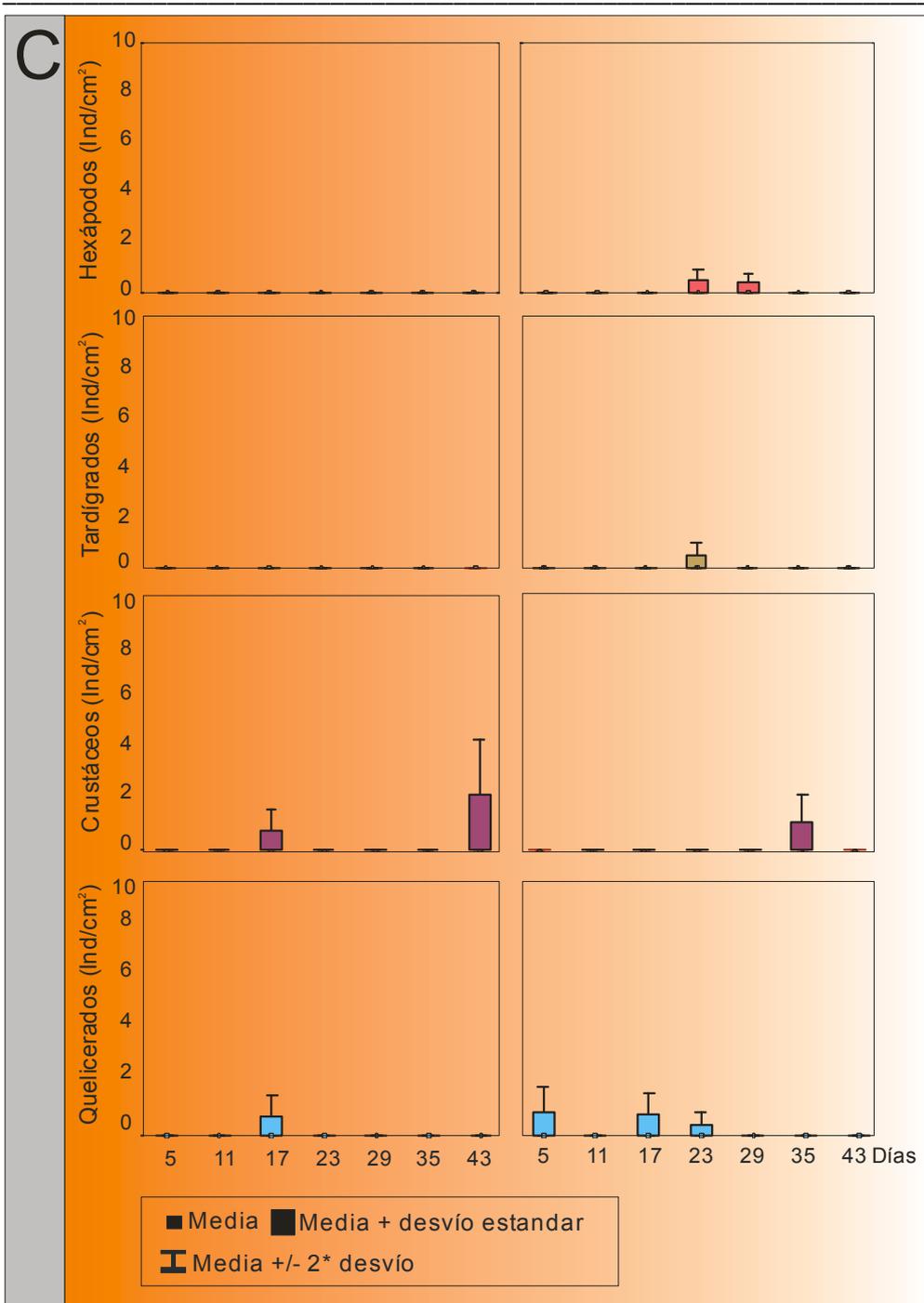


Figura 20- Densidad promedio (ind/cm²) en el tiempo de los grupos de organismos en Media Loma uso agrícola y mixto. Los grupos con rangos amplios de densidad se expresaron en función logarítmica (A) y se muestra en cada tiempo dicho valor de densidad absoluta (número en cada box plot). Los grupos con bajas densidades se representaron en escalas de valores absolutos (B): < 50 ind/cm² y (C): < 10 ind/cm².

BAJO USO AGRÍCOLA

Los ciliados tuvieron su densidad máxima al inicio del ensayo (D5), con 355 ind/cm², decreciendo hacia las etapas intermedia – final (D35), con 21 ind/cm². *Halteria* sp. se registró durante todo el ensayo, con densidades más elevadas en la etapa inicial e intermedia (desde D5 a D29). *Cyclidium* sp1 se registró en todo el ensayo con densidades menores. Otros *taxa* que aportaron a la densidad del grupo en ciertos momentos del ensayo fueron: *Euplotes* sp., *Frontonia* sp. y un *taxa* de la familia Oxytrichidae. *Chilodonella* sp. se registró en D5 y D11, y *Vorticella* sp. en D43, ambas con bajas densidades.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Las amebas se registraron en D5 con una densidad de 1 ind/cm² y alcanzaron la máxima en D11 con 38 ind/cm². Las que más aportaron a la densidad fueron *Diffugia oblonga*, y *Netzelia gramen* entre los amebozoos y *Euglypha tuberculata* y *Trinema enchelys* entre los cercozoos.

Rotíferos

Presentaron una densidad máxima en D11 con 12 ind/cm² mientras que la mínima fue en D5 y D29 (3 ind/cm²). Los *taxa* que más aportaron a la densidad fueron: *Lecane cornuta*, *L. closterocerca*, *Lepadella patella* y *Colurella colurus*.

Crustáceos

Los copépodos fueron evidentes en D11 con estadios larvales que se mantuvieron durante todos los eventos de muestreo con bajas densidades. Los adultos de este grupo se observaron desde D17 a D43, y correspondieron a las especies *Paracyclops fimbriatus* (ciclopoideo) y *Notodiaptomus incompositus* (calanoideo) ambos con densidades inferiores a 4 ind/cm².

Los cladóceros se registraron en D29 y estuvieron representados por *Chydorus sphaericus* que presentó densidades muy bajas. Los ostrácodos se registraron en D29 y D43 con *Heterocypris* sp.

Los nematodos se registraron con bajas densidades en D5, D11 y D43, con juveniles y adultos de *Dorylaimus* sp. **Los anélidos**, *Aelosoma* sp. y un representante de la familia Naididae, aparecieron desde la etapa intermedia hasta la final (D23, D35 y D43) con densidades muy bajas.

Otros grupos

Los hexápodos se registraron con larvas de quironómidos en muy bajas densidades y solo al final del ensayo (D43). Los gastrotricos estuvieron presentes desde el inicio del ensayo (D11) hasta el final, excepto en D29 y sus densidades no superaron los 6 ind/cm². Los tardígrados se encontraron en un solo evento de muestreo (D11), con densidades mínimas (Fig. 21).

BAJO USO MIXTO

Los ciliados se registraron en un rango variable de densidad, con la mínima en D23 con 78 ind/cm² y un máximo de 469 ind/cm² en D17. Los *taxa* más abundantes fueron: *Halteria* sp. durante todo el ensayo excepto en D29; *Cyclidium* sp1 y *Chilodonella* sp. en casi todos los eventos de muestreo mientras que *Frontonia* sp. y un representante de la familia Oxytrichidae se encontraron principalmente al inicio del ensayo. Nassulidae y *Vorticella* sp., se evidenciaron en la etapa intermedia y final del ensayo.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Las amebas aparecieron en D11 y tuvieron un aumento progresivo de la densidad hacia los tiempos intermedios y final alcanzando su pico máximo (295 ind/cm²). Los *taxa* que más aportaron a la densidad fueron *Euglypha tuberculata* y *Trinema enchelys* (cercozoos) desde D11. *Cyclopyxis* sp., fue uno de los *taxa* de amebozoos más abundante y se registró desde las etapas intermedias (D23) hasta el final. Otros *taxa* que también aparecieron en los tiempos intermedios y se mantuvieron hasta el final con densidades mínimas fueron *Netzelia gramen*, *Diffugia oblonga*, *D. globulosa* (amebozoos), y *Trinema lineare* (cercozoos).

Rotíferos

Los rotíferos presentaron escasa densidad a lo largo de todo el ensayo (inferior a 4 ind/cm²), con aportes de dos *taxa* de bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2), *Lecane tenuiseta* y *Lepadella patella*.

Crustáceos

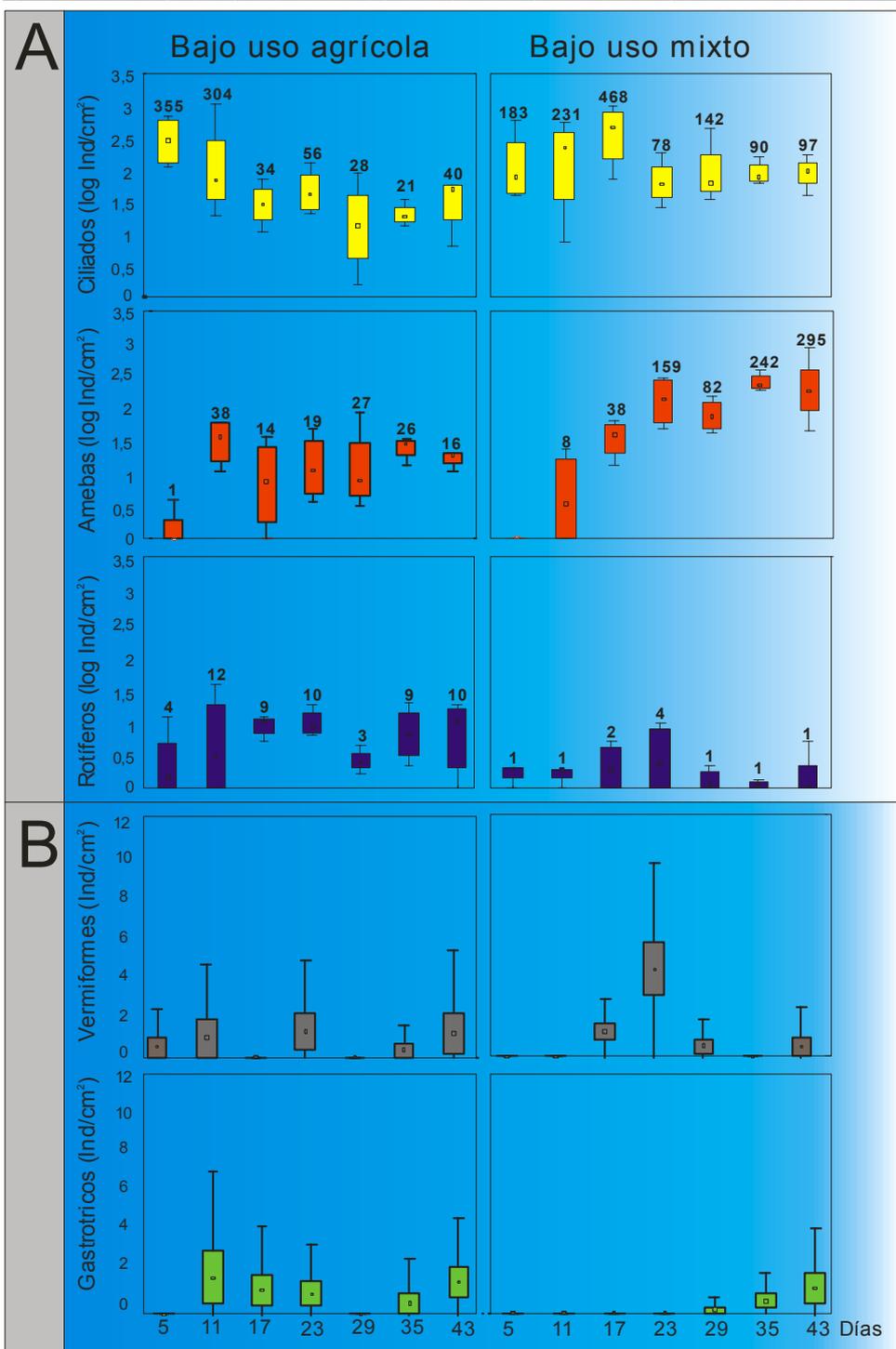
Los copépodos fueron evidentes desde D11 con estadios larvales (nauplii y copepoditos) siempre con escasa densidad. Debe destacarse que en D43 se observaron adultos de ciclopoideo, *Paracyclops fimbriatus*. Los ostrácodos se registraron al final del ensayo con juveniles (D35) y adultos de *Heterocypris* sp. (D43). Los cladóceros, con escasa densidad, se registraron en D29 con *Chydorus sphaericus*.

Los nematodos se registraron a mediados del ensayo (D17 y D23), con densidades que no superaron los 4 ind/cm², con ejemplares juveniles y adultos de *Dorylaimus* sp. y disminuyeron su densidad hacia el final del ensayo.

Los anélidos (*Aelosoma* sp.) se registraron con densidades bajas desde D17 y hasta finalizar el ensayo, excepto en D35.

Otros grupos

Los quelicerados (ácaros, gamásidos), se registraron en D17 y D23, mientras que los gastrotricos se observaron al final del ensayo (Fig. 21).



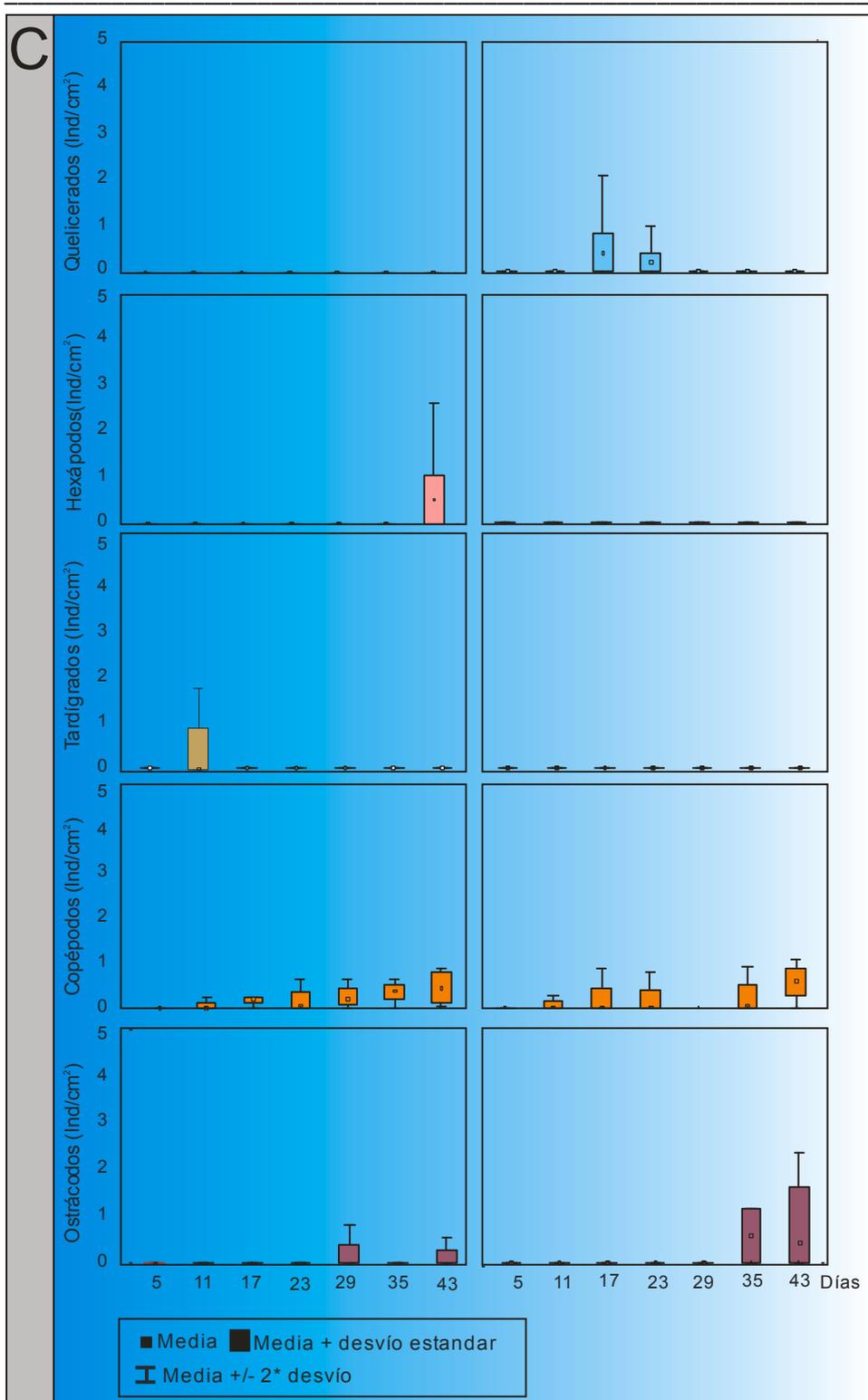


Figura 21-Densidad promedio (ind/cm²) en el tiempo de los grupos de organismos en el Bajo uso agrícola y mixto. Los grupos con rangos amplios de densidad se expresaron en función logarítmica (A) y se muestra en cada tiempo dicho valor de densidad absoluta (número en cada box plot). Los grupos con bajas densidades se representaron en escalas de valores absolutos (B): < 12 ind/cm², (C): < 5 ind/cm². Los cladóceros si bien fueron registrados en esta topografía no fueron graficados debido a que sus densidades fueron muy bajas (< 1 ind/cm²).

3.2.3.6- DIVERSIDAD, EQUITATIVIDAD Y RIQUEZA ESPECÍFICA EN CADA POSICIÓN TOPOGRÁFICA Y USOS

LOMA

A pesar del poco tiempo de inundación, en ambos usos, la diversidad y la riqueza específica fueron aumentando gradualmente a lo largo del ensayo. Los valores máximos de diversidad fueron casi un orden de magnitud mayor que los registrados al comienzo del experimento.

Ambos usos tuvieron la menor diversidad en D1: 0,159 para el uso agrícola (U1) y 0,198 para el uso mixto (U2). Las riquezas específicas también mostraron sus valores mínimos en D1: 1 especie en U1 y 2 especies en U2. En los días posteriores del ensayo, el comportamiento de ambos usos fue diferente.

En el uso agrícola (U1), la diversidad aumentó en D2 y se mantuvo con cambios mínimos hasta D4 donde disminuyó, el número de especies desde D2 a D4 fue similar (4), por lo que los cambios en el valor de diversidad están asociados a diferencias de equitatividad. En D4, cuando la diversidad disminuyó la equitatividad acompañó pasando de 0,718 a 0,633, esto es atribuido a la dominancia de *Chilodonella* sp. Finalmente, en D5 tanto la diversidad (H' :1,31) como la riqueza (6) alcanzaron sus valores máximos (Fig. 22 A).

En uso mixto (U2), se alcanzaron valores máximos de diversidad en D2 de 1,226 coincidiendo con el valor más alto de riqueza (7) y de equitatividad de 0,687. En D3 estos valores descendieron y en D4 la diversidad y la riqueza aumentaron nuevamente, pero la equitatividad disminuyó respecto al día previo, de 0,611 a 0,550, dado que *Chilodonella* sp., *Cyclidium* sp1. y *Frontonia* sp., tuvieron una marcada dominancia numérica para ese día (Fig. 22 A).

MEDIA LOMA

En el uso agrícola (U1), la diversidad mínima se observó en D11 y D29, con valores similares de riqueza (9) y equitatividad (0,4). La diversidad máxima de 1,806 fue en D35, con uno de los valores más altos de riqueza (12) y de equitatividad (0,754). En D43 la diversidad fue de 1,755 con 15 especies, mientras que la equitatividad disminuyó a 0,658, atribuido a la dominancia de *Frontonia* sp. En este sitio, la equitatividad presentó variaciones en un rango entre 0,470 y 0,754. Los valores más bajos ocurrieron en D11 (0,470), D23 (0,490) y en D29 (0,498), en respuesta a la dominancia de ciertas especies, principalmente *Cyclidium* sp1 en los tres tiempos, seguido por *Halteria* sp. en D29 y una especie de cercozoos (*Trinema enchelys*) en D23 (Fig. 22 B).

En el uso mixto (U2), la diversidad máxima de 2,115 se observó en D29 con el valor más alto de riqueza (19) y uno de los valores más altos de equitatividad (0,724). La diversidad mínima de 0,930 fue al inicio de la inundación (D11), en coincidencia con el valor más bajo de equitatividad (0,407). La equitatividad presentó un rango entre 0,4 y 0,75. Los dos valores más bajos fueron en D11 y D17, momentos en que *Cyclidium* sp1 presentó valores de densidad muy superiores al resto de las especies. En D11 se observó el pico máximo de densidad promedio de esta especie, con valores de más de 3 órdenes de magnitud al resto de los *taxa*. (Fig. 22 B).

BAJO

En el uso agrícola (U1), la diversidad mínima fue de 0,843 y ocurrió en D5, coincidiendo con la mínima riqueza (6) y la más baja equitatividad (0,488). En los días posteriores, hasta D23, la diversidad y equitatividad aumentaron y la riqueza varió entre 10 y 15. En D23 la diversidad presentó su valor máximo de 2,280 con una equitatividad de 0,852. En D29, se observó que la diversidad, la riqueza y la equitatividad

disminuyeron y posteriormente aumentaron nuevamente en D35 y D43. La equitatividad tuvo valores promedio entre 0,488 y 0,847. La disminución en D29 (de 0,852 a 0,638) pudo deberse a la dominancia de una especie de cercozoos (*Trinema enchelys*), con valores promedio de densidad que en algunos casos duplicaron al resto de los *taxa* en esa instancia (Fig. 22 C).

En el uso mixto (U2), se observó una disminución de los índices de diversidad y equitatividad entre D5 y D11, a pesar que la riqueza no mostró cambios (5 *taxa*). La diversidad mínima se observó en D11 con 0,659 por dominancia de dos *taxa*, *Chilodonella* sp. y *Cyclidium* sp1, que provocaron una disminución en la equitatividad (de 0,764 a 0,659). En D17 la diversidad y la riqueza aumentaron, pero la equitatividad disminuyó nuevamente (0,588), por la misma causa. En D23, la diversidad fue de 2,392, la riqueza de 19 *taxa* y la equitatividad de 0,818. En la etapa final (D29 a D43) los rangos de diversidad y riqueza se mantuvieron con pocas variaciones, mientras que la equitatividad disminuyó nuevamente (principalmente en D35 y D43) por la dominancia de una especie de amebozoos (*Cyclopyxis* sp.) (Fig. 22 C).

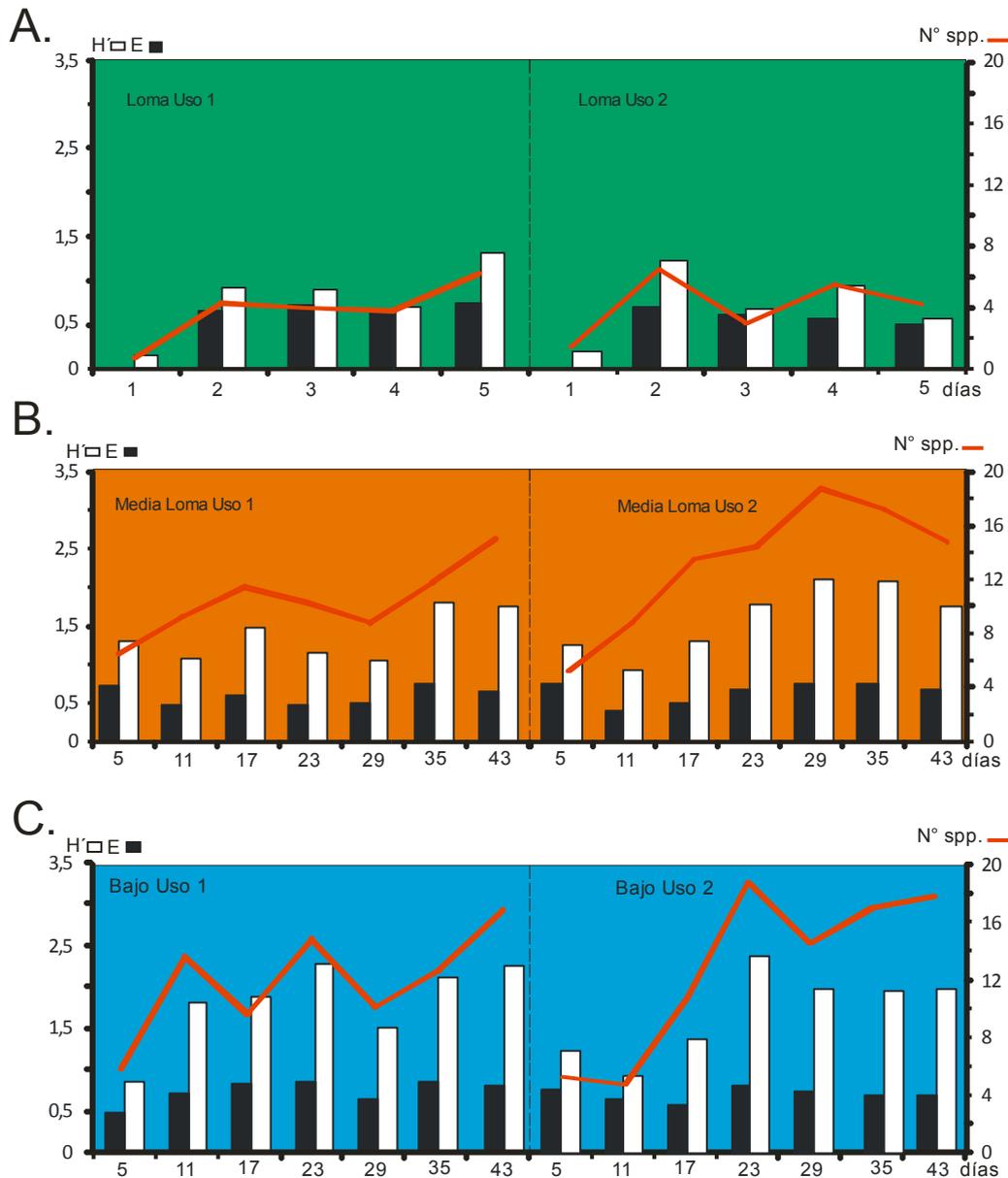


Figura 22- Diversidad específica (H') (barras blancas), equitatividad (E) (barras negras) y riqueza específica promedio (línea continua) en cada topografía y sus usos. A: Loma uso agrícola y uso mixto, B: Media loma uso agrícola y uso mixto, C: Bajo uso agrícola y uso mixto.

En las tres topografías estudiadas, las diversidades fueron máximas en las etapas intermedias y finales de la inundación. Las disminuciones en la equitatividad fueron provocadas en todas las oportunidades por la dominancia de *taxa* de protozoos. Por otro lado, los máximos observados en el Bajo duplicaron a los observados en la Loma.

3.2.3.6.1- DIFERENCIA DE MEDIAS ENTRE TOPOGRAFÍAS Y USOS PARA LA RIQUEZA, DENSIDAD Y DIVERSIDAD ESPECÍFICAS.

Se realizó un análisis de diferencias de medias para la riqueza, densidad y diversidad específica de todos los tiempos de inundación del ensayo para cada topografía y uso. Loma no se incluyó en el análisis por el corto tiempo de inundación. En cada caso se describen los promedios y sus desvíos.

Tabla 8- Riqueza y diversidad promedio de todo el ensayo y desvíos para cada topografía y usos.

Topografía- usos	RIQUEZA	DIVERSIDAD	DENSIDAD
	Promedio (+/- desvío)	Promedio (+/- desvío)	Promedio (+/- desvío)
Media Loma agrícola	10,43 (4,31)	1,38 (0,61)	357,81 (308,25)
Media Loma mixto	13,25 (4,92)	1,60 (0,55)	1488,54 (3278,38)
Bajo agrícola	11,82 (4,6)	1,81 (0,65)	189,27 (283,05)
Bajo mixto	12,68 (5,96)	1,70 (0,62)	317,97 (235,66)

Las riquezas promedio más elevadas fueron en Media Loma y Bajo del uso mixto, seguido por el Bajo agrícola. La menor riqueza promedio fue para Media Loma uso agrícola. Respecto a las diversidades promedio, los valores promedio más elevados fueron en la topografía del Bajo para ambos usos.

La densidad promedio más alta se dio un Media Loma uso mixto, cuadruplicando los valores del resto de las topografías y con un desvío estándar que muestra una gran dispersión entre las réplicas, ya que se observó un pico de densidad de una especie de ciliado *Cyclidium* sp. (Tabla 8).

3.2.3.7- GRUPOS TRÓFICOS EN CADA POSICIÓN TOPOGRÁFICA Y USOS

LOMA USO AGRÍCOLA

Ciliados

Los **omnívoros** (alimentación a base de bacterias, diatomeas, cianobacterias y algas de pequeño tamaño) estuvieron presentes en todos los tiempos de muestreo con una densidad creciente a lo largo del ensayo. *Chilodonella* sp. fue evidente desde D2 y se mantuvo en el resto de los muestreos siendo dominante. *Frontonia* sp. y Oxytrichidae en D1; *Halteria* sp. desde D3 a D5, y en esta última instancia también se observó la presencia de *Frontonia* sp. con bajas densidades. Los ciliados **bacterívoros**, también se encontraron a lo largo de todo el ensayo con escasa densidad siendo *Cyclidium* sp. el taxa representativo de este grupo excepto en D5 cuando apareció *Tetrahymena* sp. Los ciliados **herbívoros**, también con poca densidad, estuvieron presentes en D2 con Nassulidae mientras que **los depredadores** estuvieron presentes solo en D5 con el género *Dileptus*.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Se observaron en bajas densidades y asociadas a una alimentación **omnívora**. Las especies encontradas durante el ensayo fueron amebozoos como *Arcella discooides* en D2 y *Arcella hemisphaerica* (D3) y cercozoos con *Euglypha acantophora* en D4 y *Euglypha tuberculata*, que se observó desde D3 hasta el final (D5).

Rotíferos

Correspondieron a dos grupos tróficos (herbívoros y depredadores) con muy bajas densidades y en determinados momentos del ensayo. **Los herbívoros** estuvieron

presentes en D2 con *Lecane pyriformis* y **los depredadores** en D5 con el género *Cephalodella*.

Otros

Los nematodos encontrados responden a dos hábitos tróficos, **los fitófagos** que se observaron en D2, D4 y D5 con *Mesodorylaimus* sp. y **los omnívoros** en D2 con *Dorylaimus* sp. Los quelicerados (ácaros, gamásidos) con hábitos **depredadores** se observaron al finalizar el ensayo (D5) (Fig. 23 y Anexo I.1: Tabla 1 y Fig.1).

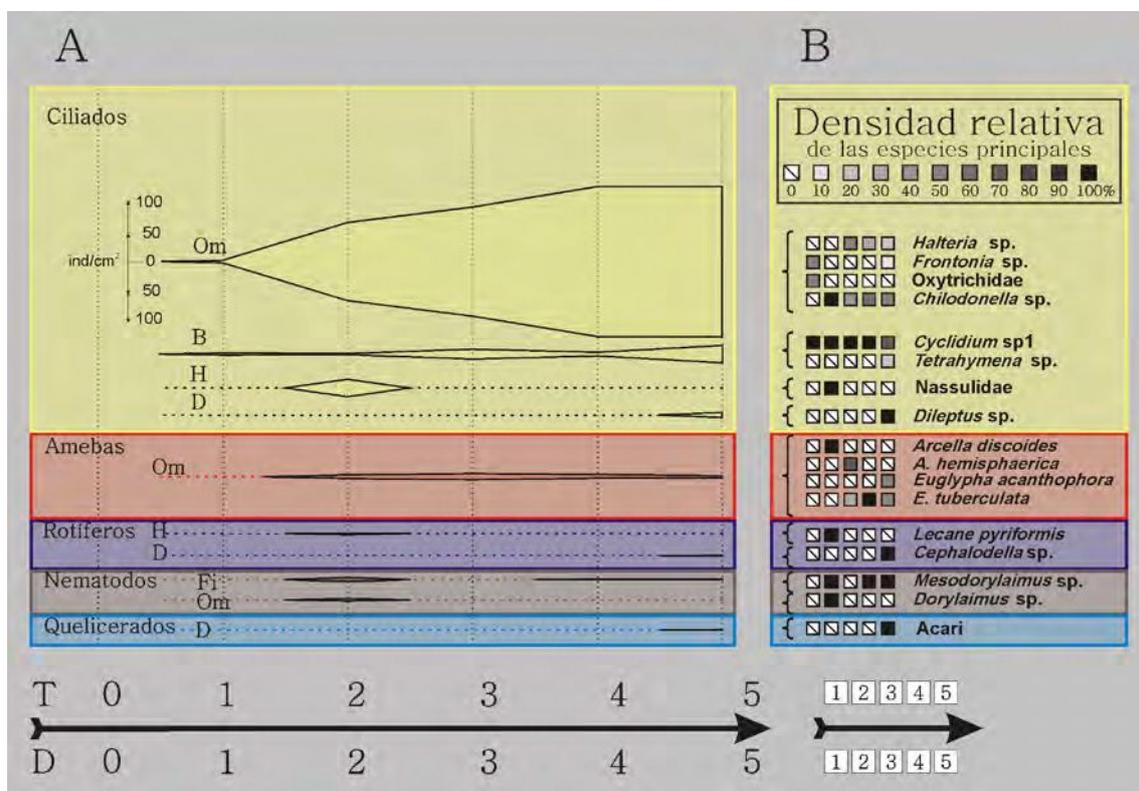


Figura 23- A: Variación temporal de los grupos tróficos en Loma uso 1. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm² (cuando este valor se supera se indica en dicha figura). La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencias: días (D), tiempo (T). Referencias de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), fitófagos (Fi). B: *taxa* representativos de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo de muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada taxón en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron los *taxa* con densidad relativa superior al 10 %.

LOMA USO MIXTO

Ciliados

Los omnívoros se registraron siempre y fueron aumentando en el tiempo con un máximo en D4. El *taxa* que representó a este grupo fue *Chilodonella* sp. y se registró en todos los eventos de muestreo. **Los bacterívoros**, con *Cyclidium* sp1, estuvieron en D2 y D3 con bajas densidades, aumentando hacia D4 y mostrando un pico máximo al final (D5). **Los herbívoros** como *Pseudochilodonopsis* sp. estuvieron presentes en D2, D3 y D5 con bajas densidades aumentando hacia el final. **Los depredadores**, con *Dileptus* sp. solo se registraron en D4 con bajas densidades.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Los *taxa* registrados responden a una alimentación **omnívora**. La densidad de este grupo fue baja y uniforme en el tiempo y las especies representativas fueron *Arcella discoidea*, *Netzelia gramen*, *Diffugia oblonga* y *Trinema enchelys* en D2. Por otra parte, *Trinema enchelys* también se encontró en D3, *Netzelia gramen* en D4 y *Euglypha tuberculata* en D5.

Rotíferos

Se encontraron al inicio del ensayo con bajas densidades. Las especies registradas con hábitos **herbívoros** fueron *Lecane inopinata* en D1 y *Philodina* sp1 en D1 y en D2.

Otros

Los nematodos estuvieron presentes con muy bajas densidades. *Mesodorylaimus* sp., nematodo **fitófago** se encontró en D2 y en D4, mientras que *Dorylaimus* sp., de hábito **omnívoro** en, D5. Los anélidos de la familia Enchytraeidae, de hábito **omnívoro**, se observaron sólo en D2 en bajas densidades (Fig. 24 y Anexo I.1: Tabla 1 y Fig.1).

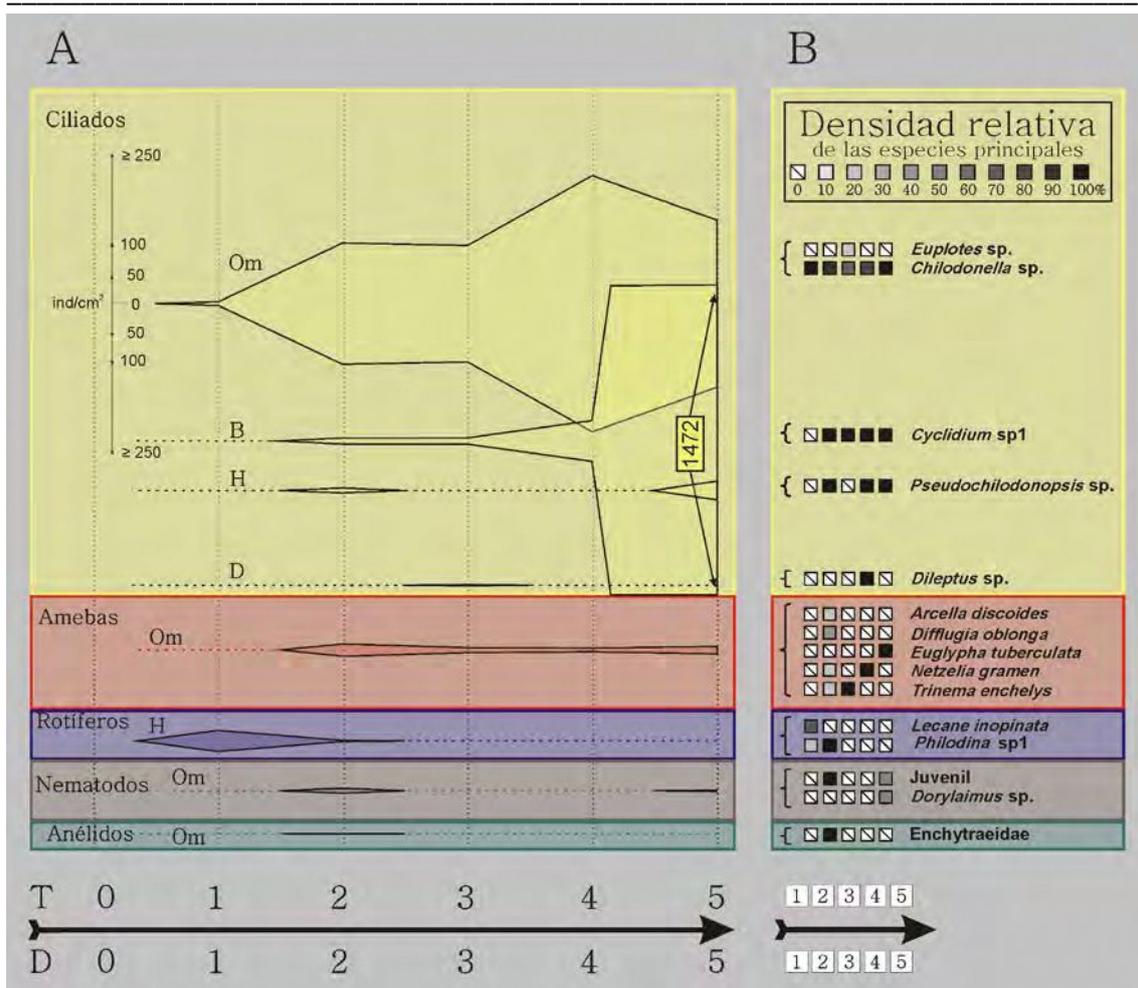


Figura 24 - A: Variación temporal de los grupos tróficos en Loma uso 2. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm², (cuando este valor se supera se indica en dicha figura). La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencias: días (D), tiempos (T). Referencias de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), fitófagos (Fi). B: *taxa* representativos de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo de muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada taxón en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron los *taxa* con densidad relativa superior al 10 %.

En síntesis y de acuerdo a la densidad de cada grupo trófico, en Loma ambos usos, se destacaron: omnívoros, bacterívoros y herbívoros, con depredadores de pequeño y gran porte en bajas densidades en las etapas intermedia y final.

MEDIA LOMA USO AGRÍCOLA

Ciliados

Se registraron cuatro grupos tróficos, de los cuales dos estuvieron presentes en todos los eventos de muestreo, omnívoros y bacterívoros, con rangos variables en sus abundancias. **Los omnívoros** tuvieron la mayor abundancia en D43 y la menor en D23 y estuvieron representados por *Halteria* sp. y un representante de la familia Oxytrichidae. *Chilodonella* sp. se encontró al inicio del ensayo (D5 y D11) mientras que *Euplotes* sp. y *Frontonia* sp. desde D29 a D43. **Los bacterívoros** estuvieron representados por *Cyclidium* sp1, dominante en todo el ensayo y *Cinetochilum* sp. al final (D35 y D43). Los ciliados **herbívoros** con representantes de Nassulidae solo estuvieron presentes en D11, con densidades mínimas. Los ciliados **depredadores** estuvieron presentes con tres *taxa*, *Acineria* sp. y *Litonotus* sp. en D17 y *Dileptus* sp. en D11 y D43. En estos eventos de muestreo las densidades de este grupo fueron bajas.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Las amebas fueron todas **omnívoras** y la densidad del grupo aumentó hacia mediados del ensayo, con un máximo en D35. *Trinema enchelys* (cercozoo), fue la única especie que se registró en todos los eventos de muestreo. Otras especies de cercozoos y amebozoos estuvieron presentes en determinados momentos como *Diffflugia oblonga* en D11 y D43; *Euglypha tuberculata* en D5, D17 y D29 y *Netzelia gramen* al final del ensayo (D35 y D43).

Rotíferos

Los **herbívoros** presentaron bajas densidades y estuvieron presentes en ciertos momentos del ensayo. Un grupo representativo como los bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2), estuvieron presentes en las etapas inicial, media y final del ensayo, así como dos especies de *Lecane* (*L. clara* en D17 y *L. pyriformis* en D43). Dentro de los rotíferos de hábito **depredador** se registraron a *Cephalodella* sp1 en D29 y *Trichocerca ruttneri* en los tiempos finales (D35 y D43).

Nematodos

En los nematodos se registraron dos grupos tróficos: **los omnívoros** con *Dorylaimus* sp. y **los fitófagos**, con *Mesodorylaimus* sp. Las densidades de ambos grupos mencionados fueron muy bajas.

Crustáceos

Los copépodos como larvas nauplii (**herbívoros filtradores**) y los ostrácodos juveniles (**detritívoros**), se encontraron en muy bajas densidades en D17 y D43, respectivamente.

Otros

Los quelicerados de hábito **depredador** como los ácaros gamásidos, se registraron en un tiempo intermedio del ensayo (D17). Los anélidos (Familia Enchytraeidae y *Aelosoma* sp.) y los gastrotricos, con el género *Chaetonotus*, ambos grupos de alimentación **omnívora**, estuvieron presentes en todo el ensayo con excepción del tiempo inicial (D5) (Fig. 25 y Anexo I.1: Tabla 1 y Fig.2).

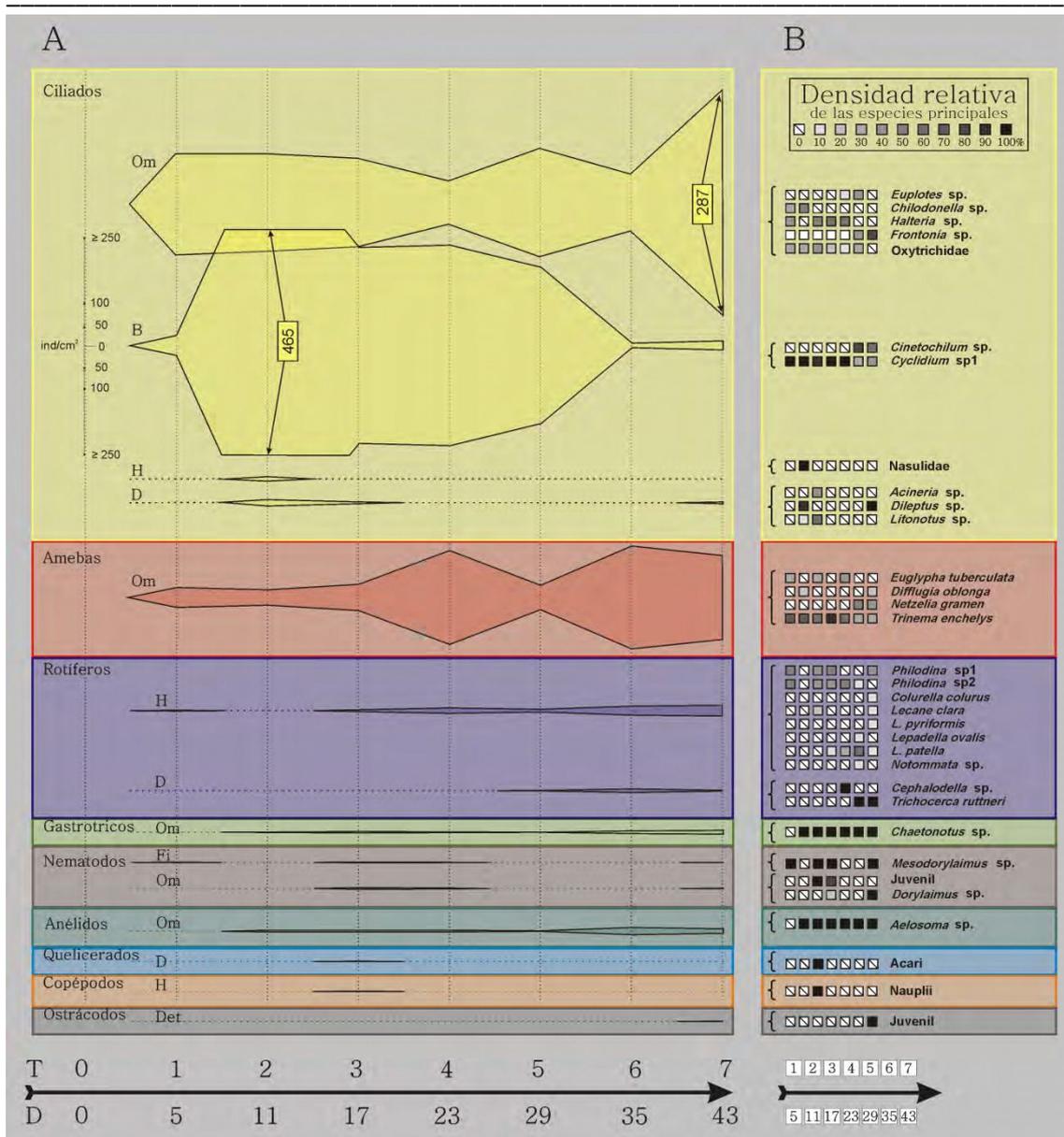


Figura 25- A: Variación temporal de los grupos tróficos en Media Loma uso 1. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm², (cuando este valor se supera se indica en dicha figura). La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencias: días (D), tiempos (T). Referencias de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), fitófagos (Fi). B: *taxa* representativos de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo de muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada *taxa* en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron los *taxa* con densidad relativa superior al 10 %.

MEDIA LOMA USO MIXTO

Ciliados

Al igual que en el uso 1, se registraron cuatro grupos tróficos, dos de los cuales se hicieron presentes durante todo en ensayo (omnívoros y bacterívoros). **Los omnívoros** estuvieron presentes en todos los eventos de muestreo y los *taxa* que representaron este grupo trófico fueron: *Halteria* sp. y *Chilodonella* sp., al inicio del ensayo (D5 y D11), *Euplotes* sp. (D11; D29 y D35), *Frontonia* sp. desde D17 a D43, la familia Oxytrichidae en D17 hasta D29, y una especie de *Vorticella* sp. en tiempos intermedios (D23 y D29) y en el final (D43). **Los bacterívoros** se registraron con *Cyclidium* sp1, como la especie más representativa, con un pico máximo en D11 (14687 ind/cm²), mientras que otras especies aparecieron esporádicamente en menores densidades como *Cyclidium* sp2, en D29 y D35; *Cinetochilum* sp. en D43 y *Aspidisca* sp. en D23 y D29. Los ciliados **herbívoros** se registraron en D17 hasta D43, con representantes de Nassulidae, con bajas densidades inicialmente y con aumentos hacia el final (máxima en D35). Los ciliados **depredadores**, se hicieron evidentes en casi todos los tiempos de muestreo (excepto en D5 y D23) con muy bajas densidades. Las especies representativas de este grupo fueron *Litonotus* sp. en D11, D17 y al final en D35 y D43, mientras que *Spathidium* sp. se registró en D17 y D29.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Las amebas registradas fueron todas **omnívoras** y su densidad aumentó en el tiempo con el valor máximo en D29 y D35. Las especies representativas dentro del grupo de los cercozoos fueron *Trinema enchelys*, al inicio del ensayo (D5 al D17) y *Euglypha tuberculata* (D11 a D29). Entre los amebozoos se encontraron *Cyclopyxis* sp. desde D23 a D43 y otras especies aparecieron en un solo evento de muestreo como *Diffflugia oblonga* (D5) y *Netzelia gramen* (D32).

Rotíferos

Los **herbívoros** se hicieron evidentes en las etapas intermedias de inundación (D17 en adelante), con aumento de su densidad hacia el final. Las especies representativas de este grupo fueron los bdeloideos como *Philodina* sp1 y *Philodina* sp2 en D17 y D23, *Lepadella patella* desde D23 hasta el final, una especie de *Proales* y *Lecane pyriformis*, ambos en D35 y este último también en D43. Los rotíferos **depredadores** por otro lado, con baja densidad, se registraron en D29 con *Trichocerca ruttneri* y en D43, con *Cephalodella* sp.

Otros

Los omnívoros estuvieron representados por estadios juveniles y adultos de nematodos, gastrotricos del género *Chaetonotus* y anélidos del género *Aelosoma*. Estos grupos estuvieron presentes desde D17 a D43. Por otra parte se encontraron quelicerados **depredadores** (ácaros) y **omnívoros detritívoros** como el ostrácodo *Heterocypris* sp., también tardígrados y hexápodos (larvas de Coleoptera y Chyronomidae) con hábitos diferentes **de omnivoría** (Fig. 26 y Anexo I.1: Tabla 1 y Fig. 2).

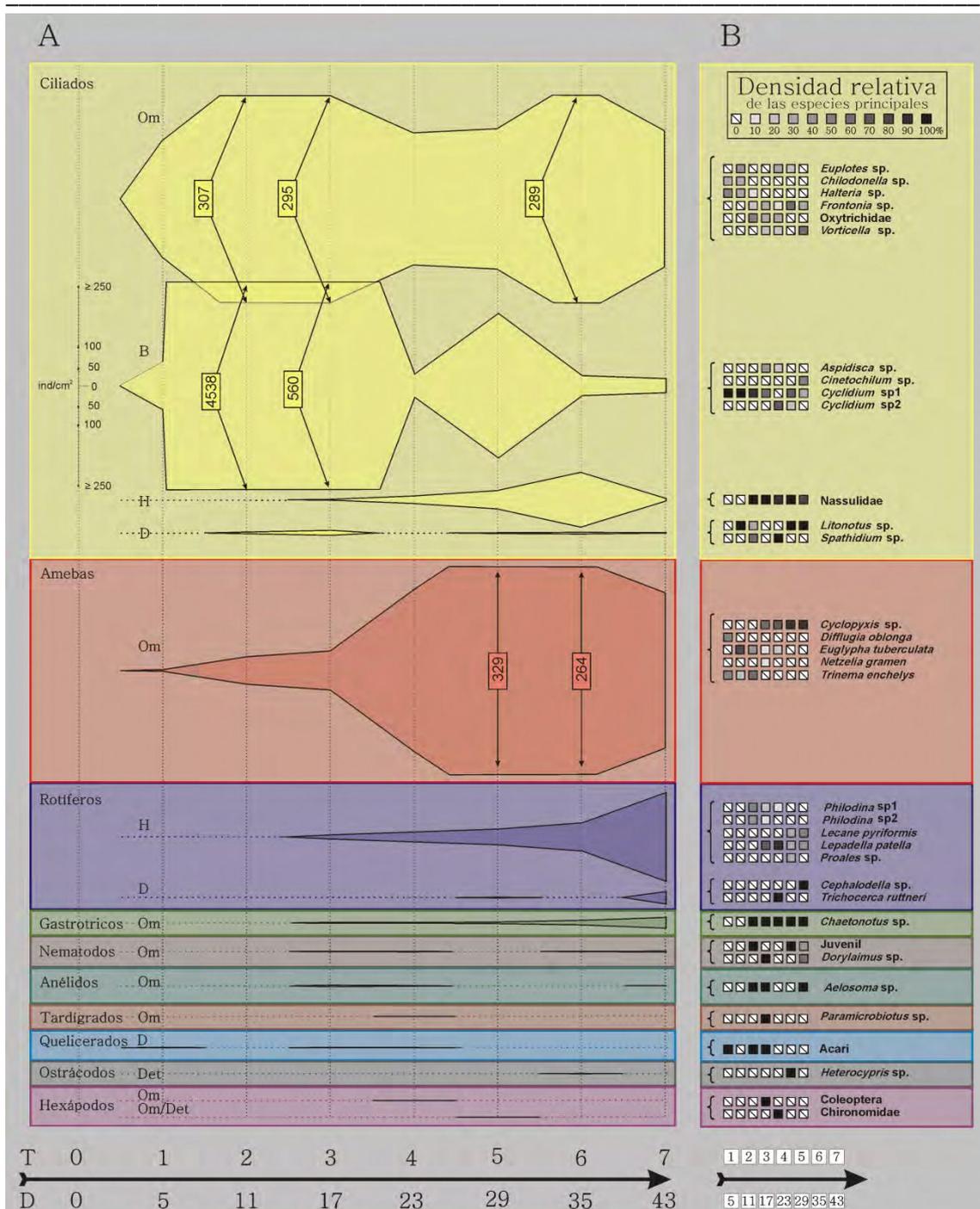


Figura 26- A: Variación temporal de los grupos tróficos en Media Loma uso 2. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm² (cuando este valor se supera se indica en dicha figura). La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencias: días (D), tiempos (T). Referencias de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), fitófagos (Fi). B: *taxa* representativos de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo de muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada *taxa* en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron los *taxa* con densidad relativa superior al 10 %.

De acuerdo a la densidad de cada grupo trófico en media loma, ambos usos, se destacaron: bacterívoros y omnívoros, seguidos por los herbívoros. Los depredadores y los detritívoros se registraron principalmente en las etapas intermedia y final de la sucesión.

BAJO USO AGRÍCOLA

Ciliados

Se registraron cuatro grupos tróficos entre los ciliados, dos de los cuales estuvieron presentes en todos los eventos de muestreo (omnívoros y bacterívoros), siendo el grupo de **los omnívoros** el que presentó mayor densidad desde D5 a D23. Dentro de este grupo, las especies más representativas fueron *Halteria* sp., presente en todo el ensayo excepto en D35 y otras especies con apariciones esporádicas como *Frontonia* sp. en D35, *Euplotes* sp. y *Chilodonella* sp. en D23 y una especie de Oxytrichidae presente hacia el final (D35 y D43). Entre los ciliados **bacterívoros**, *Cyclidium* sp1 fue la especie que más aportó a la densidad y estuvo presente en todos los eventos de muestreo, mientras que *Cinetochylum* sp. se observó en D23 y en D43. Los ciliados **herbívoros**, como *Mesodinium* sp. y *Pseudochydonopsis* sp., se presentaron con bajas densidades desde mediados hacia el final del ensayo: *Mesodidium* sp. en D23 y D43 y *Pseudochydonopsis* sp. en D29 y D35. Los ciliados **depredadores**, se encontraron en ciertos eventos de muestreo, con 3 especies: *Dileptus* sp. y *Prorodon* sp. en D23 mientras que *Spathydium* sp. en D11.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Se registraron *taxa* de los grupos amebozoos y cercozoos con alimentación **omnívora**.

Al inicio del ensayo, se hicieron evidentes las especies *Euglypha tuberculata* (D5 y D11) y *Diffflugia oblonga* (D11). En las etapas intermedias (D17 y D23) aparecieron *D. oblonga* y *Netzelia gramen*, así como *Diffflugia lobostoma* y *E. tuberculata* mientras que en D29 solo se encontró la especie *Trinema enchelys*. En la etapa final del ensayo (D35) se registraron, con bajas densidades, especies del género *Diffflugia*: *D. globulosa* y *D. lobostoma*, también *Centropyxis ecornis*; *Netzelia gramen* y *E. tuberculata*. En D43, el género *Diffflugia* fue el que aportó más a la densidad con *Diffflugia globulosa* y *D. oblonga* mientras que *E. tuberculata* se presentó con menor densidad.

Rotíferos

Los de hábitos **herbívoros** estuvieron presentes en todos los eventos de muestreo con bajas densidades. El género *Lecane* estuvo en todo el ensayo, con especies como *L. closterocerca*, *L. cornuta*, *L. pyriformis* y *L. aculeata*. *Lepadella patella* se registró en casi todos los eventos de muestreo excepto en D5 y D35 mientras que *Colurella colurus* se encontró en D29. Los bdeloideos (especies de *Philodina* y *Adineta* sp.) se registraron desde D23 a D43. Los **depredadores** como *Trichocerca ruttneri*, *T. pusilla* y *T. iernis* estuvieron presentes en D11, D17, D35 y D43, mientras que *Cephalodella* sp1 estuvo solo en D23 con muy baja densidad.

Crustáceos

Entre los crustáceos, los copépodos fueron diferenciados en tres grupos tróficos de acuerdo a su estadio del ciclo de vida. Las larvas nauplii, de hábitos **herbívoros**, estuvieron presentes con bajas densidades en todo el ensayo excepto en el tiempo inicial (D5). Los copepoditos de ciclopoideos de hábitos **omnívoros** y los de calanoideos de hábitos **herbívoros** solo estuvieron al final (D35 y D43). Los adultos de *Paracyclops fimbriatus*, también de hábitos **omnívoros**, fueron registrados desde D17 a D43. Los ostrácodos, de hábitos **detritívoros**, se observaron en D23 y en D43 y los cladóceros **detritívoros** con la especie *Chydorus sphaericus*, en D29, en ambos casos con baja densidad.

Otros

Los nematodos **omnívoros** representados por el género *Dorylaimus* fueron registrados al inicio (D5 y D11) y al final (D43) con bajas densidades. Otros grupos de hábitos **omnívoros** fueron los anélidos como *Aelosoma* sp. y una especie de la familia Naididae que estuvieron presentes en los tiempos intermedios (D23) y hacia el final del ensayo (D35 y D43). Los hexápodos (larvas de quironómidos) estuvieron en D43 mientras que los tardígrados con una especie de *Paramacrobiotus*, en D11 y los gastrotrícos con *Chaetonotus* sp., se encontraron con bajas densidades durante todo el ensayo, excepto en D5 y D29 (Fig. 27 y Anexo I.1: Tabla 1 y Fig. 3).

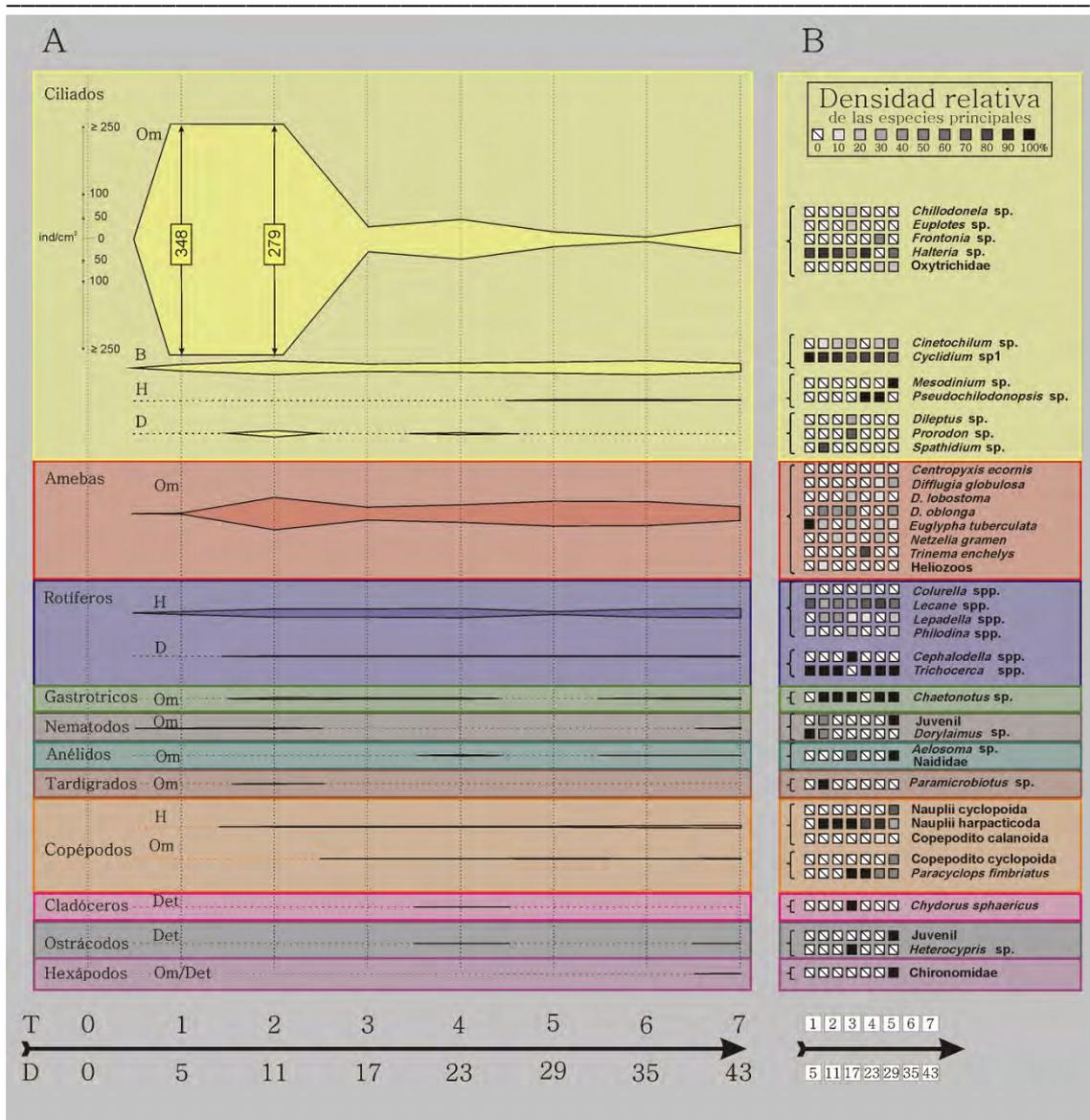


Figura 27- A: Variación temporal de los grupos tróficos en Bajo uso 1. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm² (cuando este valor se supera se indica en dicha figura). La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencias: días (D), tiempos (T). Referencias de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), fitófagos (Fi). B: *taxa* representativos de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo de muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada *taxa* en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron las especies con densidad relativa superior al 10 %.

BAJO USO MIXTO

Ciliados

Se diferenciaron 4 grupos tróficos, dos de los cuales se registraron en todos los tiempos de muestreo (omnívoros y bacterívoros) con densidades similares. **Los omnívoros** que estuvieron presentes fueron *Chilodonella* sp., en todo el ensayo; *Vorticella* sp. en D23 hasta D43; *Euplotes* sp. desde D5 a D23 y *Halteria* sp. en D5. Entre **los bacterívoros**, *Cyclidium* sp1 se registró en todos los eventos de muestreo y fue la especie que más aportó a la densidad total de este grupo (505 ind/cm² en D17), mientras que *Cyclidium* sp2 apareció a mediados del ensayo en D23 y se mantuvo hasta el final con densidades menores. Los ciliados **herbívoros** como *Pseudochylodonopsis* sp. y Nassulidae se encontraron en todo el ensayo excepto en D11. Los **depredadores** como *Dileptus* sp. en D17 y D23 y *Litonotus* sp. en D43, estuvieron presentes con densidades mínimas.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Las amebas (amebozoos y cercozoos) registradas fueron **omnívoras** y la densidad del grupo aumentó gradualmente, observándose las densidades máximas desde mediados hasta el final del ensayo (D43). Se destacó una especie de *Cyclopyxis* con una densidad máxima en D43 (611 ind/cm²). Las especies más conspicuas de este grupo fueron *Euglypha tuberculata* que estuvo presente desde D11 a D35, mientras que el resto de las especies aparecieron desde tiempos intermedios hacia el final como *Trinema enchelys* desde D17 a D29, *Cyclopyxis* sp. de D23 a D43, *Netzelia gramen* en D23 y D43, y dos especies de *Diffugia*: *D. lucida* y *D. oblonga* en D29 y D35.

Rotíferos

Se diferenciaron dos grupos tróficos: herbívoros y depredadores. **Los herbívoros** estuvieron presentes en todo el ensayo con densidades bajas. Se registraron dos especies del género *Lecane*: *L. tenuiseta* al inicio (D5 y D11) y en D35 y *L. inopinata* en D5. *Lepadella patella* estuvo presente en D29 mientras que *Taphrocampa* sp. en D17 y D29. *Philodina* sp1 se registró en D5 y D43 mientras que *Philodina* sp2 se la halló en D17, D23 y D35. Los **depredadores** se hallaron en muy baja densidad, representados por *Cephalodella* sp1 (D17) y *Trichocerca iernis* (desde D1 a D29).

Crustáceos

Los ostrácodos registrados del género *Heterocypris* son **omnívoros detritívoros** y se observaron al finalizar el ensayo (D35 y D43). El cladóceros *Chydorus sphaericus* de hábito **detritívoro**, apareció en D29 con muy bajas densidades. Entre los copépodos, los **herbívoros (larvas nauplii)** fueron observados con bajas densidades en los tiempos intermedios (D17 y D23) y finales (D35 y D43); **los omnívoros** (copepoditos), se hicieron evidentes desde D11 con muy bajas densidades, mientras los copepoditos **herbívoros** (calanoideos), se hicieron evidentes hacia el final y un copépodo adulto **omnívoro - depredador**, *Paracyclops fimbriatus* se registró en D43 con bajas densidades.

Otros

Los nematodos **omnívoros**, representados por *Dorylaimus* sp., desde D17 a D29, con estadios juveniles, mientras que los adultos en D17 y D23. Los gastrotrícos **omnívoros**, también con bajas densidades, estuvieron presentes desde D29 a D43. Los quelicerados **depredadores** (ácaros), estuvieron presentes en D17 y D23, con bajas densidades. Un anélido **omnívoro**, *Aelosoma* sp., fue encontrado desde D17 hasta el final excepto en

D35 (Fig. 28 y Anexo I.1: Tabla 1 y Fig. 3). **En síntesis**, de acuerdo a la densidad de cada grupo trófico en el bajo, ambos usos, se destacaron: omnívoros - bacterívoros, herbívoros de pequeño porte, herbívoros y omnívoros de mayor porte en las etapas intermedia y final, al igual que los depredadores y detritívoros.

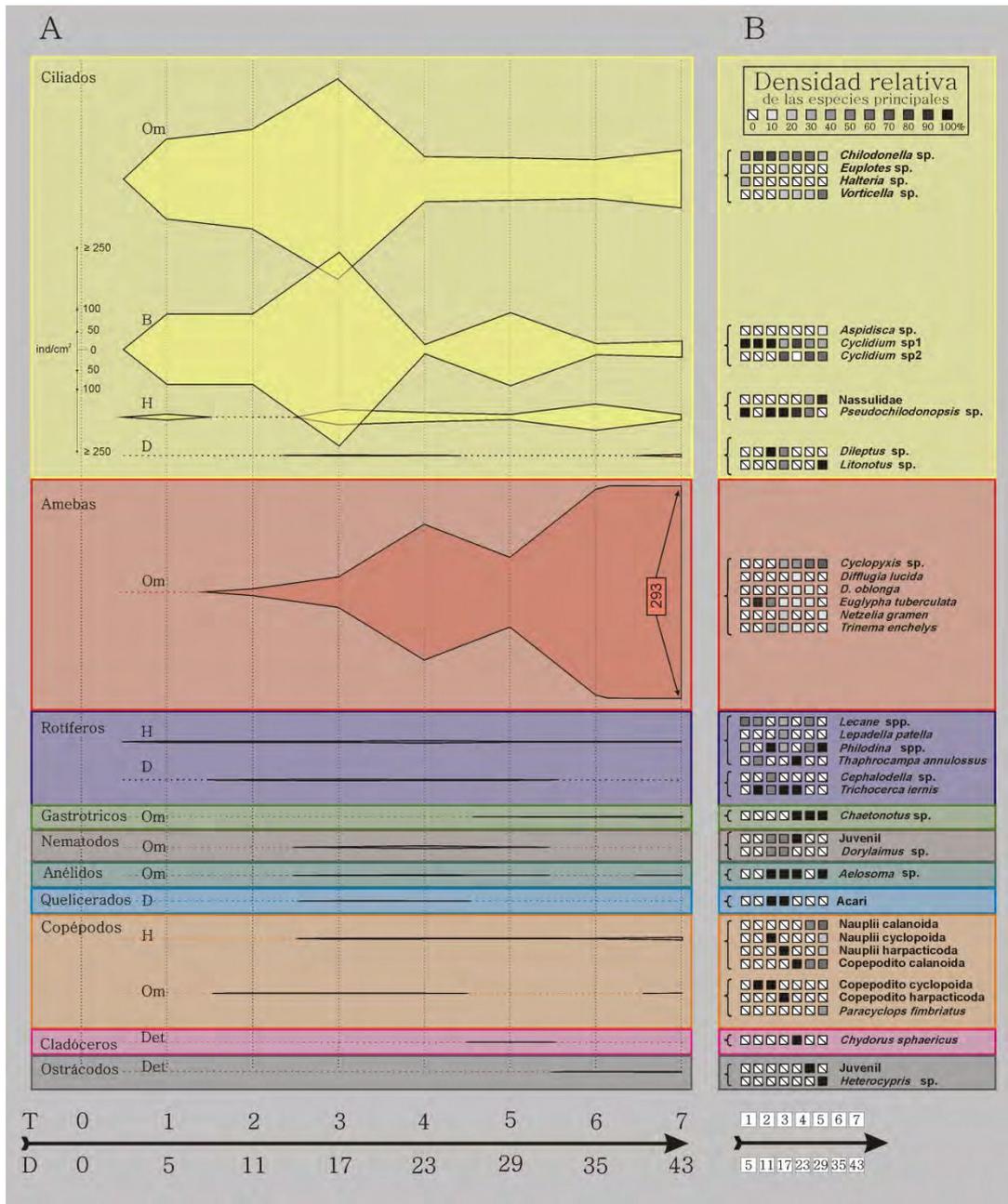


Figura 28- A: variación temporal de los grupos tróficos en Bajo uso 2. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm² (cuando este valor se supera se indica en dicha figura). La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencias: días (D), tiempos (T). Referencias de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), fitófagos (Fi). B: *taxa* representativos de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo de

muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada *taxa* en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron las especies con densidad relativa superior al 10 %.

3.2.3.8-ANÁLISIS ESTADÍSTICOS PARA LOS DATOS BIOLÓGICOS

El análisis realizado para comprobar si los tratamientos presentaron diferencias significativas (ANOSIM), mostró valores positivos de R, lo que permite afirmar que existen diferencias entre los tratamientos (R: 0,309), con un nivel de significancia de 0,001.

3.2.3.8.1- ANÁLISIS MULTIVARIADO DE ESCALONAMIENTO

MULTIDIMENSIONAL (MDS)

En el resultado del análisis se puede visualizar claramente la separación de las 3 etapas de la inundación. La etapa inicial (D1 a D5), engloban las 3 topografías (Loma, Media Loma y Bajo) y sus usos, mientras que las etapas intermedias (D11 a D29) y final (D29 a D43) corresponden a las topografías de media loma y el bajo para ambos usos (Fig. 32).

En la primera etapa de la inundación se agruparon aquellas unidades experimentales de Loma, Media Loma y Bajo, para ambos usos, desde D1 a D5 (Fig. 35). Esta asociación estuvo determinada por la presencia de ciliados como *Chilodonella* sp., *Cyclidium* sp1 y *Halteria* sp. Loma uso mixto en D1, se destacó por la presencia de *Lecane inopinata* y *L. tenuiseta* y Loma uso agrícola en D3, quedó por fuera del grupo por un pico de densidad de *Halteria* sp. (Fig.32).

En la etapa intermedia de la inundación las topografías se asociaron debido a la presencia de especies de ciliados como *Cyclidium* sp1, *Chilodonella* sp., *Euplotes* sp., *Halteria* sp. y *Frontonia* sp. y amebas testáceas como *Diffflugia oblonga*, *Euglypha*

tuberculata y *Trinema enchelys*. Entre los rotíferos se destacó la presencia de dos especies de bdelloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2).

También se registraron nematodos (juveniles y adultos de una especie de *Dorylaimus*), anélidos y una especie de gastrotrico (*Chaetonotus* sp.). En D11 del Bajo uso mixto, dos de las réplicas se separaron del resto del grupo por la presencia del rotífero *Taphrocampa* sp. (Fig. 32).

La etapa final de la inundación se caracterizó por la presencia de *Cyclidium* sp1, una especie de Oxytrichidae y *Vorticella* sp., entre los ciliados. Entre las amebas estuvieron *Netzelia gramen*, *Euglypha tuberculata* y *Trinema enchelys*. Entre los rotíferos, se destacó la presencia de *Lepadella patella* y dos especies de bdelloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2). También se registraron oligoquetos y gastrotricos. La etapa final del Bajo uso mixto, se diferenció por la presencia de larvas nauplii de copépodos. En el Bajo uso agrícola, se destacó la presencia de rotíferos asociados a sustratos (especies de *Lecane*, *Trichocerca* y *Notommata*, *Lepadella ovalis* y bdelloideos) y de microcrustáceos adultos (*Paracyclops fimbriatus* y *Notodiptomus incompositus*) (Fig. 32). En ambos usos del Bajo, se registró una especie de cladócero, *Chydorus sphaericus* que no se había registrado en Media Loma.

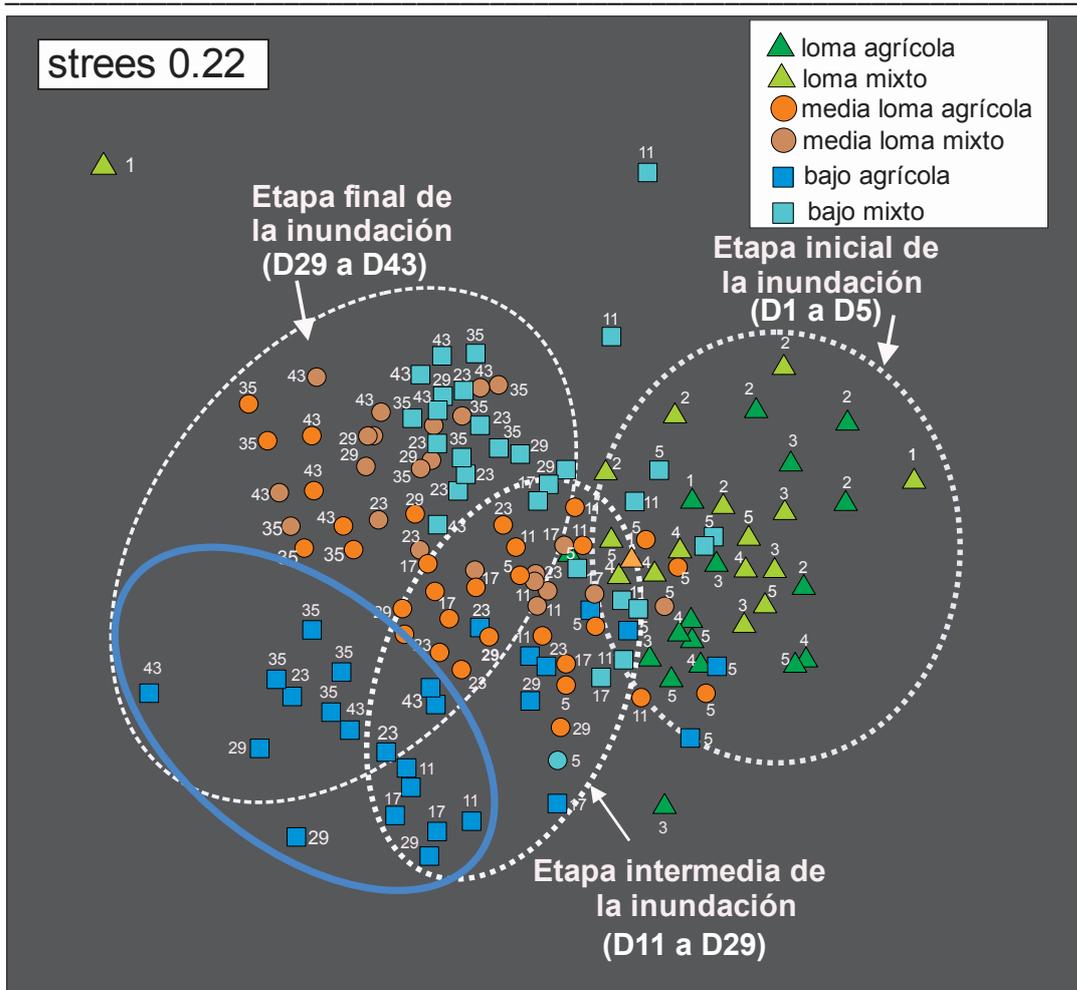


Figura 32- Análisis estadístico MDS. Distribución espacial y temporal de los tratamientos. Los números de cada figura geométrica representan los días de inundación. Mediante los círculos punteados de color blanco se separan las tres etapas de la inundación respecto al tiempo. El óvalo celeste enfatiza la diferenciación y agrupamiento del Bajo uso agrícola.

3.2.3.8.2- ANÁLISIS DE CONTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES A LA SIMILITUD Y DISIMILITUD (SIMPER)

El análisis estadístico SIMPER, mostró la contribución de los *taxa* para cada uno de los sitios de muestreo. Mediante estos valores de contribución se pueden diferenciarlos *taxa* que más aportaron a la similitud y disimilitud para cada uno de los sitios estudiados y sus usos. Estas combinaciones son: Loma- Media Loma; Media Loma - Bajo; Loma - Bajo, para ambos usos, y entre usos de la misma posición topográfica: Loma uso agrícola (LU1) – Loma uso mixto (LU2); Media Loma uso agrícola (ML U1) – Media Loma uso mixto (MLU2) y Bajo uso agrícola (BU1) – Bajo uso mixto (BU2).

SIMILITUD ENTRE TOPOGRAFÍAS Y USOS

Los principales aportes a la similitud fueron por protozoos, principalmente ciliados (*Chilodonella* sp., *Cyclidium* sp1, *Halteria* sp., *Frontonia* sp., *Euplotes* sp. y un representante de la familia Oxytrichidae). Dentro de las amebas: *Euglypha tuberculata*, *Cyclopyxis* sp., y *Diffflugia* sp., y para los rotíferos, especies del género *Lecane* y *Lepadella patella*. A continuación, se describe para cada topografía y sus usos los porcentajes de la contribución de los *taxa* mencionados (Fig. 33).

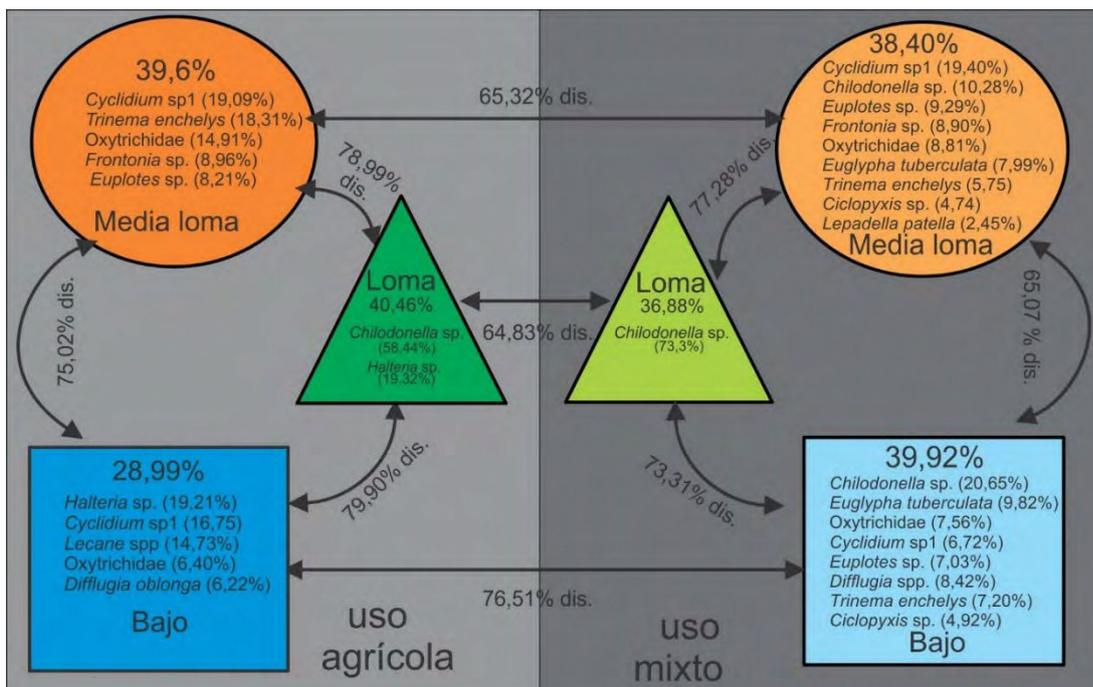


Figura 33- Representación de los sitios estudiados con los porcentajes de similitud para cada uno y los *taxa* más representativos. Cada figura geométrica representa una posición topográfica: triángulos (Loma), óvalos (Media Loma) y cuadrados (Bajo). Dentro de cada figura geométrica representativa de cada sitio se describe el porcentaje total de similitud (valor en el extremo superior) y las contribuciones de las especies más representativas con sus porcentajes. Sobre las flechas se describe la disimilitud total en % para los sitios y los usos.

DISIMILITUD ENTRE TOPOGRAFÍAS Y USOS

Disimilitudes entre topografías del uso agrícola (U1)

La disimilitud entre las topografías del uso agrícola se dio por la contribución de ciliados, principalmente por *Chilodonella* sp., *Cyclidium* sp1., *Euplotes* sp., *Frontonia* sp., *Halteria* sp., un representante de la familia Oxytrichidae y *Vorticella* sp. Dentro de las amebas, las contribuciones fueron dadas por especies de los géneros *Arcella*, *Diffugia* y por las especies *Euglypha tuberculata* y *Trinema enchelys*. Los rotíferos que más aportaron a la disimilitud fueron los bdeloideos, *L. pyriformis*, *L. cornuta* y *L. closterocerca*; *Lepadella patella* y dos especies de *Trichocerca* (*T. iernis* y *T. ruttneri*). Otras contribuciones menores fueron dadas por copépodos ciclopoideos juveniles y adultos (*Paracyclops fimbriatus*), nematodos, anélidos y gastrotricos (Tabla 9).

Tabla 9- Contribución a la disimilitud y abundancia de los *taxa* más representativos entre las topografías del uso agrícola. Referencias: Se muestra en cada topografía la abundancia (ind/cm²) y el porcentaje de disimilitud (% Dis.). La suma total de los porcentajes de contribución varía entre el 60-70 % del total, dejando excluidos los *taxa* con contribuciones menores. La (A) indica la ausencia del *taxa*.

Taxa representativos	% DISIMILITUD ENTRE TOPOGRAFÍAS DEL USO AGRÍCOLA								
	Loma	Media loma	% Dis.	Loma	Bajo	% Dis.	Media loma	Bajo	% Dis.
Ciliados									
<i>Chilodonella</i> sp.	2,42	0,83	9,67	2,42	0,78	9,59	0,83	0,78	4,24
<i>Cyclidium</i> sp1	0,97	2,34	9,65	0,97	1,3	5,19	2,34	1,3	6,95
<i>Euplotes</i> sp.	0,47	1,14	5,16	0,47	0,32	2,9	1,14	0,32	4,06
<i>Frontonia</i> sp.	0,57	1,34	5,82	0,57	0,62	4,02	1,34	0,62	4,54
<i>Halteria</i> sp.	1,34	1,09	7,03	1,34	1,79	8,13	1,09	1,79	6,56
Oxytrichidae	0,12	1,67	7,86	0,12	0,77	4,06	1,67	0,77	4,93
<i>Pseudochilodonopsis</i> sp.	A	A	A	A	A	A	0,08	0,09	0,53
<i>Vorticella</i> sp.	A	0,35	1,35	A	0,43	2	0,35	0,33	1,98
Amebas									
<i>Arcella discoides</i>	0,26	0,19	1,81	0,26	0,08	1,74	0,19	0,08	0,82
<i>A. hemisphaerica</i>	0,19	0,15	1,55	A	A	A	A	A	A
<i>Diffugia globulosa</i>	A	A	A	A	0,36	1,88	0,19	0,36	1,71
<i>D. oblonga</i>	A	0,34	1,35	A	0,85	3,89	0,34	0,85	3,27
<i>Euglypha tuberculata</i>	0,31	0,91	4,3	0,31	0,66	3,61	0,91	0,66	3,52
Heliozoos	A	A	A	A	0,19	0,86	A	0,19	0,67
<i>Netzelia gramen</i>	A	0,73	3,18	A	0,35	1,77	0,73	0,35	3,22
<i>Trinema enchelys</i>	A	1,95	8,98	A	0,19	1,32	1,95	0,19	6,91
Rotíferos									
bdeloideos	A	0,81	3,68	A	0,38	1,69	0,81	0,38	3,49
<i>Lecane cornuta</i>	A	A	A	A	0,7	3,44	0,04	0,7	2,59
<i>L. clostercerca</i>	A	A	A	A	0,61	2,75	0,03	0,61	2,14
<i>L. pyriformis</i>	0,09	0,13	0,84	0,09	0,44	2,45	0,13	0,44	1,84
<i>Lepadella patella</i>	A	0,35	1,5	A	0,45	2,08	0,35	0,45	2,16
<i>Trichocerca iernis</i>	A	A	A	A	0,08	0,46	A	A	A
<i>T. ruttneri</i>	A	A	A	A	A	A	0,11	0,07	0,62
Crustáceos									
Larvas nauplii ciclopoideo	A	A	A	A	0,44	2,18	A	0,44	1,65
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	A	A	A	A	0,26	1,27	A	0,26	0,97
Nematodos									
juveniles	0,24	0,21	1,7	0,24	0,09	1,33	0,21	9	1,01
<i>Dorylaimus</i> sp.	A	A	A	0,07	0,08	0,8	0,07	0,08	0,55
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	0,15	0,17	1,22	0,15	A	0,67	0,17	0,08	0,6
Otros									
<i>Aelosoma</i> sp.	A	0,84	3,77	A	0,12	0,51	0,84	0,12	3,01
<i>Chaetonotus</i> sp.	A	0,43	1,77	A	0,44	2,18	0,43	0,44	2,25

Disimilitudes entre topografías del uso mixto

La disimilitud entre las topografías del uso mixto se dio por la contribución de ciliados, principalmente por *Chilodonella* sp., *Cyclidium* sp1, *Euplotes* sp., *Frontonia* sp., *Halteria* sp., Oxytrichidae, *Pseudochilodonopsis* sp. y *Vorticella* sp.. Dentro de las amebas, las contribuciones fueron dadas por *Arcella discoides*, especies del género *Diffugia*, y las especies *Cyclopyxis* sp., *Netzelia gramen*, *Euglypha tuberculata* y *Trinema enchelys*. Los rotíferos que más aportaron a la disimilitud fueron bdeloideos, el género *Lecane* (*L. pyriformis*, *L. inopinata* y *L. tenuiseta*); *Lepadella patella* y *Trichocerca iernis*. Otras contribuciones menores fueron dadas por nematodos, anélidos y gastrotricos (Tabla 10).

Tabla 10- Contribución a la disimilitud y abundancia de los *taxa* más representativos entre las topografías del uso mixto. Referencias: Se muestra en cada topografía la abundancia (ind/cm²) y el porcentaje de disimilitud (% Dis.). La suma total de los porcentajes de contribución varía entre el 60-70 % del total, dejando excluidos los *taxa* con contribuciones menores. La (A) indica la ausencia del *taxa*.

Taxa representativos	% DISIMILITUD ENTRE TOPOGRAFÍAS DEL USO MIXTO								
	Loma	Media loma	%Dis.	Loma	Bajo	%Dis.	Media loma	Bajo	%Dis.
Ciliados									
<i>Chilodonella</i> sp.	2,62	1,64	5,72	2,62	2,24	6,15	1,64	2,24	4,26
<i>Cyclidium</i> sp1	1,36	2,98	10,46	1,36	1,46	9	2,98	1,46	8,26
<i>Euplotes</i> sp.	0,35	1,68	6,1	0,35	1,11	5,28	1,68	1,11	4,31
<i>Frontonia</i> sp.	0,4	1,75	6,03	0,4	0,65	4,28	1,75	0,65	4,68
<i>Halteria</i> sp.	0,38	1,18	5,6	0,38	1,13	5,31	1,18	1,13	4,57
Oxytrichidae	0,8	1,62	5,14	0,8	1,09	4,85	1,62	1,09	3,84
<i>Pseudochilodonopsis</i> sp.	0,55	0,21	2,24	A	A	A	0,21	1,04	3,15
<i>Vorticella</i> sp.	A	1,04	3,37	A	1,17	4,4	1,04	1,17	4,09
Amebas									
<i>Arcella discooides</i>	A	A	A	0,14	0,33	1,71	8	0,33	1,03
<i>Cyclopyxis</i> sp.	A	1,63	5,15	A	1,46	5,44	1,63	1,46	5,71
<i>Diffugia globulosa</i>	A	A	A	A	0,55	2,04	A	0,55	1,54
<i>D. oblonga</i>	0,17	0,47	2,03	0,17	0,99	3,83	0,47	0,99	3,03
<i>Euglypha tuberculata</i>	0,15	1,19	5,14	0,11	1,5	6,32	1,49	1,5	3,7
<i>Netzelia gramen</i>	0,23	0,56	2,18	0,23	1,07	4,36	56	1,07	3,3
<i>Trinema enchelys</i>	0,15	1,19	4,89	0,15	1,32	5,08	1,19	1,32	3,51
Rotíferos									
bdeloideos	0,16	0,84	3,05	0,16	0,33	2,2	0,84	0,24	2,93
<i>Lecane inopinata</i>	A	A	A	0,13	0,04	0,94	A	A	A
<i>L. pyriformis</i>	0	0,26	0,84	A	A	A	0,26	A	0,75
<i>L. tenuiseta</i>	A	A	A	0,08	0,2	1,36	0,14	0,2	1,01
<i>Lepadella patella</i>	0	0,84	2,91	A	A	A	0,84	0,09	2,58
<i>Trichocerca iemisis</i>	A	A	A	A	0,19	0,88	A	0,19	0,61
Nematodos									
juveniles	0,27	0,12	1,35	0,27	0,23	1,86	0,12	0,23	0,95
<i>Dorylaimus</i> sp.	0,06	12	0,7	A	A	A	0,12	0,11	0,66
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	0,18	0,04	0,87	0,18	0,04	0,87	A	A	A
Otros									
<i>Aelosoma</i> sp	0,06	0,22	0,91	0,06	0,19	0,98	0,22	0,19	1,07
Enchytraeidae	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Chaetonotus</i> sp.	A	0,66	2,2	A	0,2	0,76	0,66	0,2	2,05

Cabe aclarar que, para el Bajo uso mixto, las contribuciones de los copépodos (juveniles y adultos) fueron muy bajas, por lo que no fueron arrojados porcentaje de contribución a la disimilitud por este análisis entre las topografías del uso mixto.

Disimilitudes distinto uso del suelo, misma topografía

La disimilitud entre las mismas topografías y distintos usos fue dada por la contribución de ciliados, principalmente por *Chilodonella* sp., *Cyclidium* sp1., *Euplotes* sp., *Frontonia* sp., *Halteria* sp., un representante de la familia Oxytrichidae sp., *Pseudochilodonopsis* sp. y *Vorticella* sp. Dentro de las amebas, las contribuciones fueron dadas por especies de los géneros *Euglypha*, *Arcella* y *Diffflugia*, y las especies *Cyclopyxis* sp., *Netzelia gramen* y *Trinema enchelys*.

Los rotíferos que más aportaron a la disimilitud fueron bdeloideos, especies del género *Lecane*; *Lepadella patella* y *Trichocerca iernis*. Otras contribuciones menores fueron dadas por copépodos ciclopoideos juveniles y adultos (*Paracyclops fimbriatus*), nematodos, anélidos y gastrotricos (Tabla 11).

Tabla 11- Contribución a la disimilitud y abundancia de los *taxa* más representativos para la misma topografía, distinto uso. Referencias: se muestra en cada topografía las abundancias (ind/cm²) y el porcentaje de disimilitud (% Dis.). La suma total de los porcentajes de contribución varía entre el 60-70 % del total, dejando excluidos los *taxa* con contribuciones menores. La (A) indica la ausencia del *taxa*.

Taxa representativos	% DISIMILITUD ENTRE USOS PARA LA MISMA TOPOGRAFÍA								
	Loma agrícola	Loma mixto	% Dis.	Media loma agrícola	Media loma mixto	% Dis.	Bajo agrícola	Bajo mixto	% Dis.
Ciliados									
<i>Chilodonella</i> sp.	2,42	2,62	11,32	0,83	1,64	5,17	0,78	2,24	6,14
<i>Cyclidium</i> sp1	0,97	1,36	12,21	2,34	2,98	7,58	1,3	1,46	5,65
<i>Euplotes</i> sp.	0,47	0,35	5,56	1,14	1,68	4,51	A	A	A
<i>Frontonia</i> sp.	A	A	A	1,34	1,68	4,51	0,62	0,65	2,96
<i>Halteria</i> sp.	1,34	0,38	12,95	1,09	1,18	5,25	A	A	A
Oxytrichidae	0,12	0,8	6,9	1,67	1,62	4,34	0,77	1,09	3,28
<i>Pseudochilodonopsis</i> sp.	A	A	A	A	A	A	0,09	1,04	3,28
<i>Vorticella</i> sp.	A	A	A	0,35	1,04	3,51	0,33	1,17	3,39
Amebas									
<i>Arcella discoides</i>	0,26	0,14	4,05	A	A	A	0,08	0,33	1,1
<i>A. hemisphaerica</i>	0,19	A	4,01	A	A	A	A	A	A
<i>Cyclopyxis</i> sp.	A	A	A	A	A	A	A	1,46	4,19
<i>Diffugia globulosa</i>	A	A	A	A	A	A	0,36	0,55	2,28
<i>D. oblonga</i>	A	A	A	0,34	0,47	2,12	0,85	0,99	3,42
<i>Euglypha acantophora</i>	A	A	A	A	A	A	0,66	1,5	4,09
<i>E. tuberculata</i>	0,31	0,11	4,01	0,91	1,49	4,02	A	A	A
<i>Netzelia gramen</i>	A	0,23	1,92	0,73	0,56	3,19	0,35	1,07	3,35
<i>Trinema enchelys</i>	A	0,15	1,34	1,95	1,19	4,55	0,19	1,32	4,06
Rotíferos									
bdeloideos	A	0,16	1,51	0,81	0,84	4,07	0,38	0,33	1,94
<i>Lecane cornuta</i>	A	A	A	A	A	A	0,7	0,04	2,41
<i>L. clostercerca</i>	A	A	A	A	A	A	0,61	A	1,98
<i>L. inopinata</i>	A	0,13	1,48	A	A	A	A	A	A
<i>L. pyriformis</i>	A	A	A	0,13	0,26	1,12	0,44	A	1,59
<i>Lepadella patella</i>	A	A	A	0,35	0,84	2,93	0,45	0,09	1,58
<i>Trichocerca iemys</i>	A	A	A	A	A	A	0,08	0,19	0,87
Crustáceos									
Larvas nauplii ciclopoideo	A	A	A	A	A	A	0,07	0,09	1,01
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	A	A	A	A	A	A	0,26	0,03	0,94
Nematodos									
juveniles	0,24	0,27	3,71	0,21	0,12	1,03	0,09	0,23	0,88
<i>Dorylaimus</i> sp.	A	0,18	1,34	0,07	0,12	0,62	0,08	0,11	0,59
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	0,15	A	1,22	0,17	A	0,55	A	A	A
Otros									
<i>Aelosoma</i> sp	A	A	A	A	A	A	0,12	0,19	0,88
Enchytraeidae	A	A	A	0,84	0,22	2,75	A	A	A
<i>Chaetonotus</i> sp.	A	A	A	0,43	0,66	2,4	0,44	0,2	1,75

En síntesis: Las contribuciones a la disimilitud entre los sitios y sus usos se dio principalmente por protozoos, seguido por rotíferos y en menor grado de aporte por nematodos, copéodos, anélidos y gastrotricos.

3.2.3.9- ANÁLISIS DE CORRELACIÓN ENTRE VARIABLES AMBIENTALES Y BIOLÓGICAS.

El análisis de correlación simple se realizó para conocer la intensidad en la relación de ciertas variables ambientales y biológicas que presentaron variaciones de concentración durante el ensayo. Se realizó con las topografías de Media Loma y el Bajo que son las que tuvieron continuidad en el tiempo, siendo que Loma tuvo una duración corta de inundación. Los pares de variables a correlacionar fueron seleccionados por la influencia y la respuesta que se observó durante el ensayo entre las mismas. Las variables que se analizaron fueron: oxígeno disuelto (OD) – fósforo reactivo soluble (PRS); PRS- clorofila “a” (Cl a), riqueza (RIQ.)- Cl “a” y Densidad (DENS.)- Cl “a” para cada topografía y sus usos, con un N (número de muestras) en cada caso de 20 y el $p < 0,05$.

Tabla 12- Coeficiente de correlación (r) para las variables analizadas: OD-PRS; PRS-Cl “a”, RIQ.- Cl “a” y DENS.-Cl “a”, para las topografías y usos de (A) Media loma uso agrícola, Media Loma uso mixto y de (B) Bajo uso agrícola y Bajo uso mixto.

A.

Media Loma agrícola	OD (% SAT.)	Cl "a" (mg/cm ³)	RIQUEZA	DENSIDAD
PRS (µg/l)	0,90	0,68		
Cl "a" (mg/cm ³)			0,67	-0,07
Media Loma mixto	OD (% SAT.)	Cl "a" (mg/cm ³)	RIQUEZA	DENSIDAD
PRS (µg/l)	0,76	0,77		
Cl "a" (mg/cm ³)			0,77	0,02

B.

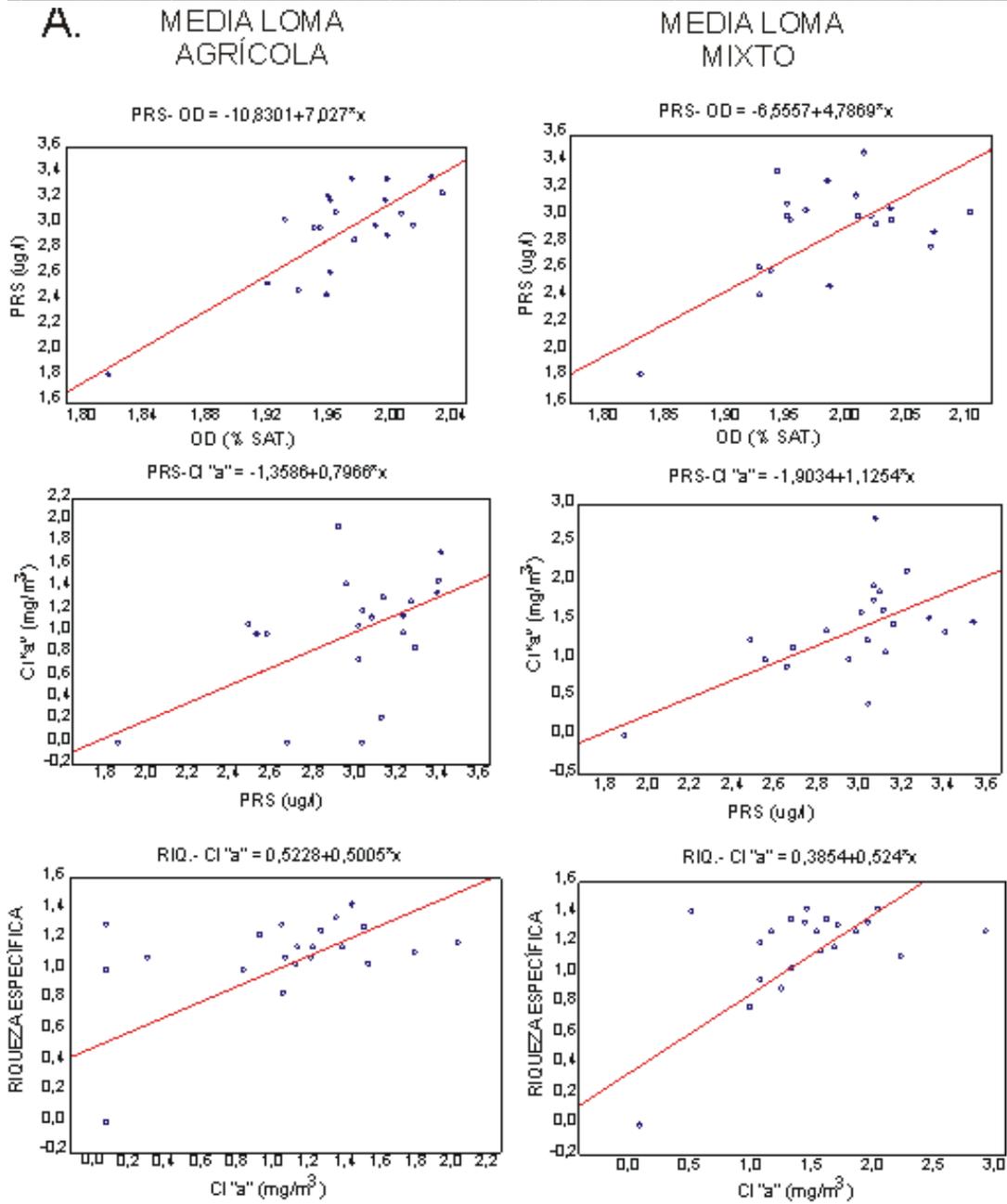
Bajo agrícola	OD (% SAT.)	Cl "a" (mg/cm ³)	RIQUEZA	DENSIDAD
PRS (µg/l)	0,75	0,67		
Cl "a" (mg/cm ³)			0,73	0,01
Bajo mixto	OD (% SAT.)	Cl "a" (mg/cm ³)	RIQUEZA	DENSIDAD
PRS (µg/l)	0,60	0,65		
Cl "a" (mg/cm ³)			0,72	0,04

Media Loma uso agrícola: la correlación entre PRS-OD fue muy significativa ($r = 0,90$), mientras que para la relación de las variables PRS-Cl "a" y RIQ.- Cl "a", el valor de r fue de 0,68 y 0,67, respectivamente. No hubo correlación entre la densidad y la clorofila.

Media Loma uso mixto: el análisis reveló una correlación significativa entre las variables analizadas, excepto para DENS.-Cl "a" que no hubo correlación. Los valores altamente significativos fueron para PRS- OD con un $r = 0,76$ y para las otras dos relaciones (PRS-Cl a y RIQ- Cl "a"), con un $r = 0,77$

Bajo uso agrícola: para tres de los cuatro pares de variables analizadas se registraron valores significativos, con un r de 0,75 para la relación entre PRS-OD y de 0,73 para RIQ.-Cl "a". Para la relación entre PRS- Cl "a" la correlación fue levemente menor con un r de 0,63. Las variables DENS.- Cl "a" no tuvieron correlación.

Bajo uso mixto: el análisis nuevamente mostró valores de correlación significativos para tres de las cuatro relaciones de variables analizadas: OD-PRS con un r de 0,60, PRS- Cl "a" con un r de 0,65 y un valor de r levemente superior a los anteriores entre RIQ.-Cl "a" de 0,72. No hubo correlación entre DENS. Y Cl "a" (Tabla 12, Fig. 34).



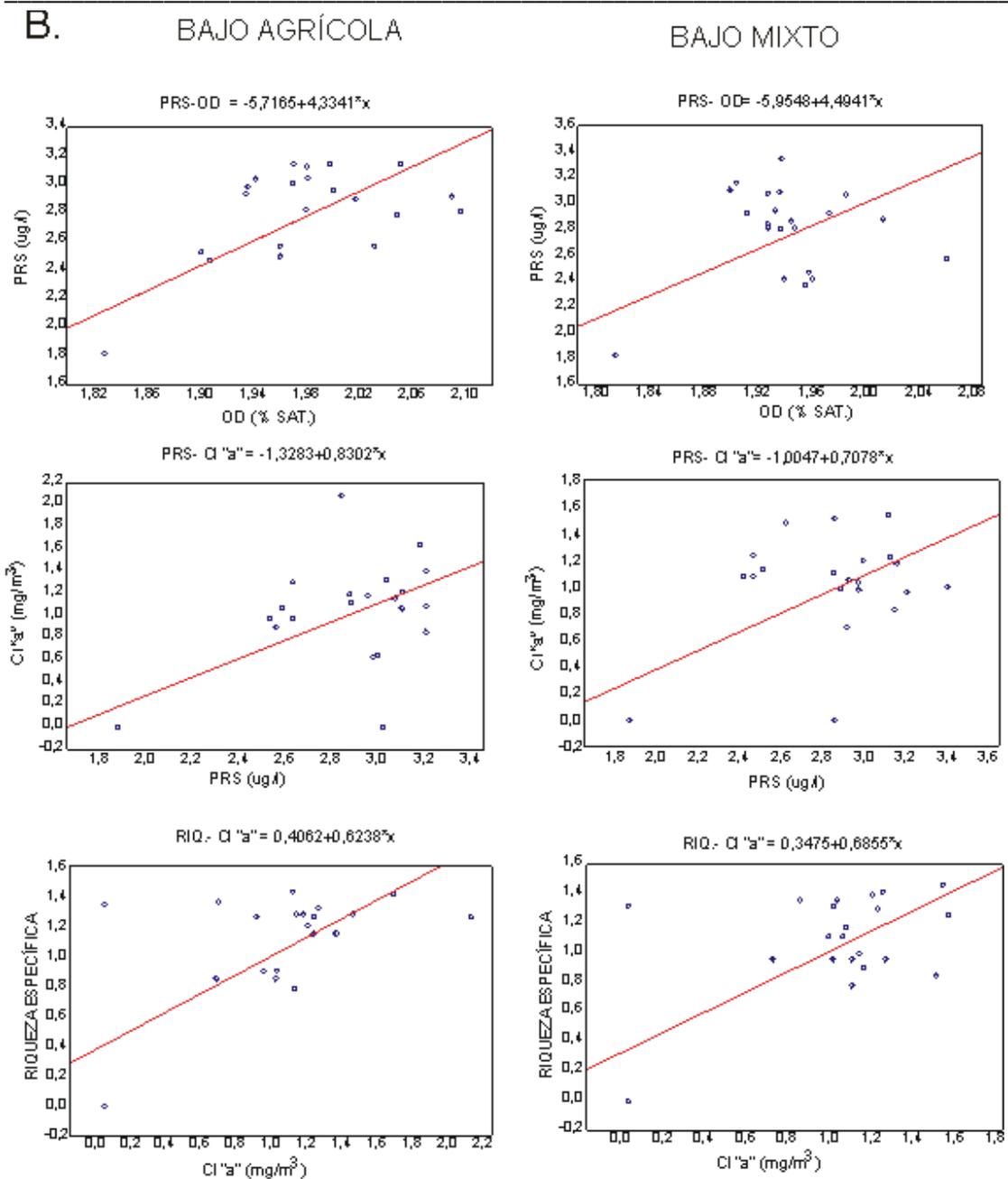


Figura 34- Rectas de regresión significativas entre las variables ambientales y biológicas para las topografías y usos de Media Loma, uso agrícola y mixto (A.) y Bajo uso agrícola y mixto (B.). Referencias: oxígeno disuelto (OD), fósforo reactivo soluble (PRS), clorofila “a” (Cl a) y riqueza específica (RIQ.). Se graficaron los pares de variables que dieron valores significativos.

3.3- DISCUSIÓN

3.3.1- EFECTOS DE LA INUNDACIÓN SOBRE EL SUELO

Alteraciones en las reacciones químicas como resultado de la inundación de los suelos con anaerobiosis, tienen influencia en el pH del suelo, el potencial redox, la conductividad eléctrica, la capacidad de intercambio catiónico y la desorción y sorción de los iones (Reddy & DeLaune 2008).

pH

Los valores de pH en el suelo inicial pre-inundación fueron similares a los registrados en estudios previos realizados en el lugar (Quaíni 2011). Si bien no se realizó un seguimiento del suelo durante la inundación en este estudio, Quaíni (2011) mostró que en condiciones de suelo saturado, hubo un incremento del pH y de la conductividad eléctrica y una disminución del potencial redox (Reddy & DeLaune 2008). El efecto general de la inundación es un aumento del pH en suelos ácidos y una disminución en suelos sódicos o calcáreos (Ponnamperuma 1972, 1985). El incremento del pH en suelos ácidos se debe al consumo de protones en las reacciones de reducción de ciertos componentes del suelo como nitratos, óxidos de manganeso, hierro y sulfatos, durante la inundación (Reddy & DeLaune 2008).

Densidad aparente

La densidad aparente depende de muchos factores, incluyendo la textura, la estructura y el contenido de materia orgánica del suelo, así como el manejo del mismo. La densidad aparente es altamente variable debido a las variaciones en la cantidad y calidad del espacio poroso.

La densidad aparente del suelo es un buen indicador de propiedades importantes como la compactación, porosidad, grado de aireación y capacidad de infiltración, lo que condiciona la circulación del agua y del aire en el suelo así como los procesos de establecimiento de las plantas y el manejo del suelo (Rubio Gutierrez 2010). Según la clasificación general realizada por Schargel & Delgado (1990) los rangos de densidad atribuidos al tipo de textura son los siguientes: texturas finas (suelos arcillosos), entre 1 a 1,3 mg.m^{-3} ; texturas medias (suelos franco), de 1,3 a 1,5 mg.m^{-3} , y las texturas gruesas (suelos arenosos) entre 1,5 a 1,7 mg.m^{-3} . Los datos obtenidos en nuestro ensayo mostraron que la densidad aparente disminuyó desde las topografías altas hacia la topografía del Bajo, por el aumento del porcentaje de partículas finas (limos y arcillas), que brindan una mayor cantidad de microporos respecto a la arena. Loma presentó el porcentaje más alto de arena (en sus distintos tamaños), mientras que en el Bajo se incrementó el porcentaje de arcillas.

Humedad del suelo

La humedad del suelo varió mucho entre los ensayos debido probablemente a las condiciones de humedad en que se encontraba el suelo al momento de la extracción de las muestras por la caída previa de precipitaciones pluviales. En estudios previos realizados en la zona (Quaini 2011), los porcentajes de humedad aumentaron con la disminución de la topografía, asociados al cambio textural y al incremento de arcillas hacia la zona del Bajo que favorecen la retención del agua. Esto concuerda con la subclasificación de suelos del noroeste de Buenos Aires (Zamolinski 2000) que describe a la Loma como un suelo Hapludol éntico, haciendo referencia a la baja capacidad de retención de agua, a la Media Loma como un Hapludol típico, con mayor capacidad de retención de agua y a el Bajo como un Natralbol, con características reductoras, mayor retención de agua y con un horizonte decolorado por la remoción de arcillas y óxidos.

Porcentaje de materia orgánica

La materia orgánica es un parámetro importante del suelo, ya que condiciona la fertilidad de este, mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Por otra parte favorece la estructura del suelo, incrementa la capacidad de retención de agua, disminuye la conductividad térmica, el intercambio catiónico y eleva su capacidad amortiguadora de cambios de pH, entre otras muchas propiedades (Rubio Gutierrez 2010). Los suelos estudiados están bien dotados de materia orgánica, ya que corresponden a molisoles y presentaron, previo a la inundación, un elevado contenido de materia orgánica (Rillo et al. 2006). En los sistemas de humedales, la productividad primaria a menudo excede los procesos de descomposición, resultando en una acumulación de la materia orgánica. El proceso de descomposición ocurre a tasas más lentas debido al predominio de condiciones anaeróbicas (Reddy & DeLaune 2008). En el presente estudio, el mayor porcentaje de materia orgánica del suelo ocurrió en el Bajo, y se incrementó al aumentar los días de inundación en coincidencia con estudios previos realizados anteriormente en el lugar (Quaíni 2011).

Granulometría y textura

La granulometría consiste en la determinación de los porcentajes de arena, limo y arcillas presentes en la fracción mineral del suelo. En coincidencia con estudios previos en el área de estudio (Quaíni 2011), los suelos presentaron texturas gruesas. El aumento de partículas finas que se observó en el bajo, principalmente arcillas, genera que este sitio presente un drenaje más deficiente y permanezca más tiempo inundado.

Fósforo total

Las topografías bajas tuvieron los valores más elevados de concentración de fósforo, principalmente en el Léntico II, con excepción de Media Loma uso mixto. Los contenidos de fósforo total dependen de la naturaleza de la roca madre, del grado de meteorización, de la acumulación de lavado y de los efectos antrópicos del cultivo (extracción por cosechas, aplicación de abonos y fertilizantes). Los suelos bajo cultivo pierden fósforo por la remoción de los productos de cosecha y eventualmente por erosión (Ciampitti 2005). En el Bajo que es una zona deprimida, el fósforo pudo haberse acumulado por escorrentía superficial desde las zonas más elevadas (Sharpley et al. 1995; Reddy & DeLaune 2008). Otro aspecto importante en la retención y disponibilidad de fósforo en el suelo es el tipo de textura. Los suelos de texturas más finas tienen mayor capacidad de reposición de fósforo que los suelos de textura más gruesa. Sin embargo, la retención de fósforo por absorción se relaciona positivamente con la presencia de partículas finas de arcilla. El tipo de arcilla, la presencia de óxidos de hierro, de aluminio y formas de calcio, incrementan la capacidad de retención del fósforo en los suelos (Sanyal & De Datta 1991). El fósforo puede ser retenido constituyendo la carga interna (Søndergaard et al. 2003), o puede ser solubilizado e ingresar nuevamente a la columna de agua (Hupfer & Lewandowski 2008).

3.3.2-CAMBIOS EN EL AGUA DE INUNDACIÓN

Temperatura

La temperatura para las tres topografías presentó variaciones mínimas en el tiempo de inundación dado que fue una variable programada y controlada.

Conductividad

La conductividad en Loma presentó un leve aumento respecto a la condición inicial. En Media Loma y en el Bajo aumentó gradualmente hasta el final del ensayo. El incremento de la conductividad podría ser atribuido a dos factores: por un lado, la disposición de las unidades experimentales en las cámaras de cría, con diferente exposición a los tubos lumínicos que ocasionó variaciones hidrométricas debidas a la evaporación, principalmente en los tiempos finales. El otro factor puede relacionarse con la liberación de iones insolubles producto del estado reducido del suelo (Ponnamperuma 1972).

pH

El pH del agua que inunda un suelo depende del pH del agua de origen, del pH del suelo, de la actividad de las algas, de la naturaleza y cantidad de compuestos oxidados, de la cantidad y clase de materia orgánica así como de la temperatura (Ponnamperuma 1972; Morales et al. 2001). El pH del agua de inundación fue ligeramente alcalino (8,5) y los valores registrados en el ensayo se mantuvieron en ese rango y aumentaron levemente hacia el final.

En los tratamientos con 5 días de inundación no se observaron variaciones respecto a la condición inicial mientras que en Media Loma y en el Bajo se observó un leve aumento del pH en las etapas intermedia y final, probablemente en respuesta a la actividad

fotosintética. En presencia de algas el pH sufre fluctuaciones diarias con un aumento en las horas de luz y una disminución en las horas de oscuridad.

Un aumento en la actividad fotosintética, produce un aumento del pH debido a la disminución relativa de la presión parcial del CO₂ (Ponnamperuma 1985; Quaini 2011).

Potencial de óxido-reducción (ORP - Eh)

El potencial de óxido-reducción, el oxígeno disuelto y el pH del agua, muestran una fuerte correspondencia en los suelos y esto se debe a que el potencial de óxido-reducción es una medida directa del nivel de aireación y de la actividad eléctrica de un ambiente, análogo a la medición de oxígeno disuelto y del pH que mide la actividad de los H⁺ (Ponnamperuma 1972). Por lo tanto, las tasas de reacciones de óxido-reducción son función de estas variables (Quaini 2011). Distintos autores, (Ponnamperuma 1972; Reddy & DeLaune 2008) describen la importancia de este parámetro ambiental en suelos inundados donde el rango de Eh de un suelo inundado que permanece varias semanas sumergido es entre 200 y 0 mV, pudiendo alcanzar valores negativos dependiendo de las características del suelo y el tiempo de inundación. Los valores promedio registrados durante el ensayo, en todas las unidades experimentales estuvieron por debajo de 200 mV. Se considera que por debajo de 200 – 300 mV, el suelo tiene características reductoras (Ponnamperuma 1972). Según la clasificación en base a las condiciones reductoras de suelos inundados realizada por Patrick & Reddy (1978), nuestros valores de Eh se enmarcan en un suelo reducido (-100 a +100) a moderadamente reducido (+400 a +200).

Cuando un suelo aeróbico es inundado, el potencial de óxido-reducción decrece durante los primeros 5 días, llega a un mínimo, luego se incrementa y nuevamente disminuye a un valor asintótico del suelo luego de 8 a 12 semanas de inundación (Motomura 1962;

Ponnamperuma 1965). En las unidades experimentales estudiadas, las tendencias para Media Loma y el Bajo fueron similares.

Se observó una leve disminución en la etapa inicial, desde D5 a D11, luego un aumento hacia la etapa intermedia y posteriormente volvió a decrecer. Si bien la tendencia fue similar y los valores no mostraron diferencias significativas entre las posiciones topográficas, Media Loma, en ambos usos, presentó una disminución del Eh más evidente respecto al Bajo. El decrecimiento de esta variable puede deberse a la liberación de sustancias reductoras en la interfase suelo-agua que acompaña el agotamiento del oxígeno, la cantidad de materia orgánica, la cantidad y naturaleza de los electrones aceptores, la temperatura y la duración de la inundación (Ponnamperuma 1972).

Oxígeno disuelto (OD)

Un suelo sumergido, saturado de agua no carece uniformemente de oxígeno. La concentración de oxígeno puede ser alta en la capa superficial en contacto con la atmósfera y disminuir bruscamente en profundidad (Mortimer 1941,1942; Ponnamperuma 1972). Morales et al. (2001) describen que al inundarse un suelo e interponer una lámina de agua entre éste y la atmósfera, se produce un retardo en la difusión del oxígeno hacia el suelo. Cuando el abastecimiento se ve afectado por el consumo por parte de los microorganismos aeróbicos, con un mayor consumo que suministro, el oxígeno se comienza a agotar. En este sentido, esos microorganismos anaeróbicos crecen rápidamente, descomponiendo la materia orgánica del medio y utilizando compuestos oxidados del suelo como aceptores finales de electrones para su respiración. Sin embargo durante el ensayo la concentración de oxígeno a los cinco días de la inundación fue superior a la condición inicial y, en los días posteriores de

inundación la concentración de oxígeno fue alta, alcanzando en algunos casos la saturación. En Media Loma se registró entre un 10 a un 20% de aumento en la saturación de oxígeno desde el primer muestreo y la etapa intermedia de la inundación. En Media Loma uso mixto, la diferencia fue más grande y coincidió con un pico de clorofila "a" que pudo haber causado ese incremento, producto de la actividad fotosintética de las algas. En el Bajo uso agrícola, se observó la misma tendencia que en Media Loma uso mixto donde hubo un aumento en la concentración de clorofila "a" en esa instancia intermedia.

Materia orgánica disuelta

Los cambios químicos más importantes inducidos por la inundación y realizados por los microorganismos aeróbicos son: la transformación de los compuestos del ciclo del nitrógeno, la reducción de compuestos con manganeso y hierro y el aumento de la disponibilidad del fósforo promovido por la reducción del hierro (Ponnamperuma 1972; León & Arregoces 1985). Los valores de densidad óptica fueron crecientes durante el tiempo de inundación principalmente en las topografías de Media Loma y el Bajo, en ambos usos, este incremento es atribuido a compuestos orgánicos que se encontraban retenidos en el suelo previo a la inundación. Estos datos coinciden con estudios previos realizados en la zona, donde en Media Loma uso mixto, se registraron los valores más altos de materia orgánica disuelta hacia el final de la etapa de inundación (Quáini 2011).

Estimación de la Biomasa algal por Clorofila "a" (cl "a")

El agua en la condición inicial no presentó cl "a" y se observó que en los distintos sitios la clorofila aumentó con el transcurso de la inundación. Para la condición de 5 días de inundación (Loma), se observó un leve aumento en la concentración, al igual que en Media Loma y en el Bajo en esa instancia, al ir avanzando la inundación, los picos

máximos de el “a” se observaron en concordancia con los picos del fósforo reactivo soluble, como fuente indispensable para el crecimiento algal. Esto se pudo corroborar ya que dichas variables en todos los tratamientos presentaron una correlación altamente significativa. En estudios previos de suelos inundados se observó que en los sitios con mayor tiempo de inundación, el ambiente es más estable que en el sitio inundado cinco días, permitiendo a la comunidad alcanzar un mayor nivel de complejidad con elevada abundancia algal estrechamente relacionada a la concentración de fósforo reactivo soluble y nitratos en el agua (Quaíni 2011). Si bien en nuestro ensayo las concentraciones de nitratos disminuyen con los días de inundación, el fósforo reactivo soluble tendió a aumentar.

Nitratos y Nitritos

La concentración de nitratos en el agua en todas las topografías y usos, aumentaron en los primeros días (D5) post-inundación. En la topografía de Loma, con un lapso de inundación de cinco días, la concentración de nitratos más nitritos fue ampliamente superior a las concentraciones iniciales principalmente en el suelo de uso agrícola. Asimismo la concentración promedio del sitio fue superior a la registrada en Media Loma y en el Bajo. Esto podría deberse a la utilización activa del suelo de Loma y la incorporación de fertilizantes nitrogenados (información suministrada por personal de la institución). La disponibilidad de nitrógeno es el principal limitante en la productividad de los cultivos que, junto con el fósforo, determinan el crecimiento vegetal. Para incrementar la disponibilidad de estos nutrientes y mejorar la productividad de los cultivos, se introducen al suelo fertilizantes químicos lo que hoy en día se ha convertido en una práctica costosa que acarrea consecuencias ambientales (Vitousek et al. 1997; Fields 2004).

Al avanzar en el tiempo de inundación, en las topografías de Media Loma y el Bajo, ambos usos, se pudo observar que las concentraciones de nitratos disminuyeron marcadamente a valores muy inferiores al inicial, y se mantuvieron en muy bajas concentraciones hasta el final. Este descenso tan marcado, podría atribuirse al consumo de los nitratos por los organismos productores que se hicieron más evidentes hacia la etapa intermedia de la inundación y a los procesos de desnitrificación, que generaron la transformación de los nitratos en nitrógeno atmosférico en suelos anaeróbicos (Simon 2002). Cuando se avanza en la etapa de inundación, el consumo biológico de oxígeno en el suelo es rápido, estableciéndose durante los primeros días condiciones reductoras típicas de los suelos inundados. Como respuesta a esta condición en los primeros cinco días de la inundación, la mineralización del nitrógeno no continúa más allá del amonio y el proceso de nitrificación se ve disminuido, provocando en el suelo la acumulación de amonio por un lado, y la disminución del nitrato por el otro (Ponnamperuma 1972; Reddy & DeLaune 2008). Bajo estas condiciones, en las zonas anaeróbicas del suelo sumergido, la pérdida de nitrato registrada a los 4 y 5 días de la inundación sería el resultado de un activo proceso de desnitrificación (Ponnamperuma 1972; Reddy & DeLaune 2008). En cambio, en nuestro ensayo, la disminución de nitratos fue posterior a los 5 días de inundación. Si bien durante el ensayo, los niveles de oxígeno disuelto en la columna de agua fueron elevados, podrían haber aparecido micrositios de características reductoras en la interfase suelo-agua.

Fósforo

Las unidades experimentales de Media Loma en ambos usos, presentaron concentraciones más elevadas de ambas fracciones de fósforo: fósforo reactivo soluble (PRS) y fósforo total (PT), respecto al Bajo. Esta diferencia pudo deberse a que en el Bajo, desde mediados del ensayo, se registraron macrófitas, especialmente carófitas, que

podieron tomar el fósforo lábil del medio, compitiendo con las algas por este recurso (Hilt 2015). Las oosporas de carófitas pueden persistir en bancos de semillas del sedimento en ecosistemas acuáticos (Rodrigo et al. 2009). del Pozo Cuevas (2011) analizó varias especies de carófitas en diferentes ambientes y observaron que algunas de las lagunas más eutróficas presentaron una cobertura considerable de carófitas, cuya presencia se relacionó con otras variables (fósforo total, fósforo reactivo soluble, nitrato, turbidez, clorofila "a", entre otros). Si bien los resultados mostraron presencia de carófitas en un amplio rango de concentraciones de fósforo total, las lagunas sin carófitas se caracterizaron por presentar valores significativamente más altos de turbidez, fósforo total, nitratos y clorofila "a" que aquellas con carófitas (del Pozo Cuevas 2011).

En el total de las topografías estudiadas y sus usos, el fósforo reactivo soluble presentó un crecimiento gradual desde la primera etapa de inundación hasta mediados de la misma (D1 al D23). La incorporación de fósforo al sistema se atribuye a la liberación de fósforo por parte del suelo en condiciones de anoxia, típicas de suelos sumergidos (Watanabe & Roger 1985). Se considera que el principal efecto de la condición anaeróbica del suelo es un cambio en la solubilidad del fósforo (Ponnamperuma 1972). La liberación del fósforo desde el suelo está regulada por la disponibilidad de oxígeno y un análisis de correlación entre ambas variables mostró valores significativos en todos los tratamientos. Esto pudo deberse a que los microcosmos estuvieron destapados y hubo un intercambio de oxígeno con la atmósfera, pudiendo existir una diferencia en la disponibilidad del oxígeno entre la superficie del agua (con una alta saturación de oxígeno), la columna de agua y la capa suelo-agua (saturación de oxígeno más baja), generando sitios anóxicos y la liberación del fósforo por parte del suelo.

En suelos ácidos, el incremento del pH puede provocar una liberación de fosfato retenido por intercambio sobre la superficie de las arcillas y sesquióxidos y, consecuentemente, incrementar la concentración de fósforo extraído. La reducción de compuestos de hierro, de férrico a ferroso, genera la liberación de fosfatos adsorbidos, fijados u ocluidos hacia la interfase agua-suelo (Ponnamperuma 1972; 1985). El aumento de fósforo disponible en el agua es típico en estos ambientes inundados y una de las causas puede ser la reducción que sufren ciertos elementos como el Fe y el Mn que, en estado oxidado, forman complejos con el fósforo. Asimismo con la inundación y consecuente disminución del potencial redox del suelo, estos elementos se reducen y liberan (De Datta 1981). En condiciones de anoxia, los oxihidróxidos de Fe se reducen y el fosfato absorbido a los mismos se libera en la columna de agua (Katsev et al. 2006). Otros factores que pueden influir en la liberación del fósforo del sedimento son el pH del agua, la cantidad y calidad del aporte de carbono orgánico, el aporte de fósforo por minerales, la bioturbación, la fotosíntesis epipélica, la concentración de materia orgánica y la presencia de Fe reactivo, sulfatos, calcita y otras sustancias del sedimento (Wetzel 2001). Si bien en nuestro estudio de acuerdo a la metodología empleada la acción del viento no fue significativa, en cuerpos de agua naturales, la resuspensión inducida por este factor, es un mecanismo que provoca un aumento en la concentración de sólidos en suspensión en la columna de agua (Ekholm et al. 1997). Asimismo se ha demostrado en ambientes poco profundos, que la variación en la carga interna del fósforo está controlada en gran medida por la mezcla del viento (Jones & Welch 1990). Las actividades biológicas en la columna de agua como la fotosíntesis por parte de los productores, generan oxígeno en el medio que brinda la materia prima para la mineralización de la materia orgánica que se va acumulando de manera que se liberan nuevamente componentes de fósforo al medio. Estudios previos en suelos inundados

Quaíni (2011) mostraron un aumento en la concentración del fósforo reactivo soluble en el agua al inicio de la inundación y una disminución marcada a partir de los 15 días, relacionado esto al rápido consumo por los productores primarios que registraron un elevado desarrollo desde ese momento. En nuestro estudio, esta tendencia se observó aproximadamente a partir del D23, en la casi totalidad de los tratamientos.

Respecto al fósforo total, la tendencia fue similar a la del fósforo reactivo soluble, aumentando hacia mediados de la inundación (D23), disminuyendo posteriormente en D35 y con un leve aumento en el final. Quaíni (2011) describió que la concentración de fósforo total en el agua luego de la inundación, aumentó a los 30 días en la fracción orgánica debido principalmente a su incorporación en los organismos.

3.3.3-EFECTOS DE LA INUNDACIÓN SOBRE LOS ORGANISMOS

CONSUMIDORES (RIQUEZA, DENSIDAD, DIVERSIDAD, ETAPAS DE LA SUCESIÓN Y ESTRATEGIAS ADAPTATIVAS).

RIQUEZA Y DIVERSIDAD ESPECÍFICA

El menor número de *taxa* y la menor diversidad se registró en Loma, debido al corto tiempo de colonización. En Media Loma y en el Bajo se observó un aumento en la riqueza y en la diversidad específica al transcurrir el tiempo de inundación. El análisis de diferencias de medias por sitio mostró que el uso mixto presentó las riquezas más altas tanto en Media Loma y el Bajo, mientras el Bajo en ambos usos arrojó las medias más altas respecto a la diversidad. Esto pudo deberse al mayor tiempo de exposición del suelo a la inundación, dando oportunidad a la aparición de nuevos organismos de diferentes especies (sucesión) y al reservorio de organismos en cada tipo de suelo. Asimismo, el Bajo como sistema natural, es el sitio donde las inundaciones perduran por más tiempo y por lo tanto la dinámica química y biológica es diferente a la de las otras posiciones topográficas. Estos datos coinciden con estudios de sucesión en suelos inundados realizados en el lugar (Quaini 2011; Solari et al. 2018).

SUCESIÓN DE LOS ORGANISMOS Y ADAPTACIONES A LA DESECACIÓN

Odum (1969) describe que en la primera etapa de la sucesión los organismos tienden a ser pequeños, con ciclos de vida simples y tasas de reproducción rápidas. Los cambios en el tamaño parecen ser consecuencia o una adaptación de los nutrientes de inorgánicos a orgánicos (de extrabióticos a intrabióticos). De modo que, a medida que se desarrolla el ecosistema, la ventaja selectiva se traslada a organismos más grandes, con mayor capacidad de almacenamiento y ciclos de vida más complejos y que están adaptados para explorar las liberaciones estacionales o periódicas de nutrientes u otros recursos (Odum 1969). La selección en el ecosistema puede ser principalmente interespecífica,

ya que el reemplazo de especies es una característica de las series o seres sucesionales, sin embargo, parece haber algunas especies sucesionales tempranas que pueden persistir en las etapas tardías (Odum 1969). Los eventos de colonización de un nuevo ambiente por integrantes del zooplancton pueden ocurrir en días o semanas (Quaíni 2011). Una gran parte de los organismos presentes en ambientes temporarios, tiene la capacidad de generar estructuras de resistencia que les permite sobrellevar las condiciones del ambiente. El éxito de determinadas especies depende de estas condiciones cambiantes para completar su ciclo de vida, por lo que, los eventos de suelo seco para ciertas especies no deben considerarse adversidades o catástrofes, ya que han evolucionado para vivir en ambientes temporalmente húmedos (Nielsen et al. 2002; Reddy & DeLaune 2008). **En este estudio, los protistas fueron dominantes tanto en riqueza específica como en densidad en los diferentes tiempos de muestreo.** En Media Loma y principalmente en Loma, los ciliados se destacaron en número de *taxa* respecto al resto de los grupos. En el Bajo, los ciliados no superaron en número de especies ni a las amebas ni a los rotíferos. Los ciliados aparecen tempranamente en el agua de inundación y junto con otros protozoos, son esenciales en el reciclado de nutrientes (Schwarz & Frenzel 2003). Existen grupos de ciliados que son particularmente abundantes en hábitats impredecibles y extremos (Foissner 1987). Estos ciliados, considerados estrategias “r”, producen estructuras de resistencia y forman quistes reproductivos, lo que les confiere una ventaja adaptativa adicional para explotar los ambientes efímeros (Foissner, op. cit.). Rísquez (1998) ubica a los ciliados como un grupo activo en cualquier hábitat donde exista agua y con otros factores ecológicos favorables que les permita desarrollar su ciclo de vida. Este autor también remarca la capacidad de los protistas ciliados de poder formar poblaciones numerosas tanto en sistemas naturales como en sistemas artificiales. Darbyshire (1975) indica que los

protozoos del suelo son ubicuos y por lo tanto las mismas especies aparecen en suelos antárticos, templados y tropicales. Los microorganismos desempeñan un papel fundamental en la fertilidad del suelo, al facilitar la descomposición de la materia orgánica, el ciclo de los nutrientes, la remediación de los contaminantes y otros procesos que tienen implicancias directas sobre la sostenibilidad de los agroecosistemas (Hall et al. 2018).

Los rotíferos tuvieron la mayor riqueza específica en el ensayo, principalmente en el Bajo. En lagos someros, los rotíferos constituyen un eslabón importante en la cadena alimentaria (Gilbert 1988) y su desarrollo está influenciado por factores bióticos y abióticos como la temperatura, la salinidad del agua, el alimento, la competencia y la depredación (Dumont & Sarma 1995; Rothhaupt 1995; Kumar & Rao 2001; Kumar 2003). Este grupo de organismos juega un papel muy importante en la cadena de reciclado de los nutrientes en el suelo y entre ellos los bdeloideos son muy abundantes en los suelos y se los considera organismos pioneros en la colonización del ambiente (Lee & Snell 2001). Los bdeloideos junto con las especies de *Lecane* y *Trichocerca*, fueron los que más aportaron a la riqueza específica total. En nuestro ensayo, el incremento de la clorofila “a” en las etapas avanzadas de la inundación, pudo ser el factor clave en la persistencia del grupo en el tiempo, ya que la gran mayoría de los taxones registrados durante el ensayo son de hábitos herbívoros. Esto pudo ser corroborado por el análisis de correlación entre la riqueza de especies y la clorofila “a”, que en todos los tratamientos arrojó valores significativos. Los rotíferos herbívoros pueden ser en ciertos momentos cosechadores selectivos y en otros momentos comportarse como oportunistas, por lo que tienen una gran capacidad de adaptabilidad a los cambios y fluctuaciones del medio (Kirk 2002). Por otro lado, la baja densidad o la carencia de microcrustáceos herbívoros durante el ensayo, pudo favorecer la

persistencia del grupo en el tiempo ante la falta de competencia por el recurso, quedando reflejado principalmente en los valores de densidad de los rotíferos en los sitios de Loma y Media Loma mixto. Si bien en el Bajo, la riqueza del grupo fue alta, la densidad del grupo no fue elevada. En el Bajo, se registraron crustáceos adultos (copépodos y cladóceros) que no se encontraron para los mismos tiempos de muestreo en otras posiciones topográficas. Se hicieron evidentes dos especies de copépodos, un ciclopoideo *Paracyclops fimbriatus* y un calanoideo *Notodiaptomus incompositus* y una especie de cladóceros, *Chydorus sphaericus*. Los copépodos presentan seis estadios larvales naupliares y cinco de copepodito antes de llegar a ser adulto, por lo que necesitan más tiempo de residencia del agua para poder desarrollarse (Ferrando 2015). Nogueira (2001), describe a los copépodos calanoideos como estrategas K, con un periodo de crecimiento más largo y que necesitan de condiciones ambientales más estables para el desarrollo de sus poblaciones que las requeridas por los copépodos ciclopoideos. La duración del desarrollo depende de las condiciones ambientales (temperatura, fotoperiodo, cantidad de alimento), y de la presencia de huevos subitáneos (de desarrollo rápido) o de diapausa (Miracle 2015). Los harpacticoideos y los calanoideos pueden producir los dos tipos de huevo, mientras que los ciclopoideos solo tienen huevos subitáneos y pueden entrar en latencia como copepodito, adultos o incluso hembras fertilizadas (Dobrzykowski & Wyngaard 1993; Naess & Nilssen 1991). Los copépodos también presentan adaptaciones para sobrevivir a condiciones desfavorables (Frisch 2001). Hay registros de una especie de copépodo cuyos huevos eclosionaron después de 400 años de desecación, aunque la edad promedio de sus huevos en diapausa es de 70 años (Hairston et al. 1995). En cuerpos de agua temporales la posibilidad de generar estructuras latentes y los procesos de dispersión de las mismas son importantes para la supervivencia de los copépodos ciclopoideos en las planicies de

inundación (Frisch 2002). Los cladóceros presentan tres tipos de huevos: subitáneos, de resistencia fertilizados y de resistencia diploides (sin fertilización) siendo estos últimos los que pueden soportar la desecación como la congelación (Ferrando 2015). Las etapas de reposo más especializadas se encuentran en las especies de *Daphnia*, donde el caparazón encapsula los huevos en una estructura llamada efipio. En las familias Chydoridae y Macrothricidae, los efipios son más primitivos y en general quedan adheridos al sustrato (Brendonck & De Meester 2003). Se ha demostrado que el incremento de la biomasa del zooplancton debido al aumento de crustáceos está en relación directa con el tiempo de residencia del agua (Baranyi et al. 2002).

Ciertos grupos se registraron en diferentes etapas de la sucesión, por ejemplo, los nematodos, se encontraron en las tres posiciones topográficas, en determinados eventos de muestreo. Estos organismos suelen estar presentes en la película de agua que rodea a las partículas del suelo. Bongers (1990) y Bongers & Bongers (1998), realizaron una división de los nematodos del suelo según sean colonizadores o persistentes, similares a los estrategas “r” o “k”, asignando un valor denominado “Cp” del 1 al 5. Siendo los de valor Cp 1 (“r”), organismos con ciclos de vida corto, con alta fecundidad, que pueden sobrevivir en ambientes perturbados, y principalmente bacterívoros. Los Cp2, con ciclos de vida más largos, tolerantes a condiciones adversas, con criptobiosis y alimentación principalmente bacterívora o fungívora. Los Cp4 - Cp5 (“k”), son aquellos de ciclos de vida más largos, con distintos tamaños, con poca producción de huevos, y mayor sensibilidad a los cambios del medio, principalmente omnívoros o depredadores. En nuestro estudio se registraron dos nematodos de tipo Cp4 de la familia Dorylaimidae: *Mesodorylaimus* sp. y *Dorylaimus* sp. Hay especies, dentro del orden Dorylaimida, que son edaphobiontes, es decir adaptados a condiciones terrestres y casualmente en agua dulce, mientras que otras especies de *Dorylaimus* y *Mesodorylaimus* se registraron en

agua dulce, en ambientes litorales con sedimentos arenosos-limosos, y en zonas de aguas estancadas con cierto grado de contaminación (Antoficâ & Poiras 2009).

Entre las adaptaciones a vivir en ambientes temporarios, los tardígrados desarrollan estrategias de inactividad que les permiten perdurar cuando las condiciones no son propicias para sostener la vida. Ellos pueden sobrevivir rodeando su cuerpo con una película de agua en caso de desecación (anhidrobiosis), también producir criptobiosis para soportar la congelación (criobiosis) durante semanas, meses e incluso años (Guidetti 2011). La anhidrobiosis es el estado inducido por la pérdida de agua del ambiente por evaporación y es el tipo más común de criptobiosis en tardígrados (Infozoa 2013). Los tardígrados son unos de los pocos phylum de metazoos que contienen especies capaces de producir criptobiosis en cualquier etapa de su vida desde huevo hasta adulto (Bertolani et al. 2004; Schill & Fritz 2008). Esta capacidad pudo determinar la aparición del grupo en la etapa inicial de la inundación en el Bajo uso agrícola y en la etapa intermedia en Media Loma uso mixto. Hay estudios sobre especies del género registrado en el ensayo, *Paramacrobiotus*, donde se demostró que pueden resistir con diferentes habilidades de criptobiosis a la desecación y a la congelación (Rebecchi et al. 2009b). Los gastrotricos, es probable que sobrevivan con un tipo de huevo producido por partenogénesis, que le da resistencia a las bajas temperaturas y la desecación. (Strayer & Hummon 1991). Los quetonótidos son prácticamente cosmopolitas, pudiendo desarrollarse en mínimas condiciones de oxígeno y hasta hay formas anaeróbicas (Ageitos De Castellanos & Lopretto 1990). En nuestro ensayo se registró a *chaetonotus* sp., en las topografías más bajas (Media Loma y Bajo), en las distintas etapas de inundación, con mayor evidencia del grupo en las etapas intermedia y final, posiblemente su persistencia este asociado a la tolerancia que tienen para sobrevivir en distintos niveles de OD y al tipo de alimentación ya que sus fuente de

alimentación principal es a base de algas y protozoos, que fueron abundantes durante el ensayo.

Ciertas especies de oligoquetos presentan diferentes tipos de estrategias. Son organismos cuyo mayor porcentaje de su peso corporal está compuesto por agua que le sirve de sostén y para reserva en los momentos de sequía. El agua la utilizan, mediante distintos tipos de nefridios, para regulación interna o para humedecer el cuerpo externamente y el suelo que lo rodea (Sánchez 2015). Otro tipo de adaptación es la aglomeración de muchos ejemplares que se rodean de una cubierta mucosa y se protegen de las condiciones de sequía (Sánchez 2015). Los Enchytraeidae se consideran generalmente como una familia terrestre, sin embargo, hay numerosos registros en sedimentos saturados y húmedos, incluidos estanques, cauces y marismas (Williams 1993). Tienen diferentes estrategias a la desecación como la migración a microhábitats más profundos y húmedos del perfil del suelo, o también sobrevivir en estado de capullo, más tolerante a la desecación (Springett 1970; Uhía & Briones 2002; Nielsen 1955 a; Nielsen 1955 b; Lagerlöf & Strandh 1997). Los Naididae se encuentran en una gran variedad de hábitats acuáticos, pero alcanzan su mayor abundancia en aguas corrientes con sustrato de partículas gruesas (Williams 2006).

DENSIDAD DE LOS ORGANISMOS DURANTE LA INUNDACIÓN

Los protozoos fueron el grupo más abundante durante el ensayo, principalmente los ciliados, seguido en importancia por las amebas y luego por los rotíferos. Estos resultados coincidieron con investigaciones realizadas previamente en el mismo sitio de estudio por Quaini (2011) y Solari et al. (2018), donde los ciliados y los rotíferos con diferentes hábitos tróficos fueron los grupos dominantes en todo el periodo de inundación de suelos. En Loma uso agrícola se observaron picos de densidad de *Cyclidium* sp1 en determinados momentos del muestreo en los diferentes sitios.

Esta especie se puede encontrar en distintos hábitat y hasta en vertidos industriales en fases orgánicas fuertes (Inamori 2004). Li et al. (2010) hallaron que algunas especies de este género, fueron registradas en diferentes tipos de suelo y en diferentes condiciones ambientales (pH, granulometría, temperatura). Por otro lado, estudios realizados por Bamforth (1973) describe a la mayoría de los ciliados del suelo como organismos de crecimiento rápido y predominantemente bacterívoros. En el caso de nuestro estudio, muchas de las especies de ciliados más representativas como *Cyclidium* sp., son de hábitos bacterívoros y fueron pioneros en la colonización del ambiente. Media Loma uso mixto presentó la densidad media más alta con un alto valor del desvío estandar, mostrando una gran dispersión entre las réplicas de un mismo tratamiento y para un mismo tiempo de muestreo. Estas diferencias fueron dadas por picos máximos de densidad de los organismos (principalmente protozoos), atribuidos posiblemente al recurso alimenticio disponible. Si bien la correlación entre las variables densidad y clorofila “a” no fueron significativas, estos organismos pudieron incorporar también otros recursos disponibles en el medio como bacterias, y otros pequeños organismos.

SUCESIÓN DE HÁBITOS TRÓFICOS DURANTE EL ENSAYO

Etapa inicial (D5 – D11)

La gran mayoría de los *taxa* registrados en esta etapa presentaron hábitos omnívoros, principalmente los ciliados bacterívoros - alguívoros como *Chilodonella* sp. (Bick 1972) y *Halteria* sp. (Oksana et al. 2006). Otros ciliados, como *Frontonia* sp. y *Euplotes* sp., incorporan además a su dieta pequeños ciliados y flagelados (Bick 1972). Se registraron amebas con especies del género *Arcella*, con una alimentación basada en bacterias y microorganismos, principalmente protozoos flagelados (Deflandre 1953; Laybourn & Whyment 1980). *Centropyxis* sp. y *Cyclopyxis* sp. son principalmente de régimen detritívoro (Gilbert et al. 2000) y las especies del género *Diffugia* como *D. lobostoma* se

alimentan de microalgas, ciliados, tecamebas y metazoos (Torres 1996) mientras que *D. oblonga* tiene una alimentación que se basa principalmente en ciliados (Chardez 1967). Las especies de *Euglypha* sp. y *Trinema enchelys* tienen una alimentación basada principalmente en bacterias (Coûteaux & Pussard 1983). Meisterfeld (2000) y Santibañez et al. (2011), proponen que los representantes de mayor tamaño del género *Trinema*, tienen una alimentación basada en microalgas. Entre los bacterívoros se encuentra *Cyclidium* sp1 que fue una de las especies registradas a lo largo del ensayo con altas densidades, esta especie habita en un amplio rango de condiciones (Inamori 2004; Li et al. 2010). Entre los metazoos de hábitos omnívoros se registraron, crustáceos copépodos juveniles, larvas de quironómidos, gastrotricos, anélidos, tardígrados y nematodos. Los oligoquetos y los quironómidos son principalmente colectores – recolectores de detritus (Pavè & Marchese 2005). Otros autores describen a los oligoquetos (Naididae), a los quironómidos y a ciertos copépodos como consumidores selectivos de protozoos (Taylor 1983; Archbold & Berger 1985). *Dorylaimus* sp., una de las especies de nematodos característica de esta etapa inicial, se especializa en alimentarse de algas, bacterias, hongos y organismos de menor tamaño (Ibáñez 2011). Si bien no se estudió la presencia y la tasa de crecimiento de las bacterias, se pudo inferir que este recurso estuvo disponible en el ambiente, ya que muchos de los *taxa* mencionados se alimentan de ellas o tienen este recurso en su dieta.

En esta etapa se registraron organismos de hábitos herbívoros, principalmente rotíferos filtradores del género *Lecane*, *Lepadella patella* (micrófagos pequeños), y bdeloideos (micrófagos medianos) (Obertegger et al. 2011), algunos ciliados y las larvas nauplii. La presencia de estos *taxa* se puede relacionar con el crecimiento paulatino de la biomasa algal en esta instancia. Los hábitos tróficos menos representativos fueron los ciliados depredadores como *Litonotus* sp., cuya alimentación es a base de pequeños ciliados

como *Cyclidium* y también de flagelados y *Dileptus* sp., con una dieta basada en ciliados, rotíferos y pequeños oligoquetos (Bick 1972). Los rotíferos depredadores presentaron hábitos raptoriales como *Cephalodella* sp. y *Trichocerca* spp. (Obertegger et al. 2011) mientras que juveniles del género *Heterocypris* presentaron hábitos detritívoros.

Etapa intermedia (D17 a D29)

La mitad de los *taxa* registrados fueron de hábitos omnívoros. Los *taxa* más representativos de ciliados y amebas fueron los mismos que en la etapa inicial de la inundación. Se agregó una especie de ciliado de la familia Oxytrichidae. Las amebas se hicieron más evidentes en esta etapa respecto a la etapa inicial de la inundación. La abundancia de algas de mayor tamaño, en particular de diatomeas (observación personal) pudo favorecer la presencia de amebas ante la mayor disponibilidad como recurso alimentario. La colonización de las amebas se registró principalmente en las etapas intermedia y final del proceso de sucesión en coincidencia con un mayor crecimiento del componente algal (correlación positiva entre riqueza y clorofila “a”), y con representantes de mayor tamaño de algas (Andramunio-Acero et al. 2018). Entre los metazoos omnívoros, además de los grupos ya evidenciados en la etapa inicial, se registraron crustáceos, principalmente larvas nauplii y copepoditos. La dieta de los copépodos puede variar según su etapa de desarrollo. Las larvas nauplii y los copepoditos suelen ser herbívoros y en algunas especies la transición a una alimentación depredadora dentro de los ciclopoideos puede ocurrir en las primeras etapas de copepodito (Brandl & Fernando 1986; Williamson 1986), mientras que en los calanoideos ocurre en los estadios tardíos del copepodito (Maly&Maly 1974).

A la omnivoría le siguió la herbivoría, principalmente por rotíferos asociados a sustratos y con hábitos filtradores, larvas nauplii y cladóceros filtradores, mientras los protozoos

de hábitos bacterívoros disminuyeron en abundancia hacia el final de esta etapa de inundación. Los ciliados pueden ser un recurso alimenticio de otros organismos registrados en esta etapa como los rotíferos depredadores, quelicerados y los copépodos ciclopoideos adultos. Los copépodos ciclopoideos tienen una dieta que incluye algas, rotíferos, otros crustáceos, oligoquetos, quironómidos y nematodos, presas que obtienen por manipulación (Williamson & Reid 2001), siendo estos grupos evidentes en distintas densidades en esta etapa de la inundación.

Etapa final (D35 y D43)

Nuevamente prevalecen los organismos de hábitos omnívoros, principalmente representado por protozoos. Aparece una especie perifítica, *Vorticella* sp., de hábitos filtradores y característica del final de la sucesión (Andramunio-Acero et al. 2018). Los metazoos registrados en la etapa intermedia permanecieron también en esta etapa y se hicieron más abundantes los crustáceos copépodos adultos, los ostrácodos, los anélidos y los gastrotricos. Los bacterívoros se registraron en menores densidades, representados por especies de ciliados.

En síntesis, la colonización en los primeros días de inundación fue por especies oportunistas, principalmente por los ciliados, las amebas y rotíferos, grupos que predominaron a lo largo de la experiencia. Odum (1969) describió que el reemplazo de las especies es característica de las series sucesionales, pero que existen algunas especies tempranas que pueden persistir en etapas tardías. Esto se pudo observar a lo largo del ensayo, donde muchos de los *taxa* de la etapa temprana de la sucesión se observaron en las etapas posteriores. **En inundaciones de 5 días**, los hábitos alimenticios fueron principalmente omnívoros – herbívoros – bacterívoros. En ciertos eventos del ensayo también hubo depredadores de pequeño porte (ciliados) y en muy bajas densidades de mayor porte como fue el registro de ácaros.

El eventual aumento de ciertas algas (estimado por clorofila “a”), es característico en las etapas tempranas de la sucesión (Odum 1969), lo que favoreció la presencia de rotíferos, crustáceos filtradores y amebas. Gilbert et al. (2000, 2003) han demostrado que el componente algal es muy importante en el régimen alimentario de las tecombebas, y en todos los tratamientos la relación entre la clorofila “a” y la riqueza mostró una correlación significativa.

A medida que se desarrolla el ecosistema pueden esperarse cambios sutiles en el patrón de red de las cadenas alimenticias, siendo más simples y lineales en las primeras etapas de la sucesión, como consecuencia de la baja diversidad y se convierten en redes más complejas en las etapas avanzadas, siguiendo mayormente la ruta detritívora (Odum 1969). Los estudios sobre sucesión tradicional y los modelos contemporáneos de ensamblaje comunitario, proporcionan una comprensión holística de cómo las comunidades cambian en el tiempo (Chang & HilleRisLambers 2016). En Media Loma y en el Bajo de la zona agrícola se observó un mayor crecimiento de algas respecto al uso mixto, en las etapas inicial e intermedia de la inundación. Esta diferencia pudo deberse a una mayor disponibilidad de nutrientes en el uso agrícola que generó que las algas se puedan desarrollar y estén controladas por un efecto “botton-up”. En ambos usos, en la etapa final de la inundación y, a pesar de la presencia de algas (estimación por clorofila “a”), se observó una predominancia en la diversidad y abundancia de los organismos consumidores (control “top-down”) (Scheffer 1998).

3.3.4-IMPORTANCIA DEL BANCO DE INÓCULOS DEL SUELO

A los cinco días del ensayo, se registraron principalmente especies oportunistas como los protozoos y rotíferos mientras que los grupos de ciclos de vida más largos no se registraron en el sitio debido al corto tiempo en que el suelo estuvo inundado.

Los sitios de Media Loma y el Bajo, permanecieron el mismo tiempo inundados, lo cual nos permite inferir que en este caso no solo el tiempo de inundación determinó el desarrollo y la sucesión de los organismos, sino también el banco de inóculos presente en el suelo previo a la inundación. Si bien no se estudiaron los bancos de inóculos existentes en los suelos en la condición de pre-inundación, de acuerdo a los resultados obtenidos, se pudo sostener que la topografía del Bajo fue la más rica en diversidad de inóculos. La estructura y dinámica de eclosión de los bancos de huevos de resistencia, están determinadas por las características de vida de las distintas especies, la fenología de eclosión, las características propias del hábitat (Brendonck & De Meester 2003), el momento y la cantidad de producción de huevos, los lugares donde se depositan, la tasa de pérdida por senescencia, la depredación, las enfermedades y la dispersión (Cáceres & Hairston 1998). La presencia de estructuras de resistencia facilita la reconstrucción de los ecosistemas mediante una inundación luego de una sequía, ya que esas estructuras permiten que las especies se desarrollen rápidamente una vez finalizado el periodo de latencia (Solari et al. 2018).

BIBLIOGRAFÍA

- Ageitos De Castellanos Z. & Lopretto E. C. (1990). Los invertebrados. Los Agnotozoos, Parazoos y Metazoos no celomados. Tomo II. Librería Agropecuaria S.A.
- Andramunio- Acero C.P., Caraballo- Gracia P.R., Duque- Escobar S.R& Solari L. C. (2018). Cambios en la estructura de la comunidad perifítica en el sistema de lagos de Yahuaraca, Amazonía colombiana. *Actualidades Biológicas* 40:139-161.
- Antoficâ A. & Poiras L. (2009). Species diversity of freshwater and soil nematodes of some localities along the Dniester river. *Oltenia Studii si comunicari Stiintele naturii* 51-54.
- Archbold J. H. G. & Berger J. (1985). A qualitative assessment of some metazoan predators of *Halteria grandinella*, a common freshwater ciliate. *Hydrobiologia* 126: 97–102.
- Bamforth S. S. (1973). Population dynamics of soil and vegetation protozoa. *American Zoologist* 13: 171-176.
- Baranyi C., Hein T. C. Holarek C.; Keckeis S. & Schiemer F. (2002). Zooplankton biomass and community structure in a Danube River floodplain system: effects of hydrology. *Freshwater Biology* 47: 473-482.
- Bertolani R., Guidetti R., Jönsson K. I., Altiero T., Boschini D., Rebecchi L. (2004). Experiences on dormancy in tardigrades. *Journal of Limnology* 63: 16–25.
- Bick H. (1972). Ciliated protozoa: an illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology. World Health Organization, Ginebra, Suiza.

- Bongers T. (1990). The maturity index: An ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition, *Oecologia* 83: 14–19.
- Bongers T. & Bongers M. (1998). Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology* 10: 239-251.
- Brandl Z. & Fernando C. H. (1986). Feeding and food consumption by *Mesocyclops edax*. *Syllogeus* 58: 254–258.
- Brendonck L. & De Meester L. (2003). Egg banks in freshwater zooplankton: evolutionary and ecological archives in the sediment. *Hydrobiologia* 491: 65-84.
- Cáceres C. E. & Hairston, N. G. Jr. (1998). Benthic-pelagic coupling in planktonic crustaceans: the role of the benthos. *Ergebnisse der Limnologie* 52: 163 - 174.
- Catlin A.K., Collier K. J. & Duggan I. C. (2017). Zooplankton generation following inundation of floodplain soils: effects of vegetation type and riverine connectivity. *Marine and Freshwater Research* 68: 76–86.
- Chang C. & HilleRisLambers J. (2016). Integrating succession and community assembly perspectives. *Frontiers in Ecology and the Environment* 14: 50–57.
- Chardez D. (1967). Histoire naturelle des protozoaires Thécamoebiens les naturalies. Bruxelles: Les Naturalistes Belges 48: 484-588.
- Ciampitti A.I. (2005). Dinámica del fósforo del suelo en rotaciones agrícolas en ensayos de nutrición a largo plazo. Tesis para obtener el grado de Magister en ciencias del suelo. Facultad de Agronomía- Universidad de Buenos Aires.
- Coûteaux M. M. & Pussard M. (1983). Nature du régime alimentaire des protozoaires du sol. En: *International Colloquium of soil Biology*, Louvain la Neuve Belgium 8: 179-195.
- Darbyshire J. F. (1975). Soil protozoa--animalcules of the subterranean microenvironment. *Soil Microbiology* (N. Walker (ed.)).

- De Datta S. K. (1981). Chemical changes in submerged rice soils. En: Principles and practices of rice production. International Rice Research Institute, PO Box 933: 89-145.
- Deflandre G. (1953). Ordres des Testacea lobosa (de Saedeleer, 1934), Testacea filosa (de Saedeleer, 1934), Thalamia (Haeckel, 1862) ou Thécamoebiens (Auct.) (Rhizopoda Testacea). En: Grassé P-P (ed) Traité de Zoologie, Masson and Co., Paris 1: 97-148.
- del Pozo Cuevas R. (2011). Las comunidades de macrófitos como descriptores de la condición ecológica de las lagunas esteparias de Castilla y León. Tesis Doctoral, Universidad de León.
- Dobrzykowsky A. E. & Wyngaard G. A. (1993). Phenology of dormancy in a Virginia population of *Mesocyclops edax* (Crustacea:Copepoda). *Hydrobiologia* 250: 167–171.
- Dumont H. J. & Sarma S. S. S. (1995). Demography and population growth of *Asplanchna girodi* (Rotifera) as a function of prey (*Anura eopsisfissa*) density. *Hydrobiologia* 306: 97-107.
- Ekholm P., O. Malve & T. Kirkkala T. (1997). Internal and external loading as regulators of nutrient concentrations in the agriculturally loaded Lake Pyhäjärvi, southwest Finland. *Hydrobiologia* 345: 3–14.
- Ferrando N.S. (2015). Tesis doctoral: Zooplancton de ambientes acuáticos de la cuenca del río Salado (Buenos Aires): estudio de relaciones interespecíficas y principales factores de control mediante experiencias de laboratorio y microcosmos. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

- Fields S. (2004). Global Nitrogen: cycling out of control. *Environmental Health Perspectives* 112: 556-563.
- Foissner W. (1987). Soil Protozoa: fundamental problems, ecological significance. adaptations in ciliates and testaceans, bioindicators and guide to the literature. *Progress Protistology* 2: 69-212.
- Foissner W. & Berger H. (1996). A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and wastewaters, with notes on their ecology. *Freshwater Biology* 35: 375-482.
- Foissner W., Chao A., & Katz L. A. (2007). Diversity and geographic distribution of ciliates (Protista: Ciliophora). En: *Protist diversity and geographical distribution* Springer, Dordrecht pp. 111-129.
- Frisch D. (2001). Life cycles of the two freshwater copepods *Cyclops strenuus* Fischer and *Cyclops insignis* Claus (Cyclopoida, Copepoda) in an amphibious floodplain habitat. *Hydrobiologia* 453: 285-293.
- Frisch D. (2002). Dormancy, dispersal and the survival of cyclopoid copepods (Cyclopoida, Copepoda) in a lowland floodplain. *Freshwater Biology* 47: 1269-1281.
- Galotti A., Genoveva E., Finlay B., Jiménez-Gomez F. & Guerrero F. (2010). Riqueza específica de protozoos ciliados en las Salinas de interior del Alto Guadalquivir (Jaén, España). *Revista Digital El Alfolí* N°7.
- Gilbert J. J. (1988). Suppression of rotifer populations by *Daphnia*: a review of the evidence, the mechanisms, and the effects on zooplankton community structure. *Limnology and Oceanography* 33: 1286-1303.

- Gilbert D, Amblard C., Bourdier G. & Shiel R. (2000). Le régime alimentaire des Thécamoebiens (Protista, Sarcodina). *L'Année Biologique* 39: 57-68.
- Gilbert D., Mitchell E., Amblard C. & Francez A. (2003). Population Dynamics and Food Preference of the testate Amoeba *Nebela tinctorum-bohemica-collaris* complex (Protozoa) in a Sphagnum peatland. *Acta Protozoologica* 42: 99-104.
- Guidetti R., Altiero T. & Rebecchi L. (2011). On dormancy strategies in tardigrades. *Journal of Insect Physiology* 57: 567–576.
- Hairton Jr N. G., Van Brunt R. A., Kearns C. M. & Engstrom D. R. (1995). Age and survivorship of diapausing eggs in a sediment egg bank. *Ecology* 76: 1706-1711.
- Hall E. K., Bernhardt E. S., Bier R. L., Bradford M. A., Boot C. M., Cotner J. B. & Wallenstein M. D. (2018). Understanding how microbiomes influence the systems they inhabit. *Nature Microbiology* 3: 977–982.
- Hilt S. (2015). Regime shifts between macrophytes and phytoplankton concepts beyond shallow lakes, unravelling stabilizing mechanisms and practical consequences. *Limnetica* 34: 467-480.
- Hupfer M. & Lewandowski J. (2008). Oxygen Controls the Phosphorus Release from Lake Sediments –a Long-Lasting Paradigm in Limnology. *International Review of Hydrobiology* 93 (4–5): 415–432.
- Ibáñez J. (2011). Nematodos del suelo: Grupostróficos o funcionales. <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/04/12/137716>.
- Inamori Y. (2004). Protozoos del fango activado. Institute for environmental studies, Japan Environmental Agency.

- Jones C. A. & Welch E. B. (1990). Internal phosphorus loading related to mixing and dilution in a dendritic, shallow prairie lake. *Research Journal of the Water Pollution Control Federation* 62: 847–852.
- Katsev S., Tsandev I, L 'Heureux I., Rancourt D. (2006). Factors controlling long-term phosphorus efflux from lake sediments: Exploratory reactive-transport modeling. *Chemical Geology* 234: 127–147.
- Kirk K. L. 2002. Competition in variable environments: experiment with planktonic rotifers. *Freshwater Ecology* 47: 1089-1096.
- Kumar R. (2003). Effect of *Mesocyclops thermocycloides* (Copepoda, Cyclopoida) predation on population dynamics of different prey: a laboratory study. *Journal of Freshwater Ecology* 18: 383–393.
- Kumar R. & Rao T. R. (2001). Effect of the cyclopoid copepod *Mesocyclops Thermocycloides* on the interactions between the predatory rotifer *Asplanchna intermedia* and its prey *Brachionus calyciflorus* and *B. angularis*. *Hydrobiologia* 454: 261–268.
- Küppers G. C. (2007). Ciliados (Protozoa, Ciliophora) de un ambiente temporario subtropical pampásico: taxonomía y ecología. Tesis Doctoral N° 953 de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Lagerlöf J. & Strandh M. (1997). Hatching of Enchytraeidae (Oligochaeta) from egg cocoons in agricultural soil exposed to different drought regimes a laboratory study. *Pedobiologia* 41:334-341.

- Laybourn J. & Whyman L. (1980). The Effect of Diet and Temperature on Reproductive Rate in *Arcella vulgaris* Ehrenberg (Sarcodina: Testacida). *Oecologia* 45: 282 – 284.
- Lee R., Terry W. & Snell W. (2001). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. 2nd Edition. Academic Press.
- León L. A. & Arregoces O. (1985). Química de los suelos inundados. En: Tascón J. E. & Garcia D. E. (Eds). *Arroz: Investigación y Producción*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia pp. 287-305.
- Li J., Li M. G., Yang J., Ai Y., & Xu R. L. (2010). Community characteristics of soil ciliates at Baiyun Mountain, Guangzhou, China. *Zoological Studies* 49: 713-723.
- Maly E. J. & Maly M. P. (1974). Dietary differences between two co-occurring calanoid copepod species. *Oecologia* 17:325–333.
- Marín J. C., Rincón N., Díaz- Borrego L. & Morales E. (2017). Cultivo de protozoarios ciliados de vida libre a partir de muestras de agua del lago de Maracaibo. *Impacto científico* 12 (1): 157-170.
- Meisterfeld R. (2000). Order Arcellinida Kent, 1880. En: Lee J. J., Leedale G. F., Bradbury P. (Eds). *An illustrated guide to the Protozoa*. Society of protozoologist, Lawrence. pp. 827-859.
- Miracle M. R. (2015). Orden Cyclopoidea, Subclase Copépoda, Clase Maxillopoda. *Revista IDE@- SEA* N° 95: 1-19.
- Morales L. A., Vázquez S. & Paz- González A. (2001). Efectos del escalonado sobre los cambios físico- químicos y químicos en suelos inundados. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe, Coruña*. 26: 255-265.

- Mortimer C. H. (1941). The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *Journal of Ecology* 29: 280-329.
- Mortimer C. H. (1942). The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *Journal of Ecology* 30: 147-201.
- Motomura S. (1962). Effect of organic matters on the formation of ferrous iron in soils. *Soil Science and Plant Nutrition* 8: 20-29.
- Naess T. & Nilssen J. P. (1991). Diapausing fertilized adults: a new pattern of copepod life cycle. *Oecologia* 86: 368–371.
- Nielsen D. L., Hillman T. J., Smith F. J. & Shiel R. J. (2002). The influence of seasonality and duration of flooding on zooplankton in experimental billabongs. *River Research and Applications* 18: 227-237.
- Nielsen C. O. (1955a). Studies on Enchytraeidae. 5. Factors causing seasonal fluctuations in number. *Oikos* 6: 153-169.
- Nielsen C. O. (1955b). Studies on Enchytraeidae. 2. Field studies. *Natura Jutlandica* 4-5: 5-58.
- Nogueira M. G. (2001). Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Parana Panema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* 455:1-18.
- Obertegger U., Smith H. A., Flaim G. & Wallace R. L. (2011). Using the guild ratio to characterize pelagic rotifer communities. *Hydrobiologia* 662: 157-162.
- Odum E. P. (1969). The strategy of Ecosystem Development. *Science* 164: 262-270.

- Oksana P.A., Magnusson A.K. & Williams D.D. (2006). Responses of intermittent pond ciliate populations and communities to in situ bottom up and top-down manipulations. *Aquatic Microbial Ecology* 42: 293-310.
- Palazzo F., Bonecker C. C. & Negae M. (2008). Zooplankton dormancy forms in two environments of the upper Paraná River floodplain (Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia* 20:55-62.
- Patrick Jr. W. H. & Reddy C. N. (1978). Chemical Changes in Rice Soils. En: *Soils and Rice* International Rice Research Institute. Los Baños Philippine pp. 361-379.
- Pavé P. J. & Marchese M. (2005). Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en ríos urbanos (Paraná-Entre Ríos, Argentina). *Ecología austral* 15: 183-197.
- Ponnamperuma F. N. (1965). Dynamic aspects of flooded soils and the nutrition of the rice plant. En: *The mineral nutrition of the rice plant*. Vol. 295, pp.328. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland.
- Ponnamperuma F. N. (1972). The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy* 24: 29-96.
- Ponnamperuma F.N. (1985). Chemical kinetics of wetland rice soils relative to soil fertility. In: *Wetland soils: characterization, classification, and utilization*. Proceedings of a workshop, Banta SJ, United States. Soil Management Support Services, Bureau of Soils Filipinas, International Rice Research Institute (IRRI). Philippines, pp. 71 – 90.

- Quaini K. P. (2011). Estudio de la sucesión de microorganismos acuáticos en suelos con distintos usos en la cuenca del río Salado (provincia de Buenos Aires). Tesis Doctoral, Universidad Nacional de La Plata. pp. 259.
- Rebecchi L., Cesari M., Altiero T., Frigieri A.; Guidetti R. (2009b). Survival and DNA degradation in anhydrobiotic tardigrades. *Journal of Experimental Biology* 212: 4033–4039.
- Reddy K. R. & De Laune R. D. (2008). *Biogeochemistry of wetlands: Science and applications*. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, Taylor and Francis Group, pp. 774.
- Rillo S. N., Richmond P. F., Ventimiglia L. A., Mazzei M., Masci C. & Urquiza A. C. (2006). Estudio de la secuencia raigrás/ soja, sobre el rendimiento en grano, algunos parámetros de calidad del suelo y la dinámica del agua. INTA Publicaciones Regionales. Resultados de Experiencia Campaña 2005-2006.
- Rísquez J. L. O. (1998). Diversidad local y global de los protozoos ciliados de hábitats de agua dulce. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Rodrigo M. A., Alonso-Guillén J. L., Cirujano S., & Soulié - Märsche I. (2009). Aproximación a las comunidades de carófitos que existieron en la Albufera de Valencia a partir del estudio de las oósporas del sedimento. En: *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 66: 195-208. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Rothhaupt K. O. (1995). Algal nutrient limitation affects rotifer growth rate but not ingestion rate. *Limnology and Oceanography* 40: 1201–1208.

- Rubio Gutiérrez A. M. (2010). La densidad aparente en suelos forestales del parque natural Los Alcornocales. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- Sánchez J. A. (2015). Los oligoquetos terrícolas de la Península Ibérica. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- Santibañez P.A., Kohshiman S., Scheihing R. A., Silva R., Jaramillo J. I., La barca P. & Casassa R. G. (2011). First record of testate amoebae on glaciers and description of a new species *Puytoraciajenswendtinov* sp. (Rhizaria, Euglyphida). *Acta Protozoologica* 50: 1-14.
- Sanyal S. & De Datta S. (1991). Chemistry of phosphorus transformations in soil. *Advances in Soil Science* 16: 1-120.
- Schargel R. & Delgado F. (1990). Características y manejo de los suelos utilizados en la producción de carne en Venezuela. En: Plasse D., Peña de Borsotti, N., eds. VI Cursillo sobre Bovinos de Carne. FCV-UCV, Maracay. pp. 187-220.
- Scheffer M. (1998). Ecology of shallow lakes. Chapman and Hall, London UK. pp. 357
- Schill R. O., Fritz G. B. (2008). Desiccation tolerance in embryonic stages of the tardigrade *Milnesium tardigradum*. *Journal of Zoology* 276: 103–107.
- Scholl K. & Kiss A. (2008). Spatial and temporal distribution patterns of zooplankton assemblages (Rotifera, Cladocera, Copepoda) in the water bodies of the Gemenc Floodplain (Duna-Dráva National Park, Hungary). *Opuscula Zoologica Budapest* 39: 65-76.
- Schwarz M. J. & Frenzel P. (2003). Population dynamics and ecology of ciliates (Protozoa, Ciliophora) in an anoxic rice field soil. *Biology and fertility of soils* 38: 245-252.

- Sharpley A. N., Hedley M. J., Sibbesen E., Hillbricht-Ilkowska A., House A. & Ryszkowski L. (1995). Phosphorus transfers from terrestrial to aquatic ecosystem In: Phosphorus in the Global Environment-transfers, Cycles and Management, Scope 54: 171- 199.
- Simon J. (2002). Enzymology and bioenergetics of respiratory nitrite ammonification. FEMS Microbiology Reviews 26: 285–309.
- Solari L. C., Quaini K. P. & Gabellone N. (2018). Succession of microconsumers in waterlogged pampean soils (Buenos Aires, Argentina) and its significance for nearby wetlands. Aquatic Sciences 80 (4): 1-16.
- Springett J. A. (1970). The distribution and life histories of some moorland Enchytraeidae (Oligochaeta). Journal of Animal Ecology 39: 725–734.
- Strayer D.L. & Hummon W. D. (1991). Gastrotricha. In: Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates (eds. J.H. Thorp and A.P. Covich), pp. 173–85. Academic Press, New York.
- Søndergaard M.; Peder Jensen J. & Jeppesen E. (2003). Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes. Hydrobiologia 506–509:135–145.
- Taylor W. D. (1983). Rate of population increase and mortality for sessile ciliates in a stream riffle. Canadian Journal of Zoology 61:2023–2028.
- Torres V.S. (1996). Estudios sobre *Diffflugia lobostoma* Leidy (Protista, Rhizopoda, Testacea lobostosea). Revista brasileira de zoologia 13: 475-487.
- Uhía E. & Briones M. J. I. (2002). Population dynamics and vertical distribution of enchytraeids and tardigrades in response to deforestation. Acta Oecologica 23: 349–359.

- Vitousek P. M., Aber J. D., Howarth R.W., Likens G. E., Matson P. A., Schindler D. W. & Tilman D. G. (1997). Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications* 7: 737-750.
- Watanabe I. & Roger P. A. (1985). Ecology of flooded rice fields. En: *Wetland Soils: Characterization, Classification, and Utilization* pp. 229-243.
- Wetzel R. G. (2001). *Limnology: lake and river ecosystems* Academic Press. New York, USA.
- Williams D. D. (1993). Changes in freshwater meiofauna communities along the groundwater-hyporheic water ecotone. *Transactions of the American Microscopical Society* 112: 181–94.
- Williams D. D. (2006). *The biology of temporary waters*. Oxford University Press.
- Williamson C. E. & Reid J. W. (2001). *Ecology and classification of North American Freshwater invertebrates*. 2nd edition.
- Williamson C. E. (1986). The swimming and feeding behavior of *Mesocyclops*. *Hydrobiologia* 134:11–19.
- Zamolinski A. F. (2000). *Experiencias en recuperación de suelos salinizados*. Publicación Técnica INTA 31.



Conclusiones

ENSAYO LÉNTICO I



3.4- CONCLUSIONES GENERALES ENSAYO LÉNTICO I

A continuación se describen los comportamientos de las variables físicas y químicas y de los nutrientes en las distintas etapas de la inundación.

Etapas inicial de la inundación (Di a D11)

- ✓ El pH se registró con valores cercanos a la condición del agua inicial utilizada para la inundación. El pH en esta etapa estuvo sujeto a cambios producidos por reacciones químicas en el ambiente.
- ✓ Los valores del potencial de óxido reducción registrados durante el ensayo, caracterizaron un ambiente reductor a ligeramente reductor, típico de ambientes inundados.
- ✓ La conductividad aumentó levemente respecto a la condición inicial, debido a procesos de evaporación en la columna de agua y por consiguiente a la disminución del nivel hidrométrico.
- ✓ Hubo diferencias de concentración de oxígeno, con valores cercanos a la saturación en la columna de agua, debido al intercambio con la atmósfera y micro sitios anóxicos en la interfase suelo- agua evidenciados por la dinámica de los nutrientes.
- ✓ El fósforo, en su forma soluble (PRS), mostró un aumento de varios órdenes de magnitud en los primeros días, respecto al agua de inundación (condición inicial), lo que manifestó una liberación de fósforo desde el suelo. Sin embargo, respecto a la concentración de PRS en el tiempo, en esta instancia se registraron los valores más bajos. La liberación del fósforo desde el suelo, estuvo sujeta a ciertas condiciones del mismo como el tipo de partículas que

lo componen, la cantidad de arcillas y de materia orgánica que influyen en el proceso de desorción y sorción.

- ✓ El fósforo total presentó una tendencia similar a la del PRS, con valores de concentración más altos respecto al PRS. Esa diferencia entre el fósforo lábil y el fósforo total, es lo que se encuentra en forma de fósforo orgánico (intrabiótico) y asociado a partículas.
- ✓ Los nitratos tuvieron un aumento muy marcado en esta instancia inicial, superando ampliamente las condiciones del agua inicial, por los procesos de nitrificación en el agua ya que el oxígeno no fue limitante. Probablemente influenciado también por el uso de fertilizantes.
- ✓ En esta etapa las fracciones de fósforo reactivo soluble y los nitratos se encontraron en la columna de agua (condición extrabiótica).
- ✓ La clorofila “a”, como un estimativo de la biomasa de algas en el sistema, fue baja en esta instancia con tendencia a un crecimiento paulatino hacia finales de esta etapa (los nutrientes pasan de una condición extrabiótica a una intrabiótica).

Etapas intermedia de la inundación (desde D17 a D23)

- ✓ El pH mostró un leve incremento respecto a la etapa inicial.
- ✓ El potencial de óxido reducción tendió a disminuir en esta etapa, asociado a las condiciones reductoras del suelo y a un mayor grado de anoxia por el tiempo de residencia del agua.
- ✓ La oxigenación del agua presentó valores próximos a la saturación, en este caso las fuentes de aporte pudieron haber sido el intercambio de oxígeno con la atmósfera así como la actividad fotosintética de las algas, evidenciada por el incremento en la concentración en la clorofila “a”.
- ✓ La conductividad mostró un leve aumento respecto a la etapa inicial, asociado a los eventos de evaporación de las unidades experimentales.
- ✓ El fósforo reactivo soluble y el fósforo total presentaron los valores más elevados de concentración en la columna de agua en esta etapa, con tendencias muy similares en ambas fracciones, lo que demuestra que el suelo siguió liberando fósforo que quedó disponible en el sistema.
- ✓ Los nitratos en esta etapa presentaron valores de concentración bajos respecto a la etapa inicial, y esta disminución marcada pudo deberse a procesos de desnitrificación y al consumo por parte de los productores.
- ✓ En términos generales la concentración de clorofila “a”, como estimación de la biomasa algal, aumentó en esta etapa como respuesta posible del incremento del fósforo lábil en la columna de agua.

Etapa final de la inundación (desde D29 a D43)

- ✓ El pH presentó los valores más altos al finalizar el ensayo.
- ✓ El potencial de óxido reducción tuvo los valores más bajos, asociado al grado de reducción del suelo ante un mayor tiempo de exposición del mismo al agua.
- ✓ La conductividad tuvo los valores más altos (evaporación del agua de las unidades experimentales).
- ✓ El PRS presentó las concentraciones más altas pudiendo atribuir esto a la recirculación del fósforo por descomposición de la biota del sistema, mientras que el PT, con la misma tendencia, se asoció a la presencia de organismos metazoos de mayor biomasa (copépodos y cladóceros).
- ✓ La clorofila “a” disminuyó su concentración hacia el final. Esto se pudo atribuir al aumento de organismos con hábitos herbívoros u omnívoros, y a la presencia de organismos de mayor biomasa y de filtración más efectiva como los cladóceros y copépodos.

SUCESIÓN DE LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES EN LAS ETAPAS DE LA INUNDACIÓN

Etapa inicial de la inundación

- ✓ La riqueza específica total promedio fue baja al igual que la diversidad específica.
- ✓ Los picos de densidad fueron atribuidos a ciertas especies de ciliados.
- ✓ Predominaron los organismos pioneros, oportunistas, con ciclos de vida cortos, simples y rápidos, como los protozoos (ciliados, amebas), y rotíferos.
- ✓ Se registró la presencia de organismos típicos del suelo como los vermiformes: nematodos y oligoquetos, siendo este último grupo evidente hacia el final de la etapa.
- ✓ Ciertos grupos de organismos tuvieron apariciones en determinados momentos del ensayo como gastrotricos, tardígrados, y ostrácodos juveniles.
- ✓ Los hábitos tróficos predominantes fueron: omnívoros / bacterívoros y herbívoros, y en menor medida, depredadores, principalmente de pequeño porte.

Etapa intermedia de la inundación

- ✓ Se registró un aumento en la riqueza específica y la diversidad de organismos.
- ✓ Se registraron los mismos grupos de organismos que en la etapa inicial.
- ✓ Se hicieron más evidentes los copépodos en estadio larval (larvas nauplii).
- ✓ Los hábitos tróficos predominantes fueron: omnívoros/ bacterívoros y herbívoros de pequeño porte y se registraron ciertos grupos de herbívoros

mayor porte. Asimismo, se hicieron más evidentes organismos de hábitos depredadores y detritívoros.

Etapas final de la inundación

- ✓ Los rangos de diversidad y los valores de riqueza específica se mantuvieron estables respecto a la etapa anterior.
- ✓ Se registraron los mismos grupos que en las etapas previas y aparecen crustáceos adultos, copépodos y cladóceros, solo en la topografía del bajo.
- ✓ Se registraron hábitos tróficos principalmente omnívoros y herbívoros de mayor biomasa, depredadores y un mayor predominio de detritívoros.
- ✓ Se observó una disminución en la densidad de las especies con hábitos bacterívoros.

-El uso agrícola tuvo valores más altos respecto al mixto en la concentración promedio de nitratos y de fósforo reactivo soluble en Loma y Media Loma. Ambos sitios topográficos son los más afectados al uso del suelo por prácticas agrícolas.

-Los valores más altos de la riqueza y de la diversidad específica se presentaron en las topografías expuestas a mayor tiempo de inundación y a las condiciones de un ambiente más estable y favorable para el desarrollo de los organismos (a mayor permanencia del agua, sistemas más ricos en especies y diversidad de organismos).

-La sucesión de los organismos en el transcurso del tiempo tuvo lugar a partir del banco de inóculos disponible en el suelo, su capacidad de viabilidad y el tiempo de permanencia del agua.

-El tiempo de permanencia del agua fue determinante para la emergencia y el desarrollo de los organismos, y la secuencia de aparición de los mismos dependió de la duración del ciclo de vida y sus estrategias de adaptación.

Las posiciones topográficas de Media Loma y el Bajo, expuestas al mismo tiempo de inundación, se diferenciaron en la sucesión de organismos, probablemente debido a diferencias en el banco de inóculos existentes en el suelo previo a la inundación.

-Al transcurrir el tiempo, en días del ensayo, se observó que la metodología empleada para la extracción de las muestras biológicas podía no contemplar la totalidad de los *taxa* presentes en cada unidad experimental, ya que ciertos organismos pudieron evadir el método de extracción y de esa manera subestimarlos en el análisis del ensayo. Por otro lado, el efímero tiempo de inundación de la topografía de Loma, no nos permitió saber si registramos la totalidad de los organismos latentes en el suelo, ya que muchos necesitan un tiempo prolongado de residencia del agua para su desarrollo. Por lo expuesto previamente, se determinaron las pautas para la elaboración de un nuevo ensayo empleando una metodología donde se contempló la totalidad de los organismos del sistema y una prolongación en el tiempo de inundación (ensayo Léntico II).

4- MATERIALES Y MÉTODOS (ENSAYO LÉNTICO II)

El muestreo se realizó los días 2 y 3 de enero de 2018, en las instalaciones de la escuela Inchausti, en las mismas parcelas (uso agrícola y uso mixto) en las que se recolectaron las muestras para el ensayo I, y en las mismas topografías (Loma, Media Loma y Bajo), con un corrimiento de los puntos de Media Loma y el Bajo (Tabla 1 de área de estudio, página 30).

Datos de campo del año previo a la recolección de las muestras:

Tabla 1- Detalle de las precipitaciones mensuales del año 2017. En color se indica el mes previo al muestreo. La información fue suministrada por personal de la Escuela Inchausti.

Precipitaciones mensuales (mm)												
Año/mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2017	10	126	92	183	49	34	29	103	169	93	33	29

La precipitación acumulada del año 2017 fue de 950 mm. Las precipitaciones mensuales más bajas fueron en enero, junio, julio y diciembre. Las máximas precipitaciones mensuales se dieron en abril y septiembre. El mes previo a la recolección de las muestras de suelo (diciembre), presentó escasas precipitaciones. La información sobre la precipitación acumulada anual previo a la recolección de las muestras para el ensayo Léntico I (2015) así como la del año de muestreo de dicho ensayo (2016) y para el ensayo Léntico II (2017), no mostraron diferencias de consideración, siendo este último año el de mayor precipitación (950 mm) respecto a los anteriores (949 y 931 mm, respectivamente).

4.1- METODOLOGÍA PARTICULAR

4.1.1- EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO EN EL CAMPO,
PREPARACIÓN DE MICROCOSMOS Y MODO DE INCUBACIÓN

La extracción de las muestras de suelo se realizó mediante corer metálicos que abarcan una superficie de 28,27 cm², y se tomó 5 cm la altura del perfil para cada muestra de suelo. Las muestras se trasvasaron a unos frascos de plástico tapados para ser trasladadas al laboratorio. Para la extracción de las muestras en cada sitio se diseñó un sistema de extracción de manera que las réplicas, tres para cada tiempo, se encontraran lo más cercano posible. El tiempo de inundación propuesto para el ensayo fue de **26** días para Loma, **54** días para Media loma y **96** para el Bajo. Debido a que la metodología de muestreo para este ensayo fue filtrar el volumen total de muestra de cada unidad experimental en cada evento de muestreo, se requirió para cada sitio y uso un total de **24** muestras en Loma, **30** en Media loma y **36** para el Bajo.

Se representa el diseño de extracción de las muestras de suelo para cada posición topográfica (A: Loma, B: Media loma, C: Bajo) y usos del suelo (agrícola y mixto). En ambos usos el esquema de extracción del suelo fue similar. Se representa cada tiempo (T_n), y las réplicas (r1, r2 y r3).

A.

	r1	r2	r3	r1	r2	r3			r1	r2	r3	r1	r2	r3	
T1	*	*	*	*	*	*	T5	T1	*	*	*	*	*	*	T5
T2	*	*	*	*	*	*	T6	T2	*	*	*	*	*	*	T6
T3	*	*	*	*	*	*	T7	T3	*	*	*	*	*	*	T7
T4	*	*	*	*	*	*	T8	T4	*	*	*	*	*	*	T8

Loma (uso agrícola)

Loma (uso mixto)

B.

	r1	r2	r3	r1	r2	r3			r1	r2	r3	r1	r2	r3	
T1	*	*	*	*	*	*	T6	T1	*	*	*	*	*	*	T6
T2	*	*	*	*	*	*	T7	T2	*	*	*	*	*	*	T7
T3	*	*	*	*	*	*	T8	T3	*	*	*	*	*	*	T8
T4	*	*	*	*	*	*	T9	T4	*	*	*	*	*	*	T9
T5	*	*	*	*	*	*	T10	T5	*	*	*	*	*	*	T10

Media Loma (uso agrícola)

Media Loma (uso mixto)

C.

	r1	r2	r3	r1	r2	r3			r1	r2	r3	r1	r2	r3	
T1	*	*	*	*	*	*	T7	T1	*	*	*	*	*	*	T7
T2	*	*	*	*	*	*	T8	T2	*	*	*	*	*	*	T8
T3	*	*	*	*	*	*	T9	T3	*	*	*	*	*	*	T9
T4	*	*	*	*	*	*	T10	T4	*	*	*	*	*	*	T10
T5	*	*	*	*	*	*	T11	T5	*	*	*	*	*	*	T11
T6	*	*	*	*	*	*	T12	T6	*	*	*	*	*	*	T12

Bajo (uso agrícola)

Bajo (uso mixto)

Cabe aclarar que la zona del Bajo no presenta ningún tipo de uso del suelo, la descripción de U1 (uso agrícola) y U2 (uso mixto), se realizó a modo de diferenciar las parcelas en donde se recolectaron las muestras. Las medidas de los cuadrantes donde se extrajeron las muestras para cada topografía y en cada uso fueron: 36 cm x 24 cm (Loma), 36 cm x 30 cm (Media Loma) y 36 cm x 36 cm (Bajo). La primera medida corresponde al ancho del cuadrante y la segunda medida hace referencia a la altura.

Ya en el laboratorio las muestras de suelo se colocaron en frascos de vidrio de 0,75 L de capacidad, se inundaron con agua de red previamente declorada, y se midieron las condiciones físicas y químicas iniciales. Cabe aclarar que el agua de inundación utilizada presentó valores de concentración de nutrientes similares al agua utilizada en el ensayo Léntico I. Posteriormente, los frascos fueron tapados con tapas perforadas centralmente para permitir el intercambio de oxígeno con el medio. La inundación se realizó con pipetas Pasteur con un mecanismo similar al del ensayo Léntico I (por onegamiento de manera lenta y ascendente por el perfil de suelo). Luego de eso, los

frascos se colocaron en las cámaras de cultivo que también se utilizaron para el ensayo Léntico I (materiales y métodos Léntico I, página 47).

IMÁGENES DE LOS MICROCOSMOS

Fotos 1 y 2: microcosmos pre- inundación



Foto 3: microcosmos en las cámaras de cría.



En este ensayo, en las cámaras de cultivo, se programaron el fotoperiodo y la temperatura a modo rampa, con modificaciones graduales de temperatura y luminosidad diarias que simulaban las condiciones naturales (Fig. 1).

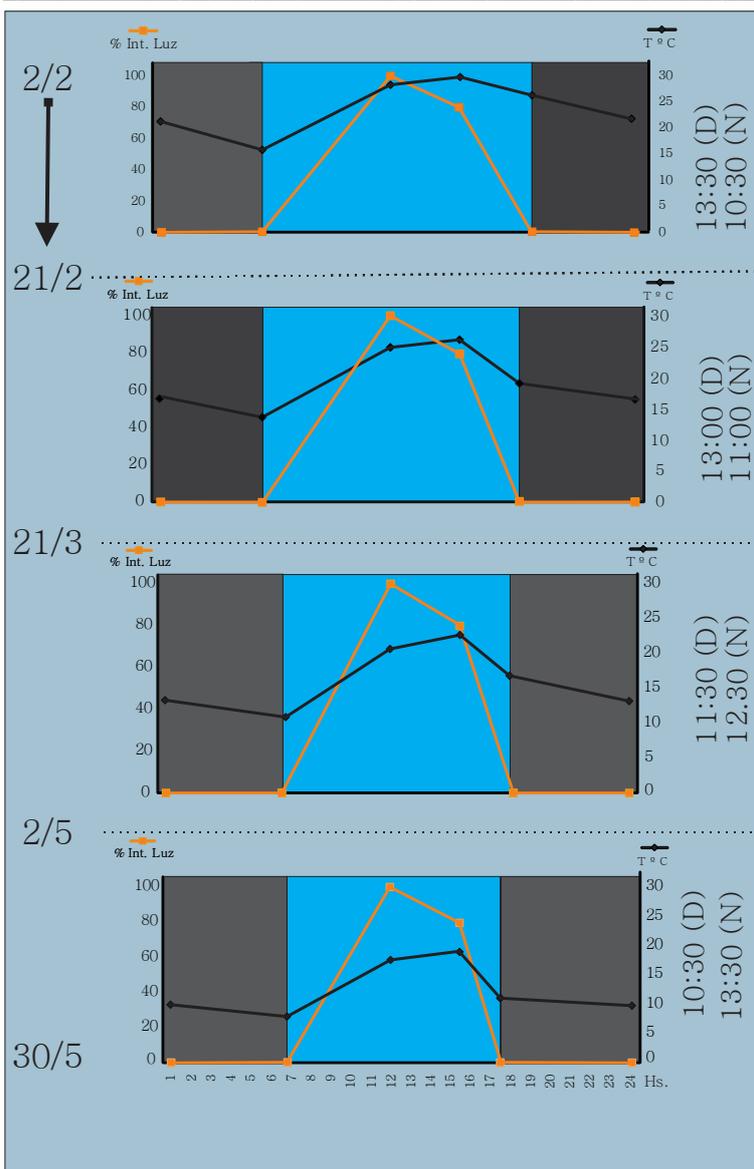


Figura 1- Modo rampa de las cámaras de cultivo. Se expresa la duración del ensayo (desde el 2 de febrero al 30 de mayo), las horas diurnas (D) y nocturnas (N) en cada etapa. Referencias: porcentaje de intensidad de luz (% Int. Luz); temperatura: T (° C); horas del día: Hs.

El total de unidades experimentales del ensayo fue de **216** teniendo en cuenta las muestras de suelo de cada topografía y sus usos, con 3 réplicas en cada caso y 3 testigos (sin suelo). Debido a la cantidad de unidades experimentales que generaron las combinaciones de los factores estudiados y la capacidad disponible en las incubadoras, se tuvo que realizar el ensayo en dos etapas sucesivas. La primera etapa, con un muestreo intensivo y diario para todas las topografías y usos, con una duración de 5 días consecutivos. En la segunda etapa se colocaron las unidades experimentales de todas las

topografías y usos para los muestreos semanales (días 12 y 19 pos-inundación); los muestreos cada 14 días (días 26, 40 y 54 pos-inundación) y cada 20 días (días 75 y 96 pos-inundación). El ensayo comenzó el 2 de febrero y finalizó el 31 de mayo de 2018 (Tabla 2).

Tabla 2- Etapas del muestreo: etapa I (5 días), etapa II (del día 12 al 96). Los * representan cada unidad experimental (3 réplicas por sitio).

Tipo de muestro	Etapa I					Etapa II						
	Diario					Semanal		cada 14 días			cada 19 - 20 días	
Tiempos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Días de inundación	1	2	3	4	5	12	19	26	40	54	75	96
Loma agrícola	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Loma mixto	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Media loma agrícola	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Media loma mixto	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Bajo parcela agrícola	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Bajo parcela mixto	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Testigos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

4.1.2- PROTOCOLO DE MUESTREO EN LABORATORIO Y ANÁLISIS DE MUESTRAS

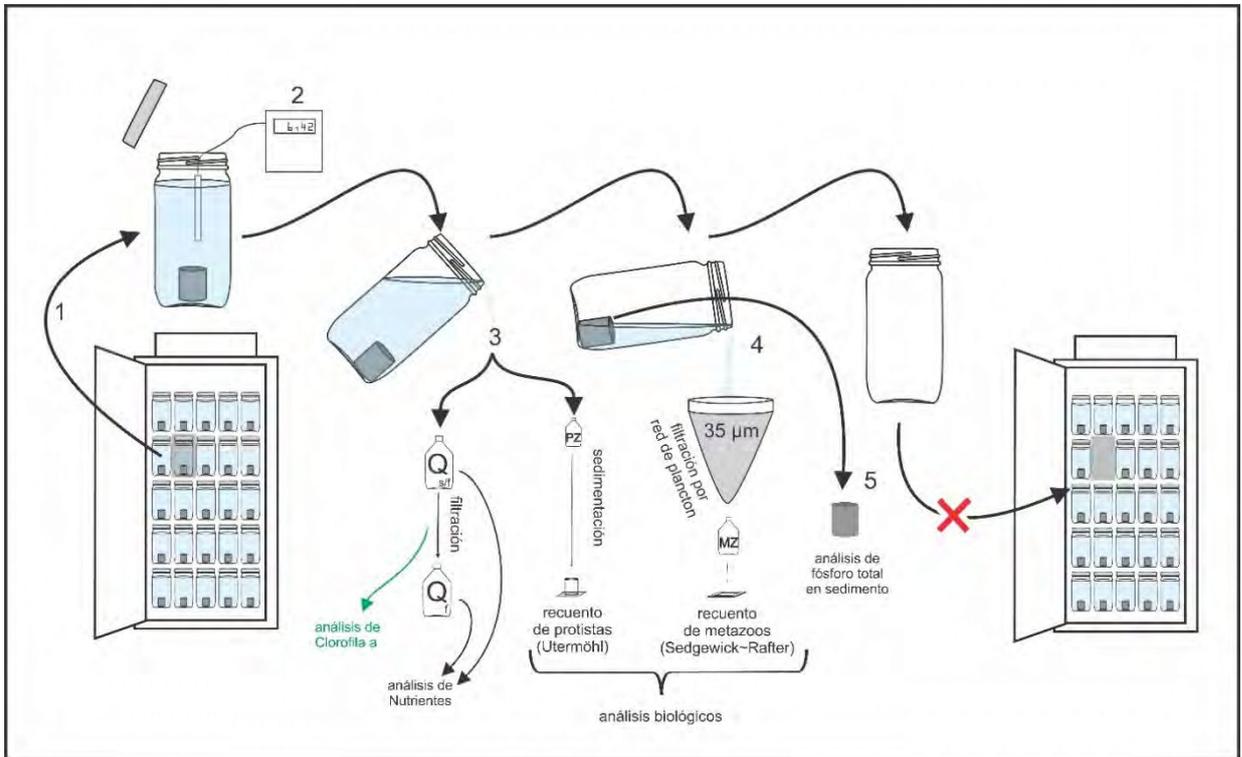


Figura 2- Pasos realizados en el protocolo de muestreo en laboratorio. Referencias: protozoos: (PZ), metazoos (MZ), química: (Q), química filtrada: (Qf). La **x** indica que las unidades experimentales no regresan a las incubadoras, son descartadas.

A continuación se describen los pasos realizados en el laboratorio:

- 1- Se retiraron de las incubadoras las unidades experimentales de acuerdo a su tiempo de inundación predeterminado.
- 2- Se midieron las variables ambientales en la columna de agua: pH, conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxígeno disuelto (mg/l y % saturación), potencial de óxido-reducción (ORP) y turbidez (NTU) (Tabla comparativa: Tabla 2, descrita en el segmento inicial de materiales y métodos del ensayo Léntico I, página 45).
- 3- Toma de muestras en cada unidad experimental: a) se extrajeron 100 ml de agua para los análisis químicos (objetivos específicos 1 y 3), amonio

(NH₄), fósforo reactivo soluble (PRS), fósforo total (PT), nitratos + nitritos (N+N) y clorofila “a” (misma metodología ensayo Léntico I, Tabla 2, página 45). b) del volumen restante de cada unidad experimental se separaron, con un sistema de jeringa y manguera, 10 ml de agua que se fijaron con lugol acético al 1% para el recuento de protozoos.

4- Todo el volumen restante fue filtrado por una red de plancton con malla de 35 µm de poro, y fijado con formol al 4 % para el recuento de metazoos (Tabla comparativa: Tabla 2, descrita en el segmento inicial de materiales y métodos del ensayo Léntico I, en la página 45).

5- El perfil de suelo post-inundación de cada unidad experimental se colocó cuidadosamente en frascos plásticos de 250 ml tapados. Luego se separó una fracción de suelo de determinados tiempos de muestreo (D5, D19, D40, D54, D75 y D96), para realizar análisis de fósforo total (PT) y de materia orgánica (% MO). Posteriormente las unidades experimentales fueron descartadas (Fig. 2).

La técnica de muestreo (filtración total y descarte de cada unidad experimental en cada tiempo de muestreo) no permitió un seguimiento de la sucesión en un mismo microcosmos, ya que los frascos eran desechados posteriormente a la filtración total de la unidad experimental. A diferencia del ensayo Léntico I, respecto a la sucesión de los organismos, se debe asumir que en los tiempos sucesivos las condiciones previas son similares a las muestras ya descartadas. Por otro lado, la ventaja del método de filtración total nos permitió estudiar la totalidad del sistema, asegurándonos que todos los organismos que emergieron del suelo y se desarrollaron en cada unidad experimental fueron cuantificados.

4.1.3- ANÁLISIS REALIZADOS

Se estimó la densidad de cada uno de los grupos de organismos presentes en el total del ensayo y en cada tiempo de muestreo. Se obtuvo la riqueza acumulada en cada tiempo de muestreo, mediante el índice de presencia- ausencia. Se calculó la diversidad específica mediante el índice de Shannon (H'). Se realizó un análisis de diferencias de medias (Programa InfoStat) entre topografías y usos para la riqueza, densidad diversidad. La densidad de los organismos se calculó mediante el número total de individuos contados en la muestra sobre el volumen de agua total de la unidad experimental (750 ml) y se dividió por la superficie del suelo colocado en cada microcosmos (28,27 cm²) (objetivos específicos 1 y 2).

Para la identificación de los organismos se siguió a los siguientes autores: Bick (1972) (ciliados); Foissner et al. 1999 (ciliados); Siemensma 2017 (amebas); Koste & Shiel 1987 (rotíferos); Segers 1995 (rotíferos); Reid 1985 (copépodos); Smirnov 1996 (cladóceros), Heyns 1971 (nematodos); Brinkhurst & Marchese 1992 (oligoquetos); Claps & Rossi 1984 (tardígrados). Para estudiar los grupos tróficos se utilizaron diferentes fuentes: Baltañaz & Joanes (2015); Bick (1972); Coûteaux et al. (1983); Chardez et al. (1967); Ferrando (2015); Gilbert et al. (2000, 2003); Ibáñez (2011); Karanovic (2012); Maly & Maly (1974); Obertegger et al. (2011); Oksana et al. (2006) (Apéndice I); Pave & Marchese (2005); Ruppert & Barnes (1995); Torres (1996); Williamson & Reid (2001) y Willians (2006).

Los análisis estadísticos biológicos, fueron los mismos que se emplearon en el ensayo léntico I (MDS, ANOSIM y SIMPER). Para las variables ambientales se realizó un análisis de varianza: ANOVA factorial y se realizó una correlación momento-producto de Pearson entre ciertas variables ambientales y biológicas, al igual que para el Léntico I pero para las tres topografías.

BIBLIOGRAFÍA

- Baltanás A. & Joanes F. M. (2015). Clase ostrácoda, Orden Podocopida. Revista *Ide@- SEA* N° 74: 1-10.
- Bick H. (1972). Ciliated protozoa: an illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology. World Health Organization, Ginebra, Suiza.
- Brinkhurst R. O. & Marchese M. R. (1992). Guía para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamérica. Santo Tomé, Asociación de Ciencias Naturales del Litoral: Colección Climax No. 6. pp. 1-207.
- Chardez D. (1967). Histoire naturelle des protozoaires Thécamoebiens les naturalies. Bruxelles: Les Naturalistes Belges. 48: 484-588.
- Claps M. C. & Rossi G. C. (1984). Contribución al conocimiento de los tardígrados de Argentina. II. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 40: 107-114.
- Coûteaux M. M. & Pussard M. (1983). Nature du régime alimentaire des protozoaires du sol. En: International Colloquium of soil Biology, Louvain la Neuve (Belgium). 8: 179-195.
- Ferrando N. S. (2015). Tesis doctoral: Zooplancton de ambientes acuáticos de la cuenca del río Salado (Buenos Aires): estudio de relaciones interespecíficas y principales factores de control mediante experiencias de laboratorio y microcosmos. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
- Foissner W., Berger H. & Schaumburg J. (1999) Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. Informations berichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 3/99: 1-799.
- Gilbert D., Amblard C., Bourdier G. & Shiel R. (2000). Le régime aliementaire des Thécamoebiens (Protista, Sarcodina). L'Année Biologique 39: 57-68.

- Gilbert D., Mitchell E., Amblard C. & Francez A. (2003). Population Dynamics and Food Preference of the testate Amoeba *nebelatincta major-bohemica-collaris* complex (Protozoa) in a Sphagnum peatland. *Acta Protozoologica* 42: 99-104.
- Heyns J. (1971). A guide to the plant and soil nematodes of South Africa. A. A. Balkema. Cape Town. pp. 223.
- Ibáñez J. (2011). Nematodos del suelo: Grupos tróficos o funcionales.
<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/04/12/137716>.
- Kappes H., Mechenich C. & Sinsch U. (2000). Long-term dynamics of *Asplanchna priodonta* in Lake Windsborn with comments on the diet. *Hydrobiologia* 432: 91-100.
- Karanovic I. (2012). Recent freshwater ostracods of the world: Crustacea, Ostracoda, Podocopida. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 608.
- Koste W. & Shiel R. J. (1987). Rotifera from Australian inland waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta). *Invertebrate Systematics* 1: 949-1021.
- Maly E. J. & Maly M. P. (1974). Dietary differences between two co-occurring calanoid copepod species. *Oecologia* 17: 325–333.
- Obertegger U., Smith H. A., Flaim G. & Wallace R. L (2011). Using the guild ratio to characterize pelagic rotifer communities. *Hydrobiologia* 662: 157-162.
- Oksana P. A., Magnusson A. K. & Williams D. D. (2006). Responses of intermittent pond ciliate populations and communities to in situ bottom up and top-down manipulations *Aquatic Microbial Ecology*. 42: 293-310.

- Pavé P. J. & Marchese M. (2005). Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en ríos urbanos (Paraná-Entre Ríos, Argentina). *Ecología austral* 15: 183-197.
- Reid J. (1985). Clave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoidea (Crustacea, Copepoda). *Boletim de zoología Universidade Sao Paulo* 9: 17-143.
- Ruppert E. E. & Barnes R. D. (1995). *Zoología de los invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana (ed.) Sexta edición. México. pp.1114.
- Segers H. (1995). Rotifera 2: The Lecanidae (Monogononta). In Dumont H.J., Nogrady T., eds. *Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world 6*. The Hague: SPB Academic Publishing the Netherlands pp. 226.
- Siemensma F. J. (2017). *Microworld, world of amoeboid organisms*. World-wide electronic publication, Kortenhoef, the Netherlands. <https://www.arcella.nl>.
- Smirnov N. N. (1996). Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the world. *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 11*, Amsterdam SPB Academic Publishing pp. 197.
- Torres V. S. (1996). Estudios sobre *Diffugia lobostoma* Leidy (Protista, Rhizopoda, Testacea lobostosea). *Revista Brasileira de Zoologia* 13: 475-487.

Williams D. D. (2006). The biology of temporary waters. Published in the United States, Oxford University Press.

Williamson C. E. & Reid J. W. (2001). Ecology and classification of North American Freshwater invertebrates. 2nd edition.

4.2- RESULTADOS

4.2.1- RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.

Condición inicial del agua de inundación: temperatura (18,6 ° C), conductividad (604 μ S/cm), pH (6,08), oxígeno disuelto en porcentaje de saturación (86,6 %) y potencial de óxido- reducción (247 mV).

Los valores promedio de pH y temperatura no mostraron diferencias entre las posiciones topográficas, el pH se mantuvo con valores cercanos a la neutralidad, mientras que la temperatura promedio estuvo entre los 19 y 20° C. La turbidez presentó valores promedio inferiores a 34,4 NTU. La conductividad se mantuvo en un rango entre 500 y 650 μ S/cm, con el valor más alto en Loma uso agrícola y el menor en el Bajo uso agrícola. El oxígeno disuelto presentó los valores más bajos en Loma (cercanos al 45 % de saturación) y fueron en aumento hacia el Bajo. El potencial de óxido- reducción tuvo una tendencia similar, con los valores más altos en el Bajo y los mínimos en Loma (Tabla 3).

Tabla 3- Valores promedio y desvío estándar () de los parámetros físicos y químicos en las unidades experimentales. Referencias: conductividad (Cond.), potencial de óxido reducción (ORP), temperatura (T°) y oxígeno disuelto (OD), en mg/l, y en porcentaje de saturación (% sat.).

Tratamientos		Turbidez (NTU)	pH	Cond. (μ S/cm)	ORP (mV)	T (° C)	OD (mg/l)	OD (% sat)
Loma uso agrícola	Promedio y desvío estándar	8,7 (8)	6,9 (0,4)	644,5 (36,1)	166,85 (67,1)	20 (1,4)	4,1 (2)	45,4 (21,2)
Loma uso mixto		3,8 (1,9)	6,8 (0,4)	602,2 (27,2)	170,8 (72,7)	20,1 (1)	4,12 (1,3)	46,1 (13,5)
Media loma agrícola		3,5 (1,9)	6,8 (0,3)	550,3 (56,7)	207,6 (42,1)	19,7 (1,7)	5,6 (1,6)	60,2 (15,8)
Media loma mixto		3,2 (2,0)	6,8 (0,2)	550,8 (56,4)	222,0 (41,6)	20,1 (1,7)	5,4 (1,3)	59,5 (11,8)
Bajo uso agrícola		34,4 (39)	6,8 (0,5)	524 (85)	226,7 (42,9)	19,1 (2,8)	5,9 (1,2)	63,3 (12,5)
Bajo uso mixto		10,1 (17)	6,8 (0,6)	544,1 (80,6)	228,9 (39,4)	19 (2,8)	5,9 (1,3)	63,9 (13,1)

4.2.1.1- VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS

LOMA: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

El pH en ambos usos, se mantuvo en valores ácidos a neutros. El uso agrícola con un mínimo de 6,5 en D7 y un máximo de 7,5 en D3 mientras que, en el uso mixto, el mínimo fue en D1 con un valor de 6 y el máximo en D2 y D3 con un valor de 7,2.

La temperatura, en ambos usos, presentó variaciones relacionadas con la programación estacional del sistema rampa de las cámaras de cría, disminuyendo gradualmente hacia el final del ensayo (de 21,5 a 17 ° C).

La conductividad, en ambos usos, se mantuvo en un rango entre 550 y 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y los valores mínimos ocurrieron al final de la inundación (D26).

La turbidez, para ambos usos, tuvo valores bajos, inferiores a 23 NTU.

El potencial de óxido reducción presentó valores entre +100 y +300 mV, con valores por debajo de este rango en D5 para los dos usos: 74,4 mV en U1 y 37,3 mV en U2.

El oxígeno disuelto (% de saturación), para ambos usos, se mantuvo en valores inferiores al 50 % hasta la etapa intermedia (D12). Posteriormente se observó un aumento en los dos sitios con los valores máximos en D26 (87 %) para el uso agrícola y en D19 (71 %), para el uso mixto (Fig. 4 A).

MEDIA LOMA: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

El pH en ambos usos se mantuvo con valores ácidos a neutros. Para el uso agrícola el mínimo fue en D3 de 6,3 y el máximo de 7,2 en D1. Para el uso mixto el mínimo ocurrió en D4 y D5 con 6,5 y el máximo en D2 de 7,2.

La temperatura, en ambos usos, presentó mínimas variaciones relacionadas con la programación estacional del sistema rampa de las cámaras de cría, disminuyendo gradualmente hacia el final del ensayo (de 21,8 a 16,2 ° C).

La conductividad se mantuvo con valores entre 450 y 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En ambos usos, los valores máximos se observaron en D1 mientras que los mínimos en la etapa final. La turbidez, en ambos usos, presentó un rango de valores muy bajos, inferiores a 10 NTU.

El potencial de óxido- reducción, en ambos usos, mostró una tendencia similar, con valores mínimos en D3 aumentando a lo largo del ensayo hasta valores máximos en el final (D54). En el uso agrícola el valor mínimo fue de 138 mV, y el máximo de 272 mV. En el uso mixto los valores mínimos y máximos fueron de 156 mV y 270 mV, respectivamente.

El oxígeno disuelto se registró en un rango entre 40 y 90 % de saturación. En ambos usos, en la etapa inicial, los valores se encontraron por debajo del 50 % de saturación, aumentando en las etapas intermedia y final (Fig. 4 B).

BAJO: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

El pH, para los dos usos, se mantuvo en valores ácidos a ligeramente alcalinos, con un mínimo en D75 de 6 y un máximo en D96 de 8.

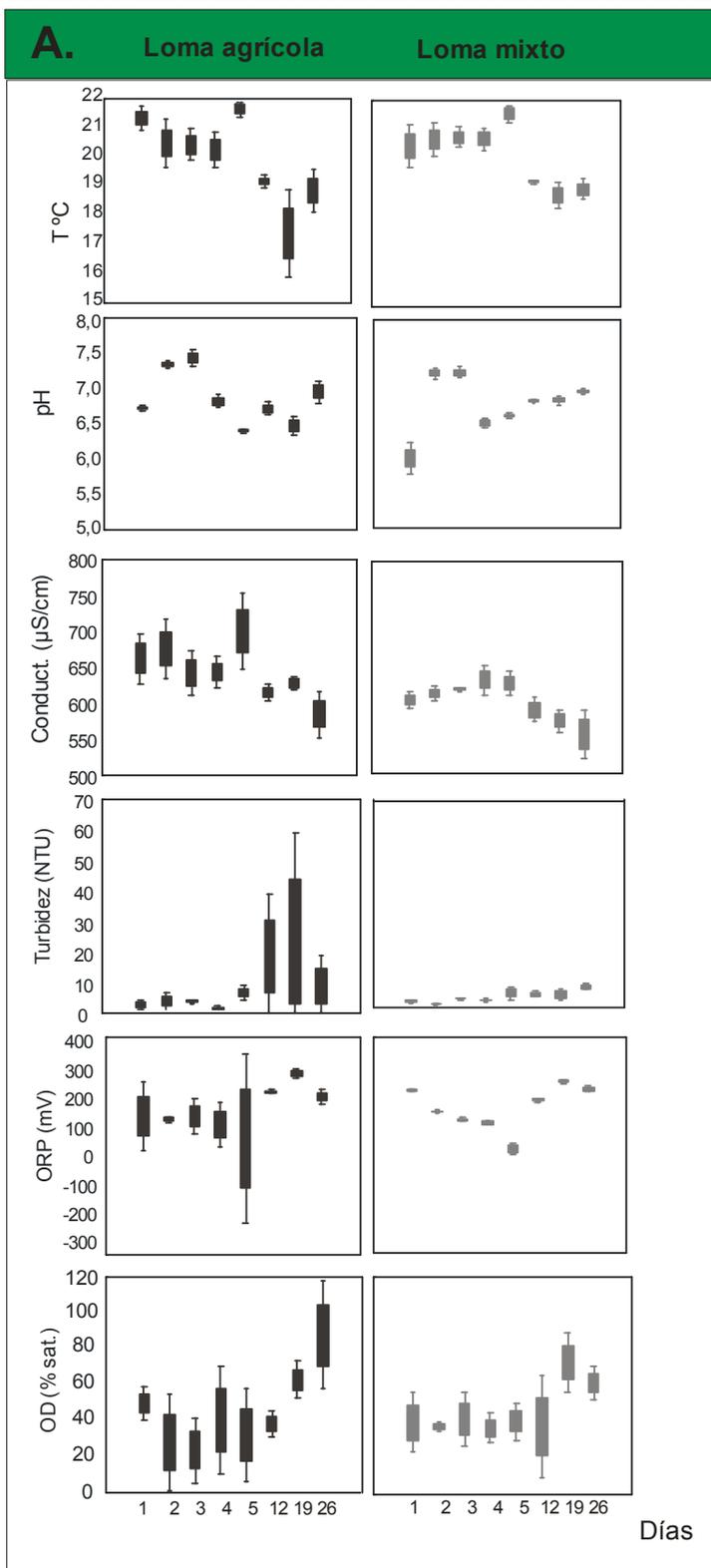
La temperatura, en ambos usos, presentó mínimas variaciones relacionadas con la programación estacional del sistema rampa de las cámaras de cría, disminuyendo gradualmente hacia el final del ensayo (de 21,8 a 13,8 °C).

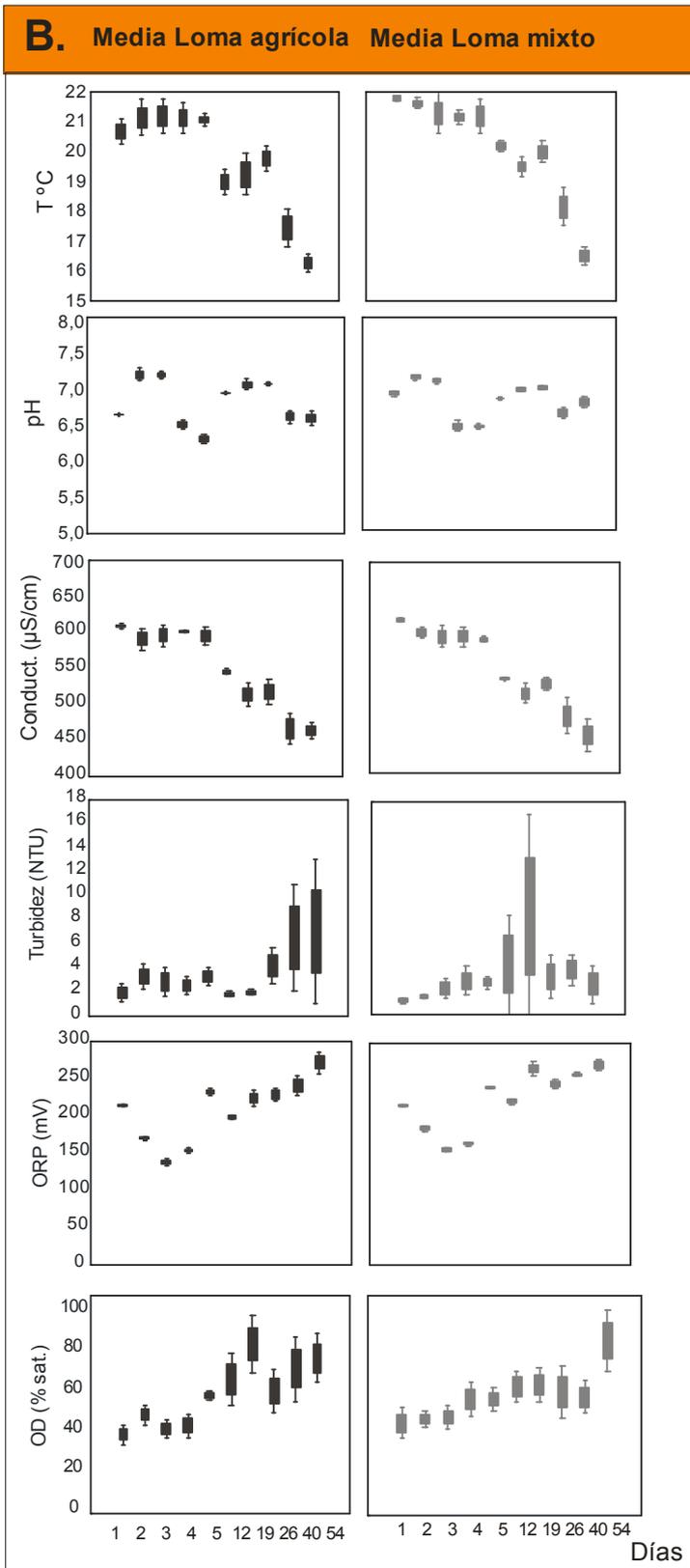
La conductividad presentó valores entre 384 y 630 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En ambos usos los valores máximos se dieron en los días iniciales disminuyendo posteriormente hasta la etapa final (D75 y D96) en donde ocurrieron los valores mínimos.

La turbidez presentó un rango de valores muy amplio (de 1,5 a 126 NTU). En el uso agrícola los valores se mantuvieron por debajo de 15 NTU hasta D26 y a partir de esa instancia aumentó hasta llegar a un máximo de 126 NTU en D96. En el uso mixto se observaron valores por debajo de 12 NTU hasta D54, posteriormente aumentó y el valor máximo fue de 60 NTU en D96.

El potencial de óxido reducción presentó valores positivos en todo el ensayo, en un rango entre 160 y 326 mV. Los valores mínimos para ambos usos se dieron en D3 cercanos a 162 mV y los valores máximos en ambos usos en D75.

El % de saturación de oxígeno se encontró en un rango entre 45 y 90 %. En ambos usos la saturación se mantuvo por debajo del 60 % hasta D5, posteriormente aumentó en la etapa intermedia y declinó nuevamente en la etapa final de la inundación. Los valores máximos de saturación ocurrieron en D26 para U1 y en D54 para U2 (Fig. 4 C).





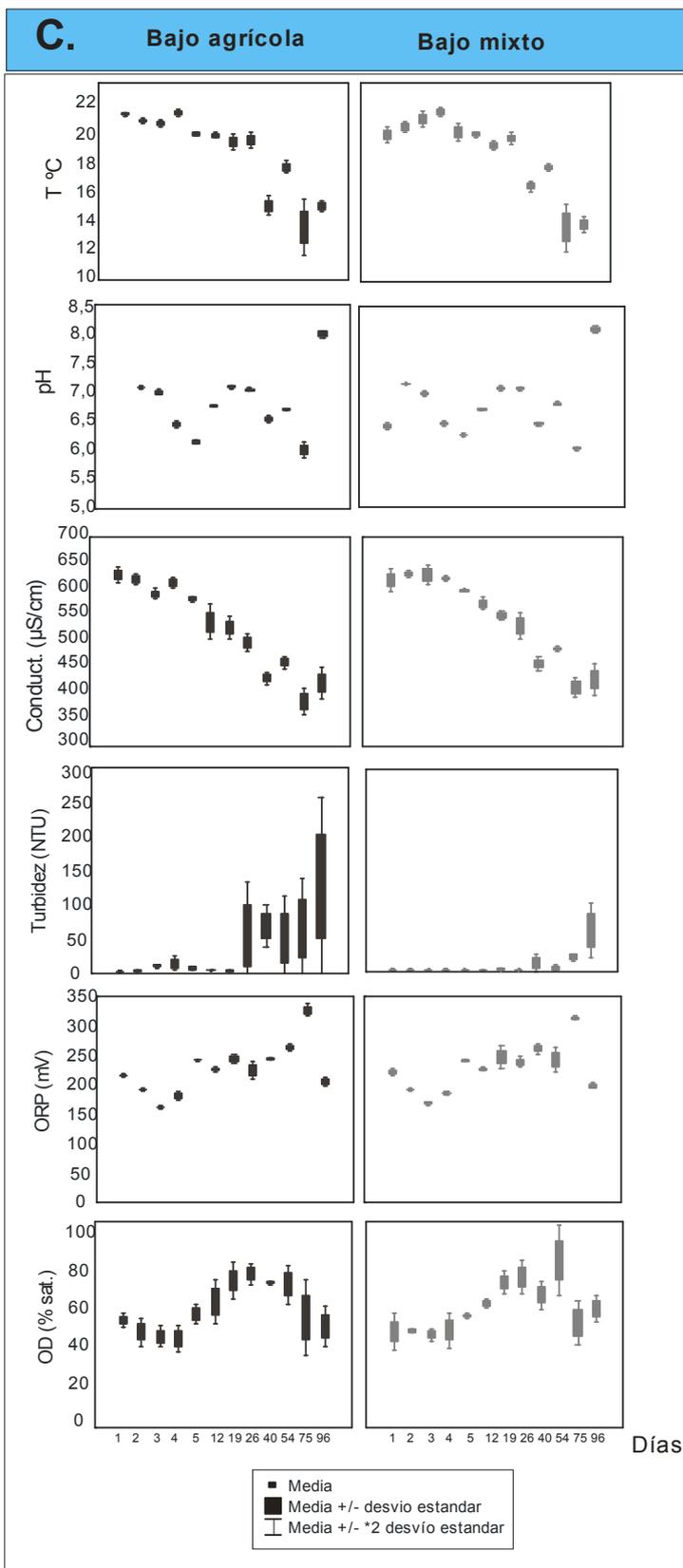


Figura 4- Variación temporal de los parámetros físicos y químicos (promedios y desvíos) en las tres topografías y sus usos. Loma uso agrícola y mixto (A.), Media Loma uso agrícola y mixto (B.), Bajo uso agrícola y mixto (C).

4.2.1.2- ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA ALGAL POR MEDICIÓN DE LA
CONCENTRACIÓN DE LA CLOROFILA “a” EN CADA TOPOGRAFÍA Y USOS

El agua utilizada para la inundación fue agua de red donde no se detectó clorofila “a”.

LOMA: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

La concentración de clorofila “a” para ambos usos fue baja en la etapa inicial de la inundación, hasta mediados de la misma (D5). En el uso agrícola la concentración mínima fue de 1,75 mg/m³ en D4 y la máxima en D26 con 75,4 mg/m³. En el uso mixto, la concentración mínima se registró en D3 con 2,2 mg/m³ y la máxima en D19, con 52 mg/m³. A partir de D12 hasta D26, se observó un aumento creciente en la concentración de clorofila “a” en ambos sistemas, uso agrícola y uso mixto (Fig. 5).

MEDIA LOMA: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

La tendencia de la clorofila “a” fue similar a la observada en la topografía de Loma, con valores bajos al inicio y en etapas intermedias de la inundación. Para Media Loma uso agrícola, la concentración mínima se registró en D3 (3,1 mg/m³) y la máxima en D19 (78 mg/m³). En el uso mixto, la concentración más baja se dio en D3 y la máxima en D40 con 2 y 33,3 mg/m³, respectivamente (Fig. 5).

BAJO: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

Las concentraciones fueron bajas en los tiempos iniciales e intermedios del ensayo, en ambos usos. En el uso agrícola, la concentración mínima se dio en D5 con 1,9 mg/m³, aumentó hacia D19 y posteriormente disminuyó gradualmente hasta D54. Hacia la etapa final (D75 y D96), volvió a aumentar con su pico máximo de 133 mg/m³.

En el uso mixto, la concentración mínima ocurrió en D4 con 2,5 mg/m³, posteriormente aumentó en D19 y D26, disminuyó hacia D54, aumentando nuevamente hacia el final, con un máximo de concentración en D75 de 80 mg/m³ (Fig. 5).

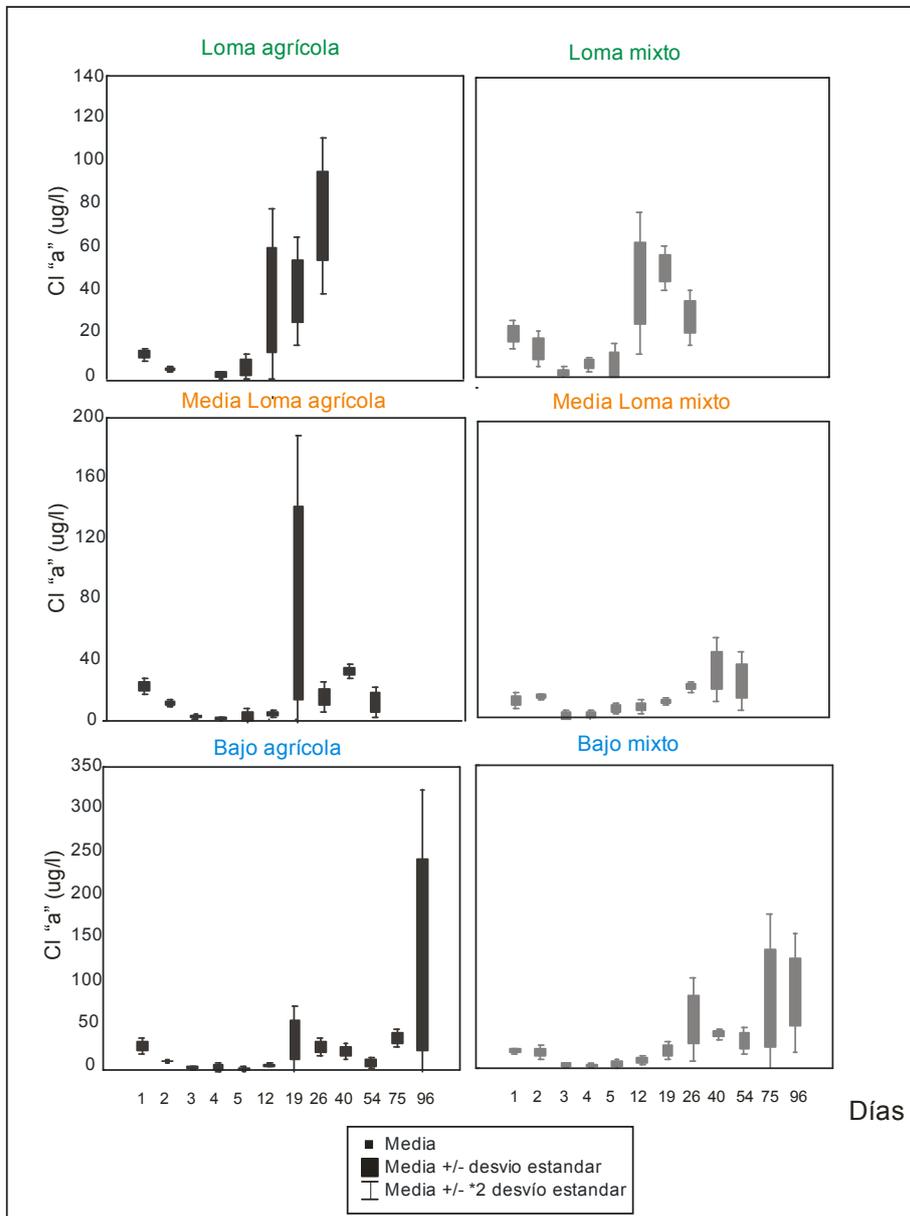


Figura 5- Variación de la concentración de clorofila "a" (cl "a"), promedios y desvíos, en el tiempo para las tres topografías y sus usos.

4.2.1.2.1- VARIACIÓN TEMPORAL DE LA CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA “a” PARA LOS SISTEMAS INTEGRADOS Y SUS USOS: AGRÍCOLA (U1) Y MIXTO (U2).

En ambos sistemas estudiados (uso agrícola y uso mixto), se observó que la tendencia fue similar, con una concentración de clorofila “a” por debajo de los 20 mg/m³ en D1 y D2 que posteriormente disminuyó hasta valores cercanos a cero en D3, D4 y D5. Hacia la etapa intermedia de la inundación se observó que las concentraciones aumentaron y posteriormente decrecieron hacia D54. En la etapa final de la inundación, en ambos sistemas las concentraciones de clorofila “a” fueron las más elevadas. No hubo diferencias entre los usos respecto a los rangos de concentración de la clorofila “a” (ver ANOVA FACTORIAL apartado 4.2.1.4), ambos se mantuvieron por debajo de los 140 mg/m³ (Fig. 6).

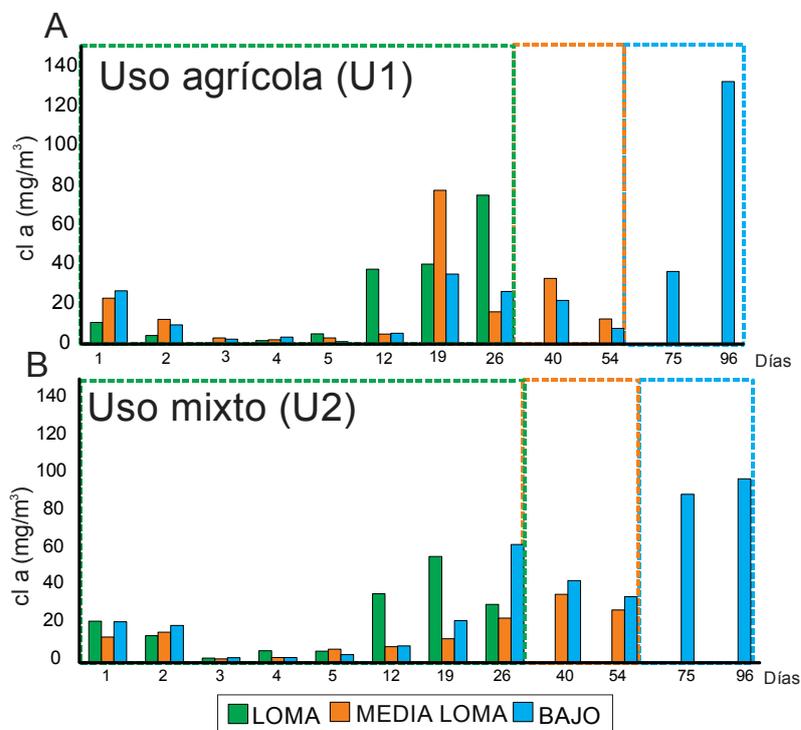


Figura 6- Variación de la concentración promedio de clorofila “a” para las tres posiciones topográficas de los sistemas estudiados. (A): uso agrícola; (B): uso mixto. Las líneas punteadas limitan la duración (tiempo final) de la inundación para cada posición topográfica.

4.2.1.3- NUTRIENTES

4.2.1.3.1- FÓSFORO REACTIVO SOLUBLE (PRS) Y FÓSFORO TOTAL (PT), CONCENTRACIONES PROMEDIO DE CADA FRACCIÓN EN CADA TOPOGRAFÍA Y USOS

La condición inicial del agua utilizada para la inundación de las unidades experimentales, respecto a la concentración de las fracciones de fósforo fue de 4,76 µg/l de fósforo reactivo soluble (PRS) y 130 µg/l de fósforo total (PT).

LOMA: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

En el uso agrícola, las concentraciones de PRS y PT fueron más elevadas respecto al uso mixto y respecto a las otras topografías estudiadas. La concentración mínima de PRS se registró en D3 con 206 µg/l y la máxima en D19 con 871,6 µg/l. El PT se registró con la máxima concentración de 1576,2 µg/l en D5 mientras que con la mínima de 434 µg/l, en D12 (Fig. 7 A-B).

En el uso mixto, la concentración mínima de PRS ocurrió en D2 con 109,6 µg/l y la máxima en D12 con 540,5 µg/l. El PT tuvo la mínima concentración en D5 de 348 µg/l y la máxima se dio en D12 con 791 µg/l (Fig. 7 A-B).

La topografía de Loma fue la que presentó los valores promedio de concentración de PRS y de PT, más altos en relación a las topografías de Media Loma y el Bajo. Para ambos usos, las concentraciones mínimas y máximas de PRS y PT superaron ampliamente el valor de concentración de la condición inicial del agua.

MEDIA LOMA: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

En el uso agrícola las concentraciones de PRS fueron más elevadas respecto al uso mixto, en la mayoría de los tiempos de muestreo analizados. La mínima concentración se registró en D54 con 12,5 µg/l y la máxima en D4 con 300 µg/l. La concentración de PT en este uso fue mínima en D54 con 46,84 µg/l y máxima al inicio (D1), con 654 µg/l (Fig. 7 A-B).

Para el uso mixto, la concentración mínima de PRS ocurrió en D54 con 5,91 µg/l y la máxima en D3 con 97,3 µg/l. La concentración de PT fue mínima en D12 (58 µg/l) y en D54 (67,5 µg/l) con valores por debajo de la concentración inicial del agua de inundación y máxima al inicio (D1), con 330 µg/l (Fig. 7 A-B).

En ambos usos, ambas fracciones de fósforo presentaron variaciones en sus concentraciones, pero con una tendencia a disminuir en las etapas intermedia y final de la inundación, principalmente la fracción de PRS, respecto a los días iniciales de inundación. Las concentraciones mínimas del PRS fueron similares a las de la condición inicial (4,76 µg/l), mientras que las concentraciones máximas fueron muy superiores a ese valor. El PT también presentó valores mínimos por debajo de las concentraciones iniciales del agua.

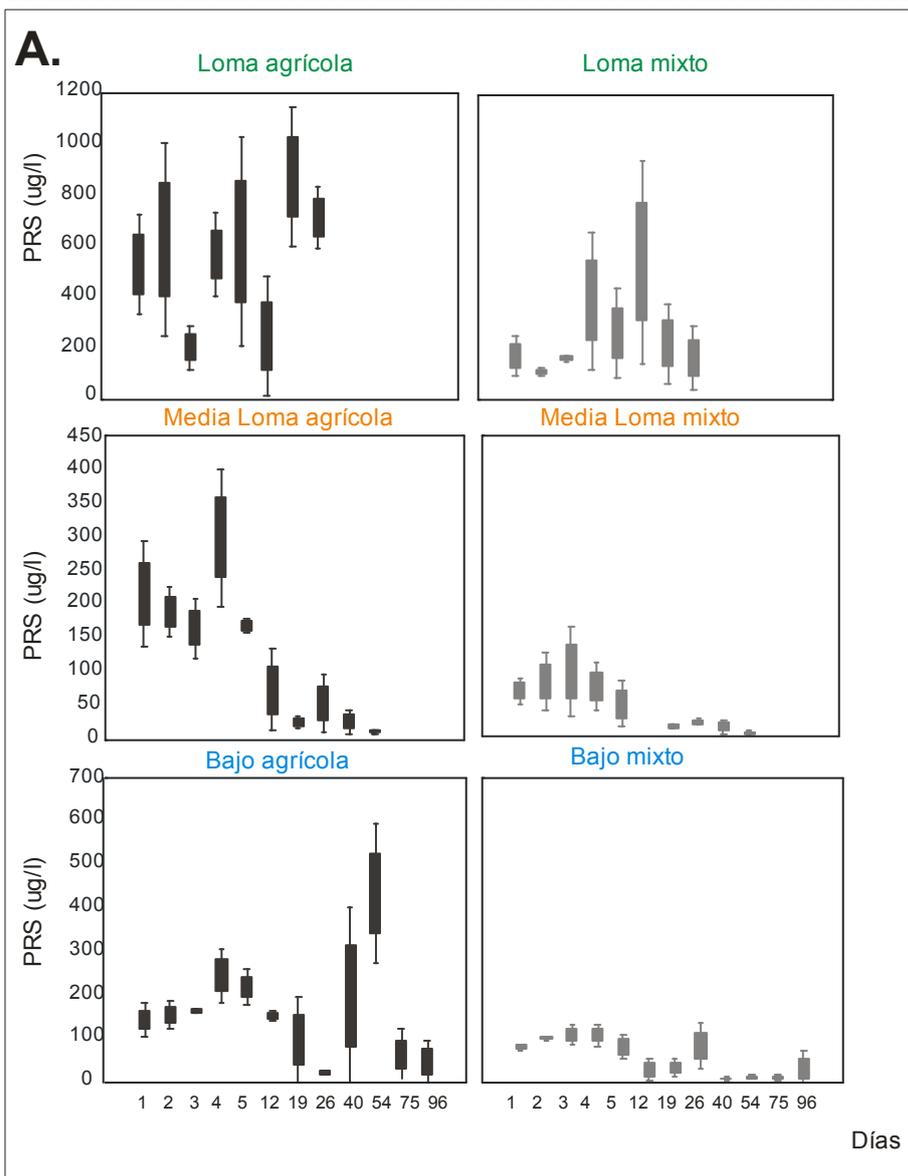
BAJO: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

El uso agrícola presentó las concentraciones más elevadas de PRS en casi todos los tiempos de muestreo, la concentración mínima se registró en D26 con 22,9 $\mu\text{g/l}$ y la máxima en D54 con 435,5 $\mu\text{g/l}$, siendo este momento el de máxima concentración para esta topografía. El PT tuvo su máxima concentración al inicio (D1) con 520 $\mu\text{g/l}$ y la mínima en D19 con 107 $\mu\text{g/l}$ (Fig. 7 A-B).

En el uso mixto, las mínimas concentraciones de PRS fueron entre los días 40 y 75, con rangos entre 8 y 33 $\mu\text{g/l}$, mientras que la máxima fue en D3 con 110,7 $\mu\text{g/l}$. Los valores mínimos de PT se registraron en D12 y D19 y con valores inferiores a 80 $\mu\text{g/l}$ en D96, mientras que la máxima concentración de esta fracción se dio al inicio de la inundación, en D1 con 311 $\mu\text{g/l}$ (Fig. 7 A-B).

En esta topografía se observó que las concentraciones mínimas de PRS fueron levemente superiores a la condición inicial, principalmente en el uso mixto en la instancia final (desde D40 a D96), siendo las concentraciones máximas de ambos usos mucho más elevadas que la condición del agua inicial (4,76 $\mu\text{g/l}$). El PT presentó variaciones en las concentraciones, con valores máximos en la etapa inicial de la inundación.

En síntesis, independientemente de la topografía, se pudo observar que las concentraciones de fósforo fueron superiores en el uso agrícola respecto al mixto.



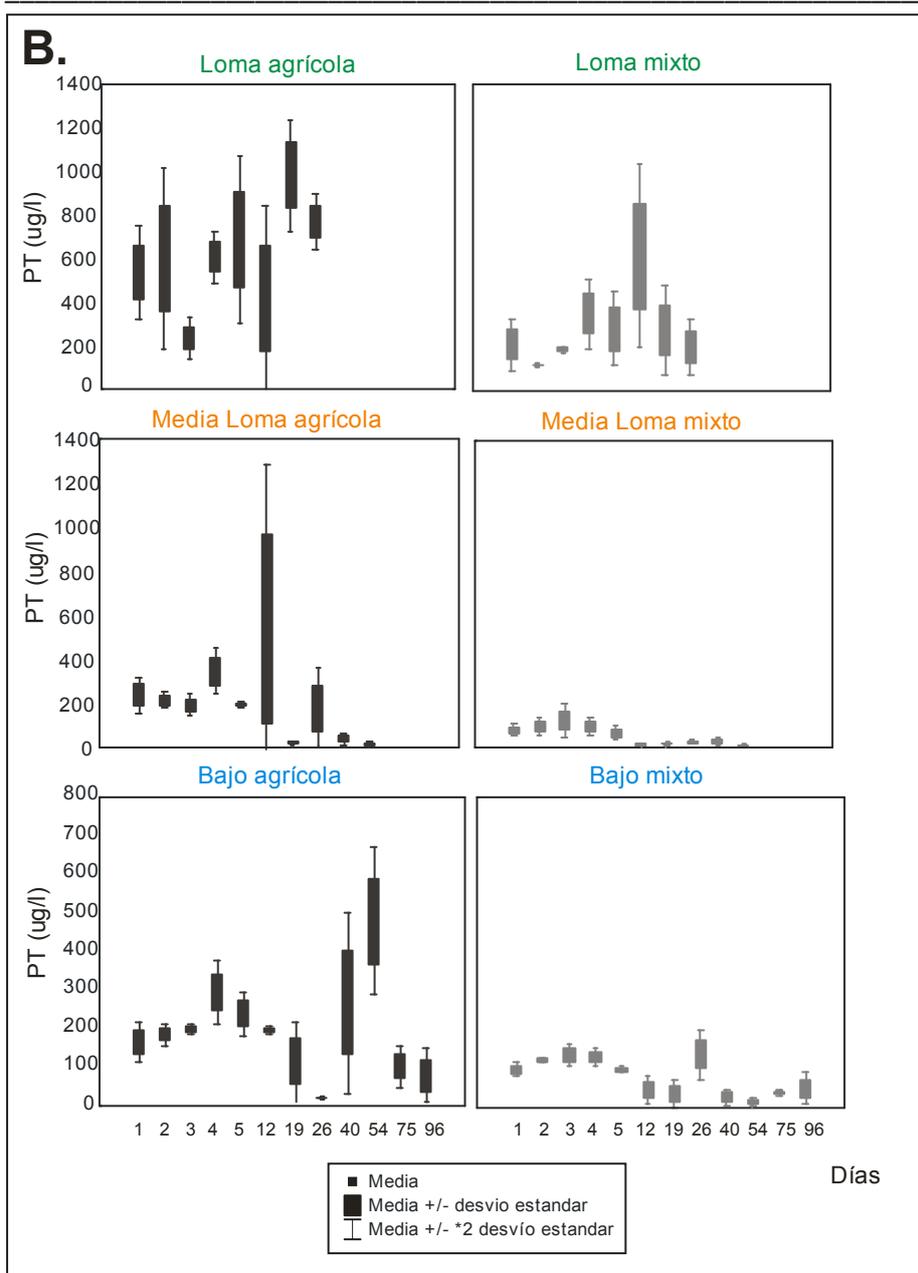


Figura 7- Variación de la concentración del fósforo reactivo soluble: PRS (A) y del fósforo total: PT, promedios y desvíos, en cada posición topográfica y usos en el tiempo.

4.2.1.3.1.1- VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA FRACCIÓN DE FÓSFORO REACTIVO SOLUBLE (PRS) EN EL ENSAYO

El uso agrícola tuvo valores de concentración más elevados que el uso mixto. Las topografías de Media Loma y el Bajo mostraron una variación temporal bastante similar con excepción de un pico en el bajo uso agrícola en D54. La topografía de Loma, en ambos usos, presentó variaciones y concentraciones más elevadas en los tiempos de muestreo respecto a las topografías bajas (Media Loma y el Bajo) (Fig. 8 y Tabla 4 ANOVA FACTORIAL).

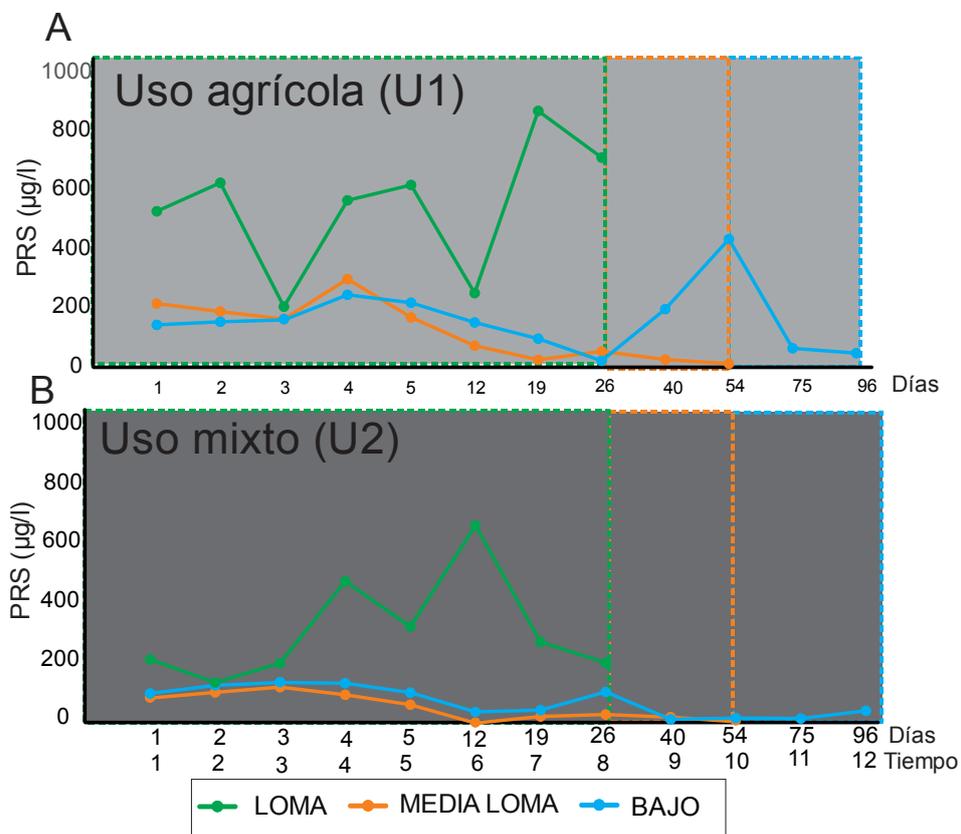


Figura 8- Concentración promedio del fósforo reactivo soluble (PRS) y su variación en el tiempo, en las tres topografías estudiadas. A: sistema agrícola, B: sistema mixto. Las líneas punteadas indican el tiempo final de la inundación del suelo para cada topografía.

4.2.1.3.2- NITRÓGENO INORGÁNICO: AMONIO (NH_4) – NITRATOS + NITRITOS (N+N). CONCENTRACIONES PROMEDIO DE CADA FRACCIÓN EN CADA TOPOGRAFÍA Y USOS

La concentración del nitrógeno inorgánico en el agua utilizada para simular la inundación de las unidades experimentales (condición inicial) fue, para el amonio (NH_4) de 66,3 $\mu\text{g/l}$ y para nitratos más nitritos (N+N), de 1150 $\mu\text{g/l}$.

LOMA: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

Loma fue el sitio que presentó los valores más elevados de NH_4 con respecto a las posiciones topográficas bajas (Media Loma y Bajo) y a la condición inicial del agua de inundación. La fracción (N+N) tuvo un comportamiento inverso, con valores de concentración más elevadas en las posiciones topográficas más bajas.

En Loma uso agrícola (U1), el valor máximo de concentración de NH_4 se registró en D12 (2542 $\mu\text{g/l}$) y el mínimo en D26 con 127,15 $\mu\text{g/l}$. Los valores de concentración de N+N fueron máximos en D4 (2939 $\mu\text{g/l}$) mientras que los mínimos ocurrieron en D26 con 21,3 $\mu\text{g/l}$ (Fig. 9 A-B).

En Loma uso mixto (U2), el NH_4 presentó la máxima concentración en D12 (1734 $\mu\text{g/l}$) y la mínima en D26 con 107 $\mu\text{g/l}$. Para la fracción N+N, el máximo se registró en D2 (1587 $\mu\text{g/l}$) y el mínimo en D26 con 318 $\mu\text{g/l}$. En ambos usos, las concentraciones más elevadas fueron en D12 y las mínimas en D26 (Fig. 9 A-B).

Los valores máximos de NH_4 en ambos usos, fueron muy superiores a las condiciones iniciales del agua de inundación (66,3 $\mu\text{g/l}$), mientras que las concentraciones mínimas tendieron a duplicar ese valor. Para las concentraciones de N+N, los valores mínimos que se registraron fueron inferiores a la condición inicial del agua de inundación (1150

$\mu\text{g/l}$), mientras que los máximos fueron de más del doble para el uso agrícola, y levemente superior para el uso mixto.

MEDIA LOMA: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

En ambos usos de Media Loma, las concentraciones de NH_4 no superaron los $500 \mu\text{g/l}$ siendo este valor el más elevado y se registró en el uso agrícola en D4, mientras que la mínima concentración ocurrió en D26 con $131 \mu\text{g/l}$. En este uso (U1), los N+N tuvieron su valor máximo de concentración en D12 ($4420 \mu\text{g/l}$), mientras que la mínima concentración se registró en D26 ($16 \mu\text{g/l}$) (Fig. 9 A-B).

Para el uso mixto, la concentración de NH_4 fue máxima en D12 ($320 \mu\text{g/l}$) y la mínima en D54 ($107,5 \mu\text{g/l}$). Las concentraciones de N+N fueron más elevadas que en U1 siendo su valor máximo de $5904 \mu\text{g/l}$ en D1 y el mínimo de $1356 \mu\text{g/l}$ en D54 (Fig. 9 A-B).

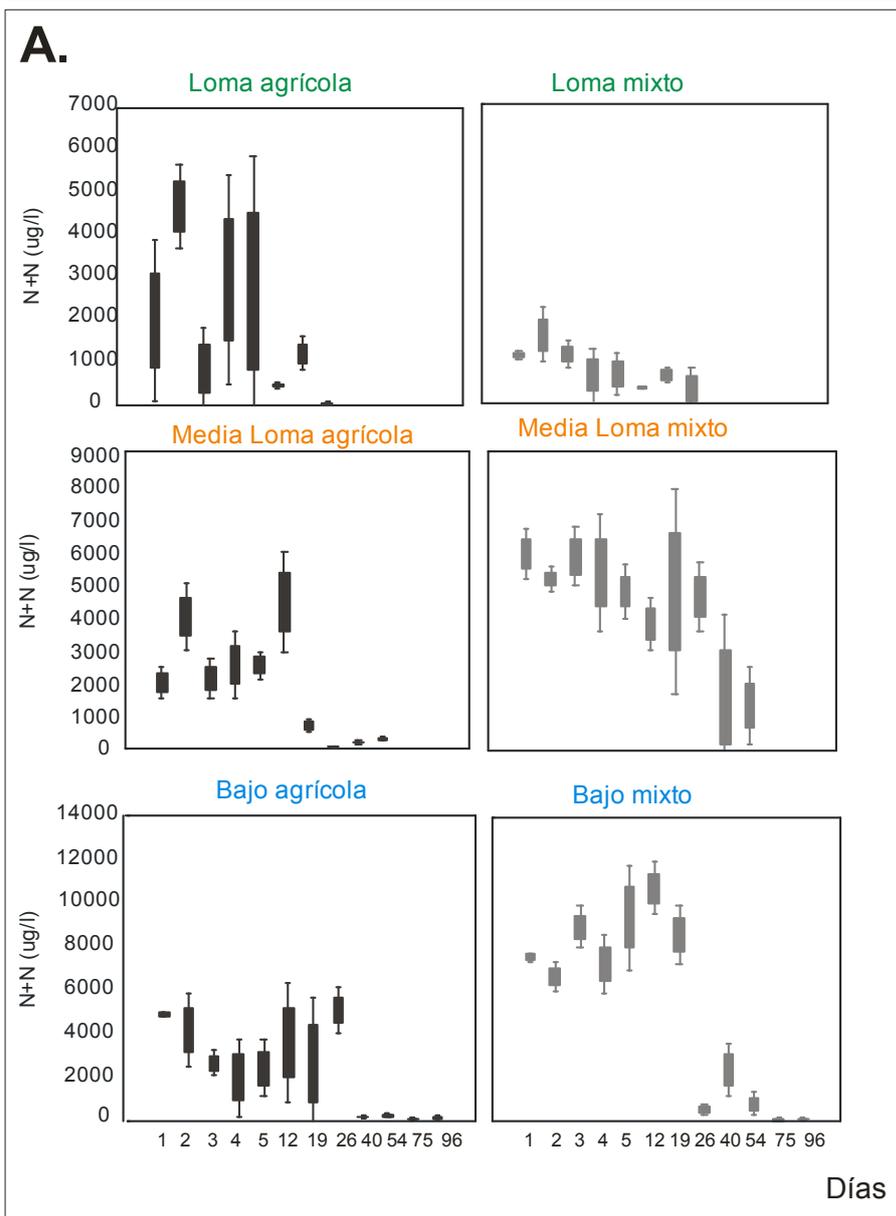
Las concentraciones mínimas y máximas de NH_4 registradas en ambos usos de Media Loma fueron superiores a la condición inicial del agua de inundación ($66,3 \mu\text{g/l}$). Los N+N, tuvieron valores superiores de hasta 5 veces los valores de concentración inicial del agua ($1150 \mu\text{g/l}$), mientras que los valores mínimos estuvieron por debajo de esta condición y se observó en el uso agrícola.

BAJO: uso agrícola (U1) y uso mixto (U2)

La concentración de NH_4 para ambos usos del bajo, presentaron valores máximos por debajo de los observados para las otras dos topografías estudiadas (Loma y Media Loma). En el uso agrícola, la concentración máxima de NH_4 , se observó en D12 (285 $\mu\text{g/l}$) y la mínima en D26 (118 $\mu\text{g/l}$). Los valores de concentración de N+N fueron máximos en D26 (5054 $\mu\text{g/l}$), y mínimos hacia el final del ensayo (D75) con 91,5 $\mu\text{g/l}$ (Fig. 9 A-B).

En el uso mixto, las concentraciones de NH_4 se mantuvieron en un rango similar al U1, con un valor máximo en D12 (328 $\mu\text{g/l}$), y el mínimo en D75 (107 $\mu\text{g/l}$). Respecto a las concentraciones de N+N, en este sitio se observaron los valores más altos de concentración de esta fracción de nitrógeno en comparación con el resto de los sitios estudiados. El valor máximo se observó en D12 (10.741 $\mu\text{g/l}$), y el mínimo fue en D75, con 92 $\mu\text{g/l}$ (Fig. 9 A-B).

Las concentraciones mínimas y máximas de NH_4 registradas en ambos usos del Bajo fueron superiores a la condición inicial del agua de inundación (66,3 $\mu\text{g/l}$). Los N+N, tuvieron valores que fueron de 5 a 10 veces superiores a los valores de concentración inicial del agua (1150 $\mu\text{g/l}$), y con valores mínimos diez veces inferiores a los valores registrados en ambos usos.



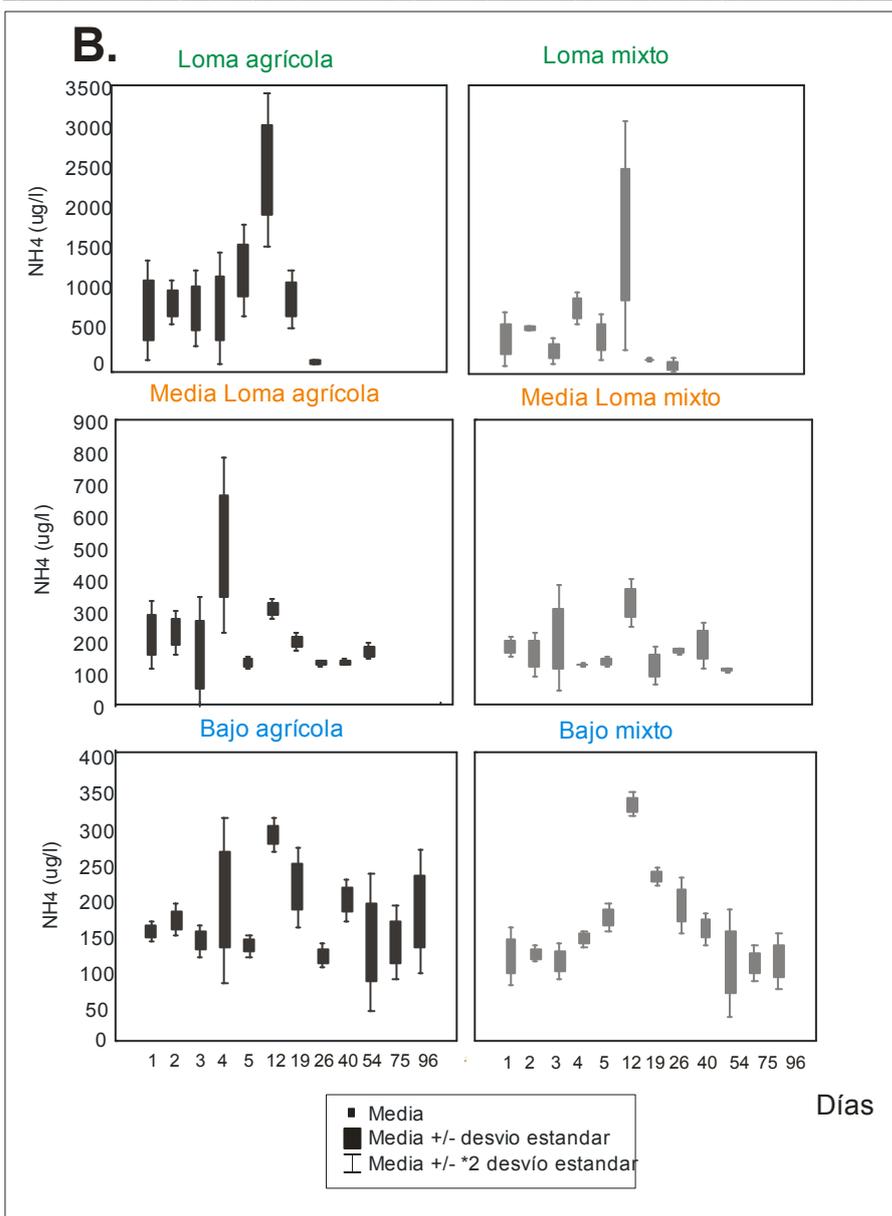


Figura 9 – Variación de las fracciones de nitrógeno inorgánico: nitratos + nitritos: N+N (A), amonio: NH₄ (B), promedios y desvíos, en cada posición topográfica y sus usos.

4.2.1.3.2.1- FRACCIONES DE NITRÓGENO INORGÁNICO (AMONIO: NH_4 Y NITRATOS + NITRITOS: N+N) EN LOS SISTEMAS ESTUDIADOS: USO AGRÍCOLA Y USO MIXTO, CON INTEGRACIÓN DE LAS TOPOGRAFÍAS.

En el uso mixto, las concentraciones de N+N fueron más elevadas, principalmente en las posiciones topográficas de Media Loma y el Bajo, respecto de Loma. En ambos usos, la tendencia de esta fracción fue similar, con las concentraciones más altas en los tiempos iniciales e intermedios del ensayo y disminuyendo hacia los tiempos finales de la inundación. El NH_4 , mostró concentraciones más elevadas en el sistema agrícola, y en ambos usos ocurrieron las concentraciones más altas en las unidades experimentales de Loma. Las topografías de Media Loma y el Bajo, no mostraron diferencias marcadas en las concentraciones de NH_4 a lo largo del tiempo, mientras que en Loma, para ambos usos, se pudo observar que los valores de NH_4 más elevados se registraron a mediados del ensayo (D12 y D19) (Fig. 10 y Tabla 4 ANOVA FACTORIAL).

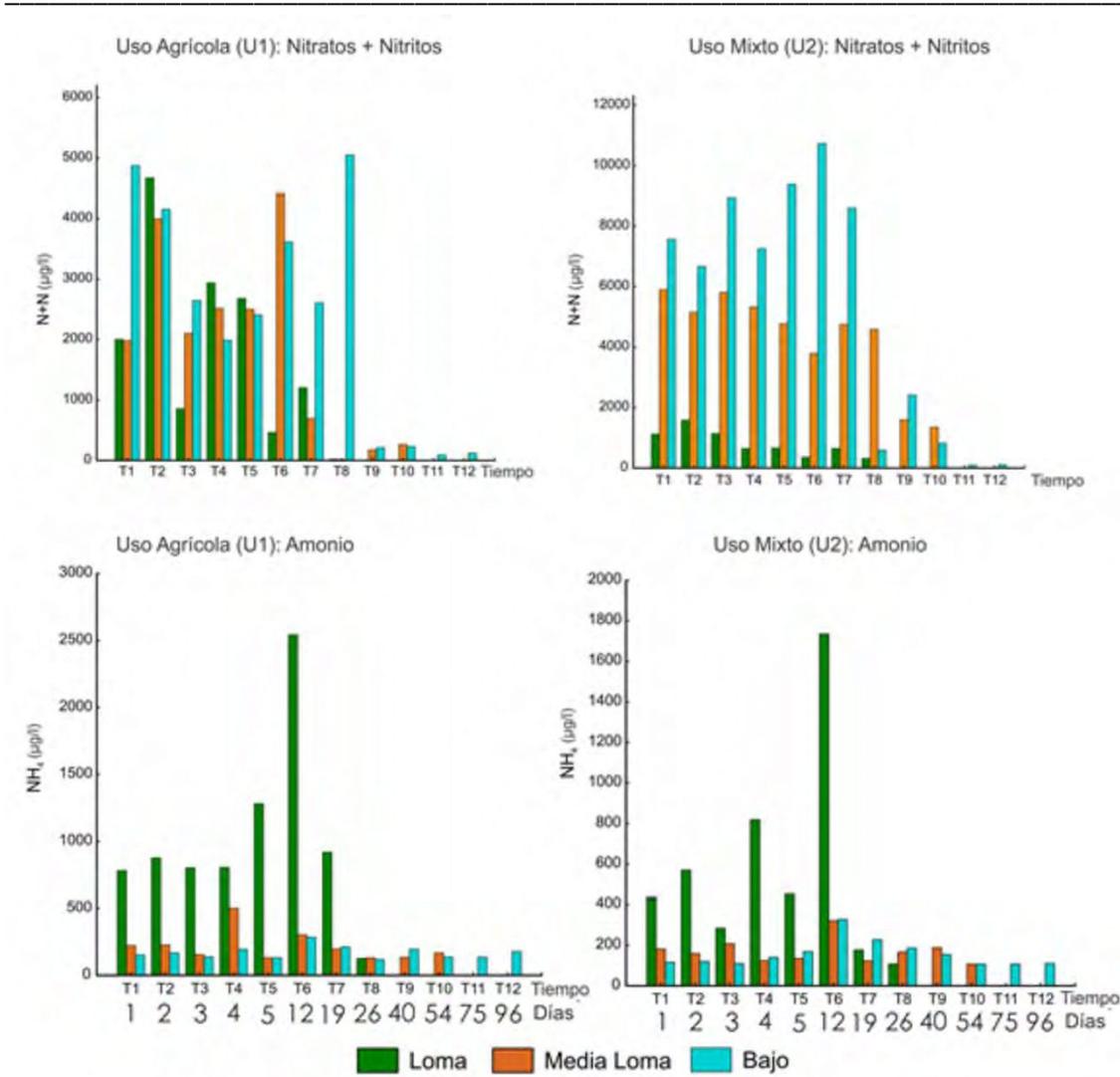


Figura 10-Variación de las concentraciones promedio de las fracciones de nitrógeno inorgánico: amonio (NH_4) y nitratos más nitritos (N+N), en el tiempo en cada uso, integrando las tres topografías (Loma, Media Loma y el Bajo).

4.2.1.4- RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS ESTADÍSTICOS PARA LAS
VARIABLES AMBIENTALES Y LOS TRATAMIENTOS (ANOVA FACTORIAL)

En la siguiente tabla se muestra el efecto de los factores uso y topografía (en función del tiempo), por separado y en interacción respecto a las variables ambientales. Se expresa para cada variable el p-valor y el grado de significancia de cada factor de acuerdo al siguiente criterio: * (p-valor <0,05), ** (p-valor < 0,005), *** (p- valor <0,001).

Tabla 4- Valor del estadístico (F) y su significancia respecto a los factores estudiados y sus interacciones. Referencias: nitratos más nitritos (N+N), amonio (NH₄) fósforo reactivo soluble (PRS), Temperatura (T °), Potencial de óxido-reducción (ORP), Porcentaje de saturación de oxígeno disuelto (% sat. OD), Clorofila “a” (Cl “a”).

Variable	Uso	Topografía	Topografía x uso	F (4, 346)	p-valor
N+N			X	8,05	***
Conductividad			X	7,28	***
NH ₄			X	2,44	*
PRS			X	3,734	**
T°		X		3,93	**
ORP		X		7,81	***
% sat. OD		X		8,06	***
Cl “a”		X		3,72	**
pH		X		3,19	*
Turbidez	X			3,17	*
Turbidez		X		5,97	***

Variables con efecto significativo en la interacción topografía y usos

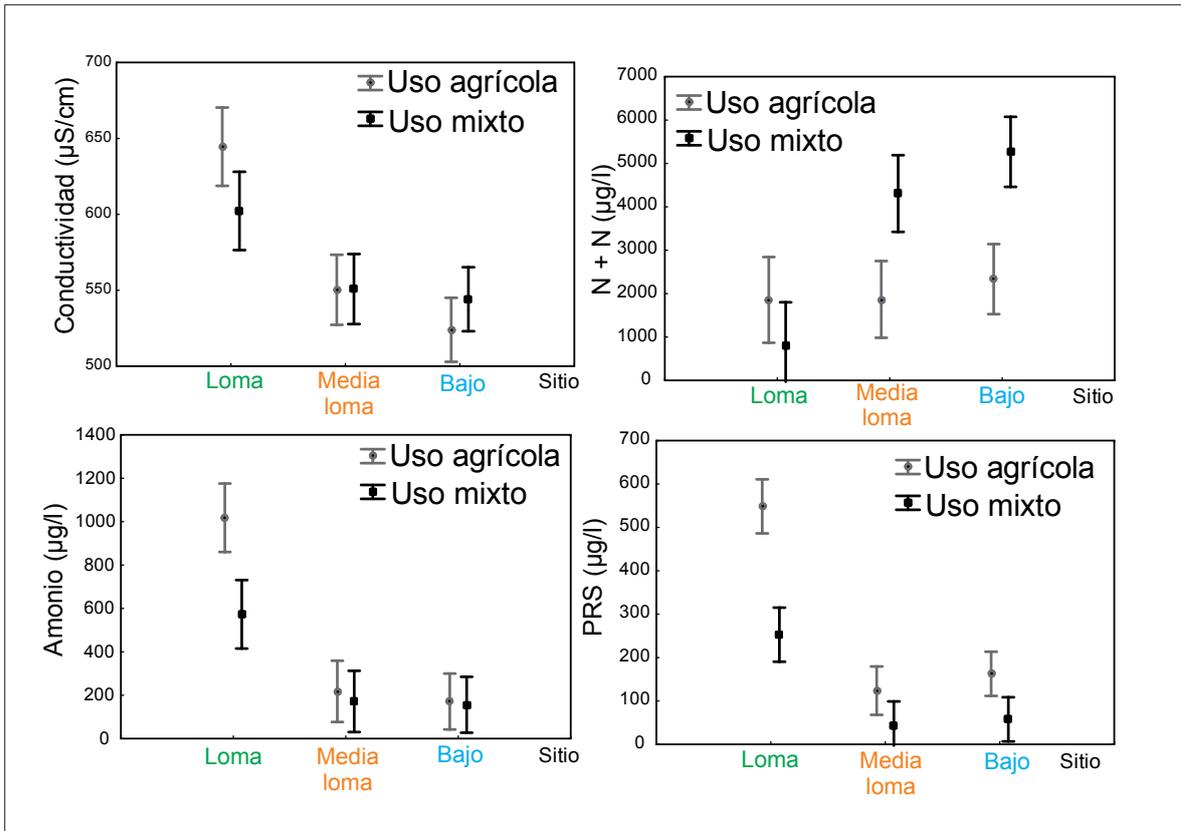


Figura 11- Variables con efecto significativo de la interacción topografía y uso: conductividad, nitratos más nitritos (N+N), amonio (NH₄) y fósforo reactivo soluble (PRS). La media (□) y el intervalo de confianza para la media (I).

Variables con efecto significativo respecto a la topografía

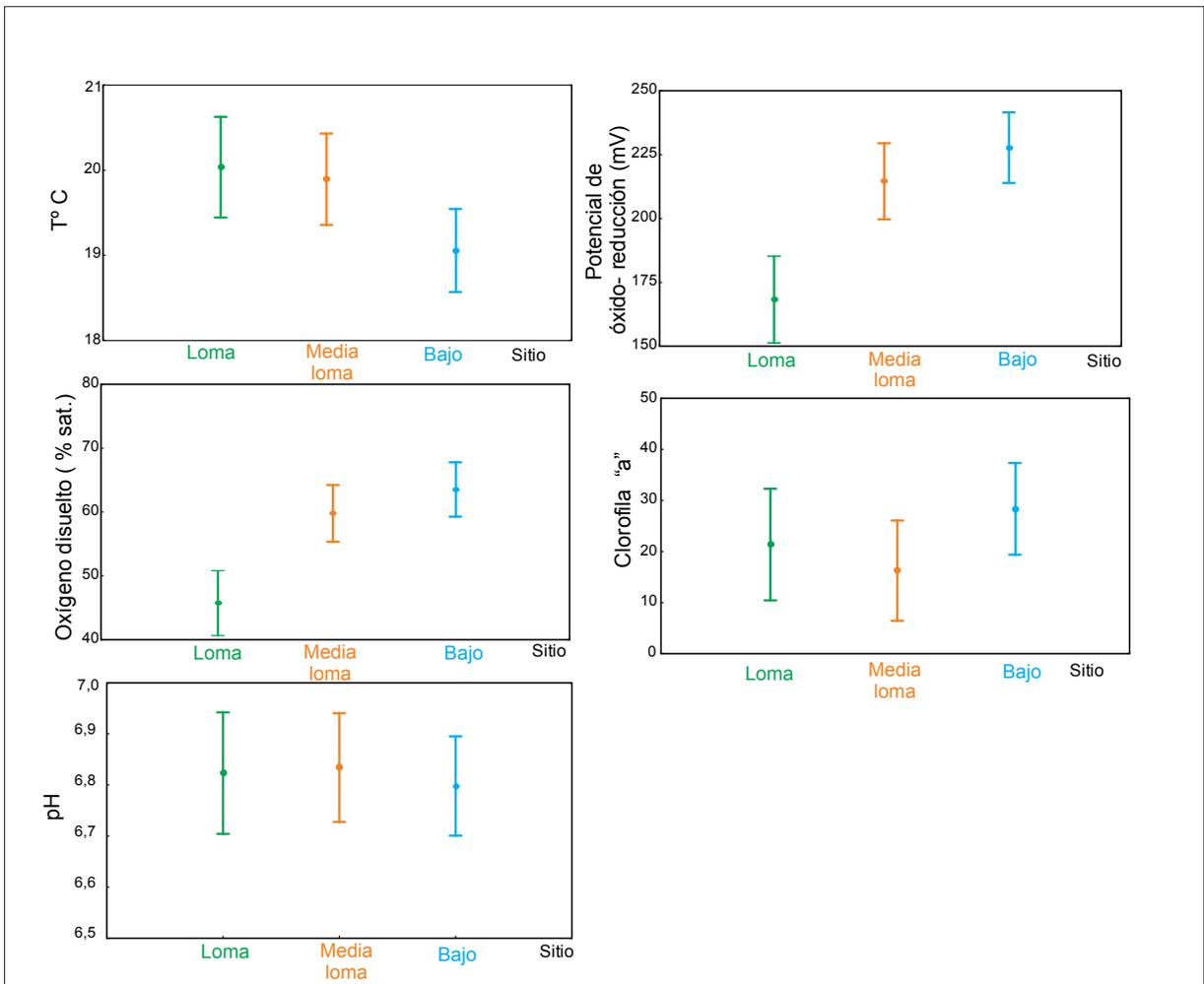


Figura 12- Variables con efecto significativo respecto a la topografía: temperatura (T °C), oxígeno disuelto en porcentaje de saturación (% sat.), potencial de óxido reducción, pH y clorofila "a". La media (\bar{x}) y el intervalo de confianza para la media (\bar{I}).

Variable con efecto significativo respecto a la topografía y al uso, pero no en la interacción de dichos factores

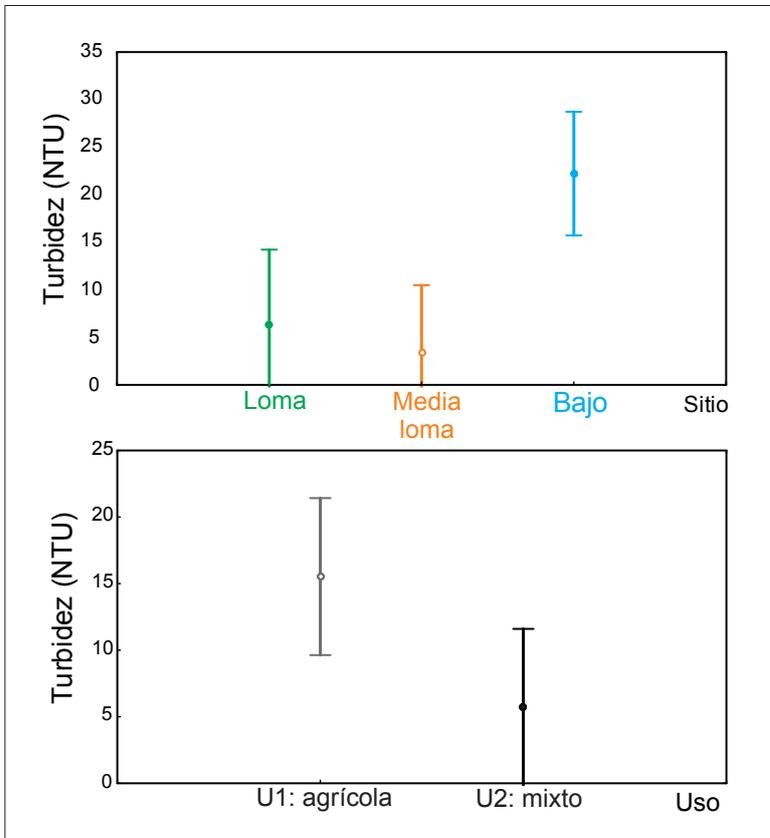


Figura 13- Representación de la turbidez como variable con efecto significativo respecto a la topografía y el uso. La media (\square) y el intervalo de confianza para la media (\bar{I}).

Las variables ambientales que tuvieron un efecto significativo respecto a los factores fueron: la conductividad, que presentó los valores más altos en Loma y disminuyó en las topografías de Media Loma y el Bajo y la turbidez con valores superiores en el Bajo. Los valores del potencial de óxido reducción (ORP) y el % de saturación de oxígeno disuelto (% OD), mostraron diferencias significativas entre topografías y valores más bajos en Loma. Los nutrientes, el amonio (NH_4) y el fósforo reactivo soluble (PRS), tuvieron concentraciones más altas en Loma respecto a las topografías más bajas y estas diferencias se vieron principalmente en el uso agrícola. Los nitratos más nitritos (N+N)

presentaron diferencias significativas, con valores de concentración superiores en las topografías más bajas, en el uso mixto. La clorofila “a” (Cl “a”), tuvo diferencias significativas al presentar concentraciones superiores en el Bajo. La temperatura que estuvo sujeta a las variaciones a modo rampa de las cámaras de cría, mostró significancia en el Bajo respecto a Media Loma y a Loma, mientras el pH mostró significancias sutiles entre topografías.

4.2.2- RESULTADOS DE LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES

4.2.2.1- ESTRUCTURA DE LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES

Durante el ensayo se registraron un total de 195 *taxa*: 43 ciliados, 30 amebas (22 amebozoos, 6 cercozoos y 2 amebas desnudas), 1 heliozoo, 68 rotíferos, 11 nematodos y 3 anélidos. Entre los crustáceos se registraron 6 copépodos, 17 cladóceros y 4 ostrácodos. Los grupos que presentaron un bajo número de especies se incorporaron en la categoría de “otros” como los tardígrados, los gastrotricos, los hexápodos, los quelicerados, los onicóforos, los colémbolos y los moluscos (Fig. 14).

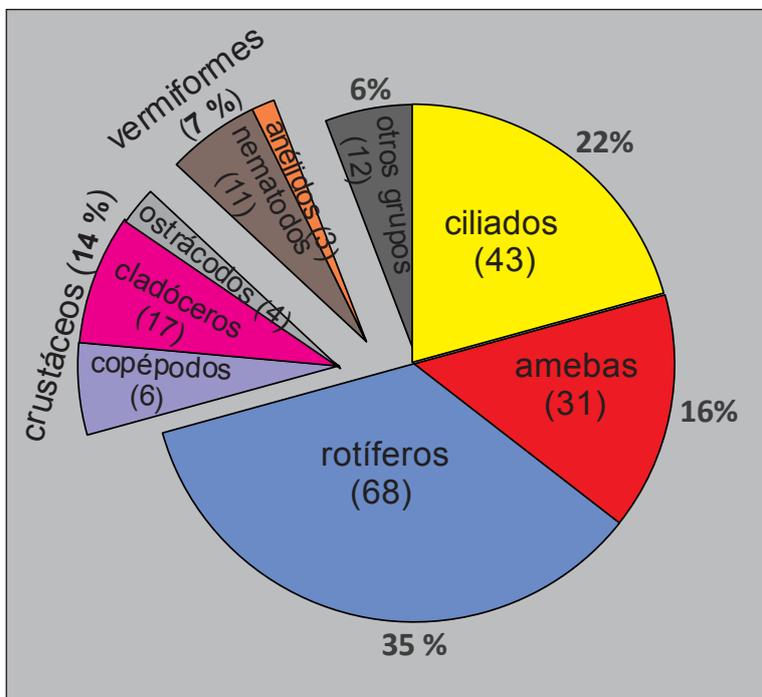


Figura 14- Riqueza específica total de los grupos de organismos registrados en el ensayo y los porcentajes de cada uno respecto al número total de especies en el ensayo.

Tabla 5- Lista de *taxa* registrados en el ensayo.

CILIOPHORA

Aspidisca sp.
Chilodonella sp.
Cinetochilum sp.
Colpidium sp.
 Colpodea
Colpoda inflata
Cyclidium sp.
Dileptus sp.
Drepanomonas sp.
Enchelydium sp.
Enchelys sp.
Epistylis sp1
Epistylis sp2
Euplotes sp.
Frontonia sp.
Halteria sp.
Litonotus sp.
Notohymena sp.
 Oxytrichidae
Prorodon sp.
Pseudourostyla sp.
Pseudovorticella monilata (Tatem, 1870) Foissner & Schiffmann
Rhabdostyla sp.
Spathidium sp.
Spirostomum sp.
Strobilidium sp.
Strombidium sp.
Stylonychia sp.
Tetrahymena sp.
Tokophrya quadripartita (Claparède & Lachmann, 1859) Bütschli, 1889
Trachelius sp.
Trachelophyllum sp.
Uroleptus sp.
Vaginicola sp.
Vorticella sp1
Vorticella sp2

AMOEBOZOA

Arcella crenulata Deflandre, 1928
A. dentata Ehrenberg, 1830
A. discoides Ehrenberg, 1843
A. hemisphaerica Perty, 1852
Centropyxis aculeata (Ehrenberg., 1838)
C. ecornis (Ehrenberg, 1841)
Cyclopyxis sp.
Difflugia acuminata Ehrenberg, 1838

D. bidens Penard, 1902
D. elegans Penard, 1890
D. elongata Penard, 1905

L. arcuata (Bryce, 1891)
L. bulla (Gosse, 1851)
L. candida Haring & Myers, 1926
L. clara (Bryce, 1892)
L. closterocerca (Schmarda, 1856)
L. cornuta (Müller, 1786)
L. elsa Hauer, 1931
L. hamata (Stokes, 1896)
L. hastata (Murray, 1913)
L. hornemanni (Ehrenberg, 1834)
L. inermis (Bryce, 1892)
L. inopinata Haring.& Myers, 1926
L. luna (Müller, 1776)
L. lunaris (Ehrenberg, 1832)
L. proiecta Hauer, 1956
L. pusilla Haring, 1914
L. pyriformis (Daday, 1905)
L. quadridentata (Ehrenberg, 1832)
L. tenuiseta Haring, 1914
Lepadella acuminata (Ehrenberg, 1834)
L. ovalis (Müller, 1786)
L. patella (Müller, 1773)
Lophocharis salpina (Ehrenberg, 1834)

Mytilina sp.
M. ventralis (Ehrenberg, 1830)
Monommata sp.
M. aequalis (Ehrenberg, 1832)
Notommata sp.
Plationus patulus (Müller, 1786)
Platyias quadricornis (Ehrenberg, 1832)
Polyarthra vulgaris Carlin, 1943

Proales sp.
Proalides tentaculatus Beauchamp, 1907
Sinantherina sp.
Squatinella mutica (Ehrenberg, 1832)
Taphrocampa sp.
Testudinella patina (Hermann, 1783)
Trichocerca sp.
T. cylindrica (Imhof, 1891)
T. dixonnutalli (Jennings, 1903)
T. iernis (Gosse, 1887)
T. obtusidens (Olofsson, 1918)
T. rattus (Müller, 1776)
T. ruttneri Donner, 1953
T. stylata (Gosse, 1851)
T. tigris (Müller, 1786)

NEMATODA

Dorylaimida
 Dorylaimidae
Dorylaimus sp.

D. globulosa (Dujardin, 1837) Penard, 1902
D. labiosa Wailes, 1919, *inc.sed.*
D. lanceolata Penard, 1890
D. lithophila (Penard, 1902)
D. nodosa (Leidy, 1879)
D. oblonga Ehrenberg, 1838
Netzelia gramen (Penard, 1902) Goma et al.,
 2017
Nebela sp.

RHIZARIA

Euglypha acantophora (Ehrenberg, 1841)
E. laevis (Ehrenberg, 1845)
E. rotunda (Ehrenberg, 1845)
E. tuberculata Dujardin, 1841
Pseudodiffugia archeri Penard, 1899
P. fascicularis Penard, 190
Trinema enchelys (Ehrenberg, 1838)
T. lineare Penard, 1890

HELIOZOA

GASTROTRICHA

Chaetonotus sp.

ROTIFERA

Bdelloidea
Adineta sp.
Philodina sp1
Philodina sp2
Dissotrocha sp.
 Monogononta
Asplanchna sp.
Brachionus quadridentatus Hermann, 1783
Cephalodella sp1
Cephalodella sp2
Cephalodellas sp4

Colurella colurus (Ehrenberg, 1830)
C. hindenburgi (Steinecke, 1917)
C. obtusa (Gosse, 1886)
C. uncinata (Müller, 1773)
Dipleuchlanis sp.
D. propatula (Gosse, 1886)
Encentrum sp.
Epiphanes sp.
Euchlanis sp.
Keratella tropica (Apstein, 1907)
Lecane sp.

Mesodorylaimus sp.
 Rhabditida
 Cephalobidae
Acrobeles ciliatus von Linstow, 1887

Tylenchida
 Criconematidae
 Tylenchidae
 Mononchida
 Mononchidae

ANNELIDA

Oligochaeta
 Enchytraeidae
 Naididae
 Polychaeta
 Aelosomatidae
Aelosoma sp.

ONYCHOPHORA

ARTHROPODA

CRUSTACEA
 CLADOCERA
 Bosminidae
Bosmina sp.
 Chydoridae
Alona yara Sinev & Elmoor-Loureiro 2010
Anthalona brandorffi (Sinev & Hollwedel, 2002)
Chydorus sphaericus (O.F. Müller, 1776)
Coronatella poppei (Richard, 1897)
Dunhevedia crassa King, 1853
Leydigia (Neoleydigia) cfr. australis G.O. Sars,
 1885
Ovalona glabra (Sars, 1901)
Pleuroxus aduncus (Jurine 1820)
Pseudochydorus globosus (Baird, 1843)
 Daphniidae
Ceriodaphnia sp.
C. dubia Richard 1895
Daphnia obtusa (Kurz, 1874)
D. parvula Fordyce, 1901
D. spinulata Birabén, 1917

Macrothricidae
Macrothrix spinosa King, 1853
 Moinidae
Moina micrura (Kurz, 1874)

COPEPODA

Calanoida

Notodiaptomus incompositus (Brian, 1925)

Cyclopoida

Acanthocyclops robustus (Sars, 1863)

Metacyclops mendocinus (Wierzejski, 1892)

Microcyclops anceps (Richard, 1897)

Paracyclops fimbriatus (Fischer, 1853)

Tropocyclops prasinus (Fischer, 1860)

Harpacticoida

OSTRACODA

Cypridoidea

Chlamydotheca incisa Claus, 1892

Cypridopsis sp.

C. vidua (Müller, 1776) G. S. Brady, 1867

Heterocypris sp.

CHELICERATA

Acari

Gamasida

Araneae

HEXAPODOS

Diptera

Chironomidae

Collembola

Arthrolepida

Symphylepida

TARDIGRADA

Macrobiotus areolatus Murray, 1907

Minibiotus sp.

MOLLUSCA

Gastropoda

Planorbidae

4.2.2.2- RIQUEZA ESPECÍFICA TOTAL DE LOS ORGANISMOS

CONSUMIDORES EN CADA POSICIÓN TOPOGRÁFICA Y USOS.

LOMA

En loma uso agrícola (L U1) se registraron un total de 77 *taxa*: 26 del grupo de los ciliados, 16 correspondieron a las amebas repartidas en 9 amebozoos, 4 cercozoos, 2 amebas desnudas y 1 de heliozoo. Del grupo de los rotíferos se registraron 21 *taxa*, los nematodos con 8, los tardígrados con 2 *taxa* y los copépodos, quelicerados, gastrotricos y colémbolos presentaron 1 *taxa* cada uno.

En loma uso mixto (L U2) se registraron un total de 66 *taxa*: 21 del grupo de los ciliados, 18 correspondieron a las amebas con 11 amebozoos, 5 cercozoos, 1 ameba desnuda y se registró 1 heliozoo, 13 fueron rotíferos, 8 nematodos, 2 quelicerados y los tardígrados, gastrotricos, onicóforos y colémbolos presentaron 1 *taxa* cada uno.

Ambos usos compartieron un total de 52 *taxa*: 16 ciliados, 15 amebas con 9 amebozoos, 4 cercozoos, 1 ameba desnuda y 1 especie de heliozoo, 10 rotíferos, 7 nematodos y 1 *taxa* de cada uno de los grupos de quelicerados, colémbolos, gastrotricos y tardígrados (Figs. 15 y 16 A).

MEDIA LOMA

En media loma uso agrícola (ML U1), se registraron un total de 129 *taxa*, repartidos en 20 ciliados, 25 amebas que correspondieron a 17 amebozoos, 5 cercozoos, 2 amebas desnudas y 1 heliozoo. Se registraron 47 *taxa* del grupo de los rotíferos, mientras los crustáceos se registraron con 23 *taxa*: 8 correspondieron a copépodos, 12 a los cladóceros y 3 al grupo de los ostrácodos. Los nematodos se presentaron con 6 *taxa*, los anélidos y los tardígrados con 2 *taxa* cada uno y otros grupos como gastrotricos, colémbolos, quelicerados y moluscos, con 1 *taxa* cada uno.

En el uso mixto (ML U2), se registraron 108 *taxa*: 17 correspondieron a ciliados, 25 fueron amebas repartidas en 17 amebozoos, 5 cercozoos, 2 amebas desnudas y se registró 1 heliozoo. Además se registraron 33 rotíferos, 10 copépodos, 9 cladóceros y 3 ostrácodos. Entre los organismos vermiformes, se encontraron 5 nematodos y 2 anélidos. Los tardígrados se presentaron con 2 *taxa* mientras que los gastrotricos y los moluscos con 1 *taxa* cada uno.

Ambos usos compartieron 94 *taxa*: 14 ciliados, 22 amebas repartidas en 14 amebozoos, 5 cercozoos, 2 amebas desnudas y 1 heliozoo. Del grupo de los rotíferos compartieron 30 *taxa*, mientras que los copépodos coincidieron en 8 *taxa*, 7 para los cladóceros, 3 ostrácodos, 2 tardígrados, 1 gastrotrico y 1 molusco. Además compartieron 6 organismos vermiformes, 5 *taxa* de nematodos y 1 de anélidos (Figs. 15 y 16 B).

BAJO

En el uso agrícola (B U1), se registraron un total de 122 *taxa*, 27 pertenecieron al grupo de los ciliados, 19 a las amebas repartidas en 14 amebozoos, 4 cercozoos, 1 heliozoo. 42 fueron rotíferos y 21 *taxa* correspondieron al grupo de los crustáceos repartidos en 5 copépodos, 12 cladóceros y 4 ostrácodos. El resto de los grupos fueron: 5 nematodos, 2 *taxa* de cada uno de hexápodos y anélidos, y los quelicerados, gastrotricos, colémbolos y moluscos con 1 *taxa* cada uno.

En el uso mixto (BU2), con un total de 114 *taxa* registradas, donde 20 fueron ciliados, 22 amebas repartidas en 15 amebozoos, 5 cercozoos, 1 ameba desnuda y 1 heliozoo. Para los rotíferos se registraron 39 *taxa*, 8 para los copépodos, 10 cladóceros y 4 ostrácodos. Los vermiformes estuvieron presentes con 7 *taxa* del grupo de los nematodos y 2 de anélidos y además se registraron quelicerados y gastrotricos con 1 *taxa* cada uno.

En ambos usos se encontraron 84 *taxa* en común: 14 ciliados, 17 amebas repartidas en 12 amebozoos, 4 cercozoos y 1 heliozoo y 29 *taxa* del grupo de los rotíferos. Entre los crustáceos se registraron 4 copépodos, 8 cladóceros y 4 ostrácodos. Asimismo estuvieron presentes los gastrotricos con 1 *taxa* y los organismos vermiformes con 5 nematodos y 2 anélidos (Figs. 15 y 16 C).

El uso agrícola fue superior en número de *taxa* total respecto al uso mixto en las 3 topografías (Fig. 15).

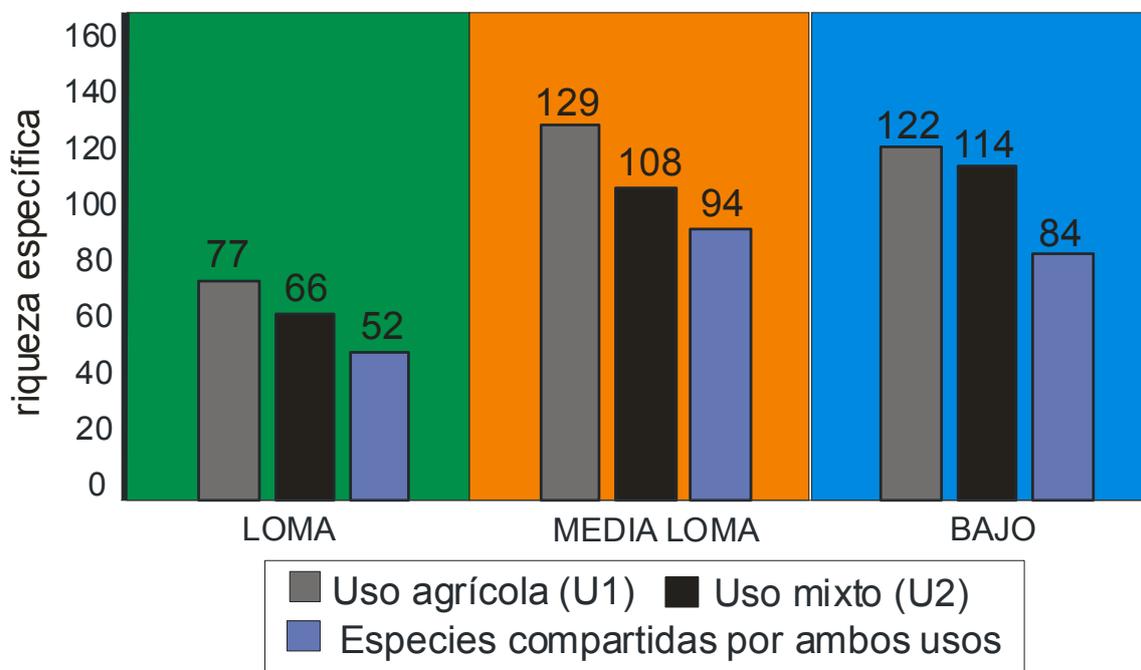


Figura 15- Riqueza específica total en cada posición topográfica y usos y las especies compartidas por topografía.

A continuación se describe la riqueza específica total promedio del ensayo de cada uno de los grupos registrados (Fig. 16).

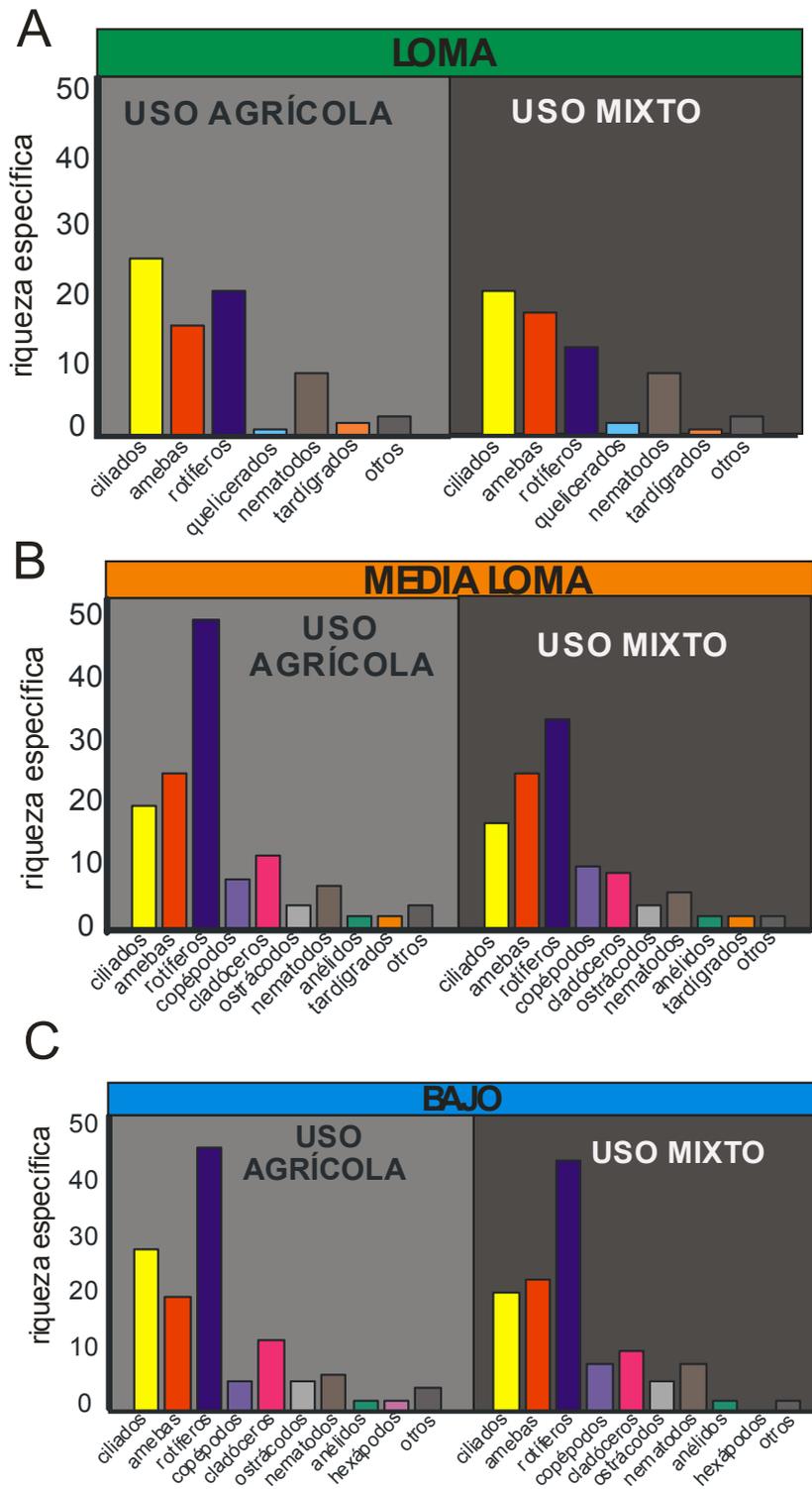


Figura 16- Riqueza específica total promedio de los grupos de organismos consumidores en cada posición topográfica y sus usos. A: Loma uso agrícola y uso mixto. B: Media Loma uso agrícola y uso mixto. C: Bajo uso agrícola y uso mixto. En “**otros**” se agruparon los *taxa* con bajos números de especies, para Loma: gastrotricos, colémbolos, onicóforos y copéodos (larvas nauplii)/ Media loma: gastrotricos, colémbolos, quelicerados y moluscos/ Bajo: quelicerados, gastrotricos, colémbolos y moluscos.

4.2.2.3- TAXA PRESENTES EN TODAS LAS TOPOGRAFÍAS Y SUS USOS (USO AGRÍCOLA Y USO MIXTO)

Se registraron 34 *taxa* que estuvieron presentes en algún momento en todos los sitios estudiados. Entre los ciliados se registraron 10 *taxa*, *Chilodonella* sp., *Colpidium* sp., *Colpoda inflata*, *Cyclidium* sp., *Euplotes* sp., *Frontonia* sp., *Halteria* sp., *Trachelophyllum* sp., *Vorticella* sp. y un representante de la familia Oxytrichidae.

Entre las amebas (12), estuvieron *Arcella discoidea*, *A. hemisphaerica*, *Centropyxis aculeata*, *C. ecornis*, *Cyclopyxis* sp., *Diffugia acuminata*, *D. oblonga*, *Netzelia gramen* (amebozoa), *Euglypha tuberculata*, *Trinema enchelys* y *T. lineare* (Cercozoa) y una especie de Heliozoo. Los rotíferos presentaron 6 *taxa*: *Philodina* sp1 y *Philodina* sp2, *Lepadella patella* y 3 especies de *Lecane* (*L. inermis*, *L. pyriformis* y *L. clara*).

Otros grupos como los nematodos, presentaron 5 *taxa* en todos los sitios que fueron: *Mesodorylaimus* sp., *Acrobeles ciliatus*, *Dorylaimus* sp. y una especie de cada una de las familias Mononchydae y Tylenchidae. También se encontró un género de gastrotrico, (*Chaetonotus* sp.).

Cabe destacar que los crustáceos (copéodos adultos, cladóceros y ostrácodos adultos), se registraron en las posiciones topográficas más bajas (Media Loma y Bajo), sin estar presentes en ninguna de las unidades experimentales de Loma, donde solo se registraron estadios naupliares de copéodos.

4.2.2.4- RIQUEZA TOTAL ACUMULADA DE LOS GRUPOS DE ORGANISMOS EN CADA POSICIÓN TOPOGRÁFICA Y USOS EN LOS DÍAS DE INUNDACIÓN. LOMA

En el uso agrícola (U1), la riqueza total acumulada mínima se dio en D3 con 15 especies y la máxima en D12 con 32 especies.

Los ciliados tuvieron una mínima de 6 especies en D1 y una máxima de 10 en D12 y D26. Las amebas (amebozoos, cercozoos y amebas desnudas) se encontraron en todos los eventos de muestreo, registrándose la riqueza total acumulada mínima en la etapa inicial (D2) con 1 especie y la máxima en D12 con 9.

Los rotíferos, también presentes en todos los eventos de muestreo, tuvieron la mínima riqueza en D3 con 1 especie y la máxima en D5 y D12 y D26 con 8.

Los nematodos, se hicieron evidentes en todos los eventos de muestreo con un rango menor a 3 especies, excepto en D5 con 5 especies.

Otros grupos que se registraron en determinados momentos del ensayo fueron nauplios de copépodos en D12, y con 1 especie de cada uno los quelicerados desde D2 a D19, los gastrotricos en D19 y D26, los tardígrados en D1 y D2 y los colémbolos en D3, D4 y D19 (Fig. 17).

En el uso mixto (U2), la riqueza total acumulada mínima se dio en D1 con 17 especies y la máxima en D12 con 33. Los ciliados presentaron un rango de entre 4 en D5 y 9 especies en D12, mientras que las amebas (amebozoos, cercozoos y amebas desnudas) entre 4 especies en D3 y el máximo valor de riqueza acumulada que se dio en D12 con 11 especies.

Los rotíferos se registraron con una riqueza total acumulada mínima de 3 especies en dos eventos de muestreo (D1 y D5) y con un máximo de 7 en D4, D12 y D19. Los

nematodos se evidenciaron con 1 especie en D2, y la máxima riqueza total acumulada fue de 5 especies en D5. Los quelicerados en D2 y desde D4 a D19, con 1 especie.

Otros grupos presentes en ciertos momentos con 1 o 2 especies fueron los onicóforos en D5, los gastrotricos desde D12 a D26, los tardígrados en D1 y D26 y los colémbolos solo en D4 (Fig. 17).

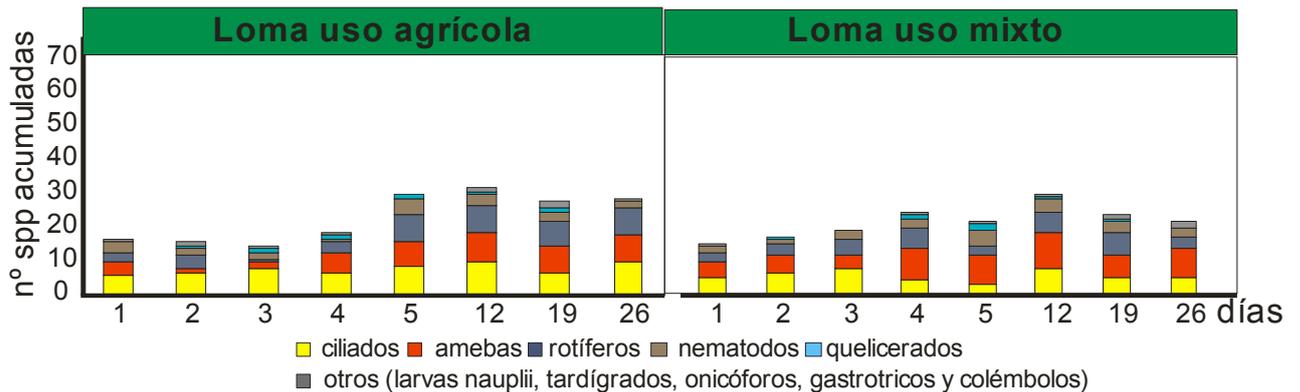


Figura 17- Riqueza total acumulada entre réplicas de los grupos de organismos en Loma ambos usos, en cada tiempo. Dentro de “otros” se agruparon los grupos con baja riqueza específica (1-2 especies) y en ciertos eventos de muestreo.

MEDIA LOMA

En el uso agrícola (U1), la riqueza total acumulada mínima se dio en D1 con 28 especies, y la máxima en D12 con 62 especies.

La riqueza total acumulada para los ciliados fue mínima en D54 con 5 especies y la máxima en D4 y D12 con 10. Las amebas (amebozoos, cercozoos y amebas desnudas) se registraron con una riqueza total acumulada mínima en D1 de 5 especies, con un incremento en los tiempos intermedios y alcanzando la riqueza máxima de 17 especies en D19. Los rotíferos (entre 9 y 29 especies) se registraron, con la mínima riqueza acumulada en D1 y la máxima en D12.

Entre los crustáceos, los copépodos se encontraron en todos los eventos de muestreo con 1 a 3 especies, mientras que los cladóceros, se evidenciaron desde D12 con 3 especies hasta D40 y D54 con una riqueza total acumulada máxima de 8. Los ostrácodos en estadio juvenil, se encontraron en todos los eventos de muestreo con 1 *taxa*, y en la etapa final con 4 especies (D54).

Los nematodos, con una riqueza total acumulada máxima de 5 especies, se registraron en todos los eventos excepto en D54, mientras que los anélidos, se evidenciaron en casi todos los eventos de muestreo con 1 o 2 especies como máximo.

Otros grupos estuvieron presentes con 1 especie: los gastrotricos en D4 y desde D12 a D54, los quelicerados (D1, D12 y D26), los tardígrados en D3 y D5, colémbolos en D2 y moluscos en D19 (Fig. 18).

En el uso mixto (U2), la riqueza total acumulada mínima se dio en D5 con 21 especies y la máxima en D19 con 49.

Los ciliados tuvieron la mínima riqueza de 2 especies en D5 y la máxima de 10 especies en D4. Las amebas (amebozoos, cercozoos y amebas desnudas), con una riqueza total acumulada mínima de 4 especies en D3, incrementaron la riqueza hacia el final con 16 especies en D26.

Los rotíferos presentaron una riqueza total acumulada menor respecto al uso 1, con un rango entre 8 especies en D5 y 15 especies en D4.

Entre los crustáceos, la riqueza total acumulada de los copépodos y de los ostrácodos no superó las 3 especies y se encontraron en todos los eventos de muestreo, mientras que los cladóceros surgieron desde D12 (1 especie) hasta el final, con un máximo en D26 de 7 especies.

Los nematodos se evidenciaron en todos los eventos de muestreo, con un rango de riqueza entre 1 a 4 especies, mientras que los anélidos, se registraron en todos los eventos de muestreo, excepto en D3 y D19, con un rango de 1 a 2 especies. Otros grupos con 1 especie, se encontraron en determinadas instancias como los tardígrados (D3, D12 y D19), los gastrotricos en D3 y desde D12 a D54 y los moluscos (D19) (Fig. 18).

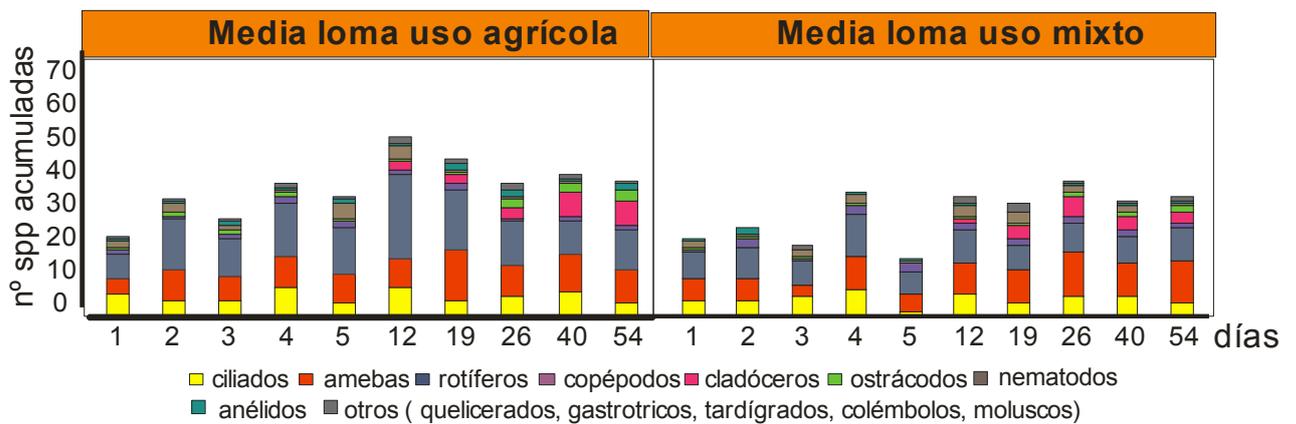


Figura 18- Riqueza total acumulada entre réplicas de los grupos de organismos en Media Loma, ambos usos, en cada tiempo. Dentro de “otros” se agruparon los grupos con baja riqueza específica (1- 2 especies) y apariciones en determinados eventos de muestreo.

BAJO

En el uso agrícola (U1), la riqueza total acumulada mínima se dio en D3 con 23 especies, y la máxima en D26 con 46.

Los ciliados con un máximo de 13 especies en D12 y la mínima en D54 con 2 especies.

Las amebas (amebozoos y cercozoos), tuvieron su máxima en D75 con 11 especies y la mínima en D2 con 2 especies.

Los rotíferos se registraron con una riqueza total máxima acumulada de 20 especies en D19 y la mínima en D54 con 4 especies.

Entre los crustáceos, los copépodos, se registraron en todos los eventos de muestreo con 1 o 2 especies mientras los cladóceros desde D12 (1) a D75 con un máximo de 6 especies en D26, D40 y D75. Los ostrácodos se registraron con un mínimo de 1 especie en la etapa inicial de la inundación y posteriormente incrementaron su riqueza con un valor máximo en D54 y D96 de 4 especies.

Los nematodos, se evidenciaron en todos los eventos de muestreo con un rango de 1 a 4 especies y con una riqueza acumulada máxima en D5 de 5 especies.

Otros grupos, con aportes de 1 especie, se hicieron evidentes en determinados momentos del ensayo, como los anélidos en D3, D4, D26, D75 y D96; los quelicerados (D54), hexápodos en D12 y D54; gastrotricos en D2, D26, D40 y D75; colémbolos en D5 y moluscos en D4 (Fig. 19).

En el uso mixto (U2), la riqueza acumulada total mínima se dio en D2 con 25 especies y la máxima en D40 con 44 especies.

Los ciliados tuvieron un rango de entre 4 a 9 especies a lo largo del ensayo y este valor máximo se dio en D5. Las amebas (amebozoos, cercozoos y amebas desnudas) llegaron a un máximo de 12 especies en D4, mientras en el resto de los eventos de muestreo se mantuvieron entre 5 a 11 especies.

Los rotíferos, con un rango de riqueza total acumulada entre 7 a 17, presentaron el valor mínimo en D96 y el máximo en D19. Entre los crustáceos, los copépodos (con 1 a 3 especies), estuvieron presentes en todas las instancias de muestreo y los cladóceros aparecieron desde D12 (2), con un máximo en D40 y D54 de 7 especies.

Los ostrácodos se evidenciaron desde el inicio con 1 especie, aumentando hacia el final con un máximo de riqueza acumulada de 4 especies desde D54 a D96. Los anélidos con aportes de 1 a 2 especies se registraron en todos los eventos de muestreo con excepción

en D26. Los nematodos, se encontraron en todos los eventos de muestreo con un rango de 1 a 4 especies. Otros grupos aparecieron ocasionalmente como los quelicerados en D2, los gastrotricos (D19, D26 y D54), con 1 especie cada uno (Fig. 19).

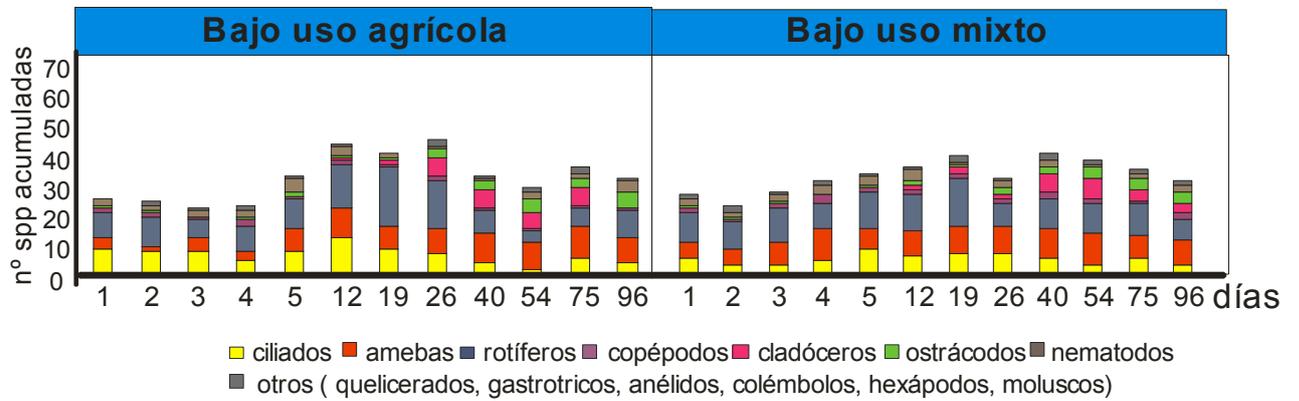


Figura 19– Riqueza total acumulada entre réplicas, de los grupos de organismos del Bajo ambos usos, en cada tiempo. Dentro de “otros” se agruparon los grupos con riquezas específicas bajas (1-2 especies) y con apariciones en determinados eventos de muestreo.

4.2.2.5- DENSIDAD TOTAL PROMEDIO DE LOS GRUPOS DE ORGANISMOS EN EL ENSAYO POR TOPOGRAFIA Y USOS

LOMA USO AGRÍCOLA

Los **protozoos** fueron los más abundantes, principalmente **los ciliados** (7930 ind/cm²), con *Cyclidium* sp. y *Frontonia* sp. como las especies más representativas.

Amebas (amebozoos y cercozoos):

Siguieron en importancia de densidad con valores mucho más bajos: 160 ind/cm². Las especies con más aportes a la densidad fueron *Nebela* sp. (amebozoos) y *Trinema enchelys* (cercozoos).

Rotíferos

Con una densidad total de 105 ind/cm², presentaron como especies más representativas a *Lecane inermis*, *L. pyriformis* y *L. clara*, mientras que dos especies de bdeloideos, *Philodina* sp1 y *Philodina* sp2, presentaron densidades bajas, pero se encontraron en casi la totalidad de los eventos de muestreo.

Nematodos

Tuvieron densidades inferiores a los 10 ind/cm² y se hicieron evidentes con estadios juveniles, una especie de Tylenchidae y una de Mononchidae.

Otros grupos

Otros aportes poco importantes a la densidad total del sitio estuvieron dados por los quelicerados (ácaros), gastrotricos del género *Chaetonotus* sp., tardígrados y colémbolos (Fig. 20 A).

LOMA USO MIXTO

Los ciliados tuvieron la densidad promedio total más alta (7351 ind/cm²), principalmente por el aporte de *Cyclidium* sp. y *Frontonia* sp.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Siguieron en orden de importancia (748 ind/cm²), con *Eughypha tuberculata* (cercozoos) y *Diffugia acuminata* (amebozoos) entre las especies más destacadas.

Rotíferos

El grupo presentó una densidad inferior a 23 ind/cm², los aportes fueron principalmente por especies de bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philinia* sp2 y *Dissotrocha* sp.) y 2 especies de *Lecane*: *L. pyriformis* y *L. clara*.

Nematodos

Se registraron juveniles no identificados, adultos de *Dorylaimus* sp., y una especie de la familia Tylenchidae con una densidad total del grupo inferior a 10 ind/cm².

Otros grupos

Presentaron menor importancia respecto al aporte total de densidad, como los quelicerados, tardígrados, gastrotricos, colémbolos y los onicóforos (Fig. 20 A).

MEDIA LOMA USO AGRÍCOLA

Los protozoos dominaron en densidad, siendo **las amebas** más abundantes (624 ind/cm²) que los ciliados (490 ind/cm²).

Ciliados

Las especies que más aportaron a la densidad fueron *Halteria* sp., *Euplotes* sp. y una especie de la familia Oxytrichidae.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Las especies más representativas fueron *Cyclopyxis* sp. (amebozoos) y 3 especies de cercozoos: *Eughypha tuberculata*, *Trinema enchelys* y *Trinema lineare*.

Rotíferos

Presentaron una densidad total inferior a 58 ind/cm² y con representantes de bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2), *Lepadella patella* y *Trichocerca cylindrica*.

Crustáceos

Este grupo fue poco abundante (densidad inferior a 12 ind/cm²), los copépodos se registraron con estadios larvales y adultos de las especies *Notodiptomus incompositus* (calanoideo) y *Metacyclops mendocinus* (cyclopoideo). Los cladóceros, representados por *Coronatella poppei* y *Ceriodaphnia* sp. así como los ostrácodos, con formas juveniles y una especie del género *Cypridopsis*, aportaron poco a la densidad total de los crustáceos.

Otros grupos

Los grupos con mínimos aportes a la densidad total fueron los nematodos, con estadios juveniles no identificados y adultos del género *Dorylaimus* sp., quelicerados, gastrotricos (*Chaetonotus* sp.), tardígrados, oligoquetos, colémbolos y moluscos gasterópodos (Planorbidae) (Fig. 20 B).

MEDIA LOMA USO MIXTO

Ciliados

Presentaron una densidad de 398 ind/cm² y las especies que aportaron más a la densidad, fueron *Cyclidium* sp., *Halteria* sp., *Vorticella* sp. y una especie de Oxytrichidae.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Fue el grupo dominante (512 ind/cm²) y estuvieron representados por especies de amebozoos como *Cyclopyxis* sp. y de cercozoos, *Eughypha tuberculata*, *Trinema enchelys* y *T. lineare*.

Rotíferos

Tuvieron escasa abundancia en el sitio (< 26 ind/cm²) y estuvieron representados principalmente por dos especies de bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2) y por *Lecane lunaris*.

Crustáceos

El grupo principal en este sitio fueron **los cladóceros** cuya densidad total fue inferior a 12 ind/cm², con aportes principalmente por *Chydorus sphaericus*, mientras que **los copépodos**, cuya densidad máxima del grupo fue de 10 ind/cm², se hicieron evidentes principalmente con *Notodiptomus incompositus*, *Metacyclops mendocinus* y estadios

juveniles de ambos *taxa*. Los ostrácodos tuvieron baja densidad, menor a 6 ind/cm², y se registraron con una especie de *Cypridopsis*.

Otros grupos

Se registraron con escasa densidad (< 6 ind/cm²) y podemos mencionar a los nematodos con *Dorylaimus* sp., los tardígrados, gastrotricos, oligoquetos y moluscos gasterópodos (Planorbidae) (Fig. 20 B).

BAJO USO AGRÍCOLA

Ciliados

Presentaron una densidad de 303 ind/cm² y las especies que más aportaron a la misma fueron *Halteria* sp., *Colpoda inflata* y una especie de Oxytrichidae.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Tuvieron una densidad de 329 ind/cm² y las especies más representativas fueron *Cyclopyxis* sp. y *Pseudodifflugia fascicularis* (amebozoos), y *Eughypha acantophora* (cercozoos). También se hicieron evidentes representantes del grupo de los heliozoos.

Rotíferos

Con una densidad máxima total de 41 ind/cm², se hicieron evidentes principalmente con *Lecane elsa*.

Crustáceos

Los cladóceros y los ostrácodos no superaron los 12 ind/cm². Las especies que aportaron a esa densidad fueron *Cypridopsis* sp. y *Chlamidotheca incisa*, entre los ostrácodos, y *Daphnia spinulata*, *Coronatella poppei* y *Leydigia acanthocercoides* (*neoleydigia*) cfr. *australis*, para los cladóceros.

Los copépodos se registraron con densidades inferiores a 6 ind/cm² siendo la especie más representativa *Notodiaptomus incompositus*.

Nematodos

Los nematodos se presentaron principalmente con *Dorylaimus* sp., con densidades inferiores a 10 ind/cm².

Otros grupos

Otros grupos que estuvieron presentes en distintos momentos del ensayo en mínimas densidades (inferiores a 2 ind/cm²) fueron los oligoquetos, hexápodos, gastrotricos, colémbolos y los gasterópodos de la familia Planorbidae (Fig. 20 C).

BAJO USO MIXTO

Ciliados

Con una densidad máxima de 371 ind/cm², estuvieron representados principalmente por *Euplotes* sp., *Vorticella* sp. y *Cyclidium* sp.

Amebas (amebozoos y cercozoos)

Fue el grupo dominante alcanzando una densidad total de 706 ind/cm² con el aporte de especies de cercozoos: *Eughypha tuberculata*, *Trinema lineare* y de amebozoos: *Pseudodiffugia fascicularis* y *Netzelia gramen*. También se registraron heliozoos en determinados eventos del muestreo.

Rotíferos

Con aportes menores a la densidad total (40 ind/cm²), estuvieron presentes con *Philodina* sp1, *Lepadella patella* y dos especies de *Trichocerca*: *T. iernis* y *T. rattus*.

Crustáceos

Los cladóceros y copéodos tuvieron densidades totales entre 10 y 13 ind/cm², con representantes de *Coronatella poppei* y *Chydorus sphaericus*, entre los cladóceros. Los **copéodos** estuvieron representados por formas larvales y adultos de calanoideos, *Notodiaptomus incompositus* y de ciclopoideos, *Metacyclops mendocinus*. Entre los ostrácodos, *Cypridopsis* sp. y juveniles se presentaron en bajas densidades.

Nematodos

Los nematodos se registraron con *Dorylaimus* sp., y una especie de la familia Tylenchidae, en densidades por debajo de 8 ind/cm².

Otros grupos

Tuvieron densidades menores a 2 ind/cm² y con apariciones muy esporádicas como los oligoquetos, gastrotricos y quelicerados (Fig. 20 C).

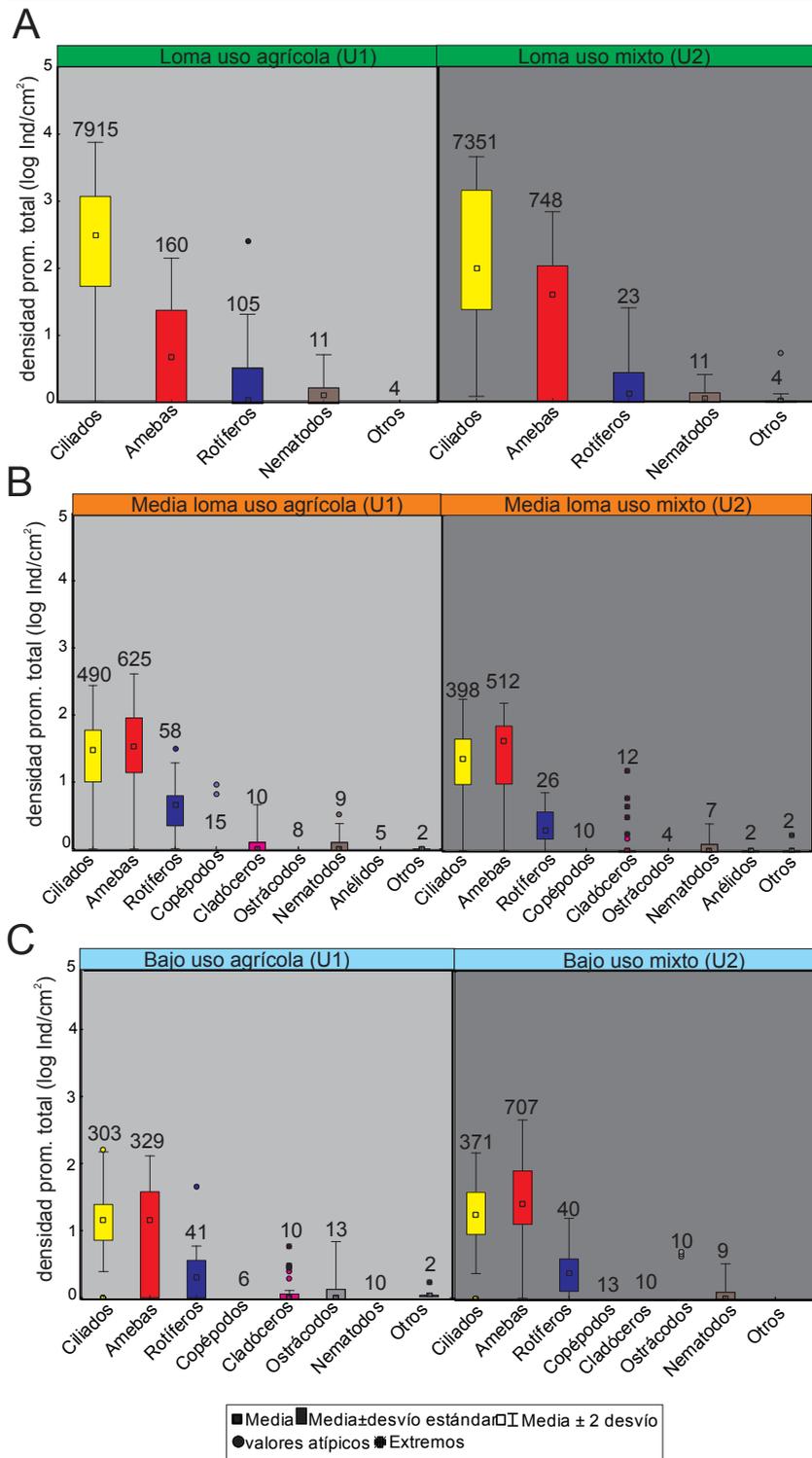


Figura 20- Densidad total promedio expresada en escala logarítmica de los grupos de organismos en el ensayo para cada topografía y sus usos. En “otros” se agruparon los grupos con aportes bajos a la densidad total descritos previamente en cada topografía y uso. A: Loma ambos usos; B: Media Loma ambos usos; C: Bajo ambos usos.

4.2.2.6- DENSIDAD DE LOS DIFERENTES GRUPOS DE ORGANISMOS EN EL TIEMPO DE INUNDACIÓN EN CADA POSICIÓN TOPOGRÁFICA Y USOS DEL SUELO.

LOMA USO AGRÍCOLA

Los ciliados estuvieron presentes durante todo el ensayo, con la mínima densidad en D5 (44 ind/cm²) que posteriormente fueron incrementando hasta el final. La máxima densidad fue en D26 (3511 ind/cm²), siendo *Cyclidium* sp. y *Frontonia* sp. las especies que más contribuyeron a la densidad.

Las amebas tuvieron densidades bajas al inicio de la inundación ya partir de D5 la densidad fue aumentando gradualmente con un pico máximo en D26 de 75 ind/cm², con una especie del género *Nebela* como más importante.

Los rotíferos se hicieron evidentes desde mediados y hacia finales del ensayo (D12 a D26) con densidades mínimas al inicio del ensayo. La densidad máxima se registró al final con 92 ind/cm², siendo tres especies de *Lecane* (*L. inermis*, *L. pyriformis* y *L. clara*) las que más aportaron a la densidad.

Los nematodos tuvieron densidades muy bajas en todo el ensayo y, la mayor densidad se registró en D12 con una especie de Tylenchidae que no superó los 2 ind/cm². **Otros grupos** también presentaron densidades muy bajas durante el ensayo (entre 1 y 2 ind/cm²), con apariciones en ciertos momentos como los tardígrados y colémbolos desde D1 a D4 y los quelicerados que estuvieron en todos los eventos de muestreo excepto en D1 y D26 (Fig. 21).

LOMA USO MIXTO

Los ciliados estuvieron presentes a lo largo del ensayo con una densidad muy escasa al inicio D1 (8 ind/cm²) que fue incrementándose hasta el final, con una máxima densidad en D19 de 3677 ind/cm² principalmente con aportes de *Cyclidium* sp. y *Frontonia* sp.

Las amebas fueron muy poco abundantes en las etapas iniciales del ensayo, incrementando su densidad desde mediados del ensayo hasta el final (D4 a D26). Las especies que más aportaron a la densidad fueron tres especies de cercozoos: *Eughypha tuberculata*, *Trinema enchelys* y *T. lineare* y 1 de amebozoos, *Diffugia acuminata*. La máxima densidad del grupo fue en D26 con 339 ind/cm².

La presencia de **los rotíferos** fue poco evidente a lo largo del ensayo observándose un incremento de su densidad hacia el final, con un máximo en D19 que no superó los 12 ind/cm², principalmente por aportes de *Lecane clara*.

Los nematodos con muy bajas densidades durante todo el ensayo (inferiores a 2 ind/cm²), se manifestaron con estadios juveniles no identificados y adultos de *Dorylaimus* sp. y de Tylenchidae. En este sitio se registraron **ciertos grupos** de organismos en bajas densidades (entre 1 y 2 ind/cm²), en determinados tiempos, como los quelicerados en D5, D12 y D19, los tardígrados en D1 y D26, los gastrotricos con *Chaetonotus* sp. desde D12 a D26 y los colémbolos y onicóforos en D4 y D5, respectivamente (Fig. 21).

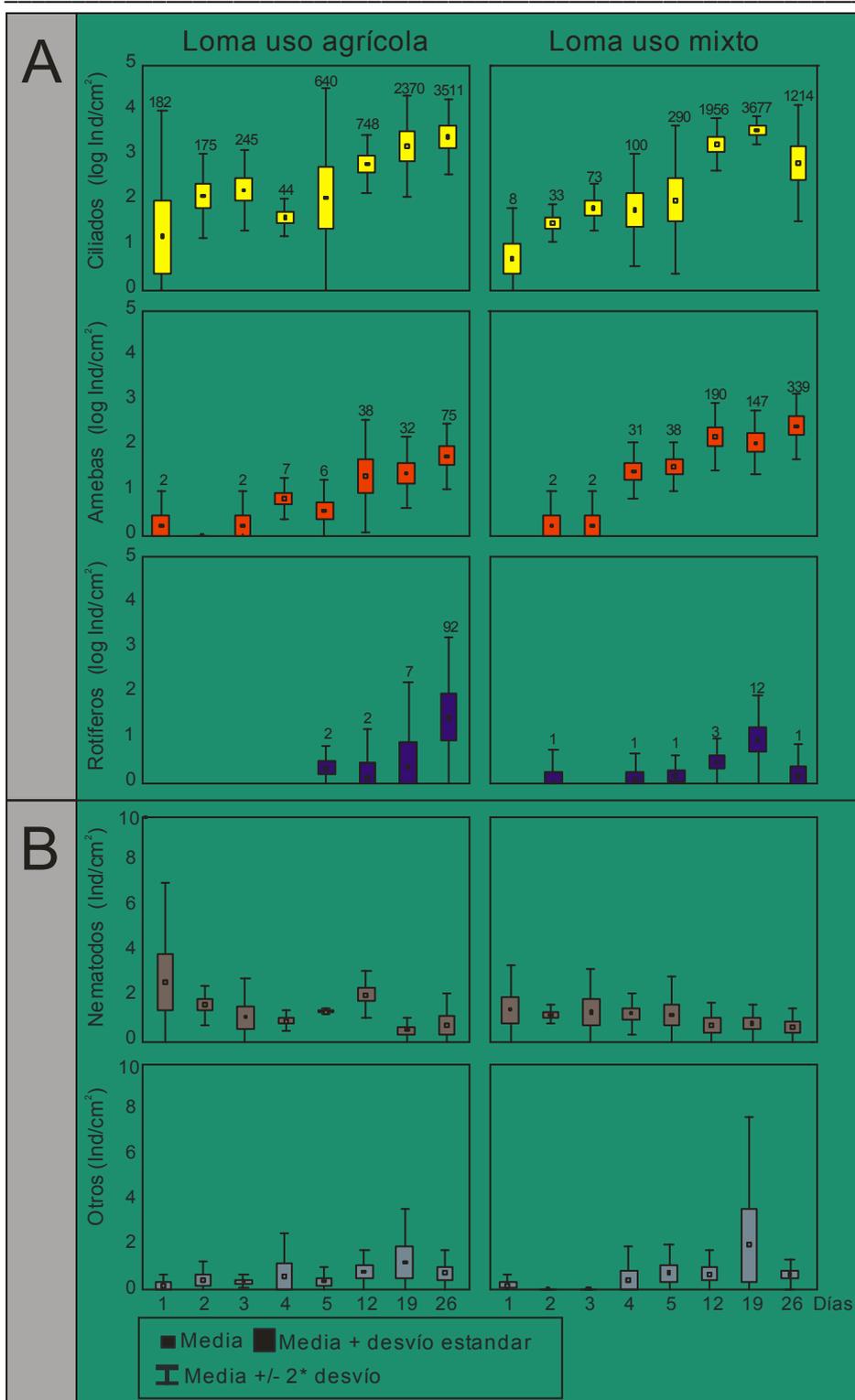


Figura 21- Densidad promedio (ind/cm²) de los grupos de organismos en Loma uso agrícola y mixto durante el ensayo. Los grupos con rangos amplios de densidad (A), se expresaron en escala logarítmica y se muestra en cada tiempo dicho valor de densidad absoluta (cartel de cada box plot). Los grupos con bajas densidades (B) se representaron en escalas de valores absolutos (< 10 ind/cm²). En el término “otros” se sumaron aquellos grupos con densidades mínimas. Uso agrícola: tardígrados, colémbolos y quelicerados. Uso mixto: quelicerados, tardígrados, gastrotricos, colémbolos y onicóforos.

MEDIA LOMA USO AGRÍCOLA

Los ciliados fueron un grupo siempre presente en el ensayo con una densidad mínima en D3 de 8 ind/cm², y una densidad máxima en D19, con 129 ind/cm². Las especies con más contribución a la densidad máxima fueron *Euplotes* sp. y una especie de Oxytrichidae.

Las amebas también presentes en todo el ensayo, tuvieron la densidad mínima en D3 con 6 ind/cm². Posteriormente, la densidad se incrementó con un pico máximo en D19 de 224 ind/cm². Las especies que contribuyeron a ese aumento de densidad fueron del grupo amebozoos: *Cyclopyxis* sp., *Netzelia gramen*, *Centropyxis aculeata* y *Diffflugia pyriformis*. A partir de D19, la densidad del grupo disminuyó hasta finalizar el ensayo.

Los rotíferos, si bien se encontraron en bajas densidades, estuvieron presentes en todo el ensayo. La mínima densidad se observó en D40 con 1 ind/cm², mientras que la máxima se dio en D19 con 15 ind/cm², por la presencia, principalmente, de *Trichocerca cylindrica*.

Los crustáceos copépodos tuvieron baja densidad a lo largo del ensayo, con un máximo en D4 con estadios larvales (nauplii) que no superaron los 4 ind/cm². **Los cladóceros**, se registraron desde D12 y en los días posteriores del ensayo, con una máxima densidad de 4 ind/cm² en D54. La especie responsable de este incremento fue *Coronatella poppei*.

Los ostrácodos fueron escasos a lo largo del ensayo, incrementando su densidad levemente hacia el final donde tuvieron la máxima en D54 (2 ind/cm²), aportados por *Cypridopsis* sp.

Los nematodos tuvieron su densidad máxima en D1 con solo 2 ind/cm², y representados por estadios juveniles. Posteriormente decrecieron desde D19 a D54.

Otros grupos como los oligoquetos, fueron muy poco abundantes, pero se registraron en la mayoría de los eventos de muestreo, con un máximo en D19 de 2 ind/cm². Los quelicerados en D1 y D26, los tardígrados en D3 y D12, los gastrotricos (*Chaetonotus* sp.), en D4, D12, D19, D40 y D54, los colémbolos en D2 y los gasterópodos en D19. Estos grupos tuvieron densidades bajas (< 1 ind/cm²) (Fig. 22).

MEDIA LOMA USO MIXTO

Los ciliados se registraron a lo largo del ensayo, observándose un incremento en la densidad en las etapas intermedia y final. La mínima densidad fue en D1 con solo 5 ind/cm², mientras que la máxima se observó en D26 con 110 ind/cm² y las especies que más contribuyeron a la densidad en ese punto fueron *Vorticella* sp. y *Cyclidium* sp.

Las amebas estuvieron presentes a lo largo del ensayo, con un incremento de la densidad desde los tiempos intermedios de la inundación hasta el final del ensayo. La mínima se dio en D1 con 3 ind/cm², mientras que la máxima se dio en D54 con 121 ind/cm², debido a *Cyclopyxis* sp. y *Diffugia bidens* (amebozoos).

Los rotíferos, se registraron con densidades muy bajas durante todo el ensayo, no superaron los 4 ind/cm², y su densidad máxima fue en D54, aportada por una especie de bdeloideo (*Philodina* sp1) y por *Lecane lunaris*.

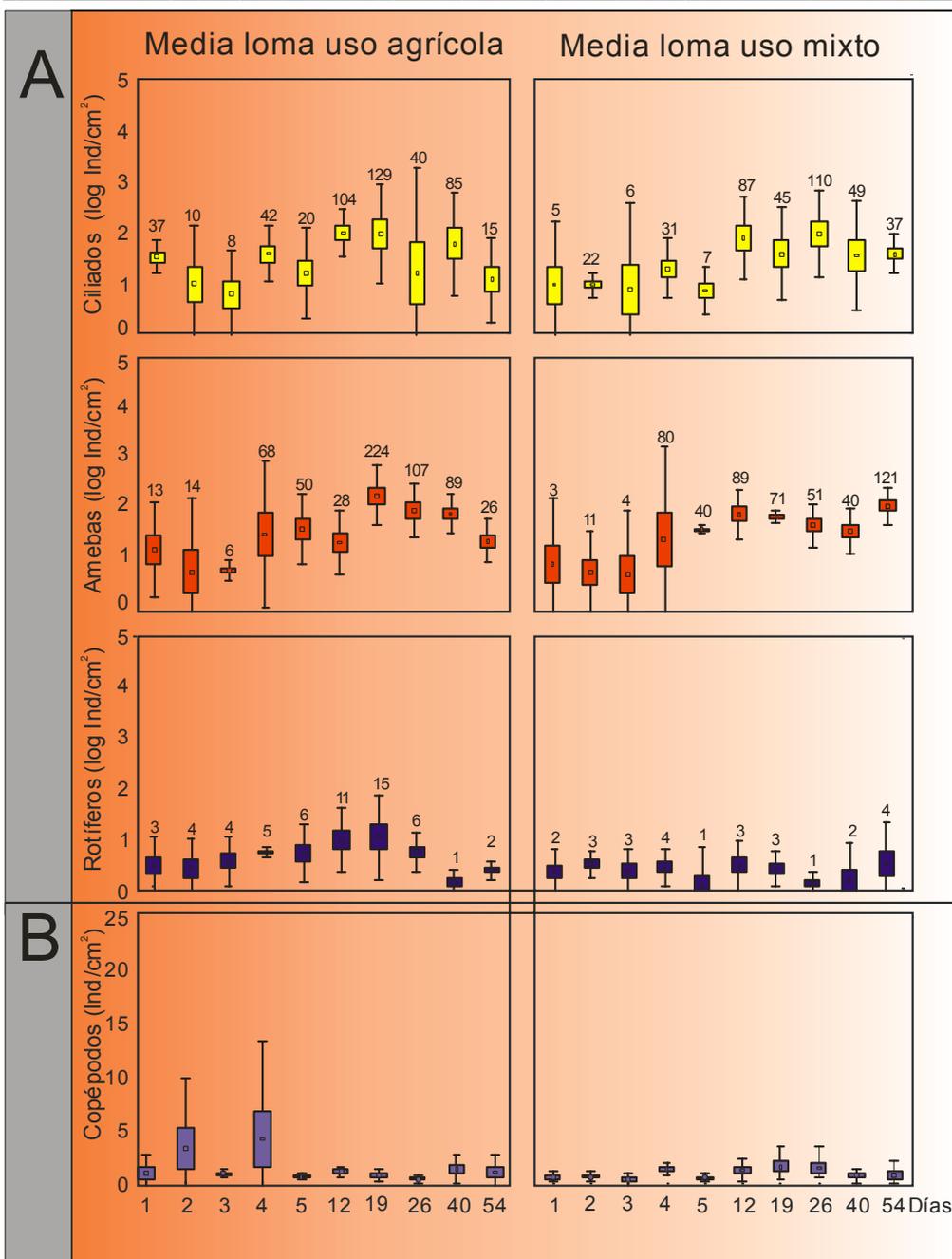
Los grupos de crustáceos presentes, se encontraron con densidades bajas durante todo el ensayo. **Los copépodos** no superaron los 2 ind/cm² en D19 y D26, con larvas nauplii, copepoditos y adultos de *Notodiaptomus incompositus*.

Los cladóceros, se registraron desde D12 en adelante, incrementando su densidad hacia el final del ensayo, con una máxima densidad en D26 de 7 ind/cm² dada por *Alona yara*.

Los ostrácodos por su parte, fueron poco abundantes, con juveniles y tuvieron un pequeño incremento hacia el final dado por *Cypridopsis* sp. y *Chlamydotheca incisa*.

Los nematodos, muy poco abundantes, presentaron una densidad máxima en D4 de 2 ind/cm², con juveniles indeterminados, adultos de *Dorylaimus* sp y adultos de una especie de la familia Tylenchidae.

Otros grupos como los oligoquetos fueron registrados en muy baja densidad durante el ensayo. Los gastrotricos, moluscos y tardígrados, se registraron en determinados tiempos de muestreo con densidades mínimas (< 1 ind/cm²) (Fig. 21).



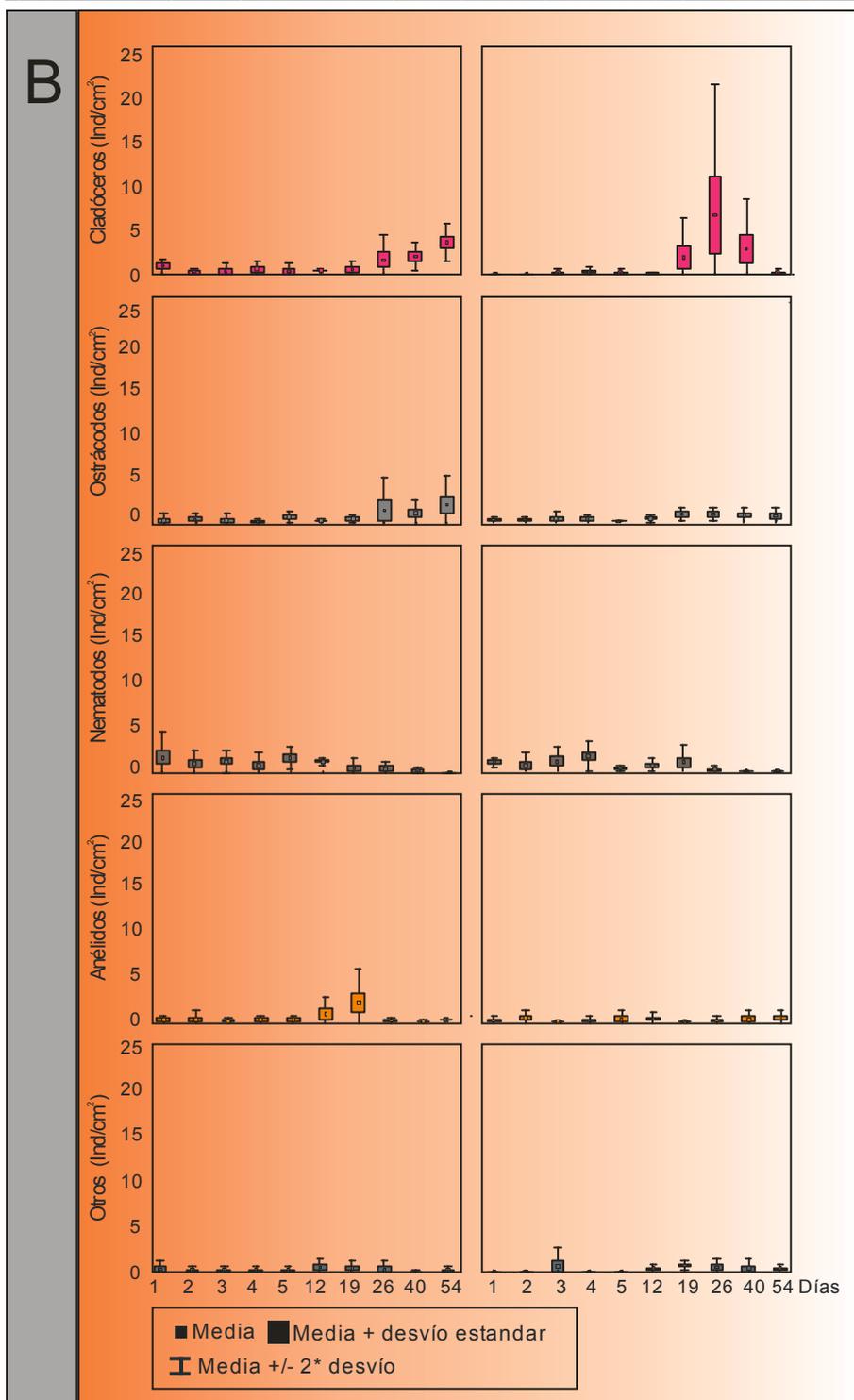


Figura 21- Densidad promedio (ind/cm²) de los grupos de organismos en Media Loma uso agrícola y mixto durante el ensayo. Los grupos con rangos amplios de densidad (A), se expresaron en función logarítmica y se muestra en cada tiempo dicho valor de densidad absoluta (cartel de cada box plot). Los grupos con bajas densidades (B) se representaron en escalas de valores absolutos (< 25 ind/cm²). En el término “otros” se sumaron aquellos grupos con densidades bajas. Uso agrícola: oligoquetos, quelicerados, tardígrados, gastrotricos, colémbolos y gasterópodos. Uso mixto: oligoquetos, gastrotricos, moluscos, tardígrados.

BAJO USO AGRÍCOLA

Los ciliados estuvieron presentes en todos los tiempos de muestreo, con densidades bajas los primeros días de inundación y aumentando desde D12 a D26, con la máxima en D19 de 70 ind/cm². Las especies que más aportaron a esta densidad fueron *Colpoda inflata*, y una especie de Oxytrichidae.

Las amebas, también presentaron bajas densidades en los tiempos iniciales del ensayo con la mínima en D1 de solo 1 ind/cm². Posteriormente se observó un incremento de la densidad del grupo, con una máxima en D19 de 81 ind/cm², con aportes de *Eughypha acanthophora* (cercozoos). **Los heliozoos**, se hicieron evidentes en D19 con densidades de 22 ind/cm².

Los rotíferos con densidades bajas en todo el ensayo, tuvieron un máximo en D19 de 17 ind/cm², dado principalmente por *Lecane elsa*.

Los crustáceos fueron poco evidentes a lo largo del ensayo. **Los copépodos** presentaron densidades máximas de solo 1 ind/cm², con larvas nauplii y adultos de *Notodiaptomus incompositus* hacia el final. **Los cládoceros**, registrados desde D12, con un leve incremento de la densidad desde D26 a D75, no superaron los 3 ind/cm², con aportes de *Coronatella poppei*, *Ceriodaphnia* sp., *Leydigia acantocercoides* (*neoleydigia*) cfr. *australis* y *Daphnia spinulata*. **Los ostrácodos** se registraron en todo el ensayo menos en D3 y presentaron un leve incremento hacia el final (D75), con la máxima densidad de 3 ind/cm² atribuido a *Chlamydotheca incisa*.

Los nematodos, si bien estuvieron presentes en todos los eventos de muestreo, presentaron densidades muy bajas, con máximas de 2 ind/cm² en D3 y D5 aportada por *Dorylaimus* sp., una especie de la familia Tylenchidae y juveniles no determinados.

Otros grupos, se hicieron presentes en bajas densidades (entre 1 y 2 ind/cm²), en determinados momentos del ensayo. Los oligoquetos estuvieron en D3, D4, D26, D75 y D96, los gastrotricos en D2, D26 y D75, los hexápodos en D12, los colémbolos en D5 y los moluscos en D4 (Fig. 22).

BAJO USO MIXTO

Los protozoos presentaron una tendencia general creciente de la densidad desde D3 a D26 y a partir de ahí posteriormente decrecen. **Los ciliados** con una densidad mínima en D3 de 5 ind/cm² y una máxima en D19 de 98 ind/cm², debido principalmente a *Halteria* sp. y *Euplotes* sp. **Las amebas** tuvieron una densidad mínima en D1 de solo 1 ind/cm² y una máxima de 223 ind/cm² en D26. El aumento de la densidad fue dada principalmente por *Eughypha tuberculata* (cercozoos), *Pseudodifflugia fascicularis* y *Cyclopyxis* sp. (amebozoos). Los heliozoos presentaron un pico de densidad promedio de 34 ind/cm² en ese tiempo (D26).

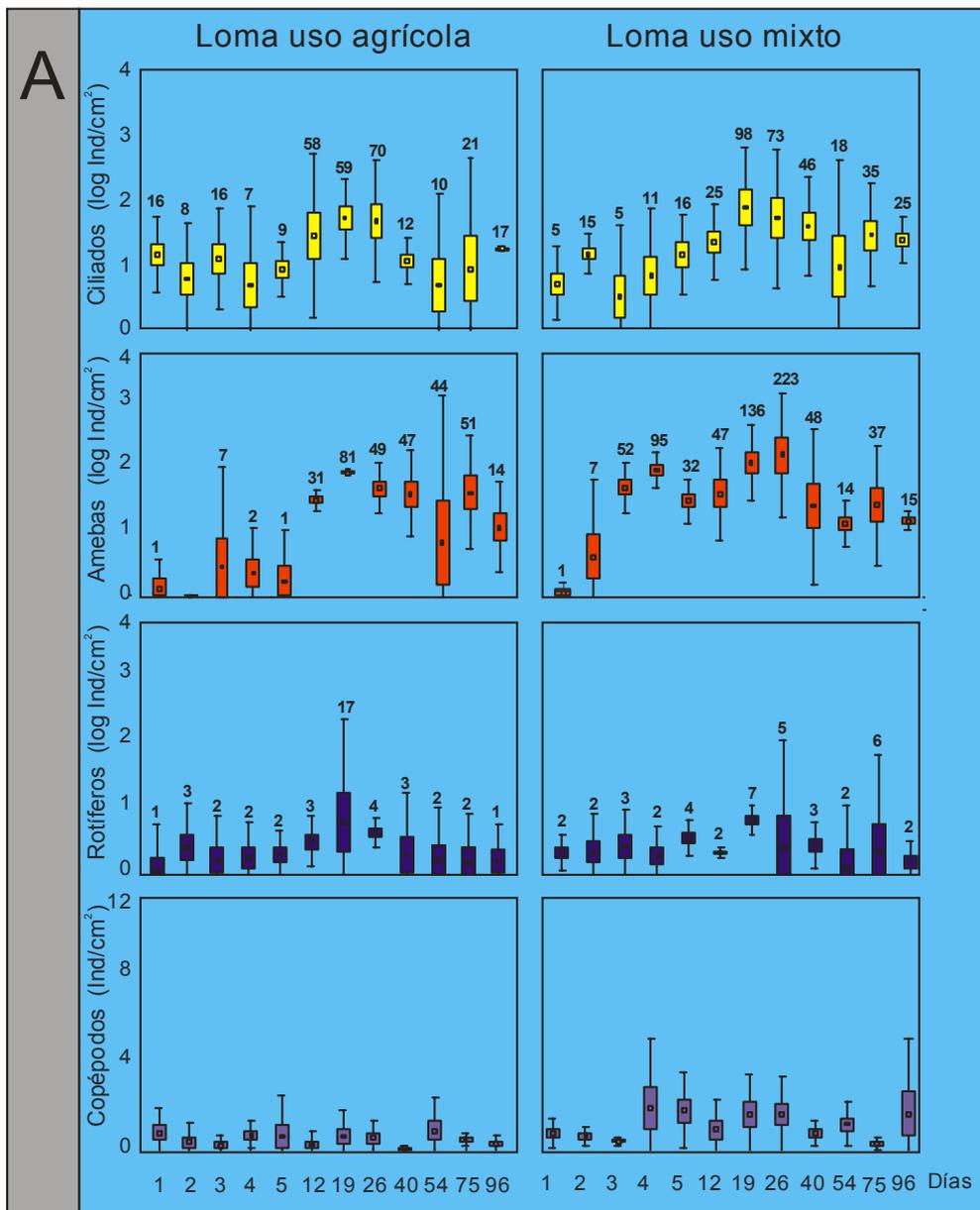
Los rotíferos, fueron poco abundantes a lo largo del ensayo. Las densidades de este grupo estuvieron en un rango inferior a 7 ind/cm², y los aportes fueron dados por dos especies de *Trichocerca* (*T. iernis* y *T. rattus*).

Entre los crustáceos, **los copépodos y los ostrácodos** tuvieron densidades muy bajas durante el ensayo, que no superaron los 2 ind/cm². Los copépodos se presentaron con aportes de larvas nauplii y ciclopoideos como *Metacyclops mendocinus* y *Microcyclops anceps*, y el calanoideo *Notodiaptomus incompositus* que se registró mayormente en la etapa final. Los ostrácodos fueron más evidentes en las etapas intermedia y final con aportes de *Cypridopsis* sp, *Chlamydotheca incisa*, *Heterocypris* sp. y juveniles.

Los cladóceros, registrados desde D12, también presentaron bajas densidades durante el ensayo con un máximo de 5 ind/cm² en D40, atribuido a *Coronatella poppei*.

Los nematodos presentaron densidades bajas, con máximas de solo 2 ind/cm² en D1 y D4 dado por *Dorylaimus* sp.

Se registraron **otros grupos** de organismos que tuvieron aportes mínimos a la densidad (< 1 ind/cm²), que se observaron en tiempos determinados del ensayo, como los oligoquetos, que se encontraron en todos los tiempos excepto en D26, los quelicerados en D2 y los gastrotricos en D19 (Fig. 22).



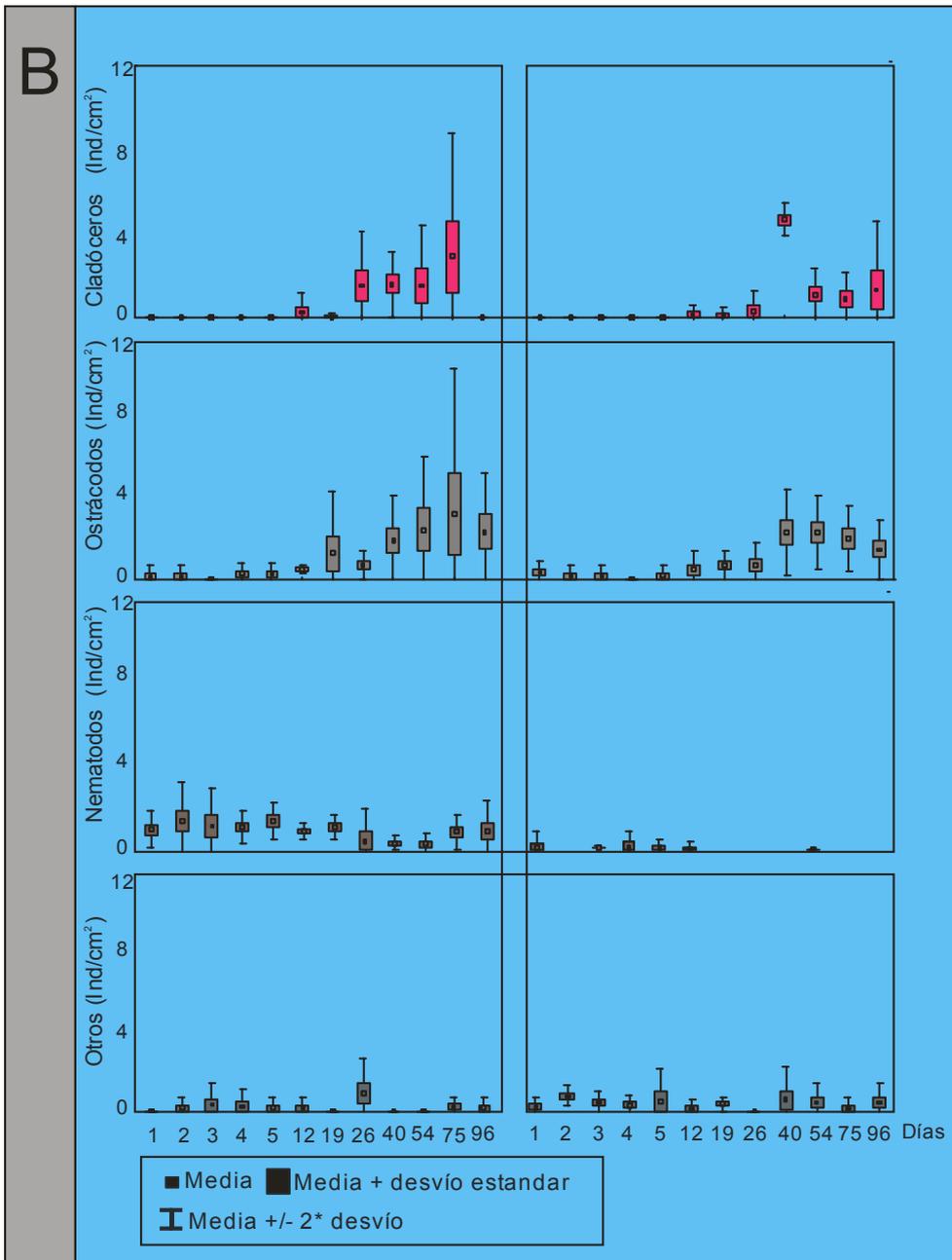


Figura 22- Densidad promedio (ind/cm²) de los grupos de organismos en el Bajo uso agrícola y uso mixto durante el ensayo. Los grupos con rangos amplios de densidad (A), se expresaron en función logarítmica y se muestra en cada tiempo dicho valor de densidad absoluta (cartel de cada box plot). Los grupos con bajas densidades (A: solo para Copépodos y todos los grupos de la figura B) se representaron en escalas de valores absolutos (< 12 ind/cm²). En el término “otros” se sumaron aquellos grupos con densidades bajas. Uso agrícola: oligoquetos, gastrotricos, hexápodos, colémbolos, moluscos. Uso mixto: oligoquetos, quelicerados y gastrotricos.

4.2.2.7- DIVERSIDAD ESPECÍFICA, EQUITATIVIDAD Y RIQUEZA ESPECÍFICA
POR TOPOGRAFÍAS Y USOS

LOMA

En el uso agrícola (U1), en D19 y D26, se observaron los valores más bajos de diversidad (0,321 y 0,328) y de equitatividad (0,121 y 0,117). La riqueza en esos momentos de muestreos (D19, D26) fue alta (13 y 16 especies), respectivamente. La diversidad máxima de 1,487 fue coincidente con la equitatividad más alta (0,662) y una riqueza de 10 especies en D4. La equitatividad tuvo variaciones, desde D1 a D2, disminuyendo de 0,522 a 0,347 por dominancia de *Cyclidium* sp. Posteriormente de D4 a D5 volvió a disminuir por dominancia de *Frontonia* sp. y *Cyclidium* sp. Desde D5 hasta D26 la equitatividad siguió en descenso, con ciertas especies que fueron muy superiores en densidad con respecto al resto de las especies: *Cyclidium* sp., *Chilodonella* sp. y *Colpidium* sp. en D12; *Cyclidium* sp. y *Frontonia* sp. en D19 y *Cyclidium* sp. y *Lecane pyriformis* en D26 (Fig. 23 A).

En el uso mixto (U2), la diversidad mínima fue en D19 con 0,375, con una riqueza de 15 especies y una equitatividad mínima de 0,137. La diversidad máxima de 1,372 ocurrió en D4, en coincidencia con la equitatividad máxima (0,635) y una riqueza de 14 especies. Al igual que en U1, la equitatividad presentó variaciones durante el ensayo, disminuyendo en D2 de 0,522 a 0,455 debido a la dominancia de *Colpodea* sp. y *Frontonia* sp. Desde D4 a D5 también disminuyó (0,535 a 0,470), debido a la dominancia de *Cyclidium* sp. y *Frontonia* sp., y de D5 a D12 bajó a 0,326, por la abundancia de ciertas especies: *Cyclidium* sp., *Frontonia* sp., *Colpidium* sp., *Litonotus* sp., y un cercozoos (*Euglypha tuberculata*). Posteriormente la equitatividad siguió disminuyendo hasta su valor mínimo de 0,137 en D19 por la abundancia de *Cyclidium* sp. (Fig. 23 A).

MEDIA LOMA

En el uso agrícola (U1), la diversidad mínima se observó en D1, con un valor de 1,633 y una riqueza de 16 especies. En los tiempos posteriores, la diversidad presentó una tendencia creciente, con la máxima en D4 de 2,066, una equitatividad de 0,66 y una riqueza de 24 especies. La equitatividad presentó valores con poca variación, aumentando hasta D4 (0,662) y disminuyendo levemente en D5 a 0,595, por dominancia de una amebozoa (*Cyclopyxis* sp.). En D12, la equitatividad siguió bajando (0,515), por la abundancia de *Halteria* sp. y en los tiempos finales, la equitatividad volvió a aumentar al igual que la diversidad (Fig. 23 B).

En el uso mixto (U2), la diversidad mínima se observó en D1 con 1,327, una equitatividad de 0,521 y una riqueza de 16. Avanzando en el tiempo, hubo un aumento de la diversidad con un valor máximo en D26 de 2,140, con una riqueza de 22 especies y una equitatividad de 0,688. La equitatividad tuvo una tendencia creciente a lo largo del tiempo, excepto por disminución desde D12 a D19 de 0,629 a 0,571, por dominancia de *Halteria* sp. y una especie de Heliozoo (Fig. 23 B).

BAJO

En el uso agrícola, en D2 y D4 se observaron los valores de diversidad específica más bajos (1,32), con 10 y 11 especies respectivamente y una equitatividad en ambos días de 0,5. La máxima diversidad de 1,96, con 17 especies y 0,687 de equitatividad fue en D75. Se registraron variaciones en la equitatividad en determinados momentos: desde D1 a D2, disminuyó de 0,663 a 0,587, por la abundancia de *Halteria* sp., de D3 a D4, pasó de 0,611 a 0,560 por *Frontonia* sp., de D19 a D26 y disminuyó de 0,635 a 0,582, por la abundancia de *Colpoda inflata*, *Cyclopyxis* sp., y una especie de Oxytrichidae (Fig. 23 C).

Para el uso mixto (U2), la tendencia fue similar, con valores de diversidad bajos al inicio (1,12) en D3, una riqueza de 16 especies y 0,404 de equitatividad. La máxima diversidad se registró en D26 con un valor de 2,09, una equitatividad de 0,697 y una riqueza de 20 especies. La equitatividad presentó variaciones atribuidas a la abundancia de ciertas especies. Desde D2 a D3, la equitatividad disminuyó de 0,517 a 0,404, por una especie de amebozoo: *Cyclopyxis* sp. De D4 a D5 disminuyó de 0,619 a 0,591 por *Euglypha tuberculata* (cercozoo). En la etapa final, de D26 a D40, por la abundancia de *Cyclidium* sp., y desde D54 a D75, la equitatividad pasó de 0,604 a 0,574, por *Cyclidium* sp. y una especie de heliozoo (Fig. 23 C).

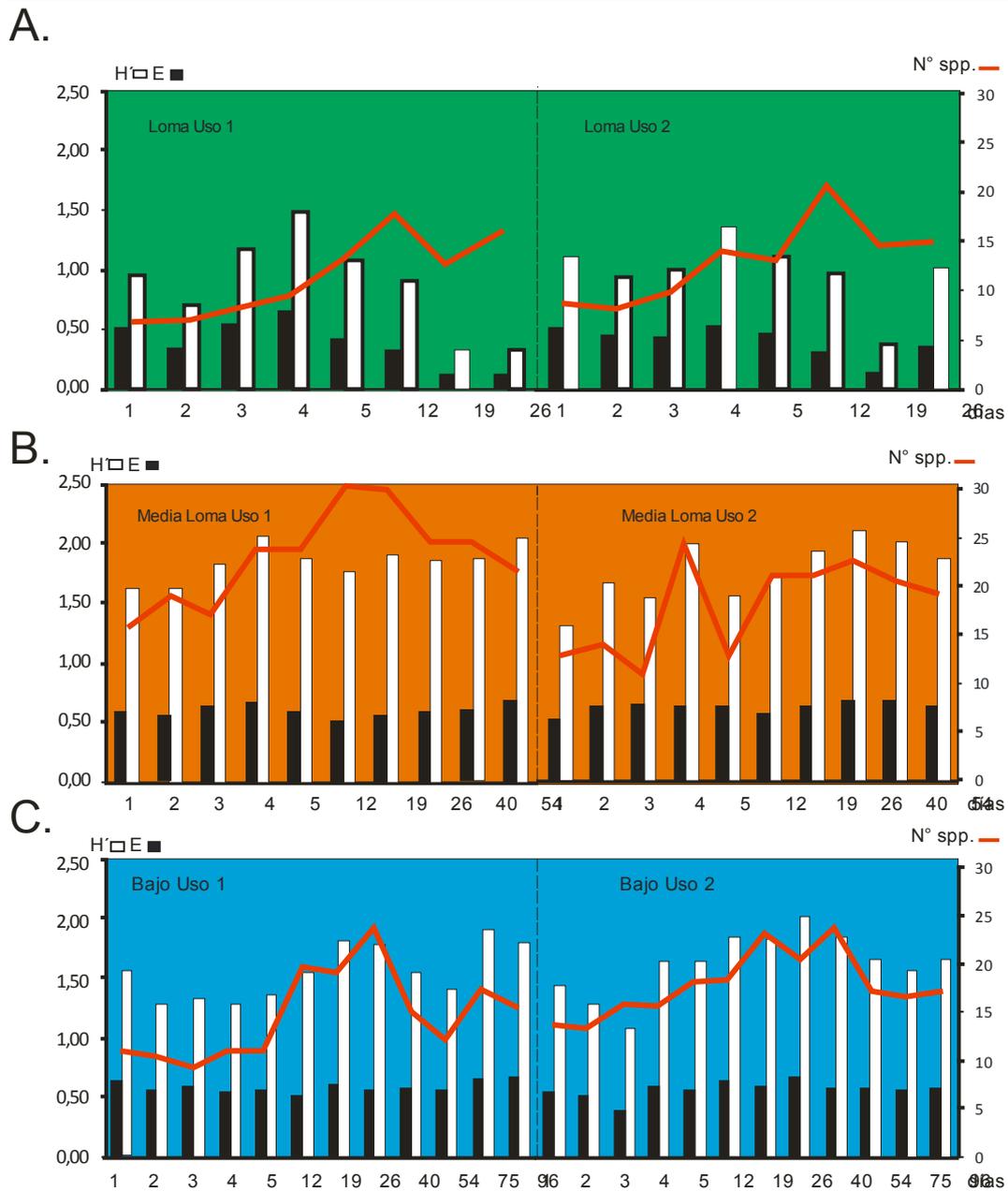


Figura 23- Diversidad específica: Índice de Shannon (H'), equitatividad (E) y riqueza específica promedio de cada una de las posiciones topográficas y sus usos. Loma ambos usos (A), Media Loma ambos usos (B), Bajo ambos usos (C).

4.2.2.7.1- DIFERENCIA DE MEDIAS ENTRE LAS TOPOGRAFÍAS Y LOS USOS PARA LA RIQUEZA, DENSIDAD Y DIVERSIDAD ESPECÍFICAS.

Se realizó un análisis de diferencias de medias para la riqueza, densidad y la diversidad específica de todos los tiempos de inundación del ensayo para cada topografía y uso. En cada caso se describen los promedios y sus desvíos.

Tabla 6- Riqueza y diversidad promedio de todo el ensayo y desvíos para cada topografía y usos.

Topografía- usos	RIQUEZA	DIVERSIDAD	DENSIDAD
	Promedio (+/- desvío)	Promedio (+/- desvío)	Promedio (+/- desvío)
Loma agrícola	11,67 (4,35)	0,87 (0,48)	1747,06 (2854,43)
Loma mixto	12,92 (4,81)	0,99 (0,45)	1275,14 (1925,01)
Media Loma agrícola	22,87 (5,86)	1,85 (0,34)	124,17 (125,29)
Media Loma mixto	12,83 (5,27)	1,80 (0,35)	101,07 (86,65)
Bajo agrícola	14,57 (5,15)	1,59 (0,33)	68,39 (89,13)
Bajo mixto	17,81 (4,15)	1,68 (0,39)	99,35 (118,54)

Media Loma agrícola presentó la media más alta, pero también tuvo los valores más altos de dispersión entre las réplicas. El Bajo, ambos usos, arrojó las riquezas medias más altas del ensayo. La media más alta en relación a la diversidad específica fue dada en la topografía de Media Loma (ambos usos), seguida por el Bajo uso mixto. Las diversidades medias para Loma, ambos usos, fueron las más bajas y con valores inferiores que el resto de los sitios.

La densidad media más alta fue en Loma uso agrícola, seguido por Loma uso mixto, en ambos casos con valores superiores al resto de las topografías. Respecto a las topografías más bajas (ML Y B), Media Loma presentó valores de medias mayores respecto al Bajo (Tabla 6).

4.2.2.8- GRUPOS TRÓFICOS EN CADA POSICIÓN TOPOGRÁFICA Y SUS USOS

LOMA USO AGRÍCOLA (U1)

Ciliados

Se registraron 3 grupos tróficos (omnívoros, bacterívoros y depredadores). **Los omnívoros** estuvieron presentes en todos los eventos de muestreos excepto en D2, y las especies más representativas fueron *Frontonia* sp., *Chilodonella* sp., *Colpoda inflata* y *Colpidium* sp. y una especie de Colpodea no determinada que se consideró dentro de este hábito trófico. A mediados del ensayo y, hacia el final fueron más evidentes *Vorticella* sp. y una especie de Oxytrichidae. Si bien la densidad de los omnívoros fue considerable, **los bacterívoros** los superaron ampliamente, siendo *Cyclidium* sp. quien más aportó a la densidad. **Los depredadores**, se hicieron evidentes en tres eventos del ensayo, con muy baja densidad al inicio y al final del ensayo (D1 y D26) con *Litonotus* sp., y en D3 con *Enchelydium* sp.

Amebas (cercozoos y amebozoos)

Las amebas, de **hábitos omnívoros**, presentaron escasa densidad al inicio (D1), con una especie de cercozoos y una de amebozoos, *Euglypha tuberculata* y *Arcella hemisphaerica*, respectivamente. Posteriormente aumentaron su densidad desde D4, con aportes de especies de cercozoos: *Trinema enchelys*, *T. lineare*, *Euglypha acantophora*, *E. tuberculata* y de amebozoos: *Cyclopyxis* sp., *Netzelia gramen*, *Diffflugia acuminata* y una especie de heliozoo desde D3 hasta D12. Al final del ensayo (D19 y D26), los mayores aportes fueron principalmente por *Nebela* sp. (amebozoos), *Trinema lineare* y *Euglypha tuberculata* (cercozoos).

Rotíferos

Dentro del grupo se registraron 2 grupos tróficos. **Los herbívoros** se registraron a lo largo del ensayo con bajas densidades y fueron aumentando hacia el final. Desde D1 a D5, predominaron los bdeloideos, (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2), mientras que desde D12 se hicieron evidentes varias especies de *Lecane*, principalmente *L. clara*, *L. pyriformis* y *L. inermis*. **Los depredadores** se registraron desde D12 a D26, con una especie de *Cephalodella*.

Crustáceos

Se registró una **larva nauplius herbívora** hacia mediados del ensayo (D12).

Nematodos

Se registraron cuatro grupos tróficos (omnívoros, bacterívoros, fitófagos y depredadores), todos con densidades bajas. **Los omnívoros** estuvieron representados por adultos de *Dorylaimus* sp. mientras que **los bacterívoros**, en solo dos tiempos de muestreo (D1 y D5), por *Acrobeles ciliatus* y una especie de Cephalobidae. **Los fitófagos**, se hicieron evidentes al inicio y al final del ensayo principalmente con *Mesodorylaimus* sp. y un representante de la familia Tylenchidae, respectivamente. **Los depredadores** se registraron con una especie de Mononchydae, desde D12 a D26.

Otros grupos

Los quelicerados (ácaros gamásidos) de hábitos **depredador**, se registraron en casi todos los eventos de muestreo, excepto en D1 y D26. Los gastrotricos, colémbolos y tardígrados, todos de hábitos **omnívoros**, presentaron apariciones esporádicas en determinados eventos del ensayo, con bajas densidades (Fig. 24 y Anexo I. 2: Tabla 1 Fig. 1).

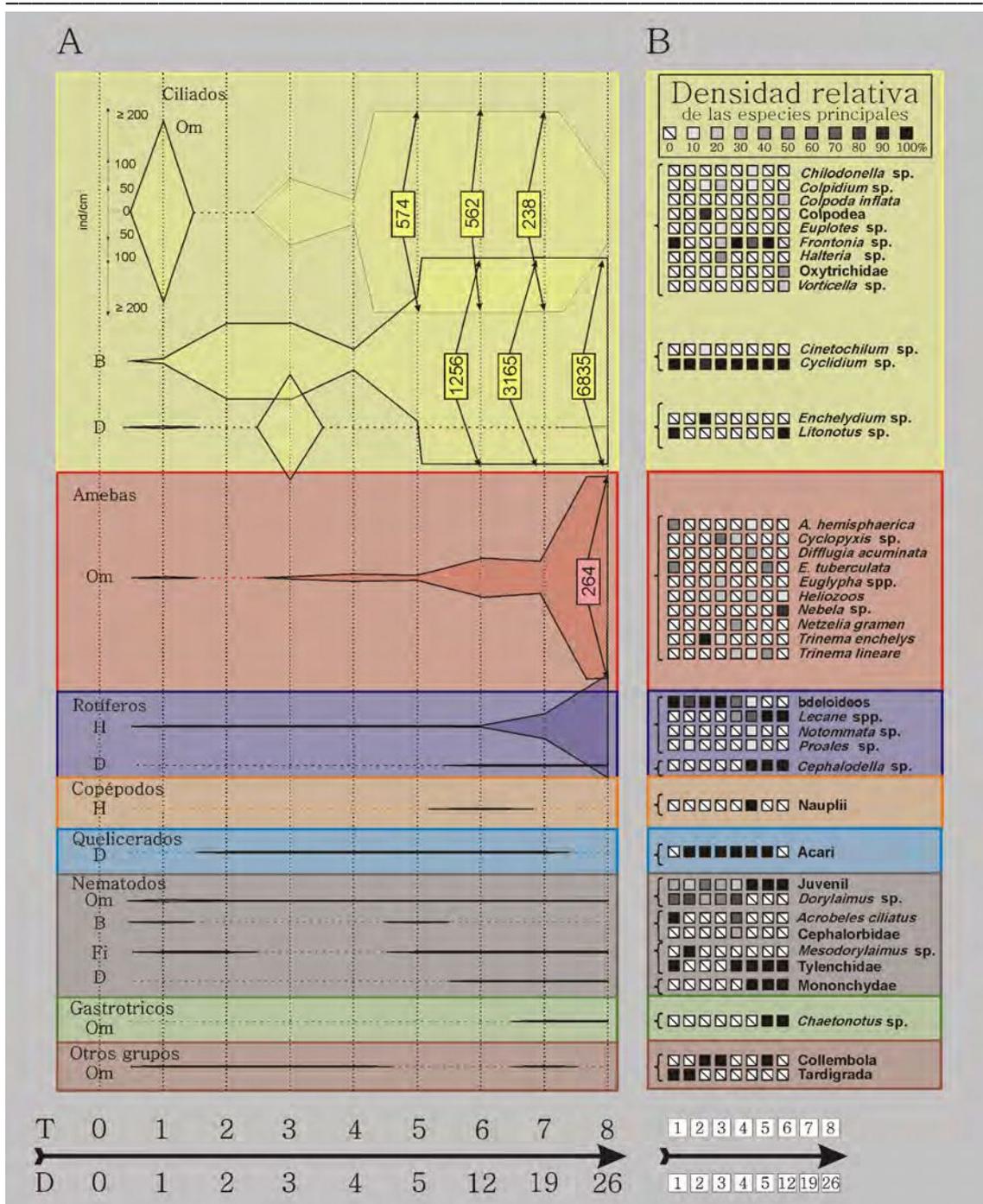


Figura 24- A: Variación temporal de los grupos tróficos en Loma uso 1. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm², superado ese valor es indicado en dicha figura. La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencia de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), Fitófagos (Fi). T: tiempo. D: días. B: especies representativas de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo de muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada taxón en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron los *taxa* con densidad relativa superior al 10 %.

LOMA USO MIXTO (U2)

Ciliados

Presentaron tres grupos tróficos, dos de ellos, los omnívoros y los bacterívoros estuvieron presentes durante todo el ensayo. **Los omnívoros** aumentaron su densidad desde D3 y la especie que más contribuyó a esa densidad fue *Frontonia* sp., mientras *Colpoda inflata*, *Colpidium* sp. y una especie de Colpodea, tuvieron aportes a la densidad en determinados momentos del ensayo. **Los bacterívoros**, estuvieron presentes en todo el ensayo con *Cyclidium* sp. **Los depredadores** estuvieron representados por *Dileptus* sp., *Enchelydium* sp. y *Trachelius* sp. al inicio del ensayo y por *Litonotus* sp. y *Trachelius* sp., al final.

Amebas (cercozoos y amebozoos)

Los *taxa* fueron de **hábitos omnívoros** y se registraron con baja densidad al inicio del ensayo y posteriormente desde D3 se observó un aumento gradual hasta el final del ensayo. Las especies con más aportes a la densidad fueron del grupo cercozoos como *Euglypha tuberculata* (al inicio y final), *Trinema enchelys* y *T. lineare*, desde mediados hasta el final del ensayo y entre los amebozoos, *Nebela* sp. fue la que más aportó a la densidad en el inicio del ensayo (D2).

Rotíferos

Se presentaron con dos grupos tróficos (herbívoros y depredadores), con densidades bajas durante el ensayo. **Los herbívoros**, principalmente bdeloideos: *Philodina* sp1 y *Philodina* sp2, tuvieron mayor densidad al inicio del ensayo y desde D5 disminuyeron y se hicieron evidentes ciertas especies del género *Lecane* (*L. clara* y *L. pyriformis*). Entre **los depredadores**, las especies de *Cephalodella* se evidenciaron al inicio del ensayo (D3) y al final en D19 y D26.

Nematodos

Los nematodos, estuvieron representados por cuatro grupos tróficos, siendo los omnívoros y los fitófagos los más representativos. **Los omnívoros** con *Dorylaimus* sp., y **los fitófagos** se registraron con una especie de Criconematidae y con *Mesodorylaimus* sp. y hacia el final del ensayo se registró una especie de la familia Tylenchidae. **Los bacterívoros**, estuvieron representados por *Acrobeles ciliatus* y una especie de Cephalorbidae mientras que **los depredadores** por una especie de Mononchydae, desde las etapas intermedia y final del ensayo.

Otros grupos

Los quelicerados **depredadores**, con bajas densidades, se observaron desde mediados y hasta el final del ensayo, con ácaros (gamásidos) y una especie de arácnido. Los gastrotrícos con *Chaetonotus* sp. desde D12 a D26, colémbolos y onicóforos en D5 y D12, respectivamente y los tardígrados en D1 y D26. Estos grupos presentan distintos tipos de hábitos **omnívoros** (Fig. 25 y Anexo I. 2: Tabla 1 y Fig. 1).

En síntesis (ambos usos): Los grupos tróficos más representativos y registrados en altas densidades fueron los omnívoros y bacterívoros de pequeño porte. En bajas densidades se registraron depredadores de pequeño porte, depredadores de mayor porte y herbívoros de pequeño y de gran porte hacia el final de la inundación. Los organismos con hábitos omnívoros de gran porte (gastrotrícos, nematodos, colémbolos, onicóforos y tardígrados) se registraron en distintos eventos de muestreo.

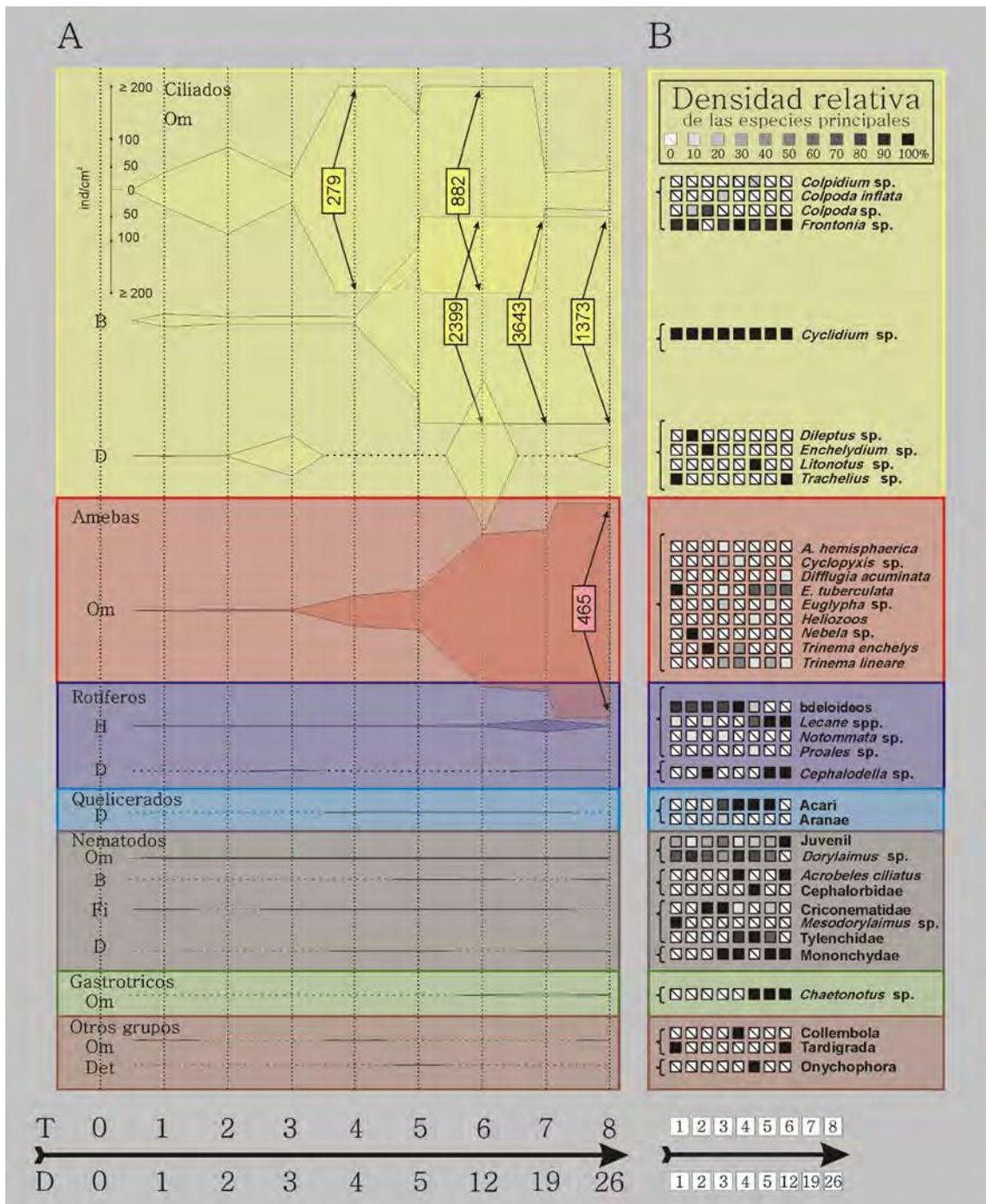


Figura 25- A: Variación temporal de los grupos tróficos en Loma uso 2. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm², superado ese valor es indicado en dicha figura. La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencia de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), Fitófagos (Fi). T: tiempo. D: días. B: especies representativas de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo de muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada taxón en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron los *taxa* con densidad relativa superior al 10 %.

MEDIA LOMA USO AGRÍCOLA (U1)

Ciliados

Se registraron dos grupos tróficos, los omnívoros y los bacterívoros con densidades variables. **Los omnívoros**, presentes en todos los eventos de muestreo, estuvieron representados por *Halteria* sp. como especie con mayor abundancia. Otras especies que aportaron a la densidad del grupo fueron *Euplotes* sp., *Vorticella* sp., al final del ensayo y una especie de Oxytrichidae, principalmente en la etapa inicial. **Los bacterívoros**, estuvieron representados por *Cyclidium* sp. **Los depredadores**, se encontraron en dos eventos de muestreo: en D1, con *Litonotus* sp. y en D3 con *Enchelydium* sp., ambas especies con muy bajas densidades.

Amebas (cercozoos y amebozoos)

Los *taxa* registrados presentaron hábitos **omnívoros** y se registraron a lo largo del ensayo. Se hicieron más evidentes desde D12 a D54, con un pico máximo de densidad en D17. Las especies que más aportaron a la densidad fueron: *Cyclopyxis* sp. (amebozoos) y dos especies de cercozoos, *Euglypha tuberculata* y *Trinema enchelys*.

Rotíferos

Se encontraron dos grupos tróficos, herbívoros y depredadores, ambos con densidades bajas y con poca variación a lo largo del ensayo. **Los herbívoros**, con especies de bdeloideos, *Euchlanis* sp. y *Lepadella patella*, estuvieron presentes principalmente en la etapa inicial de la inundación. En las etapas más avanzadas, se encontraron *Colurella colurus*, *C. hindenburgi*, *C. obtusa*, *Lecane clara*, *L. pyriformis*, *L. cornuta*, *Lepadella patella* y *Sinantherina* sp. en D26. **Los depredadores** se registraron con *Trichocerca rattus* y *T. iernis* en todo el ensayo, *Cephalodella* sp. en ciertos eventos de muestreo, mientras que *Asplanchna* sp. se hizo evidente al inicio del ensayo desde D1 a D4.

Crustáceos

Entre los crustáceos copépodos, **los herbívoros** estuvieron presentes durante todo el ensayo con bajas densidades, y los aportes estuvieron dados principalmente por el calanoideo *Notodiaptomus incompositus* y larvas nauplii. **Los omnívoros**, se registraron en 4 eventos del ensayo (D1, D4, D5 y D40), con *Paracyclops fimbriatus* y copepoditos ciclopoideos. **Los depredadores**, se hicieron más evidentes al inicio del ensayo con *Metacyclops mendocinus* y *Acanthocyclops robustus*, este último en D2. Los **Cladóceros (herbívoros)**, se registraron desde D12 a D54, con aportes de *Alona yara*, *Coronatella poppei* y *Pleuroxus aduncus*. Los ostrácodos **detritívoros**, con bajas densidades, estuvieron representados por estadios juveniles y hacia el final del ensayo por adultos de *Chlamydotheca incisa* y *Cypridopsis* sp.

Nematodos

Los nematodos estuvieron representados por cuatro grupos tróficos, **los omnívoros**, presentes durante todo el ensayo con *Dorylaimus* sp., mientras que **los fitófagos**, presentes en ciertos eventos del ensayo (D1, D2, D3, D5 y D26), con aportes principalmente de *Mesodorylaimus* sp. y una especie de Tylenchidae. **Los bacterívoros y depredadores**, solo se registraron en D5, con aportes de *Acrobeles ciliatus* (bacterívoro) y una especie de Mononchydae (depredador).

Otros grupos

Presentaron diferentes hábitos tróficos, **los omnívoros** como *Chaetonotus* sp. (gastrotrícos), colémbolos, moluscos y tardígrados, se registraron en bajas densidades y en determinados eventos de muestreo. Los anélidos, presentes con bajas densidades en todo el ensayo, estuvieron representados por *Aelosoma* sp. y los quelicerados

depredadores, se registraron solo en dos eventos de muestreo (D1 y D26) con una especie de ácaros gamásidos (Fig. 26 y Anexo I. 2: Tabla 1 y Fig. 2).

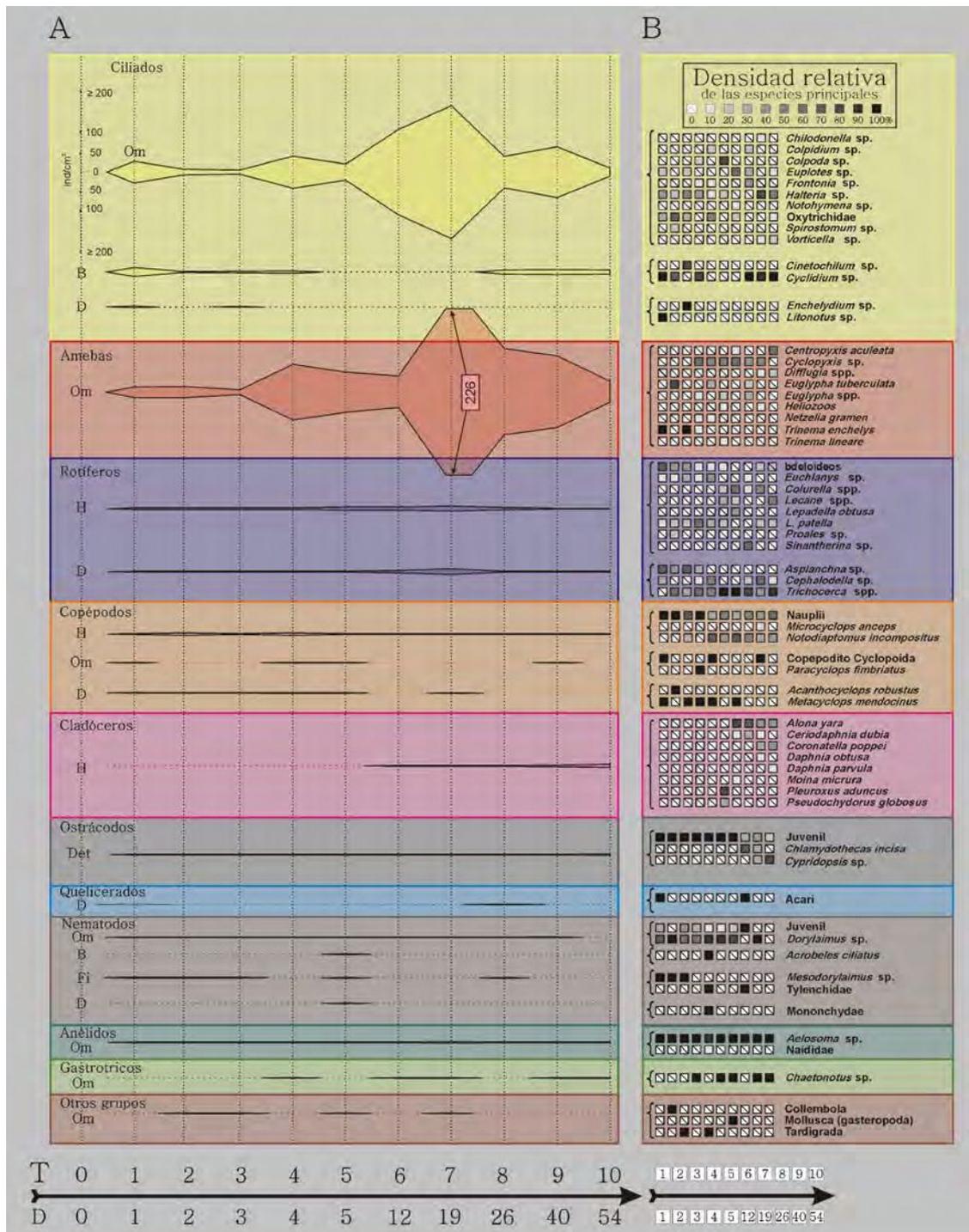


Figura 26- A: Variación temporal de los grupos tróficos en Media Loma uso 1. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm², superado ese valor es indicado en dicha figura. La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencia de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), detritívoro (Det), Fitófagos (Fi). T: tiempo, D: días. B: especies representativas de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo

de muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada taxón en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron los *taxa* con densidad relativa superior al 10 %.

MEDIA LOMA USO MIXTO (U2)

Ciliados

Se hicieron evidentes con tres grupos tróficos, **los omnívoros** estuvieron presentes a lo largo del ensayo con densidades variables y tuvieron varias especies que aportaron a la densidad: una especie de Oxytrichidae, *Chilodonella* sp., *Colpoda inflata*, *Frontonia* sp., *Euplotes* sp., *Halteria* sp. y *Vorticella* sp. **Los bacterívoros** estuvieron presentes en todos los eventos de muestreo, excepto en D5. La especie que más aportó a la densidad fue *Cyclidium* sp. **Los depredadores**, con mínimas densidades, estuvieron presentes con *Enchelydium* sp., *Tokophrya quadripartita* y *Trachelius* sp.

Amebas (cercozoos y amebozoos)

Los *taxa* registrados presentaron hábitos **omnívoros**, y estuvieron presentes durante todo el ensayo. Su densidad aumentó a partir de D4 y se mantuvo sin muchas variaciones hasta el final. Las especies que más aportaron a la densidad fueron *Trinema enchelys* (cercozoos), principalmente al inicio, mientras que en las etapas intermedia y final: *Cyclopyxis* sp. y *Centropyxis aculeata* entre los amebozoos y *Euglypha tuberculata*, entre los cercozoos y una especie de heliozoo.

Rotíferos

Presentes con dos grupos tróficos, **los herbívoros** se registraron durante todo el ensayo con bajas densidades con aportes de bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2) y *Euchlanis* sp., principalmente en las etapas inicial e intermedia. En las etapas más avanzadas del ensayo, los aportes fueron hechos por *Lecane pyriformis* y *L. lunaris*.

Los depredadores, con bajas densidades, se encontraron desde D2 hasta D19, con aportes que fueron hechos por *Trichocerca rattus* y *T. iernis*.

Crustáceos

Para los copépodos se registraron 3 grupos tróficos, todos con bajas densidades. **Los herbívoros**, con larvas nauplii y un calanoideo (*Notodiaptomus incompositus*), **los omnívoros**, presentes en tres eventos de muestreo (D2, D19 y D26), con copepoditos de ciclopoideo y *Paracyclops fimbriatus* y **los depredadores**, presentes a lo largo del ensayo con excepción de los tiempos finales (D40 y D54), principalmente con aportes de *Metacyclops mendocinus*. Los Cladóceros, se hicieron evidentes desde D12 en adelante, con especies **herbívoras** y aportes principalmente de *Alona yara*. Los ostrácodos, de hábitos **detritívoros**, se encontraron desde el inicio con estadios juveniles y los adultos hacia el final con *Chlamydotheca incisa* y *Cypridopsis* sp.

Nematodos

Estuvieron representados por tres grupos tróficos, presentes en casi todo el ensayo. **Los omnívoros**, con juveniles y *Dorylaimus* sp., **los fitófagos**, con una especie de Criconematidae en D1, *Mesodorylaimus* sp. (D3 y D4), y una especie de Tylenchidae, que se registró en el D4, D12, D19 y D26 y, **los depredadores**, en D4 y en D19 con una especie de Mononchydae.

Otros grupos

Los anélidos, **omnívoros**, se registraron en casi todos los eventos de muestreo (excepto en D3 y D19) con especies que aportaron a la densidad como *Aelosoma* sp. y una especie de Enchytreidae. Los gastrotricos, con *Chaetonotus* sp., una especie de hábitos **omnívoros**, se registraron en D2, y desde D19 hasta el final del ensayo. Otros *taxa*, de

hábitos **omnívoro**s con apariciones esporádicas en el ensayo fueron tardígrados (D3, D12 y D19) y moluscos gasterópodos (D19) (Fig. 27 y Anexo I. 2: Tabla 1 y Fig. 2).

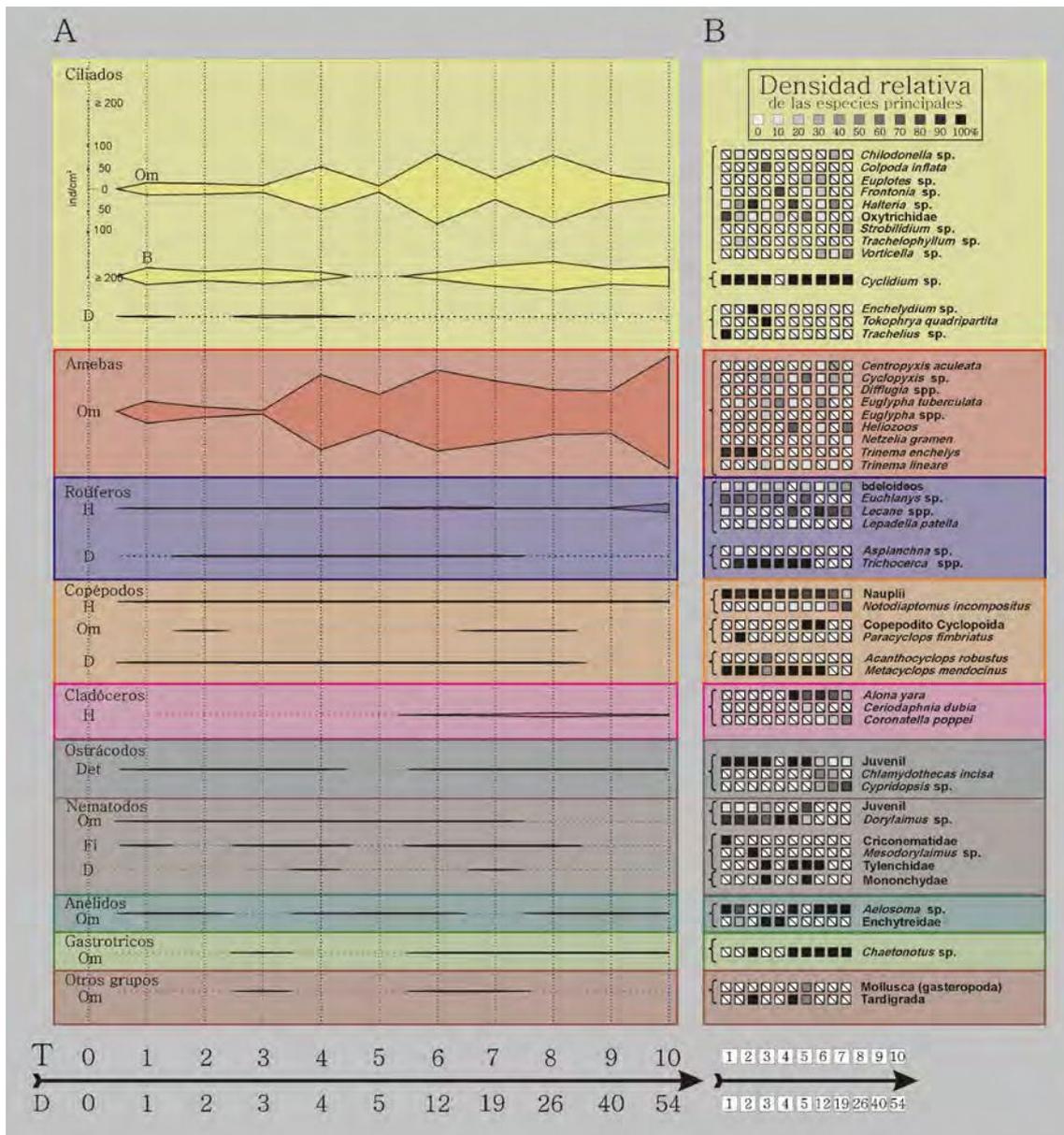


Figura 27- A: Variación temporal de los grupos tróficos en Media Loma uso 2. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm², superado ese valor es indicado en dicha figura. La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencias de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), detritívoro (Det), Fitófagos (Fi). T: tiempo. D: días. B: especies representativas de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo de muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada taxón en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron los *taxa* con densidad relativa superior al 10 %.

En síntesis (ambos usos): Se registraron omnívoros de pequeño porte principalmente hacia las etapas intermedia y final, herbívoros de pequeño y gran porte mayormente hacia las etapas intermedia y final, depredadores de pequeño porte y de gran porte, detritívoros y omnívoros de mayor porte. Los bacterívoros estuvieron en bajas densidades.

BAJO USO AGRÍCOLA (U1)

Ciliados

Estuvieron representados principalmente por los omnívoros y los bacterívoros, ambos grupos con sus densidades más altas en la etapa intermedia del ensayo (entre D12 a D19). Entre **los omnívoros** las especies que más aportaron a la densidad fueron *Halteria* sp., *Euplotes* sp., una especie de Oxytrichidae y *Frontonia* sp. La densidad de los **bacterívoros** estuvo representada por *Cyclidium* sp. **Los depredadores** se hicieron evidentes en la etapa inicial del ensayo, con bajas densidades y representados por *Dileptus* sp., *Enchelydium* sp., *Prorodon* sp., *Trachelius* sp. y *Litonotus* sp.

Amebas (cercozoos y amebozoos)

Se hicieron evidentes desde D5, y su densidad fue en aumento. Las especies que más aportaron a la densidad fueron **omnívoras** del grupo cercozoos: *Euglypha tuberculata* y *E. acantophora*, *Trinema enchelys* y *T. lineare*, y entre los amebozoos con *Cyclopyxis* sp. Se registraron aportes de heliozoos omnívoros.

Rotíferos

Estuvieron presentes con dos grupos tróficos, ambos con bajas densidades: **los herbívoros**, con bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2) y *Euchlanis* sp. al inicio, mientras que las especies *Lecane pyriformis*, *L. clara* y *Lepadella patella* estuvieron desde la etapa intermedia hasta el final. *Asplanchna* sp. un taxa de hábitos **omnívoro-depredador** se registró solo al inicio al igual que el **depredador** *Cephalodella* sp., mientras que el género *Trichocerca* estuvo durante todo el ensayo, principalmente con *T. iernis* y *T. rattus*.

Crustáceos

Los copépodos **herbívoros** se encontraron a lo largo de todo el ensayo con densidades bajas, representados por larvas nauplii y adultos de *Notodiptomus incompositus* y sus estadios de copepodito. **Los omnívoros** en D1, estuvieron representados por un copepodito de ciclopoideo mientras que **los depredadores** con *Metacyclops mendocinus* en D4 y D26.

Los cladóceros (**herbívoros**) se registraron desde D12 en adelante con *Alona yara*, como la especie con más aportes a la densidad, seguida por *Daphnia spinulata*. Los ostrácodos, de hábitos **detritívoros**, se observaron en todo el ensayo excepto en D3, con ejemplares juveniles y adultos de *Chlamydotheca incisa*, *Cypridopsis* sp. y *Heterocypris* sp. hacia la etapa final.

Nematodos

Los nematodos **omnívoros**, se registraron en todo el ensayo principalmente con aportes de *Dorylaimus* sp., mientras que **los fitófagos**, estuvieron presentes en todo el ensayo excepto de D26 a D75, con *Mesodorylaimus* sp. y una especie de Tylenchidae. **Los bacterívoros**, se registraron solo en D5 con *Acrobeles ciliatus*, y **los depredadores** con una especie de Mononchydae en D5 y desde D40 a D96.

Otros grupos

Los anélidos, **omnívoros**, se registraon en ciertos eventos de muestreo (D3, D4, D26, D75 y D96), con *Aelosoma* sp. y una especie de la familia Naididae. Otros grupos con hábitos principalmente **omnívoros**, como los gastrotricos, colémbolos, moluscos y hexápodos, se registraron en determinados eventos de muestreo con muy bajas densidades (Fig. 28 y Anexo I. 2: Tabla 1 y Fig. 3).

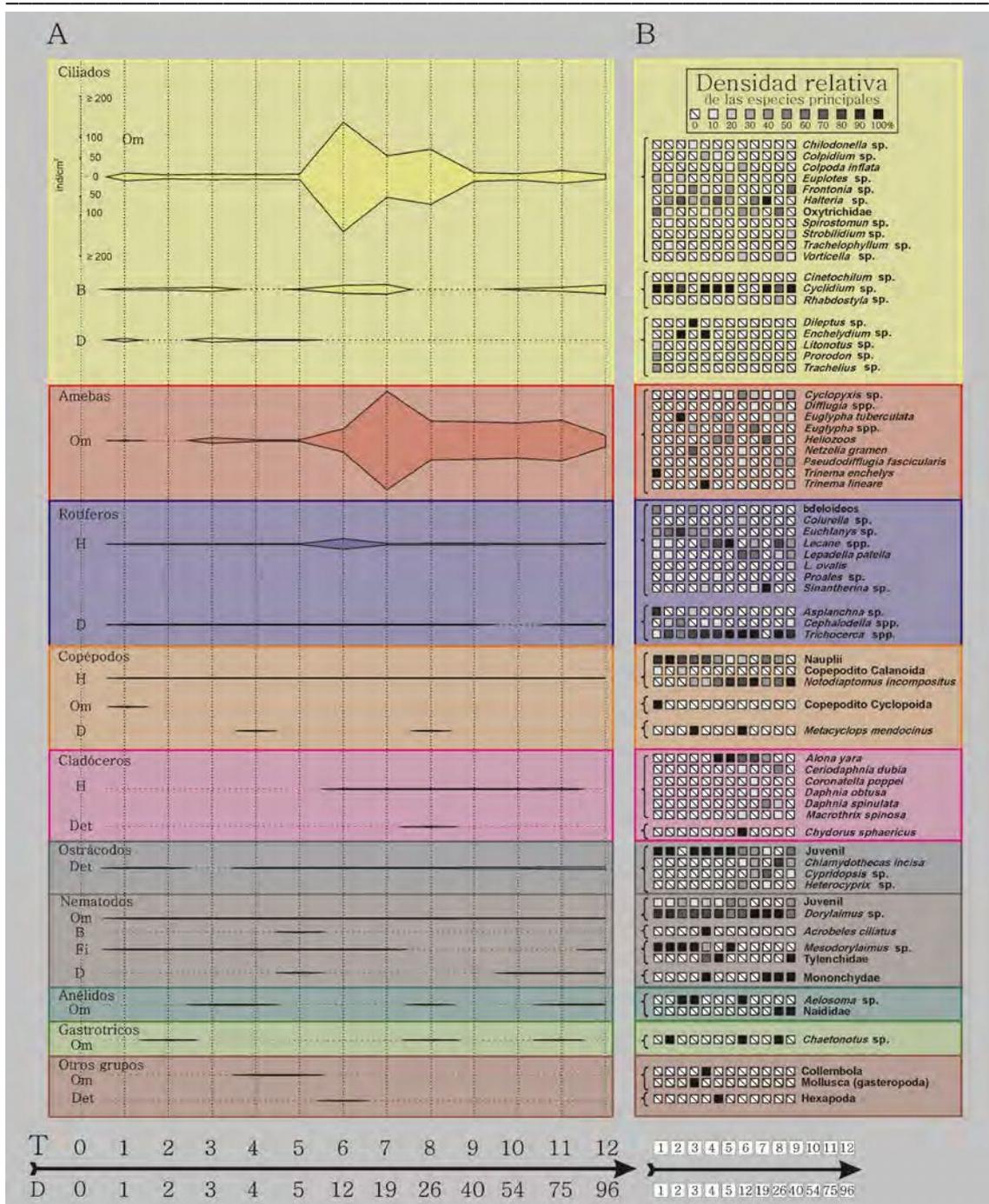


Figura 28- A: Variación temporal de los grupos tróficos en Bajo uso 1. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm², superado ese valor es indicado en dicha figura. La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencias de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), detritívoro (Det), Fitófagos (Fi). T: tiempo. D: días. B: especies representativas de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo de muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada taxón en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron los *taxa* con densidad relativa superior al 10 %.

BAJO USO MIXTO (U2)

Ciliados

Se registraron dos grupos tróficos, **los omnívoros** durante todo el ensayo y con una densidad máxima en la etapa intermedia. La especie que más aportó a la densidad fue *Halteria* sp., mientras que otras especies aportaron solo en determinados eventos de muestreo como *Frontonia* sp., *Euplotes* sp., *Strobilidium* sp., una especie de Oxytrichidae y *Vorticella* sp. **Los bacterívoros**, principalmente *Cyclidium* sp., también se registraron en todo el ensayo, con densidades menores a los omnívoros.

Amebas (cercozoos y amebozoos)

Se registraron en todo el ensayo aumentando su densidad hacia la etapa intermedia (D19 y D26), con especies **omnívoras** como *Cyclopyxis* sp., *Netzelia gramen* (amebozoos) y *Trinema lineare* (cercozoos).

Rotíferos

Tanto los herbívoros como los depredadores presentaron bajas densidades durante todo el ensayo. Las especies que representaron a **los herbívoros** fueron los bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2), en las etapas inicial y final del ensayo, mientras que en la etapa intermedia predominaron especies del género *Lecane*, principalmente *L. pyriformis* y *L. clara*. **Los depredadores**, se registraron desde D2, con *Trichocerca rattus* y *T. iernis*, como especies principales respecto al aporte de densidad.

Crustáceos

Los copépodos se presentaron con tres grupos tróficos, todos con baja densidad. **Los herbívoros**, se registraron a lo largo de todo el ensayo con *Notodiaptomus incompositus*, larvas nauplii y en menor medida con aportes a la densidad de *Microcyclops anceps*. **Los omnívoros**, con *Paracyclops fimbriatus* y su estadio de copepodito, fueron los que aportaron a la densidad de este grupo en las instancias en que se registraron (D1, D4, D5, D19 y D96), mientras que **los depredadores**, representados principalmente por *Metacyclops mendocinus*, también se registraron en ciertos momentos del ensayo (D4, D5, D12, D26 y D96). Los cladóceros con hábitos **herbívoros**, se hicieron evidentes desde la etapa intermedia del ensayo hasta el final, en bajas densidades. Las especies con principal contribución a la densidad fueron *Alona yara* y *Coronatella poppei*.

Los ostrácodos **detritívoros**, se registraron a lo largo del ensayo, excepto en D4, y en todos los casos con bajas densidades. Las especies que se evidenciaron fueron juveniles durante todo el ensayo y adultos de *Cypridopsis* sp., *Chlamydotheca incisa* y *Heterocypris* sp. en la etapa final de la inundación.

Nematodos

Se diferenciaron tres grupos tróficos con densidades bajas: **los omnívoros**, que se registraron a lo largo del ensayo excepto en D54 y D75, con adultos de *Dorylaimus* sp. **Los fitófagos**, en casi todos los eventos de muestreo, con aportes a la densidad por una especie de Tylenchidae; una de Criconematidae y *Mesodorylaimus* sp. **Los depredadores** (Mononchydae), solo se registraron en D4, D5 y D12.

Otros grupos

Los anélidos, de hábitos **omnívoros**, con *Aelosoma* sp., estuvieron presentes en todo el ensayo menos en D26, los gastrotricos **omnívoros** con el género *Chaetonotus* sp., solo en D19 en bajas densidades y los quelicerados **depredadores**, se registraron en D2 con ácaros gamásidos (Fig. 29 y Anexo I. 2: Tabla 1 y Fig. 3).

En síntesis (ambos usos): Se registraron omnívoros de pequeño porte principalmente y herbívoros de pequeño y de gran porte hacia las etapas intermedia y final. En las etapas intermedia y final, los depredadores de bajo porte y de gran porte en determinados eventos y detritívoros y omnívoros de mayor porte. Los bacterívoros estuvieron presentes en bajas densidades.

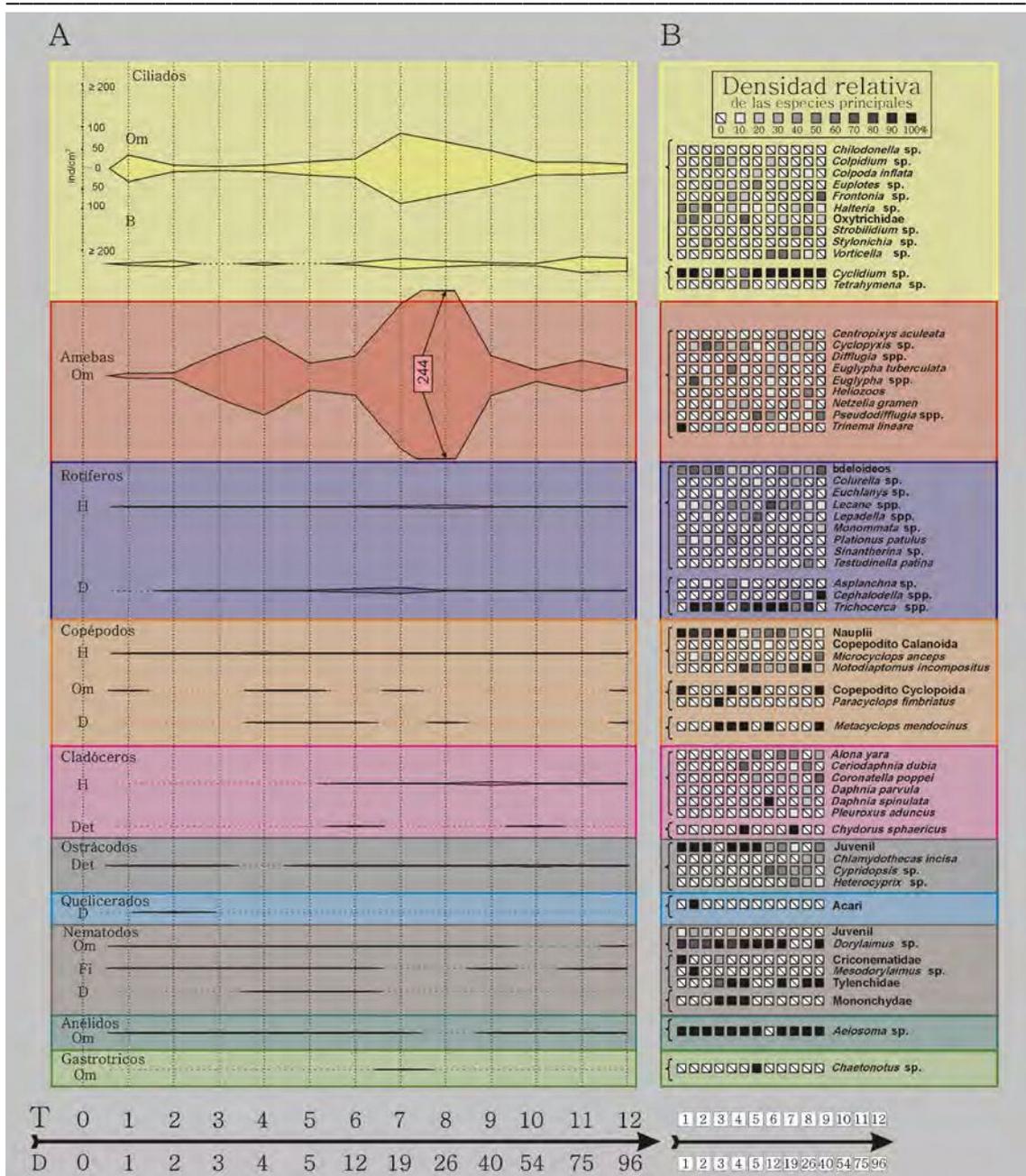


Figura 29- A: Variación temporal de los grupos tróficos en Bajo uso 2. Las curvas de cada grupo trófico representan la densidad total relativa con un límite superior de 250 ind/cm², superado ese valor es indicado en dicha figura. La escala (ind/cm²) representada para ciliados es común a todos los grupos taxonómicos. Referencias de los grupos tróficos: omnívoros (Om), bacterívoros (B), depredadores (D), herbívoros (H), detritívoro (Det), Fitófagos (Fi). T: tiempo, D: días. B: especies representativas de cada grupo en el tiempo. Cada cuadrado indica un tiempo de muestreo y la intensidad creciente de su color hace referencia a la densidad relativa que aportó cada taxón en su grupo trófico distribuida en 10 rangos. Se consideraron los *taxa* con densidad relativa superior al 10 %.

4.2.2.9- ANÁLISIS ESTADÍSTICOS PARA LOS DATOS BIOLÓGICOS

El análisis realizado para comprobar si los tratamientos presentaron diferencias significativas (ANOSIM), mostró valores positivos de R, lo que permite afirmar que existen diferencias entre los tratamientos (R: 0,253), con un nivel de significancia de 0,001.

4.2.2.9.1- ANÁLISIS MULTIVARIADO DE ESCALAMIENTO

MULTIDIMENSIONAL (MDS)

Las etapas de la sucesión para este análisis fueron: Etapa inicial Di a D4; etapa intermedia (D5 a D12) y etapa final (D19 a D26) para la topografía de **Loma. Para Media Loma y el Bajo** fueron, la Etapa inicial (Di a D5), la etapa intermedia (D12 a D26), y la etapa final (D40 a D96).

El análisis mostró una separación bien marcada entre la topografía alta (loma) con respecto a las más bajas (Media Loma y el Bajo). Las etapas iniciales e intermedias se agruparon por la presencia de grupos como los protistas (ciliados y amebas), los rotíferos, nematodos, anélidos y gastrotricos principalmente y ciertas especies de copépodos con estrategias de estructuras de dormancia en adultos, como *Metacyclops mendocinus* y *Acanthocyclops robustus*.

En las zonas bajas la presencia de ciertos grupos como los crustáceos (copépodos, cladóceros y ostrácodos), pudieron ser los responsables de la diferenciación espacial y en el tiempo de inundación, debido a que dichos ejemplares, en estadio adulto, se hicieron evidentes en las etapas intermedia y final.

LOMA (AMBOS USOS)

En la etapa inicial de la inundación (D1 a D4) se agruparon por especies de ciliados como *Cyclidium* sp., *Frontonia* sp., *Enchelydium* sp. y una especie de Colpodea y entre las amebas: *Cyclopyxis* sp. y *Arcella hemisphaerica* (amebozoos) así como *Euglypha tuberculata* (cercozoos) en D1. El agrupamiento incluyó 2 especies de rotíferos bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2), a los nematodos con juveniles y adultos de *Dorylaimus* sp. Este agrupamiento también incluyó ciertos *taxa* de otros grupos como los quelicerados, representados por los gamásidos, los tardígrados, responsables de la separación de las réplicas en D1 y D3 de Loma (Fig. 30) y los colémbolos (*Arthropleona*), principalmente en D4.

En la etapa intermedia de la inundación (D5 y D12), se agruparon por ciertas especies de ciliados como *Cyclidium* sp. y *Frontonia* sp., una especie de Colpodea y una de Oxytrichidae. *Vorticella* sp. y *Halteria* sp., se registraron en la etapa intermedia principalmente en loma uso agrícola. Dentro de este agrupamiento se encontraron amebas amebozoos como *Cyclopyxis* sp., *Centropyxis ecornis*, *Netzelia gramen* y dentro de las cercozoos con *Trinema enchelys* y *T. lineare*. El agrupamiento de esta instancia presentó a ciertas especies de rotíferos como los bdeloideos (*Philodina* sp1, *Philodina* sp2 y *Dissotrocha* sp.), *Lecane clara* y *L. pyriformis*, *Proales* sp. y *Notommata* sp. Los vermiformes se incorporaron al grupo con los nematodos, con ejemplares juveniles, *Dorylaimus* sp., una especie de Tylenchidae y *Acrobeles ciliatus*.

En la etapa final de la inundación (D19 y D26), se agruparon por especies de ciliados, *Cyclidium* sp., *Frontonia* sp., *Halteria* sp. y *Litonotus* sp.; las amebas con *Cyclopyxis* sp., *Netzelia gramen*, *Nebela* sp. (amebozoos) y *Euglypha tuberculata*, *Trinema enchelys* y *T. lineare* (cercozoos) y una especie de heliozoo. Entre los rotíferos se encontró en este grupo una especie de bdeloideo (*Philodina* sp1), una especie de *Cephalodella* y tres especies de *Lecane* (*L. clara*, *L. inermis* y *L. pyriformis*). Dentro del grupo estuvieron los nematodos juveniles y adultos de *Dorylaimus* sp., y los gastrotricos con *Chaetonotus* sp. (Fig. 30)

MEDIA LOMA Y EL BAJO (AMBOS USOS)

La **etapa inicial de la inundación (D1 a D5)** se agruparon por distintos *taxa* de ciliados como *Cyclidium* sp., *Halteria* sp., *Vorticella* sp. y una especie de Oxytrichidae . Entre las amebas, *Cyclopyxis* sp., *Arcella discoides*, dos especies de *Centropyxis* (*C. ecornis* y *C. aculeata*) y *Netzelia gramen* entre los amebozoos y *Euglypha tuberculata* y *Trinema enchelys*, para los cercozoos. Este grupo presentó representantes de los rotíferos dado por especies de bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2), *Asplanchna* sp., *Lepadella patella*, *Lecane pyriformis*, *Euchlanis* sp. y *Trichocerca rattus*. Los crustáceos copépodos también se registraron en este agrupamiento con estadios larvales (nauplii y copepoditos) y con adultos de *Metacyclops mendocinus*. Para los ostrácodos el grupo incluyó ejemplares juveniles, mientras que para los nematodos se registraron con juveniles y adultos de *Dorylaimus* sp. y *Mesodorylaimus* sp. y los anélidos, por su parte, con *Aelosoma* sp.

En la etapa intermedia (D12 a D26): se agruparon por las mismas especies de ciliados que en la etapa inicial y en esta etapa se incorporaron *Euplotes* sp. y *Colpoda inflata*. Las amebas que estuvieron presentes en este grupo fueron *Cyclopyxis* sp., *Arcella discoides*, dos especies de *Centropyxis* (*C. ecornis* y *C. aculeata*), *Netzelia gramen*, *Pseudodiffugia fascicularis* entre los amebozoos y *Euglypha tuberculata*, *E. acantophora*, *Trinema enchelys* y *T. lineare* entre los cercozoos y una especie de heliozoos. El grupo incluyó a ciertas especies de rotíferos como los bdeloideos (*Philodina* sp1 y *Philodina* sp2), *Euchlanis* sp., cuatro especies de *Lecane* (*L. clara*, *L. cornuta*, *L. lunaris* y *L. pyriformis*), *Lepadella patella*, *L. ovalis*, y dos especies de *Trichocerca* (*T. rattus* y *T. dixonnutalli*). Otros taxa que se registraron en este grupo fueron los crustáceos copépodos como *Notodiptomus incompositus* y *Metacyclops mendocinus*, entre los cladóceros, *Alona yara*, *Coronatella poppei*, *Ceriodaphnia* sp. y *Pleuroxus aduncus*, mientras que los ostrácodos, con juveniles y *Chlamydotheca incisa*. Los nematodos, aportaron a la asociación de los sitios con juveniles y cuatro especies de adultos: una especie de cada una de las familias Tylenchidae y Mononchydae; *Dorylaimus* sp. y *Acrobeles ciliatus*. Los anélidos estuvieron presentes en esta agrupación con *Aelosoma* sp. y los gastrotricos con *Chaetonotus* sp.

En la etapa final de la inundación (D40 a D96), ambas topografías se asociaron principalmente por tres especies de ciliados: *Cyclidium* sp., *Vorticella* sp. y una especie de Oxytrichidae. Entre las amebas por *Arcella discoides*, *Cyclopyxis* sp., *Netzelia gramen*, *Diffugia litophila*, *Pseudodiffugia fascicularis* (amebozoos) y *Euglypha tuberculata*, *Trinema lineare* (cercozoos) y una especie de heliozoos. Los rotíferos, se evidenciaron con cuatro especies en esta última etapa: *Philodina* sp1, *Lecane lunaris*, *L. pyriformis* y *Lepadella ovalis*. La agrupación de esta etapa estuvo integrada también por copépodos como *Notodiptomus incompositus*, por cladóceros como *Alona yara*,

Chydorus sphaericus, y *Coronatella poppei* y por los ostrácodos con juveniles y dos especies adultas: *Chlamydotheca incisa* y *Cypridopsis* sp. Los nematodos aportaron a la asociación con juveniles y una especie de Mononchydae mientras que los anélidos con *Aelosoma* sp. y los gastrotricos con *Chaetonotus* sp. (Fig. 30).

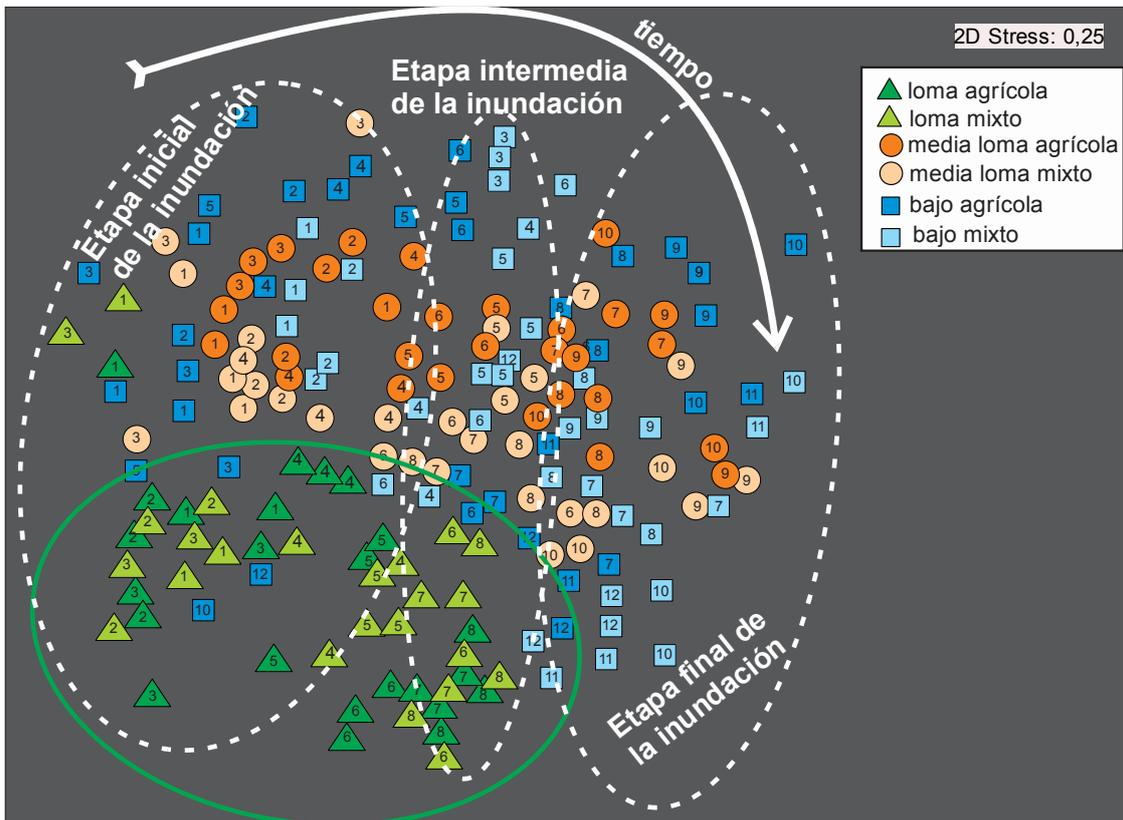


Figura 30- Análisis estadístico MDS. Distribución espacial y temporal de los tratamientos. La flecha indica el avance de la sucesión en el tiempo y los números en cada figura geométrica representan los tiempos de inundación. El óvalo verde destaca la diferenciación y agrupamiento de la posición topográfica de loma y los óvalos con líneas punteadas las distintas etapas de la inundación. Referencias: Tiempo: días: T1 a T5: 1 a 5 días / T6: 12 días / T7: 19 días / T8: 26 días/ T9: 40 días/ T10: 54 días / T11: 75 días / T12: 96 días.

4.2.2.9.2- ANÁLISIS DE CONTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES POR SIMILITUD Y DISIMILITUD (SIMPER)

El análisis estadístico SIMPER, mostró la contribución de las especies para cada uno de los sitios de muestreo. Mediante estos valores de contribución se pueden diferenciar las especies que más aportaron a la similitud y disimilitud para cada uno de los sitios estudiados y sus usos. En la figura 31, se muestran las especies con mayores porcentajes de contribución para la similitud del sitio, y los porcentajes para las disimilitudes entre los sitios estudiados.

Estas combinaciones son: Loma- Media Loma; Media Loma - Bajo; Loma - Bajo, para ambos usos, y entre usos de la misma posición topográfica: Loma uso agrícola (LU1) – Loma uso mixto (LU2); Media Loma uso agrícola (ML U1) – Media Loma uso mixto (MLU2) y Bajo uso agrícola (BU1) – Bajo uso mixto (BU2).

SIMILITUD ENTRE TOPOGRAFÍAS Y USOS

La similitud en Loma, ambos usos, estuvo dada principalmente por *Cyclidium* sp., *Frontonia* sp., bdeloideos, nematodos juveniles y adultos del género *Dorylaimus* sp. Para el uso mixto también con la contribución de *Trinema enchelys*.

En Media Loma uso agrícola, la contribución a la similitud estuvo dada por *Cyclidium* sp., *Halteria* sp., *Euglypha tuberculata*, bdeloideos, y microcrustáceos: *Notodiptomus incompositus* y *Alona yara*. Los nematodos presentaron una contribución dada por *Dorylaimus* sp. Para el uso mixto, los principales *taxa* que contribuyeron a la similitud fueron: *Cyclidium* sp., una especie de Oxytrichidae., *Euglypha tuberculata* y *Trinema enchelys*.

La principal contribución entre los rotíferos estuvo dada por *Euchlanis* sp. y, dentro de los microcrustáceos, por juveniles de ostrácodos y copépodos adultos de *Notodiptomus incompositus* y *Metacyclops mendocinus*. Entre los nematodos, los aportes fueron hechos por *Dorylaimus* sp.

Para el Bajo uso agrícola, las principales contribuciones a la similitud del sitio fueron por *Halteria* sp., *Cyclidium* sp., *Cyclopyxis* sp., y Heliozoos, entre los rotíferos, *Lepadella patella* y *Philodina* sp1. Los nematodos aportaron con juveniles y adultos de *Dorylaimus* sp. La contribución de los microcrustáceos, fue principalmente por larvas de ostrácodos, adultos de *Chlamydotheca incisa* y *Cypridopsis* sp., y el copépodo *Notodiptomus incompositus*.

Para el Bajo uso mixto, las contribuciones a la similitud fueron hechas por *Cyclidium* sp., una especie de Oxytrichidae, *Cyclopyxis* sp., *Netzelia gramen* y *Euglypha tuberculata*. Los rotíferos tuvieron aportes con bdeloideos mientras que los microcrustáceos lo hicieron principalmente con *Notodiptomus incompositus* y ostrácodos juveniles. Los nematodos aportaron a la similitud con *Dorylaimus* sp.

(Fig. 31).

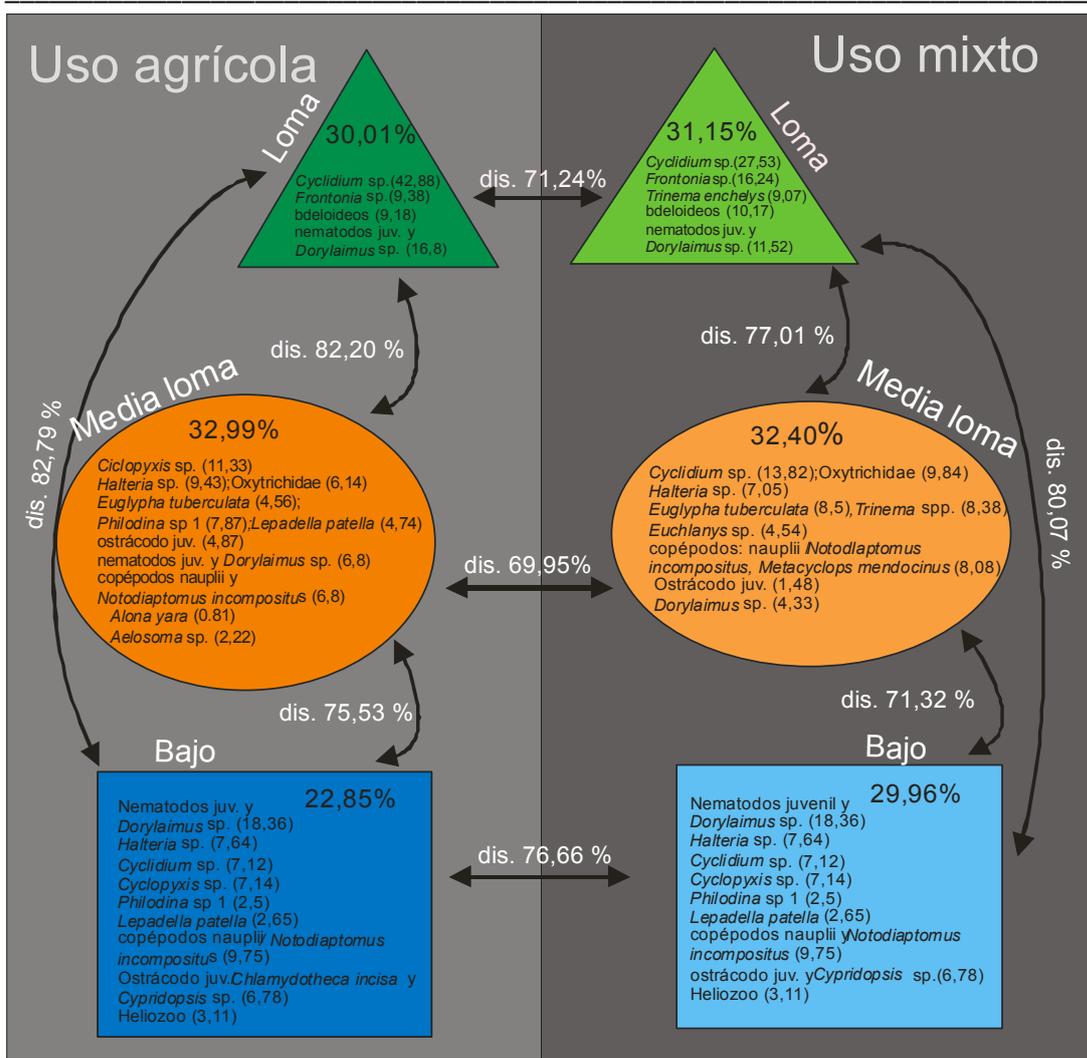


Figura 31- Representación de los sitios estudiados con los porcentajes de similitud para cada uno y los *taxa* más representativos. Cada figura geométrica representa una posición topográfica: triángulos (Loma), óvalos (Media Loma) y cuadrados (Bajo). Dentro de cada figura geométrica representativa de cada sitio se describe el porcentaje total de similitud (valor en el extremo superior) y las contribuciones de las especies más representativas con sus porcentajes. Sobre las flechas se describe la disimilitud total en % para los sitios y los usos.

DISIMILITUD ENTRE TOPOGRAFÍAS Y USOS

A continuación se describen los *taxa* más representativos de cada grupo de organismos y su aporte a la disimilitud entre las topografías y entre los usos. Los *taxa* seleccionados son aquellos que tienen un aporte significativo a la disimilitud y también se muestran aquellos con contribuciones bajas a la disimilitud pero que son importantes por registrarse en una topografía en particular.

Disimilitud entre las topografías del uso agrícola

Los aportes más importantes a la disimilitud fueron dados por los protozoos, principalmente *Cyclidium* sp., *Frontonia* sp., *Halteria* sp., y una especie de Oxytrichidae. Para las amebas los aportes fueron por *Cyclopyxis* sp., varias especies de *Euglypha*, y de *Trinema* y un género de Heliozoo. Los rotíferos aportaron con dos especies de bdeloideos, *Euchlanis* sp., *Lepadella patella* y varias especies de los géneros *Lecane* y *Trichocerca*. Por otro lado, se pudo observar la contribución de los microcrustáceos adultos principalmente *Notodiaptomus incompositus*, *Metacyclops mendocinus*, *Alona yara*, *Chlamydotheca incisa* y *Cypridopsis* sp., los cuales se registraron en las topografías de Media Loma y el Bajo y además están presentes en la topografía de loma solo en estadios larvales (larvas nauplii de copépodos ciclopoideos). Otros grupos que aportaron a la disimilitud entre topografías fueron nematodos juveniles indeterminados, *Dorylaimus* sp. y una especie de Tylenchidae, anélidos (*Aelosoma* sp.) y gastrotricos con *Chaetonotus* sp. (Tabla 7).

Tabla 7- Contribución a la disimilitud y abundancia de los *taxa* más representativos entre las topografías del uso agrícola. Referencias: se muestran las abundancias (ind/cm²) para cada topografía y el porcentaje de disimilitud (% Dis.). La suma total de los porcentajes de contribución varía entre el 60-70 % del total, dejando excluidos los *taxa* con contribuciones menores. La (A) indica ausencia del *taxa*.

Taxa representativos/abundancias	USO AGRÍCOLA (% disimilitud entre topografías por los taxa más representativos)								
	Loma	Media loma	%Dis.	Loma	Bajo	%Dis.	Media loma	Bajo	%Dis.
Ciliados									
<i>Cyclidium</i> sp.	4,09	0,59	9,87	4,09	0,69	12,26	0,59	0,69	2,99
<i>Colpidium</i> sp.	A	A	A	0,75	0,23	2,98	A	A	A
<i>Euplotes</i> sp.	A	A	A	A	A	A	0,77	0,41	2,86
<i>Frontonia</i> sp.	1,66	0,62	4,63	1,66	0,65	5,92	0,62	0,65	2,77
<i>Halteria</i> sp.	0,77	1,25	3,62	0,77	0,74	3,83	1,25	0,74	3,94
Oxytrichidae	0,36	0,96	3,18	0,36	0,59	2,77	0,96	0,59	3,58
Amebas									
<i>Cyclopyxis</i> sp.	0,23	1,69	4,53	0,23	0,81	2,95	1,69	0,81	4,82
<i>Euglypha acantophora</i>	A	A	A	A	A	A	0,42	0,5	2,28
<i>E. tuberculata</i>	0,42	0,86	2,7	0,42	0,38	2,29	0,86	0,38	3,15
Heliozoos	0,43	0,61	2,07	0,43	0,62	2,75	0,61	0,62	2,85
<i>Netzelia gramen</i>	A	A	A	A	A	A	0,77	0,2	2,5
<i>Trinema enchelys</i>	0,36	0,53	4,28	0,36	0,03	1,24	0,53	0,03	2,13
<i>T. lineare</i>	0,36	0,54	4,28	0,56	0,32	2,28	0,59	0,32	2,21
Rotíferos									
<i>Asplanchna</i> sp.	A	0,16	0,59	A	A	A	A	A	A
bdeloideos	0,4	0,5	2,39	0,4	0,25	1,5	1,02	0,27	1,6
<i>Euchlanis</i> sp.	A	0,41	1,32	A	0,19	0,94	0,41	0,19	1,64
<i>Lecane clara</i>	A	A	A	0,27	0,08	0,96	A	A	A
<i>L. pyriformis</i>	0,47	0,16	1,35	0,47	0,15	1,67	A	A	A
<i>Lepadella patella</i>	0,02	0,6	1,82	0,02	0,28	1,07	0,6	0,28	1,86
<i>Trichocerca iernis</i>	A	A	A	A	0,23	0,89	0,32	0,23	1,27
<i>T. rattus</i>	A	A	A	A	0,23	0,88	0,27	0,23	1,19
Crustáceos									
Larvas nauplii copépodos	0,02	0,26	1,1	0,02	0,29	1,32	0,67	0,29	1,1
<i>Notodiptomus incompositus</i>	A	0,48	1,37	A	0,36	1,37	0,48	0,36	1,3
<i>Metacyclops mendocinus</i>	A	0,19	0,63	A	A	A	0,19	0,03	0,76
<i>Alona yara</i>	A	0,3	0,82	A	0,23	0,77	0,3	0,23	1,29
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	A	0,13	0,35	A	A	A	A	A	A
<i>Coronatella poppei</i>	A	0,19	0,6	A	A	A	0,19	0,06	0,84
<i>Daphnia spinulata</i>	A	A	A	A	0,08	0,35	0,05	0,08	0,5
<i>D. parvula</i>	A	A	A	A	A	A	0,05	0,04	0,35
<i>Pleuroxus aduncus</i>	A	A	A	A	A	A	0,1	0,05	0,42
Ostrácodos juveniles	A	0,56	1,69	A	0,35	1,4	0,56	0,35	1,6
<i>Chlamydotheca incisa</i>	A	0,12	0,33	A	0,24	0,95	0,12	0,24	1,03
<i>Cypridopsis</i> sp.	A	0,25	0,75	A	0,19	0,76	0,25	0,19	1,21
<i>Cypridopsis vidua</i>	A	A	A	A	0,09	0,4	A	A	A
Nematodos									
juveniles	0,56	0,35	1,24	A	A	A	0,35	0,27	1,23
<i>Acrobeles ciliatus</i>	A	A	A	0,09	0,01	0,42	A	A	A
<i>Dorylaimus</i> sp.	0,5	0,52	1,4	A	A	A	0,52	0,58	1,39
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	A	A	A	0,04	0,14	0,76	0,12	0,14	0,87
Mononchydæ	A	A	A	0,07	0,08	0,42	A	A	A
Tylechidae	0,44	0,03	1,17	0,44	0,08	1,52	A	A	A
Otros									
<i>Aelosoma</i> sp.	A	0,42	1,24	A	A	A	0,42	0,07	1,46
<i>Chaetonotus</i> sp.	0,17	0,12	0,61	0,17	0,05	0,62	0,12	0,05	0,47

Disimilitud entre topografías del uso mixto

Al igual que en el uso agrícola, los aportes más importantes a la disimilitud estuvieron dados por los protozoos. Dentro de los ciliados, los principales aportes fueron de *Cyclidium* sp., *Frontonia* sp. y *Halteria* sp., entre las amebas, de *Cyclopyxis* sp., *Euglypha tuberculata*, *Netzelia gramen*, y varias especies de *Trinema* y además hubo aportes de un género de Heliozoo. Los rotíferos tuvieron aportes de bdeloideos, *Euchlanis* sp. y *Lecane pyriformis*. Por otro lado, se pudo observar la contribución de los microcrustáceos, que se registraron en las topografías de Media Loma y el Bajo y se encontraron presentes en la topografía de Loma solo en estadios larvales (larvas nauplii de copéodos). Los *taxa* que más aportaron a la disimilitud entre sitios fueron los estadios larvales de copéodos y ostrácodos, los adultos de *Notodiaptomus incompositus*, *Metacyclops mendocinus*, *Microcyclops anceps* *Alona yara* así como los adultos de ostrácodos (*Chlamydotheca incisa* y *Cypridopsis* sp.). Otros grupos que contribuyeron a la disimilitud fueron los nematodos (juveniles indeterminados, adultos de *Dorylaimus* sp. y una especie de Tylenchidae), los anélidos con *Aelosoma* sp. y los gastrotricos con *Chaetonotus* sp. (Tabla 8).

Tabla 8- Contribución a la disimilitud y abundancia de los *taxa* más representativos entre las topografías en el uso mixto. Referencias: se muestran las abundancias (ind/cm²) para cada topografía y el porcentaje de disimilitud (% Dis.). La suma total de los porcentajes de contribución varía entre el 60-70 % del total, dejando excluidos los *taxa* con contribuciones menores. La (A) indica ausencia del *taxa*.

Taxa representativos/abundancias	USO MIXTO (% disimilitud entre topografías por los taxa más representativos)								
	Loma	Media loma	%Dis.	Loma	Bajo	%Dis.	Media loma	Bajo	%Dis.
Ciliados									
<i>Cyclidium</i> sp.	3,46	1,45	8,42	3,46	1,02	8,63	1,45	1,02	3,89
<i>Colpoda inflata</i>	0,45	0,47	2,23	A	A	A	A	A	A
Colpodea	A	A	A	0,46	0,05	2,12	A	A	A
<i>Colpidium</i> sp.	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>Euplotes</i> sp.	A	A	A	A	A	A	0,38	0,46	2,2
<i>Frontonia</i> sp.	2,05	0,52	6	2,05	0,39	5,95	0,52	0,39	2,47
<i>Halteria</i> sp.	0,36	1,03	3,67	0,36	0,79	3,21	1,03	0,79	3,77
Oxytrichidae	0,47	1,06	3,4	0,47	0,79	2,96	1,06	0,79	3,46
<i>Vorticella</i> sp.	A	A	A	A	A	A	0,3	0,52	2,19
Amebas									
<i>Cyclopyxis</i> sp.	0,37	1,25	4,02	0,37	1,34	4,26	1,25	1,34	4,38
<i>Diffugia acuminata</i>	0,61	0,31	2,31	A	A	A	A	A	A
<i>Euglypha acantophora</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>E. tuberculata</i>	1,37	1,09	4,76	1,37	0,96	4,57	1,09	0,96	3,87
Heliozoos	0,3	0,58	2,26	0,3	0,69	2,38	0,58	0,69	3,17
<i>Netzelia gramen</i>	A	A	A	0,38	0,95	3,13	0,39	0,95	3,37
<i>Pseudodiffugia fascicularis</i>	A	A	A	0,08	0,64	1,91	A	A	A
<i>Trinema enchelys</i>	0,5	0,54	2,98	0,5	0,13	1,79	0,54	0,13	2,58
<i>T. lineare</i>	1,28	0,86	3,88	1,28	0,71	3,78	0,86	0,71	3,3
Rotíferos									
bdeloideos	1,1	0,64	1,4	1,1	0,81	1,14	0,66	0,75	2,76
<i>Euchlanis</i> sp.	A	0,48	1,9	A	A	A	0,48	0,05	1,91
<i>Lecane clara</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>L. pyriformis</i>	0,36	0,34	1,48	0,36	0,28	1,34	0,34	0,28	1,37
<i>Lepadella patella</i>	A	A	A	A	A	A	0,13	0,27	1,12
<i>Trichocerca iernis</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>T. rattus</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Crustáceos									
Larvas nauplii copépodos	A	0,32	1,1	A	0,35	1,3	0,61	0,46	2,7
<i>Notodiptomus incompositus</i>	A	0,26	0,85	A	0,36	1,21	0,26	0,36	1,24
<i>Microcyclops anceps</i>	A	A	A	A	0,11	0,48	0,02	0,11	0,56
<i>Metacyclops mendocinus</i>	A	0,36	1,39	A	0,17	0,6	0,36	0,17	1,4
<i>Alona yara</i>	A	0,3	0,93	A	0,18	0,55	0,3	0,18	1,34
<i>Coronatella poppei</i>	A	0,19	0,61	A	0,18	0,62	A	A	A
Ostrácodos juveniles	A	0,23	0,82	A	0,34	1,18	0,23	0,34	1,23
<i>Chlamydotheca incisa</i>	A	A	A	A	0,16	0,59	0,08	0,16	0,77
<i>Cypridopsis</i> sp.	A	A	A	A	0,28	0,93	0,11	0,28	1,12
Nematodos									
juveniles	0,4	0,14	1,38	0,4	0,11	1,39	0,14	0,11	0,82
<i>Acrobes ciliatus</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Criconematidae	A	A	A	0,1	0,08	0,57	A	0,08	0,36
<i>Dorylaimus</i> sp.	0,48	0,41	1,43	0,48	0,39	1,46	0,41	0,39	1,41
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Mononchydae	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Tylechidae	0,18	0,13	0,71	0,18	0,15	0,79	0,13	0,15	0,78
Otros									
<i>Aelosoma</i> sp.	A	0,13	0,41	A	0,3	1,07	0,13	0,3	1,2
<i>Chaetonotus</i> sp.	0,31	0,17	1,07	0,31	0,01	0,8	0,17	0,01	0,61

Disimilitud entre ambos usos en cada topografía

Los aportes más importantes a la disimilitud entre usos estuvieron dados por los protozoos *Cyclidium* sp., *Frontonia* sp., *Halteria* sp., *Euplotes* sp. y una especie de Oxytrichidae para los ciliados y *Cyclopyxis* sp., *Netzelia gramen* y varias especies de los géneros *Euglypha*, *Trinema* para las amebas Dentro de los rotíferos, los principales aportes a la disimilitud fueron por bdeloideos, *Lecane pyriformis*, *Lepadella patella* y especies del género *Trichocerca*. Los microcrustáceos contribuyeron con larvas de copépodos, y adultos de *Notodiaptomus incompositus*, *Metacyclops mendocinus*, *Alona yara*, y los ostrácodos con juveniles y adultos de *Chlamydotheca incisa* y *Cypridopsis* sp. Los nematodos con aportes de juveniles y adultos de *Dorylaimus* sp., *Mesodorylaimus* sp., y una especie de Tylenchidae. Otros grupos con contribuciones menores fueron los anélidos con *Aelosoma* sp. y los gastrotricos con *Chaetonotus* sp. Se pudo observar una clara distribución de los microcrustáceos en las posiciones topográficas de media loma y el bajo (Tabla 9).

Tabla 9- Contribución a la disimilitud y abundancia de los *taxa* más representativos entre los sitios. Referencias: se muestran las abundancias (ind/cm²) para cada topografía y el porcentaje de disimilitud (% Dis.). La suma total de los porcentajes de contribución varía entre el 60-70 % del total, dejando excluidos los *taxa* con contribuciones menores. La (A) indica ausencia del *taxa*.

Taxa representativos	% DISIMILITUD ENTRE USOS PARA LA MISMA TOPOGRAFÍA								
	Loma agrícola	Loma mixto	%Dis.	Media loma agrícola	Media loma mixto	%Dis.	Bajo agrícola	Bajo mixto	%Dis.
Ciliados									
<i>Cyclidium</i> sp.	4,09	3,46	12,27	0,59	1,45	4	0,69	1,02	3,85
<i>Colpoda inflata</i>	A	A	A	0,37	0,47	2,14	A	A	A
Colpodea	0,22	0,46	3,13	A	A	A	A	A	A
<i>Colpidium</i> sp.	0,75	0,36	3,42	A	A	A	A	A	A
<i>Euplotes</i> sp.	A	A	A	0,77	0,38	2,74	0,41	0,46	2,51
<i>Frontonia</i> sp.	1,66	2,05	8,16	0,62	0,52	2,49	0,65	0,39	2,9
<i>Halteria</i> sp.	0,77	0,36	3,3	1,25	1,03	3,6	0,74	0,79	3,85
Oxytrichidae	0,46	0,37	2,82	0,95	1,06	3,17	0,49	0,79	3,7
Amebas									
<i>Cyclopyxis</i> sp.	0,23	0,37	2	1,69	1,25	4,41	0,81	1,34	4,68
<i>Diffugia acuminata</i>	0,17	0,61	2,21	A	A	A	A	A	A
<i>Euglypha acantophora</i>	A	A	A	A	A	A	A	A	A
<i>E. tuberculata</i>	0,42	1,37	4,78	0,86	1,09	3,37	0,38	0,96	3,85
Heliozoos	0,43	0,3	1,95	0,61	0,58	2,71	A	A	A
<i>Netzelia gramen</i>	A	A	A	0,77	0,39	2,56	0,2	0,95	3,38
<i>Pseudodiffugia fascicularis</i>	A	A	A	A	A	A	0,46	0,64	3,55
<i>Trinema enchelys</i>	0,36	0,5	2,44	0,53	0,54	2,84	A	A	A
<i>T. lineare</i>	0,56	1,28	4,53	0,59	0,86	2,85	0,32	0,71	2,83
Rotíferos									
bdeloideos	0,8	1,1	1,67	0,96	0,66	2,83	0,21	0,5	1,71
<i>Euchlanis</i> sp.	A	A	A	0,41	0,48	1,62	A	A	A
<i>Lecane cornuta</i>	A	A	A	0,19	0,25	1,07	A	A	A
<i>L. clara</i>	0,27	0,32	1,57	A	A	A	A	A	A
<i>L. pyriformis</i>	0,47	0,36	2,14	0,16	0,34	1,13	0,15	0,28	1,25
<i>Lepadella patella</i>	A	A	A	0,6	0,13	1,84	0,28	0,27	1,42
<i>Trichocerca iemis</i>	A	A	A	0,32	0,1	1,08	0,23	0,24	1,35
<i>T. rattus</i>	A	A	A	0,27	0,1	1,08	0,23	0,2	1,22
Crustáceos									
Larvas nauplii copépodos	A	A	A	0,66	0,55	2,84	0,29	0,35	1,65
<i>Notodiptomus incompositus</i>	A	A	A	0,48	0,26	1,3	0,36	0,36	1,35
<i>Metacyclops mendocinus</i>	A	A	A	0,19	0,36	1,18	0,03	0,17	0,74
<i>Alona yara</i>	A	A	A	0,3	0,3	1,43	0,23	0,18	1,19
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	A	A	A	0,13	0,06	0,52	A	A	A
<i>Chydorus sphaericus</i>	A	A	A	A	A	A	0,02	0,1	0,44
Ostrácodos juveniles	A	A	A	0,56	0,23	1,45	0,35	0,34	1,58
<i>Chlamydotheca incisa</i>	A	A	A	0,12	0,08	0,53	0,24	0,16	1,3
<i>Cypridopsis</i> sp.	A	A	A	0,25	0,11	0,97	0,19	0,28	1,38
Nematodos									
juveniles	0,56	0,4	1,55	0,35	0,14	1,18	0,27	0,11	1,24
<i>Dorylaimus</i> sp.	0,5	0,48	1,88	0,42	0,41	1,38	0,58	0,39	1,64
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	A	A	A	0,12	0,03	0,57	0,14	0,03	0,73
Mononchydae	0,07	0,12	0,68	A	A	A	A	A	A
Tylechidae	0,44	0,18	1,6	A	A	A	0,08	0,15	0,81
Otros									
<i>Aelosoma</i> sp.	A	A	A	0,42	0,13	1,37	0,07	0,3	1,3
<i>Chaetonotus</i> sp.	0,17	0,31	1,19	0,12	0,17	0,7	A	A	A

4.2.2.10- ANÁLISIS DE CORRECACIÓN ENTRE VARIABLES AMBIENTALES Y BIOLÓGICAS.

El análisis de correlación momento-producto de Pearson se realizó para ver la relación de ciertas variables ambientales y biológicas que presentaron variaciones de concentración durante el ensayo. Los pares de variables a correlacionar fueron seleccionadas por la respuesta que se observó durante el ensayo entre las mismas. Las variables que se analizaron fueron: oxígeno disuelto (OD) – fósforo reactivo soluble (PRS); PRS- clorofila “a” (Cl “a”), Cl “a” – riqueza (RIQ.) y Densidad (DENS.) – Cl “a”, para cada topografía y sus usos, con un N (número de muestras) de 24 (Loma), N: 30 (Media Loma) y N: 36 para el Bajo y un $p < 0,05$.

Tabla 10 - Coeficiente de correlación (r) para las variables analizadas: OD-PRS; PRS-Cl “a”, Cl “a” –RIQ. Y DENS.- Cl “a”, para cada topografía y usos. A: Loma uso agrícola, Loma uso mixto; B: Media loma uso agrícola, Media Loma uso mixto; C: Bajo uso agrícola y Bajo uso mixto.

A.

Loma agrícola	OD (% SAT.)	Cl "a" (mg/cm ³)	RIQUEZA	pH	DENSIDAD
PRS (µg/l)	-0,20	0,51			
Cl "a" (mg/cm ³)			0,55	-0,02	0,50
Loma mixto	OD (% SAT.)	Cl "a" (mg/cm ³)	RIQUEZA	pH	DENSIDAD
PRS (µg/l)	-0,56	0,47			
Cl "a" (mg/cm ³)			0,65	0,22	0,46

B.

Media Loma agrícola	OD (% SAT.)	Cl "a" (mg/cm ³)	RIQUEZA	pH	DENSIDAD
PRS (µg/l)	-0,84	0,04			
Cl "a" (mg/cm ³)			0,55	0,43	0,33
Media Loma mixto	OD (% SAT.)	Cl "a" (mg/cm ³)	RIQUEZA	pH	DENSIDAD
PRS (µg/l)	-0,65	-0,10			
Cl "a" (mg/cm ³)			0,65	0,52	0,15

C.

Bajo agrícola	OD (% SAT.)	Cl "a" (mg/cm ³)	RIQUEZA	pH	DENSIDAD
PRS (µg/l)	-0,37	0,00			
Cl "a" (mg/cm ³)			0,48	0,47	0,31
Bajo mixto	OD (% SAT.)	Cl "a" (mg/cm ³)	RIQUEZA	pH	DENSIDAD
PRS (µg/l)	-0,31	-0,14			
Cl "a" (mg/cm ³)			0,52	0,4	0,15

Loma uso agrícola: la correlación entre OD y PRS arrojó valores negativos cercanos a cero ($r: -0,20$), mientras que para el PRS – Cl “a”, y RIQ.-Cl “a” la correlación fue significativa con un $r: 0,51$ y $r: 0,55$, respectivamente. La relación entre la Dens.- Cl “a” dio significativo con un $r: 0,50$. No hubo correlación entre las variables pH- Cl “a”.

Loma uso mixto: entre el OD- PRS la correlación fue significativa, con un $r: -0,56$, mientras que para el PRS –Cl “a” fue significativa con valores positivos de $0,47$. Las correlaciones entre RIQ.- Cl “a” y DENS.- Cl “a” fueron significativas con un 65% y un 46% de positividad, respectivamente entre las muestras. No hubo correlación entre el pH y Cl “a”.

Media Loma uso agrícola: las variables OD-PRS mostraron una correlación negativa significativa con un r : -0,84. La relación entre las variables RIQ.-Cl "a" y pH – Cl "a" arrojaron valores significativos con r : 0,55 y 0,43, respectivamente. No hubo correlación entre el PRS y Cl "a" ni entre DENS.- Cl "a".

Media Loma uso mixto: la relación entre las variables OD-PRS fue significativa, con una correlación negativa (r : -0,65), mientras las correlaciones del PRS- Cl "a" y de DENS.-Cl "a" no fueron significativas. La correlación entre RIQ.- Cl "a" y Cl "a"- pH, fueron en ambos casos significativas, con un r : 0,65 y 0,52, respectivamente.

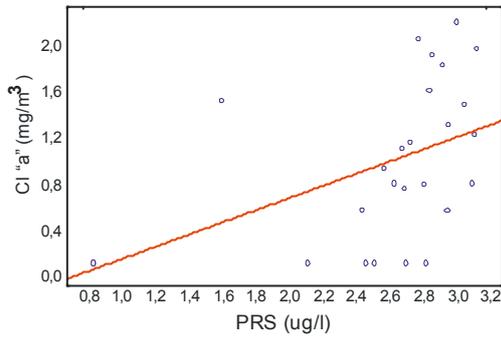
Bajo uso agrícola: el análisis arrojó valores de correlación significativos para las relaciones OD-PRS (r : -0,37), RIQ.- Cl "a", con un r : 0,48, y para Cl "a"-pH de 0,47. Entre las relaciones Cl "a" –PRS y DENS. Cl "a" no hubo correlación.

Bajo uso mixto: las correlaciones entre OD-PRS, PRS- Cl "a" y DENS.-Cl "a" no fueron significativas. La correlación entre RIQ.- Cl "a" fue significativa con un r : 0,52, mientras que para las variables Cl "a"-pH también fue significativo con un r : 0,40 (Tabla 10; Fig. 32).

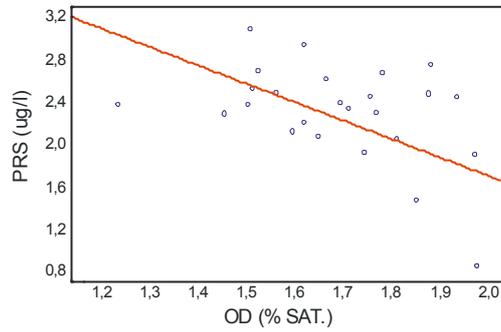
A. LOMA AGRÍCOLA

LOMA MIXTO

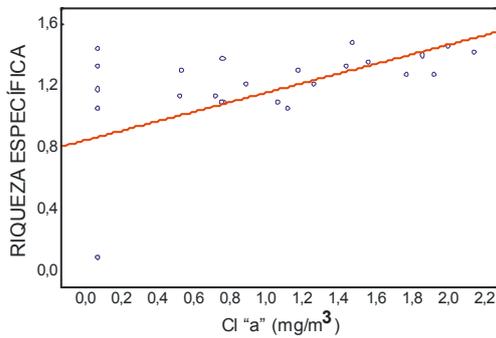
PRS- Cl "a" = -0,4507+0,5238*x



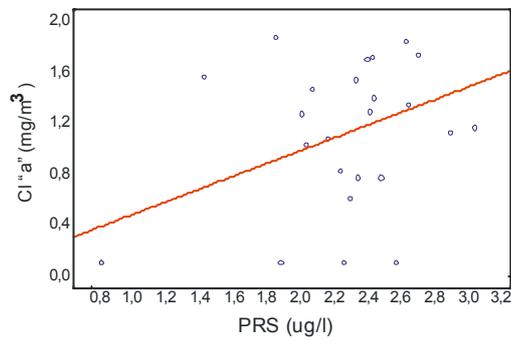
PRS- OD = 5,0043-1,7286*x



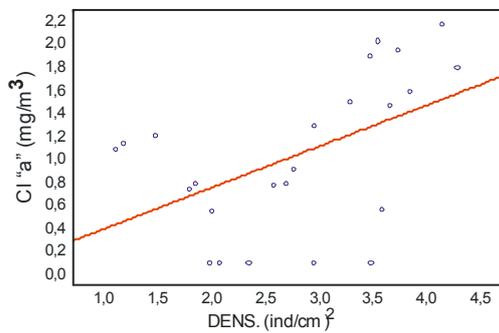
RIQ.- Cl "a" = 0,772+0,3079*x



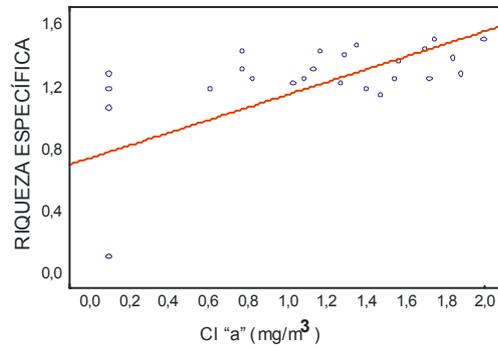
Cl "a"- PRS = -0,0958+0,5024*x



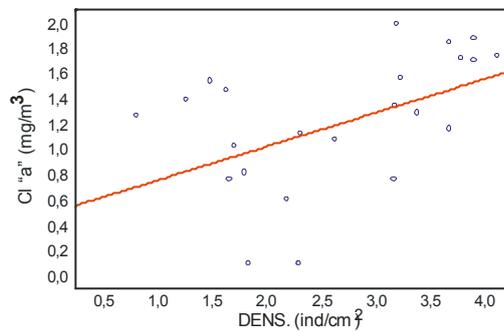
DENS.- Cl "a" = 0,0083+0,359*x



RIQ.- Cl "a" = 0,6705+0,4104*x



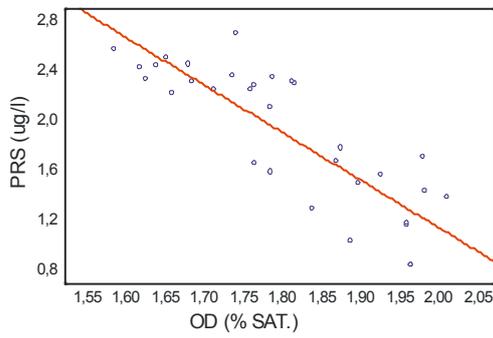
DENS.- Cl "a" = 0,4529+0,2658*x



B.

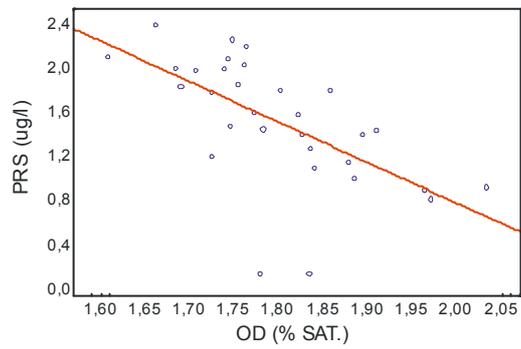
MEDIA LOMA AGRÍCOLA

PRS- OD = 8,5679-3,7988*x

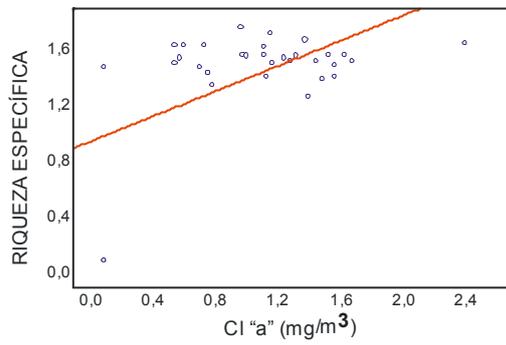


MEDIA LOMA MIXTO

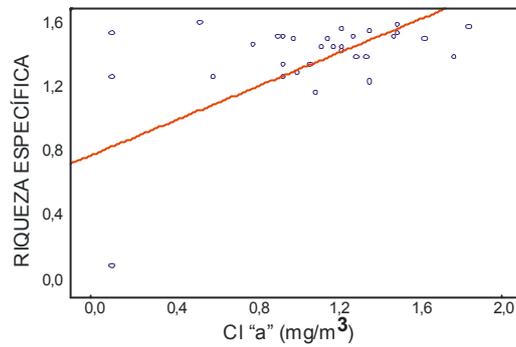
PRS- OD = 7,8963-3,6693*x



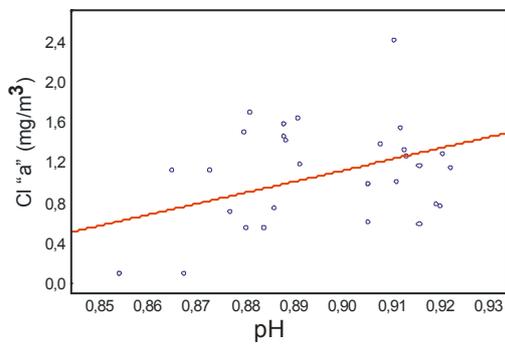
RIQ.- Cl "a" = 0,8889+0,4498*x



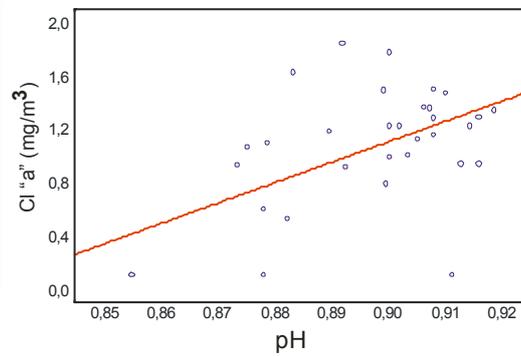
RIQ.- Cl "a" = 0,7398+0,5286*x



Cl "a"- pH = -8,8241+10,9819*x



Cl "a"- pH = -12,7027+15,3062*x



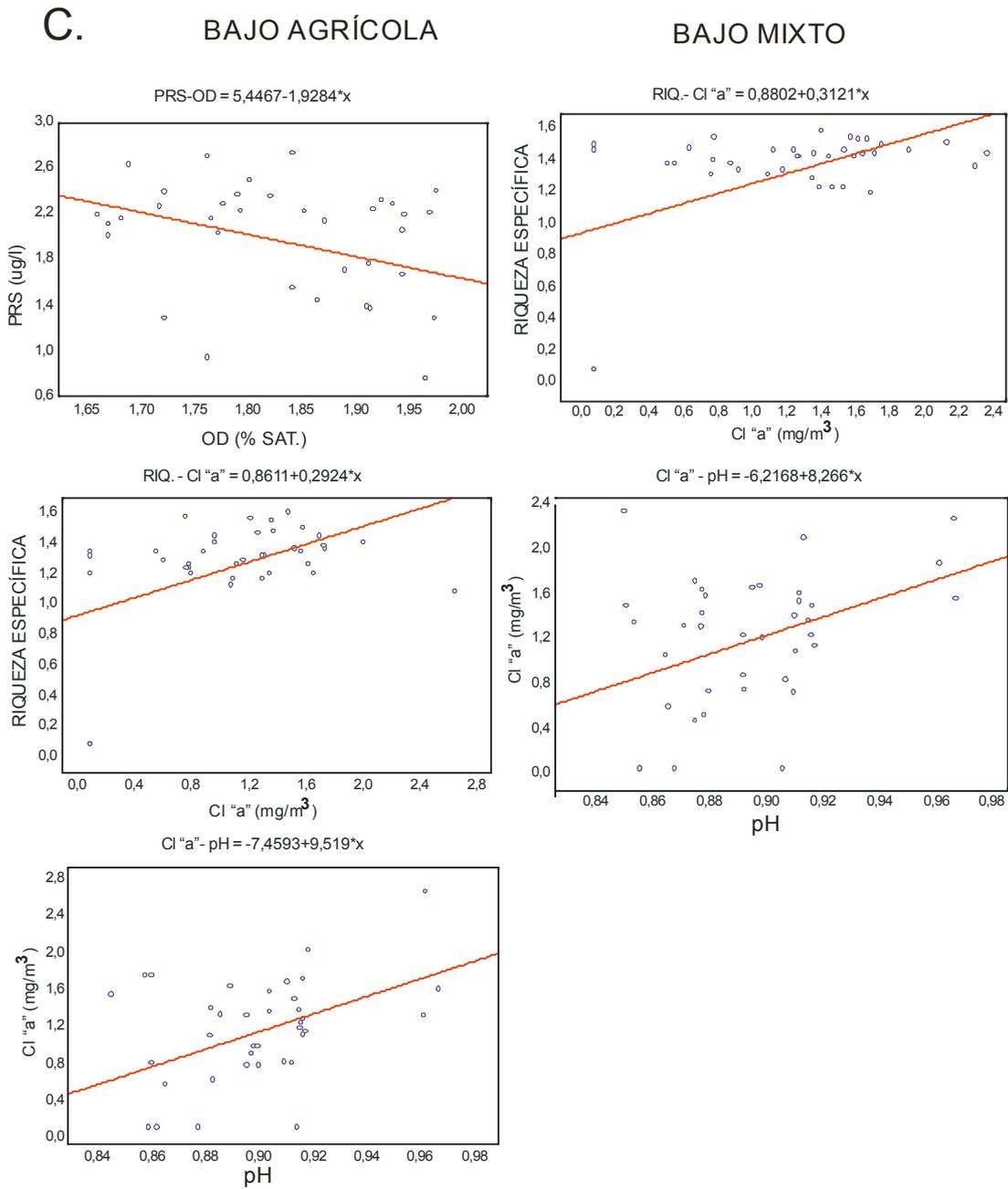


Figura 32- Rectas de regresión entre las variables ambientales y biológicas para cada topografía y uso: Loma uso agrícola y mixto (A); Media Loma uso agrícola y mixto (B.) y Bajo uso agrícola y mixto (C.) Referencias: oxígeno disuelto (OD), fósforo reactivo soluble (PRS), clorofila "a" (Cl "a"), riqueza específica (RIQ.) y densidad (DENS.). Se graficaron los pares de variables que presentaron un r significativo.

4.3- DISCUSIÓN

4.3.1- EFECTOS DE LA INUNDACIÓN SOBRE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN EL AGUA.

pH

El pH del agua que inunda un suelo depende del pH del agua previo a la inundación, del pH del suelo, de la actividad algal y de la cobertura de plantas (Ponnamperuma 1985; Reddy & DeLaune 2008).

El pH del agua usualmente está regulado por la actividad fotosintética de las comunidades del perifiton y del plancton y, dependiendo de la alcalinidad del agua, el pH se incrementa en el día y decrece en la noche, cambios que están relacionados a la presencia o no de dióxido de carbono (Reddy & DeLaune 2008). En los primeros tres días de inundación el pH tuvo un leve incremento atribuido principalmente a la actividad fotosintética, ya que se observó un pequeño aumento de la clorofila “a” en esa instancia. El pH luego decrece levemente probablemente relacionado a reacciones de óxido-reducción de los ambientes reducidos más que a la actividad algal que era escasa en esta etapa y a que los protones (H^+) dominan el sistema bajo condiciones reducidas (Quaíni 2011). En las etapas intermedia y final, los aumentos del pH fueron atribuidos principalmente a la actividad fotosintética, ya que se registraron valores elevados de clorofila “a” como estimación de la actividad algal, con valores significativos entre dichas variables, principalmente en las topografías con mayor tiempo de inundación como Media Loma y el Bajo. En Loma la correlación no fue significativa debido posiblemente a las variaciones de la clorofila “a” en los primeros días de la inundación y a los valores más estables del pH. El pH, en presencia de algas, sufre fluctuaciones diarias aumentando en las horas de luz y disminuyendo en las horas de oscuridad. Un

aumento en la actividad fotosintética produce un aumento del pH debido a la disminución relativa de la presión parcial del CO₂ (Ponnamperuma 1985; Quaini 2011).

Conductividad

En todas las topografías, la conductividad presentó variaciones en forma gradual a través del tiempo, siendo más marcadas en las topografías más bajas y disminuyendo levemente en la etapa final del ensayo donde la permanencia del agua fue mayor. Los cambios en la conductividad están relacionados con las reacciones que producen los iones y con aquellas que los inactivan o reemplazan (Ponnamperuma 1972).

Potencial de óxido-reducción (ORP)

Al igual que lo expuesto para el primer ensayo, el potencial de óxido-reducción, el oxígeno disuelto y el pH del agua, muestran una fuerte correspondencia en los suelos y esto se debe a que el potencial de óxido-reducción es una medida directa del nivel de aireación y de la actividad eléctrica de un ambiente, análogo a la medición de OD y del pH que mide la actividad de los H⁺ (Ponnamperuma 1972).

Según distintos autores (Ponnamperuma 1972; Reddy & DeLaune 2008), el rango del potencial de óxido reducción (Eh) de un suelo inundado que permanece varias semanas sumergido es entre 200 y 0 mV, pudiendo alcanzar valores negativos de acuerdo a las características del suelo y al tiempo de inundación. Los valores registrados durante el ensayo, en todas las unidades experimentales fueron inferiores a 326 mV. El suelo tiene características reductoras con valores por debajo del rango 200-300 mV

(Ponnamperuma 1972). Las unidades experimentales estudiadas presentaron valores dentro de este rango, con excepción de la topografía de Loma donde en la etapa inicial de la inundación se observó que una de las réplicas tuvo valores negativos (-250 mV), en coincidencia con valores bajos de saturación de oxígeno. Estos datos no coinciden

con los registrados por Quaíni (2011), donde los valores de Eh registrados en el agua de inundación de los suelos estudiados de Valdés corresponden en general a los de un ambiente en estado moderadamente reducido, pero nunca fueron menores a cero.

Loma presentó los mayores valores promedio de materia orgánica en el suelo, generando los procesos de descomposición por parte de los microorganismos del suelo que pueden provocar la disminución del oxígeno presente. En los suelos, además de las bacterias, los protistas y los hongos, existen metazoos que son cruciales para el procesamiento de la materia orgánica, triturando el material vegetal y dando lugar al ciclo del carbono, el nitrógeno y otros nutrientes (Williams 2006). La marcada disminución inicial del potencial de óxido reducción, se debería a la liberación de sustancias reducidas y a la disminución del OD ya que la descomposición de la MO del suelo acelera esta disminución (Ponnamperuma 1972). Loma fue uno de los ambientes más reducidos respecto al resto de las topografías. Otro factor posible pudo haber sido la falta de actividad fotosintética que compense el desbalance del oxígeno en el medio, ya que en esa instancia los valores de clorofila “a” fueron bajos. Los suelos con mayor tiempo de residencia del agua presentaron un incremento en el potencial de óxido reducción al transcurrir los días de inundación, principalmente en las etapas intermedias y finales del Bajo, asociadas al incremento de la biomasa algal y la actividad fotosintética.

Oxígeno disuelto (OD)

El OD del agua descendió en la primera etapa de inundación (entre un 40 y un 60 %), respecto a la condición del agua inicial de inundación, siendo el mayor descenso en la topografía de Loma. Este descenso pudo deberse al rápido consumo por los organismos aeróbicos, a los procesos químicos de oxidación y a la difusión entre el agua y el suelo (Tusneem & Patrick 1971; Ponnampereuma 1972; De Datta 1981; Ponnampereuma 1985; Roger 1996). En la etapa intermedia de la inundación y en el comienzo de la etapa final, el % de saturación de oxígeno aumentó gradualmente, en coincidencia con un aumento en la concentración de clorofila “a” en esta etapa (desde D12 a D26), en relación con la actividad fotosintética de las algas. Hacia el final del ensayo, en la topografía del bajo, el oxígeno presentó un descenso atribuido al incremento de la respiración por organismos de mayor porte como los microcrustáceos y al consumo de oxígeno por procesos de descomposición de la materia orgánica. Este proceso de descomposición se encuentra influenciado por varios factores como la composición física y química de las plantas, la temperatura del ambiente y la composición de los microorganismos descomponedores (Muñoz Arboleda 2006; Petersen & Cummins 1974; Pinna & Basset 2009; Li et al. 2003).

Turbidez

Las características químicas del agua de inundación van a depender en principio del agua que inunda así como de las características del suelo (Watanabe & Roger 1985). La turbidez presentó diferencias significativas respecto al sitio y al uso. El aumento de la turbidez hacia las etapas finales en Loma uso agrícola y en ambos usos del Bajo, pudo deberse al incremento de la materia orgánica disuelta en la columna de agua al avanzar el tiempo de inundación, evento que fue observado en el ensayo léntico I y en estudios realizados en suelos inundados temporalmente (Quaíni 2011).

ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA ALGAL POR MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LA CLOROFILA “a” (Cl “a”)

Si bien el análisis de correlación arrojó valores cercanos a cero entre el PRS y la clorofila “a” en la mayoría de los tratamientos de Media Loma y el Bajo, se pudo observar que en todos los sistemas estudiados hubo un aumento de clorofila “a” en concordancia con aumentos en la concentración de los nutrientes en el medio, en determinados momentos del ensayo, principalmente en la etapa intermedia de la inundación. En estudios previos de suelos inundados, Quaini (2011) observó que, en los sitios con mayor tiempo de inundación, el ambiente es más estable que en el sitio inundado durante cinco días, permitiendo a la comunidad alcanzar un mayor nivel de complejidad con un desarrollo algal que estuvo estrechamente relacionado a la concentración de PRS y nitratos en el agua. En la inundación de más de tres meses, se pudo observar la presencia de algas filamentosas en la columna de agua y en las paredes de los frascos, lo que explicaría el aumento de clorofila “a” al finalizar el ensayo. Dicha apreciación personal, coincide con lo observado por Quaini (2011), quien describió la presencia de especies filamentosas de cianobacterias y diatomeas en suelos con 60 días de inundación.

DINÁMICA DEL FÓSFORO (INTERFASE SUELO-AGUA)

La acumulación del fósforo en los sistemas de humedales está regulada por la vegetación, el perifiton y el plancton así como por las propiedades físicas y químicas del suelo, la velocidad, la profundidad del cuerpo de agua, y las fluctuaciones hidrológicas, entre otros factores (Reddy & DeLaune 2008).

En los primeros días de inundación se observó una disminución en la concentración de fósforo del suelo en casi todas las topografías, excepto en Loma agrícola y Media Loma uso mixto. Paralelamente se observó que la fracción de fósforo disponible (fósforo reactivo soluble) fue muy superior a la concentración inicial del agua de inundación (4,76 $\mu\text{g/l}$), indicando que la difusión de fósforo se produjo rápidamente desde el suelo al agua cuando ocurrió la inundación.

Cuando el suelo sufre el disturbio de la inundación, las fases sólida y líquida del suelo se mezclan y el fósforo se transfiere desde el suelo al agua de inundación (Watanabe & Roger 1985). El aumento de fósforo disponible en el agua es característico en estos ambientes inundados, donde el agua desplaza el aire de los poros del suelo y se genera anoxia. Esto pudo corroborarse en la mayoría de los tratamientos estudiados ya que la relación entre el OD y el PRS arrojó valores negativos de correlación, en muchos casos siendo estos altamente significativos, como en Media Loma uso agrícola. Otros elementos pasan a ocupar el lugar del oxígeno como aceptores de electrones como el Fe y Mn que, en estado oxidado, forman compuestos con el P y luego con la inundación y la consecuente disminución del potencial redox, se reducen y lo liberan (De Datta 1981; Hossner & Baker 1988; Sharpley et al. 1995; Pant & Reddy 2003; Chacón et al. 2005). La mayor parte del P incorporado a la columna de agua corresponde a la fracción de fósforo disponible (PRS) (Watanabe & Roger, op cit; Gilliam et al. 1999; Pant & Reddy 2003). Existen otros factores que intervienen en la disponibilidad del fósforo en la columna de agua, se ha reconocido que el reingreso de nutrientes a la columna de agua se ve favorecido por la resuspensión de sedimentos por el efecto del viento (Nagid et al. 2001; Krogerus & Ekholm 2003; Borell Lövstedt & Bengtsson 2008) y el burbujeo de gases derivados de la descomposición de la materia orgánica o la bioturbación (Wetzel

2001). En nuestro ensayo, el viento no fue un factor a considerar, pero sí pudieron influir los procesos de bioturbación y el burbujeo.

En Loma, las concentraciones de fósforo reactivo soluble (PRS) y fósforo total (PT) a lo largo del ensayo superaron los valores de concentración de los sitios más bajos en ambos usos, pero principalmente en el agrícola. La incorporación de P al agua no estuvo directamente relacionada a la concentración previa de PT en el suelo, ya que la topografía de loma registró los valores promedio de concentración de PT del suelo más bajo pero los valores más altos de concentración de fósforo en agua. Estos resultados coinciden con los de Ponnamperuma (1985) y Quaini (2011) que indican que el P no siempre está disponible en un suelo aeróbico luego de una inundación ya que si bien un suelo puede tener elevados niveles de P antes de la inundación, dependerá en qué forma se encuentre biodisponible durante la inundación.

Otros factores que influyen son los procesos de fertilización del sitio y la composición de las partículas del suelo, ya que la textura arenosa, como en la Loma, es inerte y no tiende a adsorber los complejos asociados al fósforo y este puede ser liberado más fácilmente. La capacidad de un suelo de proveer fósforo a los cultivos depende de la velocidad y cantidad de desorción (Silva & Rossi 2011). Giuffré de López Camelo (1989) encontró que en suelos de la región pampeana, en general, la adsorción de fósforo se correlaciona en forma positiva con el porcentaje de arcilla, la capacidad de intercambio catiónico, el calcio intercambiable, el porcentaje de óxidos de hierro y, en forma negativa, con la reacción de pH del suelo y el tenor de fósforo extractable. En otros suelos de Argentina, Mendoza (1986) observó que la capacidad de adsorción de fósforo del suelo aumenta con el aluminio extractable, principalmente como óxidos amorfos, y con el contenido de arcilla del suelo. La composición granulométrica de

Loma presentó bajos porcentajes de arcillas, por lo que se consideró que este suelo presentó una baja capacidad de adsorción de fósforo.

La incorporación de PRS del suelo al agua provee nutrientes para el incremento de la biomasa algal y los procesos de sucesión relacionados a sistemas de pastoreo y herbivoría. En los primeros días de inundación se observó un leve incremento de la concentración de clorofila "a", y también valores más elevados de PT en casi todos los tratamientos. La relación en esta instancia de PRS y PT mostró que gran parte del fósforo del sistema se encuentra en forma lábil (disponible para las algas) y otra parte ya se encuentra incorporado a los organismos (fósforo intrabiótico). La descomposición de los restos de vegetación que se encontraron en el suelo previamente a la inundación, pudo ser una fuente importante de nutrientes de liberación lenta durante la inundación (Banta & Mendoza 1984; Reddy & DeLaune 2008).

Al avanzar los días de inundación (etapas intermedia y final), el fósforo total si bien presentó valores inferiores a los de la etapa inicial, fueron superiores a los del PRS, en la mayoría de los casos, indicando que parte del fósforo del sistema pudo haber estado en forma intrabiótica incorporado en las algas (Quáini 2011), las cuales tienen un incremento mayor en esta etapa y, en los organismos consumidores que en esta instancia son abundantes. En esta etapa se observó un incremento de la biomasa algal y de la actividad fotosintética por parte de los productores que pudo generar el aumento del nivel de oxígeno al medio que ayudó a la mineralización de la materia orgánica y generó la liberación nuevamente de componentes de fósforo. El reciclado de la materia orgánica en las etapas avanzadas de la inundación devuelve el fósforo lábil al sistema y esto se pudo observar en la etapa intermedia de la inundación (D40 y D54) en media loma uso agrícola donde hubo un incremento del PRS, con valores cercanos al PT.

DISPONIBILIDAD DE FÓSFORO EN EL SUELO (POS-INUNDACIÓN)

Teniendo en cuenta las inundaciones de larga duración de este estudio y considerando los 54 días de inundación (tratamientos de Media Loma agrícola) y los 96 días de inundación (tratamiento del Bajo uso agrícola y uso mixto), se pudo observar que la concentración del fósforo total del suelo luego de la extracción del agua fue inferior a la registrada en la condición previa a la inundación (fósforo total inicial del suelo). Esto pudo deberse a que parte del fósforo que se encontró en la columna de agua como fósforo orgánico (intrabiótico) o como fósforo lábil se extrajo mediante la filtración del agua para los recuentos de organismos, sin poder reincorporar esa porción de fósforo al suelo. En condiciones naturales, los procesos de evaporación, lixiviación o escorrentía superficial, son factores que pueden afectar las concentraciones de fósforo en el suelo a posteriori de un evento de anegamiento (Reddy & DeLaune 2008; Quaini 2011). Estos factores, con excepción de los procesos de lixiviación, no se observaron en nuestro estudio ya que los microcosmos estuvieron tapados.

FRACCIONES DE NITRÓGENO EN EL AGUA

El amonio mostró diferencias en su concentración en la posición topográfica de Loma respecto a Media Loma y el Bajo. La diferencia en la carga de este compuesto en el suelo puede deberse a diferentes procesos, uno de los cuales puede ser la utilización de compuestos con amonio (fosfato de amonio) en los procesos de fertilización durante prácticas agrícolas. Se ha registrado que, en lagunas, la liberación de amonio del sedimento en momentos de anaerobiosis y dependiendo el estado trófico del cuerpo de agua puede alcanzar valores del orden de mg N/l (Conzonno 2009). Otro factor es la descomposición de la materia orgánica del suelo, donde se libera amonio y aumenta la concentración en el agua de inundación (De Datta 1981; Reddy & DeLaune 2008).

La amonificación es la conversión del nitrógeno orgánico en amonio, que es una especie inorgánica, y de esta manera el amonio es el producto final de la descomposición de la materia orgánica efectuada por bacterias heterótrofas (Conzonno 2009). Una vez en el medio, el amonio puede ser asimilado por las algas para la síntesis de materia orgánica nitrogenada o puede ser convertida a nitrito por oxidación bacteriana (Conzonno 2009).

En Loma la disponibilidad de oxígeno fue menor que en el resto de los sitios con bajos porcentajes de saturación en las etapas inicial e intermedia de la inundación que pudieron generar microclimas anóxicos que generaron la liberación de amonio acumulado en el suelo y por otro lado, los valores bajos de saturación de oxígeno en Loma, pudieron limitar los procesos de nitrificación. En las topografías bajas, el amonio se mantuvo en bajas concentraciones a lo largo de todo el ensayo, predominando la concentración de nitratos.

En la primera etapa de la inundación en Loma y Media Loma, ambos usos, y el Bajo uso agrícola, las concentraciones promedio de los nitratos presentaron valores superiores a la condición inicial del agua, aumentando esta concentración en las topografías más bajas. Los incrementos de nitratos en la primera etapa de la inundación pudieron deberse a procesos de nitrificación. En las etapas intermedia y final disminuyen las concentraciones de los nitratos debido al consumo por parte de las algas y a procesos de desnitrificación que generaron la transformación de los nitratos en nitrógeno atmosférico en suelos anaeróbicos (Simon 2002). El equilibrio del nitrógeno en el sistema del suelo, depende del contenido y la naturaleza de la materia orgánica, del potencial de óxido reducción, del pH y la temperatura. En suelos sumergidos, las principales transformaciones son la acumulación de amonio, la desnitrificación y la fijación de nitrógeno (Ponnanperuma 1972).

En el Bajo uso mixto, los valores de nitratos superaron ampliamente la concentración del agua inicial en la primera etapa y en la etapa intermedia de la inundación y se observó una disminución en la etapa final. En estudios previos realizados en el área de estudio, Quaini (2011) observó que en la topografía más baja los nitratos presentaron los valores más altos y fueron asociados a procesos de escorrentía superficial y acumulación en ese sitio. Asimismo, se observó que con la inundación más prolongada (etapa final del Bajo), hubo una marcada disminución de los nitratos. Esto estuvo relacionado estrechamente al consumo por parte de los microorganismos productores que registraron un gran desarrollo desde las etapas intermedia y final de la inundación.

4.3.2- EFECTOS DE LA INUNDACIÓN SOBRE LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES (RIQUEZA, DENSIDAD, DIVERSIDAD, ETAPAS DE LA SUCESIÓN, Y ESTRATEGIAS FRENTE A LA DESECACIÓN)

RIQUEZA ESPECÍFICA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

Se pudo observar que existe una relación entre el número de *taxa*, la posición topográfica y el tiempo de inundación. Respecto al tiempo, en todos los sitios estudiados se observó un aumento en la riqueza hacia la etapa intermedia de la inundación que luego disminuyó levemente hacia el final en la inundación prolongada. El análisis de las diferencias entre medias corroboró, en forma general, que los valores más elevados de riqueza estuvieron relacionados a los sitios con más tiempo de inundación. Estos datos coinciden con estudios de sucesión en suelos inundados realizados en el lugar (Quaini 2011; Solari et al. 2018).

Los protistas (ciliados y amebas) fueron el grupo dominante en la topografía de Loma. Los ciliados, presentaron altas densidades que fueron en aumento con los días de inundación, estos organismos presentan amplios rangos de tolerancia a variables

ambientales, son muy sensibles a los niveles de humedad y algunas especies tienen la capacidad de producir estados resistentes en condiciones de sequía (Foissner 1987).

Los rotíferos superaron ampliamente en número de *taxa* al resto de los grupos en Media Loma y en el Bajo. Muchas especies de rotíferos están adaptadas para vivir en diversos tipos de hábitat (Fontaneto et al. 2011). Estos organismos juegan un papel muy importante en el ciclo de nutrientes en el suelo, siendo muchos bdeloideos típicos de este ambiente y considerados organismos pioneros (Lee et al. 2001; Pourriot 1979; Donner 1965). La reproducción por partenogénesis y la habilidad de anhidrobiosis en los bdeloideos, ayuda a que sobrevivan en condiciones desfavorables y que tengan una buena predeterminación a la colonización y a ser altamente resistentes a muchos factores que pueden afectar el desarrollo de la comunidad (Ricci 1987).

Los rotíferos monogononta tienen una expectativa de vida corta, viven en suelos de partículas más gruesas y sus huevos latentes presentan inactividad durante días, meses o años, mientras que los bdeloideos tienen una expectativa de vida tres veces superior (30 a 40 días), habitan en ambientes con partículas más finas y se pueden volver inactivos en respuesta a la perturbación del ambiente (anhidrobiosis) y recuperarse rápidamente. Un rotífero en anhidrobiosis, ante el retorno del agua al ambiente, reanuda su actividad en pocas horas (Ricci 2001). Esto puede explicar la presencia de especies de bdeloideos a lo largo del ensayo, mientras algunas de las especies de monogononta aparecieron en determinados momentos.

Una característica que hace que los ciliados y los rotíferos sean grupos ubicuos, es la capacidad de muchos de ellos de producir formas de resistencia que les permiten sobrellevar los períodos en que las condiciones del ambiente resultan desfavorables para su desarrollo, de modo que se encuentran adaptados a sobrevivir a la pérdida completa del agua del ambiente (Cohen & Shurin 2003; Foissner 1987; Brock et al. 2003).

Ambos grupos, ciliados y rotíferos, fueron componentes importantes en el circuito microbiológico del agua que inundó los suelos estudiados y responsables, como ocurre en muchos ambientes acuáticos, del principal consumo de la producción primaria y bacteriana (Lynn 2007).

En los suelos con mayor tiempo de inundación se pudo observar un aumento en el número de especies y de la diversidad. La diversidad en Loma estuvo sujeta a cambios en las abundancias de ciertas especies de protozoos, mientras que, en las topografías con más tiempo de exposición al agua, la diversidad fue máxima en las etapas intermedias y finales. La diferencia entre las medias para la diversidad entre los sitios estudiados, corroboró los valores más elevados en las topografías más bajas, con valores levemente superiores en Media Loma respecto al Bajo.

En estudios previos (Quaini 2011), en los sitios que permanecieron dos meses inundados, se encontró una comunidad que aumentó su complejidad en el tiempo. Hacia el final de la inundación la riqueza de especies y los tipos de hábitos alimenticios aumentaron, indicando que la complejidad de la comunidad de consumidores se alcanza con posterioridad a la de la comunidad de productores libres. En nuestro ensayo, la complejidad de la comunidad coincidió con aumentos en los valores de clorofila “a”, que se observaron en las etapas intermedias y finales, principalmente en el Bajo agrícola que mostró los valores más elevados de clorofila al final. En Loma las densidades fueron las más altas a lo largo del ensayo, principalmente por la influencia de los ciliados, que son organismos que en condiciones favorables tienen crecimientos rápidos, ya que son oportunistas y presentan variaciones en los hábitos alimenticios, esto se corroboró con el análisis de diferencias de medias para la densidad que dieron valores superiores en Loma respecto al resto de las topografías. La ausencia de organismos filtradores y pastoreadores de mayor biomasa en esta topografía, que sí están presentes

en las topografías de Media Loma y el Bajo, pudo haber favorecido los picos de densidades de los protozoos ante una menor presión de depredación y de competencia por los recursos, con una correlación significativa entre la clorofila “a” y la densidad. La permanencia de estos organismos durante la mayor parte de la inundación indica que son organismos capaces de crecer bajo condiciones muy distintas de oxígeno disuelto, pH y potencial redox, lo que representa una estrategia adaptativa de los ciliados en estos ambientes (Foissner 1997). La relación entre la densidad y la clorofila “a” no tuvo correlación en las topografías con mayor tiempo de inundación, posiblemente a la presencia de tramas tróficas más complejas y en consecuencia una mayor disponibilidad de recursos alimenticios.

En Media Loma y el Bajo, las densidades de los protozoos si bien superaron la del resto de los grupos, no fueron tan altas como las observadas en Loma. En estos sitios los rotíferos tuvieron la riqueza específica más alta, sin embargo, sus densidades fueron bajas. Las diferentes especies de rotíferos pueden ser encontradas prácticamente en todos los lugares donde haya agua, como lagos y ríos, ambientes litorales, bentónicos, así como perifíticos (Nogrady et al. 1993). Sin embargo, la baja abundancia del grupo durante el ensayo, pudo deberse a la competencia de alimento con copépodos calanoideos y a la presión de depredación por parte de los ciclopoideos (José de Paggi 1993, 1995). La competencia es la relación más ubicua entre las especies (Amarasekare 2011), pudiendo actuar de manera directa interfiriendo, limitando o reduciendo la densidad poblacional (Pianka 2000), así como de forma indirecta, cuando dos o más poblaciones utilizan el mismo recurso o cuando éste es escaso puede ocasionar que un competidor superior desplace a un competidor inferior (Amarasekare 2011). Los rotíferos son importantes cuando disminuye la abundancia de los cladóceros, debido a que los recursos pueden ser consumidos sin competencia por interferencia. Los rotíferos

y los cladóceros como *Daphnia* se alimentan de partículas del mismo tamaño y estudios experimentales han demostrado la exclusión competitiva de rotíferos por cladóceros de este género (Gilbert 1985). Tanto los cladóceros como los copépodos tienen superioridad competitiva por sobre los rotíferos (Brooks & Dodson 1965) y se ha observado que las poblaciones de rotíferos pueden ser afectadas por los cladóceros a través de la competencia directa por los recursos compartidos (Conde- Porcuna et al. 2004).

Los crustáceos, principalmente los cladóceros y los ostrácodos, se registraron en las etapas intermedia y final de la inundación, con escasa abundancia. Es conocido que en los crustáceos la duración del desarrollo embrionario está en función de la temperatura, mientras que la duración del desarrollo post-embrionario está influenciada por la disponibilidad del alimento (Hardy & Duncan 1994). Por lo tanto, la competencia por los recursos es uno de los factores más influyentes sobre la dinámica del zooplancton (Ferrando 2015).

Muchas especies de nematodos presentes en el suelo viven en la película de agua que rodea a las partículas de suelo, y tienen la capacidad de sobrevivir a deshidrataciones periódicas en estado de criptobiosis (Ruppert & Barnes 1995). Bongers (1990) y Bongers & Bongers (1998), realizaron una división de los nematodos del suelo según sean colonizadores o persistentes, (similares a los estrategias “r” o “k”) asignando un valor denominado “cp” del 1 al 5. Siendo los de valor Cp 1 (“r”), organismos con ciclos de vida cortos, con alta fecundidad, que pueden sobrevivir en ambientes perturbados, y principalmente bacterívoros. Los Cp2, con ciclos de vida más largos, tolerantes a condiciones adversas, con criptobiosis y alimentación principalmente bacterívora o fungívora. Los Cp4 - Cp5 (“k”), son aquellos de ciclos de vida más largos, con distintos tamaños, con poca producción de huevos, y mayor sensibilidad a los cambios del

medio, principalmente omnívoros o depredadores. En nuestro estudio se registraron nematodos de tipo Cp2, como los de la familia Tylenchidae y Cephalobidae y Cp4 como la familia Monochidae y Dorylaimidae: *Mesodorylaimus* sp. y *Dorylaimus* sp. Hay especies dentro del orden Dorylaimida que son edafobiontes, adaptados a condiciones terrestres y, ocasionalmente en agua dulce, mientras que especies de los géneros *Dorylaimus* y *Mesodorylaimus* se registraron en agua dulce, en ambientes litorales con sedimentos arenosos-limosos, y en zonas de aguas estancadas con cierto grado de contaminación (Antoficâ & Poiras 2009). Si bien *Dorylaimus* sp. y *Mesodorylaimus* sp. se registraron en las distintas etapas de la inundación, las especies representantes de las familia Tylenchidae y Mononchidae se asociaron con las etapas intermedia y final de la inundación. Posiblemente el tipo de estrategia de cada *taxa* hizo factible la persistencia del grupo durante todo el ensayo.

En los anélidos también pueden verse adaptaciones mediante la formación de capullos o migración vertical en el perfil del suelo (Springett et al. 1970; Uhía & Briones 2002). Los Enchytraeidae se consideran generalmente como una familia terrestre, sin embargo, hay numerosos registros en sedimentos saturados y húmedos, incluidos estanques, cauces y marismas (Williams 1993). Tienen diferentes estrategias a la desecación como la migración a microhábitats más profundos y húmedos del perfil del suelo, pero esta estrategia puede ser efectiva a corto plazo, a menos que la cantidad y calidad de alimento que se disponga pueda mantener o aumentar la población (Springett 1970; Uhía & Briones 2002). La segunda estrategia es la de sobrevivir en estado de capullo, más tolerante a la desecación (Nielsen 1955 a; Nielsen 1955 b; Lagerlöf & Strandh 1997). Los Naididae se encuentran en una gran variedad de hábitats acuáticos, pero alcanzan su mayor abundancia en aguas corrientes con sustrato de partículas gruesas (Williams 2006). Si bien durante el ensayo no se han registrado estructuras de

resistencia de estos *taxa*, la aparición de los mismos en estadio adulto en distintos eventos de la inundación probablemente esté relacionada con su presencia activa en el suelo previo a la inundación, con la migración en lo profundo del perfil del suelo en búsqueda de sitios con mayor humedad en momentos de sequía y con su emergencia a la superficie ante la inundación.

Los tardígrados tienen una gran capacidad fisiológica para sobrevivir ante situaciones desfavorables del ambiente, están dentro de los organismos que pueden producir diapausa y anhidrobiosis (Guidetti et al 2008) Crowe (1975) menciona cinco tipos de latencia para los tardígrados: anhidrobiosis, enquistamiento, anoxibiosis, criobiosis y osmobiosis. Cuando ocurre uno de estos estados disminuye el metabolismo y el crecimiento y la reproducción son reducidos o suspendidos, y resisten a condiciones extremas tales como sequía, calor, frío, productos químicos y radiación (Nelson 1991).

La capacidad de estos organismos para evitar la pérdida de agua se correlaciona con la síntesis de bioprotectores. Se ha planteado la hipótesis que la trehalosa es el principal bioprotector para estabilizar las proteínas, lípidos y los ácidos nucleicos de las membranas durante la anhidrobiosis. Crowe (1975), reportó el incremento en los niveles de trehalosa durante la anhidrobiosis de *Macrobiotus areolatus*, especie que se registró en el ensayo, por lo que se considera que esa fue una de las estrategias que presentó durante la desecación del suelo hasta la inundación. Los gastrotricos, es probable que sobrevivan con un tipo de huevo producido por partenogénesis, que le da resistencia a las bajas temperaturas y a la desecación. (Strayer & Hummon 1991). Brunson (1950) describe dos tipos de huevos, los taquiplásticos, que se desarrollan rápidamente, y los opistoblásticos o durables, que poseen mayor cantidad de vitelo y están cubiertos por una envoltura espesa, plegada y espinosa que los capacita para sobrevivir a la desecación. Los quetonótidos son prácticamente cosmopolitas, pudiendo desarrollarse

con concentraciones mínimas de oxígeno y hasta hay formas anaeróbicas (Ageitos De Castellanos & Lopretto 1990). En nuestro ensayo se registró una especie de *Chaetonotus* en las distintas etapas de inundación debido, posiblemente, a la tolerancia que tienen para sobrevivir en diferentes niveles de concentración de OD y al tipo de alimentación, ya que su alimento principal es a base de algas y protozoos, que fueron abundantes durante el ensayo.

SUCESIÓN DE LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES DURANTE LA INUNDACIÓN

Odum (1969) describe que en la etapa inicial de la sucesión los organismos tienden a ser pequeños, con ciclos de vida simples y tasas de reproducción rápidas. Los cambios en el tamaño parecen ser consecuencia o una adaptación a que los nutrientes pasen de inorgánicos a orgánicos (de extrabióticos a intrabióticos). De modo que, a medida que se desarrolla el ecosistema, la ventaja selectiva se traslada a organismos más grandes, con mayor capacidad de almacenamiento y ciclos de vida más complejos y que están adaptados para explorar las liberaciones estacionales o periódicas de nutrientes u otros recursos.

En los primeros días de inundación los protozoos y los rotíferos fueron los primeros en colonizar y también se registraron ciertas especies de copépodos ciclopoideos, en estadios larvales y adultos, muchos de ellos se mantuvieron hasta la etapa final de la inundación. Los copépodos, si bien necesitan un mayor tiempo de residencia del agua para aumentar su biomasa, son más aptos para resistir las interacciones biológicas como competencia de explotación e interferencia (Scholl & Kiss 2008). La etapa de diapausa de varias especies de ciclopoideos les permite sobrevivir períodos de sequía en el suelo de los cuerpos de agua temporales y emerger después de la incorporación del agua, aunque el patrón de emergencia puede variar entre las especies (Frisch 2002). El caso de

Cyclops vicinus, uno de los copépodos más comunes en lagos del centro de Europa (Kiefer 1978), puede generar una diapausa de verano relacionada con la disponibilidad del alimento, y esto ocurre en las etapas avanzadas de copepodito (Santer & Lampert 1995). El desarrollo cesa en el estadio de copepodito C4 o C5 acumulando lípidos, dejando de alimentarse y enterrándose en el sedimento durante semanas, incluso en condiciones de anoxia (Santer & Hanser 2006). La capacidad de crear estados de diapausa es muy importante en las poblaciones de lagunas temporales para poder sobrevivir el periodo de sequía y algunas especies forman incluso capullos hechos de mucus y partículas del suelo, para que así, enquistados, puedan perdurar (Miracle 2015).

Hay evidencia de ciertas estrategias adaptativas que se describen a continuación, que nos permiten argumentar la aparición de algunas especies en etapas tempranas de la inundación.

La diapausa se encuentra en el ciclo de vida de muchas especies, que son capaces de producir dos tipos de huevos: huevos subitáneos que son capaces de eclosionar a los pocos días de la puesta y huevos más resistentes capacitados para periodos de latencia. Los ciclopoideos solo producen huevos subitáneos, lo que le permite que puedan entrar en latencia como copepodito (Santer & Hanser 2006; Williams 2006). Dobrzykowski & Wyngaard (1993) y Naess & Nilssen (1991), describen que la diapausa se puede dar desde copepodito II hasta adulto, incluyendo hembras fertilizadas. Los copépodos pueden emerger de huevo a adulto en pocos días o semanas dependiendo de la especie y de los factores ambientales, especialmente temperatura y recurso alimenticio (Wyngaard & Chinnappa 1982).

Una de las especies encontradas en esta primera etapa fue *Acanthocyclops robustus*, con registros de emergencia como copepodito IV (Champeau 1970; Vijverberg 1977; Maier 1990), y como machos y hembras adultas (Bruno et al. 2001). Otra de las especies

registradas en la primera etapa de la inundación fue *Metacyclops mendocinus*, especie que también se registró previamente en un estudio de un ambiente temporario que emergía 48 hs posterior a la inundación, tanto machos como hembras ovígeras (Echaniz & Vignatti 2010).

Al avanzar el tiempo de inundación, se hicieron evidentes otras especies de copépodos que presentan desarrollos post-embrionarios más largos. Según Nogueira (2001), los copépodos calanoideos son estrategas K, con un periodo de crecimiento más largo y necesitan de condiciones ambientales más estables para el desarrollo de sus poblaciones que las requeridas por los copépodos ciclopoideos. Los copépodos calanoideos pueden producir huevos subitáneos y huevos de diapausa (Hairston et al. 1985) pudiendo éstos últimos ser los que se encontraron en el banco de inóculos en el suelo pre-inundación. Otra especie como *Tropocyclops prasinus*, que emerge como copepodito VI (Taylor & Mahoney 1990), fue registrada en este estudio como adulto en las etapas finales del ensayo.

En las etapas intermedia y final de la inundación, se hicieron evidentes otros grupos de crustáceos como los ostrácodos detritívoros y cladóceros filtradores. Los huevos diapáusicos de muchos de estos *taxa* pueden permanecer enterrados viables durante largos periodos de tiempo, hasta siglos en copépodos y cladóceros (Hairston et al. 1995; Cáceres 1998). Los ostrácodos presentan ciertas adaptaciones para sobrevivir a la desecación como cerrar fuertemente su caparazón y esperar en el fango que su hábitat vuelva a tener agua suficiente, siendo esta una estrategia para pocos días o algunas semanas. La estrategia más efectiva en ambientes acuáticos temporales consiste en producir huevos de resistencia, los cuales pueden resistir meses o incluso años en estado latente (Baltanás & Johanes 2015). Estos huevos pueden ser muy tolerantes al estrés ambiental en general, ya sea temperaturas altas o bajas, falta de oxígeno, productos

tóxicos o rayos ultravioletas. Estos huevos son más comunes en la familia Cyprididae que en otros linajes (Karanovic 2012). Estos huevos a su vez pueden favorecer la dispersión por diferentes agentes como las aves o el viento o por dispersión antrópica (Karanovic 2012; Baltanás & Johanes 2015), favoreciendo también una nueva colonización (Karanovic 2012). Esto permitiría explicar la presencia de los *taxa* de la familia Cyprididae a partir de la eclosión de los huevos de resistencia, principalmente en las etapas intermedia y final. La emergencia y el desarrollo de estos crustáceos ocurrieron en coincidencia con el aumento de la clorofila “a”, como estimación de la biomasa algal, por lo que las variaciones temporales de la cantidad y calidad algal, tienen importancia en la estructura de la comunidad y las interacciones entre especies (Kirk 2002).

Los microcrustáceos acuáticos están influenciados por el ambiente físico (Dodson 1992), por las condiciones químicas del agua (Krylov 2004), y por las interacciones biológicas entre las comunidades (Scheffer 1998). Todo lo expuesto previamente permite afirmar que estos organismos juegan un papel importante en el metabolismo de los ecosistemas acuáticos, debido a su posición intermedia en la cadena alimentaria, por lo tanto, pueden estar influenciados por procesos Bottom - up y Top - down (Simões et al. 2011).

SUCESIÓN DE GRUPOS TRÓFICOS EN EL TIEMPO DE INUNDACIÓN

Etapa inicial (Di hasta D26)

En esta etapa de la inundación, alrededor de la mitad de los *taxa* registrados fueron omnívoros, principalmente protozoos como *Frontonia* sp. y *Euplotes* sp. que se alimentan de algas, bacterias y pueden incorporar a su dieta otros ciliados pequeños y flagelados; *Halteria* sp. y *Chilodonella* sp. que presentan alimentación bacterívora-alguívora (Bick 1972; Oksana et al. 2006) y otros aportes fueron de *Colpoda inflata*, *Colpidium* sp. y una especie de Oxytrichidae. Si bien no se midió la tasa de crecimiento de las bacterias, podemos inferir que fue un recurso disponible, ya que muchos de los organismos mencionados las incorporan como recurso, también se registraron ciliados como *Cyclidium* sp. y los nematodos *Acrobeles ciliatus* y una especie de Cephalobidae, que tienen alimentación exclusivamente a base de bacterias. Las amebas más representativas de esta etapa fueron especies de los géneros *Arcella*, *Euglypha*, *Trinema*, *Cyclopyxis*, *Nebela*, la especie *Netzelia gramen* y los heliozoos. El crecimiento de estos grupos de protozoos (ciliados y amebas), pudo estar relacionado con el incremento paulatino de la biomasa algal en el medio, que es un recurso principal para muchos de estos *taxa*. Esto fue corroborado con una correlación significativa entre la riqueza y la clorofila “a”.

La alimentación de muchas amebas se basa en bacterias, microalgas, microorganismos de pequeño y mediano tamaño así como de metazoos (Laybourn & Whyman 1980; Coûteaux & Pussard 1983; Torres 1996; Gilbert et al. 2000; Meisterfeld 2000; Santibañez et al. 2011). El incremento algal también favoreció la aparición de rotíferos herbívoros como los bdeloideos, especies de *Lecane* y *Lepadella*, que son micrófagos de tamaño mediano (Obertegger et al. 2011). Los metazoos omnívoros de esta etapa fueron poco abundantes y estuvieron representados principalmente por crustáceos

copépodos, tanto copepoditos como adultos de *Paracyclops fimbriatus*, que obtuvieron del medio distintos recursos para alimentarse, ya que pueden comer algas, protozoos y otros organismos acuáticos. Los nematodos juveniles y los adultos de *Dorylaimus* sp. se alimentan de algas, bacterias, hongos y organismos de menor tamaño (Ibáñez 2011) mientras que los gastrotricos se alimentan de protozoos, algas, bacterias y partículas del suelo (Williams 2006). Todos estos componentes de la dieta de los *taxa* descritos se encontraron disponibles durante esta etapa, principalmente las algas y los protozoos.

Los crustáceos herbívoros estuvieron representados por larvas nauplii, copepoditos y adultos de *Notodiaptomus incompositus* y por el ciclopoideo *Microcyclops anceps*. Se registraron cladóceros, en bajas densidades, como *Alona yara*, *Ceriodaphnia dubia*, *Coronatella poppei*, *Pleuroxus aduncus*, *Chydorus sphaericus* y especies de *Daphnia*.

A pesar que la biomasa algal tuvo un incremento al finalizar esta etapa, es probable que la competencia por el alimento entre los *taxa* herbívoros mencionados determinó la poca abundancia de los microcrustáceos presentes.

Otros *taxa* de esta etapa fueron los depredadores como los ciliados *Litonotus* sp., *Enchelydium* sp., *Prorodon* sp., *Trachelius* sp., *Dileptus* sp. y *Tokophrya quadripartita*, que se alimentan de otros ciliados como *Cyclidium*, *Euplotes*, (abundantes en esta instancia) o pequeños flagelados, rotíferos bdeloideos y pequeños oligoquetos (Bick 1972). Los metazoos depredadores fueron rotíferos (*Asplanchna* sp. y especies de *Cephalodella* y *Trichocerca*). *Asplanchna* sp., que en general se considera omnívoro, se alimenta también de otros rotíferos (Kappes et al. 2000), mientras *Trichocerca* sp. y *Cephalodella* sp., son considerados raptorales (Obertegger et al. 2011). Otros depredadores de esta etapa fueron, nematodos de la familia Mononchydae, quelicerados acáros (gamásidos) y entre los crustáceos, los copépodos *Acanthocyclops robustus* y *Metacyclops mendocinus*, que pudieron recurrir a pequeños organismos muy

abundantes, para su alimentación. La vía de alimentación detritívora se evidenció hacia el final de la etapa, con ostrácodos juveniles y adultos de *Heterocypris* sp., *Chlamydotheca incisa* y *Cypridopsis* sp. , atribuido al incremento de la materia orgánica en el suelo. El tipo de alimentación de los ostrácodos se considera generalmente como detritívoro, pero puede alimentarse de material vegetal o animal, vivo o muerto, de forma que a veces pueden actuar como herbívoros, otras veces como carroñeros o incluso como depredadores, y estas variaciones pueden darse dentro de la misma especie (Baltanás & Johanes 2015). Karanovic (2012) describe que los ostrácodos en ambientes acuáticos son considerados como generalistas, alimentándose de algas, detritus orgánico, material vegetal vivo o muerto y heces de invertebrados.

Etapa intermedia (D40 a D54) de la inundación

En esta etapa la predominancia fue por organismos de hábitos omnívoros, muchos ya registrados en la etapa anterior, principalmente organismos protozoos. Se evidenció la presencia de *Vorticella* sp. y de *Strobilidium* sp. Algunos metazoos omnívoros de la etapa inicial estuvieron presentes en esta etapa con bajas densidades (copépodos juveniles, nematodos, anélidos y gastrotricos). Los *taxa* de hábitos herbívoros estuvieron representados por rotíferos, copépodos y cladóceros de la etapa inicial que se continuaron registrando, siendo más abundantes los crustáceos filtradores. Los bacterívoros con abundancias menores que en la etapa inicial y con *Cyclidium* sp. como especie representativa, mientras los depredadores se evidenciaron con especies de *Trichocerca* y *Cephalodella* sp. al igual que los detritívoros con ostrácodos ya registrados en la etapa anterior de la inundación.

Etapa final (D75 a 96) de la inundación

Los organismos con alimentación omnívora siguen siendo los dominantes en esta instancia, con muchos protozoos de las etapas previas que prevalecen en la etapa final, pero con densidades mucho más bajas, al igual que los bacterívoros que disminuyeron su densidad. En esta etapa se incorporó un género de amebozoos (*Pseudodiffugia*). Los metazoos omnívoros, en bajas densidades fueron copepoditos ciclopoideos, anélidos y gastrotricos. El hábito herbívoro, se registró con varios *taxa* pero en bajas densidades, con especies de bdeloideos, *Lecane* y *Lepadella*. Los copépodos juveniles y adultos de calanoideos (*Notodiaptomus incompositus*), y el ciclopoideo *Microcyclops anceps* siguieron siendo evidentes al igual que los cladóceros, principalmente *Daphnia* spp., *Coronatella poppei* y *Ceriodaphnia dubia*. Dentro de los nematodos, se registró la familia Tylenchidae. La presencia de estos *taxa* en esta instancia pudo deberse al incremento de la biomasa de algas que se vio reflejado por la concentración de clorofila “a”, que presentó los valores más altos al finalizar esta etapa, y demostrado por una correlación entre ambas variables que fue significativa en la totalidad de los tratamientos.

Los depredadores, entre los rotíferos, estuvieron presentes con especies de *Trichocerca* y *Cephalodella*, con el ciclopoideo *Metacyclops mendocinus* y con un nematodo de la familia Mononchydae, mientras los detritívoros, se hicieron evidentes con ostrácodos ya registrados previamente, principalmente juveniles y adultos de *Chlamydotheca incisa*, seguido por *Heterocypris* sp. y *Cypridopsis* sp., en coincidencia con el gradual incremento de la materia orgánica al avanzar el tiempo de inundación.

En síntesis, durante la inundación hay grupos tróficos que se mantienen a lo largo de las etapas con variaciones en sus densidades y en el número de *taxa*. Los omnívoros y los bacterívoros (protozoos y metazoos), fueron los más abundantes en la etapa inicial.

Los herbívoros fueron registrados en todas las etapas de la inundación, con rotíferos de hábitos filtradores que posiblemente se vieron limitados en su crecimiento poblacional desde la etapa intermedia en adelante por competencia con crustáceos de hábitos filtradores, con mayor biomasa y eficiencia alimentaria.

Los depredadores protozoos solo fueron evidentes en la etapa inicial, mientras que los grupos de metazoos depredadores se evidenciaron en todas las etapas, con representantes de gran porte al final, como los copépodos. Los detritívoros estuvieron presentes en las etapas intermedia y final de la inundación.

DIFERENCIAS EN LA RIQUEZA ESPECÍFICA, DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES EN LOS USOS DEL SUELO (USO AGRÍCOLA Y USO MIXTO).

En el transcurso del ensayo se observaron diferencias entre los usos principalmente respecto a la disponibilidad de nutrientes que, en promedio, fueron superiores en el uso agrícola, principalmente el fósforo reactivo soluble y el amonio. Sin embargo, estas diferencias en los nutrientes no se manifestaron en variaciones de consideración en la biomasa de las algas (clorofila "a"). Un gran porcentaje de los *taxa* registrados fueron organismos que incluyen en su dieta a las algas, por lo que la disponibilidad de este recurso en ambos sitios permitió un incremento en la riqueza y abundancia de organismos (principalmente ciliados y rotíferos) muy similar en ambos sitios, aunque la riqueza total de especies del ensayo fue levemente superior en el uso agrícola.

En el campo se observó una pequeña diferencia en la topografía de ambas parcelas estudiadas, suelo agrícola y suelo mixto, donde en la parcela agrícola se vio una leve inclinación que, ante una inundación o anegamiento, favorece que el suelo agrícola permanezca más tiempo inundado respecto al mixto. Esto permitió una frecuencia

mayor en la dinámica de los huevos inactivos del suelo para que pasen a ser activos, y un mayor aporte de huevos de resistencia por dispersión de los organismos asociados al cuerpo de agua. Por otro lado, el suelo con uso mixto presentó una frecuente actividad de pastoreo, lo que pudo ocasionar una perturbación o pérdida de los inóculos de la capa superficial del suelo disminuyendo la posibilidad de emergencia y desarrollo.

La conductividad y la turbidez también fueron variables significativas entre ambos usos, ambas con valores promedio superiores en el uso agrícola. La turbidez no representó una barrera para el desarrollo de los grupos de organismos más abundantes como los ciliados y rotíferos. Los ciliados se consideran organismos particularmente abundantes en hábitats impredecibles y extremos (Foissner 1987). Claps et al. (2009) demostraron que la distribución de los ciliados en el río Salado (Bs. As.), es pareja y constante en toda su longitud, demostrando la capacidad de adaptación de estos organismos a distintas condiciones. El elevado número de especies de rotíferos podría deberse a que en sistemas con alta turbidez, los rotíferos son a menudo numéricamente dominantes en el metazooplancton porque exhiben tasas de crecimiento rápido y son menos afectados por partículas en suspensión (Holst et al. 2002). Muchas especies de rotíferos están adaptadas para vivir en diferentes hábitat (Fontaneto et al. 2011).

4.3.3- IMPORTANCIA DEL BANCO DE INÓCULOS Y DE LAS ADAPTACIONES DE LOS ORGANISMOS A LA DESECACIÓN.

La latencia tiene una gran importancia ecológica, ya que puede llevar a la población a través de condiciones de stress y promover la coexistencia de la especie y servir como banco de diversidad biológica (Ricci 2001). Las formas de dormancia representan un banco de biodiversidad a medida que sobreviven a los cambios ambientales, preservando especies, así como la diversidad y proporcionando una fuente confiable de colonización. El huevo en reposo, resultante de la reproducción sexual, posee las

novedades de la recombinación genética y su variabilidad a través de la recombinación resulta relevante (King 1980; Snell 1987; Serra & King 1999). La presencia de estructuras de resistencia contribuye a la capacidad de recuperación del ecosistema en la inundación después de una sequía, ya que estas estructuras permiten que las especies se desarrollen rápidamente una vez finalizado el período de latencia (Brock et al. 2003).

Las condiciones que son necesarias para la ruptura de la diapausa y la inducción de la eclosión dependen mucho de la especie y a menudo pueden variar entre poblaciones de la misma especie (Wyngaard 1988). En ocasiones solo parte de las estructuras en descanso eclosionan, existiendo un retraso en la eclosión por parte del banco de huevos con fuerte superposición de generaciones (Ellner & Hairston 1994). Esto puede conducir a un banco de huevos con una alta diversidad genética (Ellner & Hairston 1994; Hedrick 1995) y diversidad de especies (Chesson & Warner 1981). Es necesario un mecanismo eficaz para detectar el momento adecuado para eclosionar. Estas señales dependen del tamaño y la previsibilidad del ambiente. Los ambientes acuáticos permanentes y relativamente poco profundos han demostrado ser muy importantes para la inducción y ruptura de la diapausa siendo la temperatura y el fotoperiodo, factores primordiales. Otras especies, como ocurre en los cladóceros, son más sensibles a otros factores como los cambios químicos del agua y el hacinamiento (Brendonck & Meester 2003). En ambientes temporales poco profundos y de corta duración, los cambios de temperatura, de los valores osmóticos y de la concentración de oxígeno durante el ciclo de inundación, son los indicadores más importantes para el crecimiento y la reproducción (Brendonck 1996).

Comparando los tres sitios estudiados, se puede inferir que el banco de inóculos inicial del suelo previo a la inundación fue diferente en la Loma respecto a los otros sitios, ya que al exponerlos a tiempos similares de inundación (hasta el día 26 del ensayo), la emergencia y el desarrollo de las comunidades fue muy diferente, desarrollándose en loma una comunidad más simple, con una complejidad menor en la trama trófica. La diferencia más evidente de este sitio fue la ausencia de microcrustáceos. Una de las razones puede ser que las perturbaciones del suelo por actividades antrópicas en la loma tienen cierto impacto en el banco de inóculos. Según Brendonck & Meester (2003), el nivel de perturbación del sedimento tiene serio impacto en la estructura vertical del banco de huevos.

Otra razón puede ser la baja frecuencia de inundación de estas zonas más altas, ocasionando que las estructuras de dormancia que se encuentran en el suelo sean irreversibles al estado activo por senescencia o pérdida de viabilidad. En cambio, la zona del bajo permanece más tiempo húmeda en momentos en que no está inundada, por su cercanía con el nivel freático y por la morfología de su cubeta y la comunidad edáfica que se mantiene en esa humedad será probablemente la que dará origen a la comunidad acuática durante la inundación, ya que en el bajo se mantiene una comunidad más continua en el tiempo (Quaíni 2011).

BIBLIOGRAFIA

- Ageitos De Castellanos Z. & Lopretto E. C. (1990). Los invertebrados. Los Agnotozoos, Parazoos y Metazoos no celomados. Tomo II. Librería Agropecuaria S.A. pp. 529.
- Amarasekare P. (2011) Competition and coexistence in Animal communities. The Princeton Guide to Ecology. Part II. 6 Lem S.A. ed.
- Antoficâ A. & Poiras L. (2009). Species diversity of freshwater and soil nematodes of some localities along the Dniester river. *Oltenia Studii si comunicari Stiintele naturii* 51-54.
- Baltanás A. & Johannes F. M. (2015). Clase ostrácoda, Orden Podocopida. *Revista Ide@- SEA N° 74*: 1-10.
- Banta S. & Mendoza C. V. (1984). Organic Matter and Rice. International Rice Research Institute (IRRI). International Rice Research Institute, Filipinas.
- Bick H. (1972). Ciliated protozoa: an illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology. World Health Organization, Ginebra, Suiza. pp. 199.
- Bongers T. (1990). The maturity index: An ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition, *Oecologia*, 83: 14–19.
- Bongers T. & Bongers M. (1998). Functional diversity of nematodes, *Applied Soil Ecology*, 10: 239–251.
- Borell Lövdstedt C. & Bengtsson L. (2008). The role of non-prevailing wind direction on resuspension and redistribution of sediments in a shallow lake. *Aquatic Sciences* 70: 304 – 313.

- Brendonck L. (1996). Diapause, quiescence, hatching requirements: what we can learn from large freshwater branchiopods (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca, Notostraca, Conchostraca). *Hydrobiologia* 320: 85–97.
- Brendonck L. & De Meester L. (2003). Egg banks in freshwater zooplankton: evolutionary and ecological archives in the sediment. *Hydrobiologia* 491: 65–84.
- Brock M. A., Nielsen D. L., Russell J. S., Green J. D. & Langley J. D. (2003). Drought and aquatic community resilience: the role of eggs and seeds in sediments of temporary wetlands. *Freshwater Biology* 48: 1207–1218.
- Brooks J. L. & Dodson S. I. (1965). Predation, body size, and composition of plankton. *Science* 150: 28–35.
- Bruno M., Loftus W., Reid J. & Perry S. (2001). Diapause in copepods (Crustacea) from ephemeral habitats with different hydroperiods in Everglades national Park (Florida, U.S.A). *Hydrobiologia* 453: 295-308.
- Brunson R. B. (1950). An introduction to the taxonomy of the Gastrotricha with a study of eighteen species from Michigan. *Trans. Amer. Microscop. Soc.* 69: 325-352.
- Cáceres C. E. (1998). Interspecific variation in the abundance, production, and emergence of *Daphnia* diapausing eggs. *Ecology* 79: 1699 -1710.
- Chacón N., Dezzio N., Muñoz B. & Rodríguez J. M. (2005). Implications of soil organic carbon and the biogeochemistry of iron and aluminum on soil phosphorus distribution in flooded forests of the lower Orinoco River, Venezuela. *Biogeochemistry* 73: 555-566.

- Champeau A. (1970). Étude de la vie latente chez les calanoides (Copépodes) caractéristiques des Sciences Dâix- Marseille temporaires de Basse- Provence. Annales de la Faculté des Sciences Marseille 44: 155–189.
- Chesson P. L. & Warner R. R. (1981). Environmental variability promotes coexistence in lottery competitive system. American Naturalist 117: 923–943.
- Claps M. C., Gabbellone N. A. & Neschuk N. C. (2009). Influence of regional factors on zooplankton structure in a saline lowland river: the Salado River (Buenos Aires province, Argentina). River Research and Applications 25: 453–471.
- Cohen G. M. & Shurin J. B. (2003). Scale- dependence and mechanisms of dispersal in freshwater zooplankton. Oikos 103: 603-617.
- Conde-Porcuna J., Ramos- Rodríguez E. & Morales- Baquero R. (2004). El zooplancton como integrante en la estructura trófica de los sistemas acuáticos lénticos. Ecosistemas (2). Reviewed: 5 January 2012.
- Conzonno V. H. (2009). Limnología química. Editorial de la Universidad de La Plata. La Plata, Argentina pp. 222.
- Coûteaux M. M. & Pussard M. (1983). Nature du régime alimentaire des protozoaires du sol. En: International Colloquium of soil Biology, Louvain la Neuve Belgium 8: 179-195.
- Crowe J. (1975). The physiology of cryptobiosis in tardigrades. Memoire dell’Istituto Italiano di Hydrobiologia 32: 37–59.
- De Datta S. K. (1981). Chemical changes in submerged rice soils. pp. 89-145. En: Principles and practices of rice production. John Wiley & Sons, Singapore pp. 618.

- Dobrzykowski A. E. & Wyngaard G. A. (1993). Phenology of dormancy in a Virginia population of *Mesocyclops edax* (Crustacea: Copepoda). *Hydrobiologia* 250: 167–171.
- Dodson S. (1992). Predicting crustacean zooplankton species richness. *Limnology and Oceanography* 37: 848-856.
- Donner J. (1965). Ordnung Bdelloidea. Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas 6. Akademie Verlag, Berlin.
- Echaniz S. A. & Vignatti A. M. (2010). Diversity and changes in the horizontal distribution of crustaceans and rotifers in an episodic wetland of the central region of Argentina. *Biota Neotropica* 3: 133-141.
- Ellner S. & Hairston N.G. Jr. (1994). Role of overlapping generations in maintaining genetic variation in a fluctuating environment. *American Naturalist* 143: 403–417.
- Ferrando N. S. (2015). Tesis doctoral: Zooplancton de ambientes acuáticos de la cuenca del río Salado (Buenos Aires): estudio de relaciones interespecíficas y principales factores de control mediante experiencias de laboratorio y microcosmos. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.
- Foissner W. (1987). Soil Protozoa: fundamental problems, ecological significance, adaptations in ciliates and tetaceans, bioindicators. and guide to the literature. *Progress in Protistology* 2: 69-212.
- Foissner W. (1997). Soil ciliates (Protozoa: Ciliophora) from evergreen rain forests of Australia, South America and Costa Rica: diversity and description of new species. *Biology and Fertility of Soils* 25: 317–339.

Fontaneto D., Westberg M. & Hortal J. (2011). Evidence of weak habitat specialization in microscopic animals. PLoS ONE 6 (8): e23969. Doi: 10.1371/journal.pone.0023969.

Frisch D. (2002). Dormancy, dispersal and the survival of cyclopoid copepods (Cyclopoida, Copepoda) in a lowland floodplain. Freshwater Biology 47: 1269–1281.

Gilbert J. J. (1985). Competition between rotifers and *Daphnia*. Ecology 66: 1943–1950.

Gilbert D., Mitchell E., Amblard C. & Francez A. (2000). Population Dynamics and Food Preference of the testate Amoeba *Nebela tinctoria major-bohemica-collaris* complex (Protozoa) in a Sphagnum peatland. Acta Protozoologica 42: 99-104.

Gilliam F. S., Mau J. D., Fisher M. A & Evans D. K. (1999). Short-term changes in soil nutrients during wetland creation. Wetlands Ecology and Management 6: 203-208.

Giuffré de López Camelo L. (1989). Indices de Sorción de Fósforo y su Relación con Algunas Propiedades de los Suelos. Ciencia del Suelo 7: 43-50.

Guidetti R., Boschini D., Altiero T., Bertolani R. & Rebecchi L. (2008). Diapause in tardigrades: A study of factors involved in encystment. J. Exper. Biol. 211: 2296- 2302.

Hairston Jr. N. G., Van Brunt R. A., Kearns C. M. & Engstrom D. R. (1995). Age and survivorship of diapausing eggs in a sediment egg bank. Ecology 76: 1706-1711.

- Hairston N. G. Jr., Olds E. J. & Munns W. R. (1985). Bethedging and environmentally cued diapause strategies of diaptomid copepods. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung fur Limnologie* 22: 3170–3177.
- Hardy E. R. & Duncan A. (1994). Food concentration and temperature effect sand life cycle characteristics of tropical Cladocera (*Daphnia gessneri* Herbst, *Diaphanosoma sarsi* Richard, *Moina reticulata* (Daday)): Development time. *Acta Amazonica* 24: 119-134.
- Hedrick P. W. (1995). Genetic polymorphism in a temporally varying environment: effects of delayed germination or diapause. *Heredity* 75: 164–170.
- Holst H., Zimmermann- Timm H. & Kauschi H. (2002). Longitudinal and Transverse Distribution of Plankton Rotifers in the Potamal of the River Elbe (Germany) during Late Summer. *International Review of Hydrobiology* 87: 267–280.
- Hossner L. R. & Baker W. H. (1988). Phosphorus transformations in flooded soils. In: D.D Hook et al. (eds), Vol. 1: The ecology of wetlands. pp. 293-306. Timber Press, Portland, Oregon, USA.
- Ibáñez J. (2011). Nematodos del suelo: Grupos tróficos o funcionales. <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/04/12/137716>.
- José de Paggi S. (1993). Composition and seasonality of planktonic rotifers in limnetic and littoral regions of a flood plain lake (Paraná river system). *Revue d'hydrobiologie tropicale* 26: 53-63.
- José de Paggi S. (1995). Vertical distribution and diel migration of rotifers in a Parana River floodplain lake. *Hydrobiologia* 310: 87-94.

- Kappes H., Mechenich C. & Sinsch U. (2000). Long-term dynamics of *Asplanchna priodonta* in Lake Windsborn with comments on the diet. *Hydrobiologia* 432: 91-100.
- Karanovic I. (2012). Recent Freshwater ostracods of the world. Crustacean, Ostracoda, Podocopida. Department of Life Science Seoul 133-79, Korea and University of Tasmania. Institute of Marine and Antarctic Studies (IMAS).
- Kiefer F. (1978). Freilebende Copepoda. Die Binnengewässer. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 26: 1-343.
- King C. E. (1980). The genetic structure of zooplankton populations. In: W. C. Kerfoot (ed.). Evolution and ecology of zooplankton communities. Special symp. volume 3, American Society Limnology & Oceanography, University Press of New England, Hanover: 315-328.
- Kirk K. L. (2002). Competition in variable environments: experiment with planktonic rotifers. *Freshwater Ecology* 47: 1089-1096.
- Krogerus K & Ekholm P. (2003). Phosphorus in settling matter and bottom sediments in lakes loaded by agriculture. *Hydrobiologia* 429: 15-28.
- Krylov A. V. (2004). Distribution of zooplankton along the longitudinal profile of two disturbed small rivers of the upper Volga Basin. *Russian Journal of Ecology* 35: 358-365.
- Lagerlöf J. & Strandh M. (1997). Hatching of Enchytraeidae (Oligochaeta) from egg cocoons in agricultural soil exposed to different drought regimes a laboratory study. *Pedobiologia* 41: 334-341.

- Laybourn J. & Whyman L. (1980). The Effect of Diet and Temperature on Reproductive Rate in *Arcella vulgaris* Ehrenberg (Sarcodina: Testacida). *Oecologia* 45: 282-284.
- Lee R., Terry W. & Snell W. (2001). Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. 2nd Edition. Academic Press.
- Li H. H. Y. & Cai Z. (2003). Nitrogen mineralization in paddy soils of the Taihu Region of China under anaerobic conditions: dynamics and model fitting. *Geoderma* 115: 161-175.
- Lynn D. H. (2007). The ciliated protozoa: characterization, classification and guide to the literature. Pp: 605. Canada, Springer.
- Maier G. (1990). The seasonal dynamics of *Thermocyclops dybowskii* (Lande, 1890) in a small pond (Copepoda, Cyclopoida). *Crustaceana* 59: 76–81.
- Meisterfeld R. (2000). Order Arcellinida Kent, 1880. En: Lee J. J., Leedale G. F., Bradbury P. (Eds). An illustrated guide to the Protozoa. Society of protozoologists, Lawrence. pp. 827-859.
- Mendoza R. E. (1986). Isotermas de Adsorción de Fósforo en Suelos Argentinos I. Métodos de Ajuste y Comparación entre ecuaciones. *Ciencia del Suelo* 2: 107-116.
- Miracle M. R. (2015). Orden Cyclopoidea, Subclase Copépoda, Clase Maxillopoda. *Revista IDE@- SEA* N° 95: 1-19.

- Muñoz Arboleda F. (2006) Descomposición y liberación de nutrimentos desde las raíces finas de los sistemas agroforestales de cacao con sobras de poró y laurel, en Turrialba, Costa Rica. Artículo derivado de la tesis de Maestría sustentada en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Naess T. & Nilssen J. P. (1991). Diapausing fertilized adults: a new pattern of copepod life cycle. *Oecologia* 86: 368–371.
- Nagid E., Canfield Jr. D. & Hoyer M. (2001). Wind-induced increases in trophic state characteristics of a large (27 km²), shallow (1.5 m mean depth) Florida lake. *Hydrobiologia* 455: 97–110.
- Nelson D. R. (1991). Tardigrada. In *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates* (eds. J. H. Thorp and A. P. Covich) pp. 501–521. Academic Press, New York.
- Nielsen C. O. (1955a). Studies on Enchytraeidae. 5. Factors causing seasonal fluctuations in number. *Oikos* 6: 153-169.
- Nielsen C. O. (1955b). Studies on Enchytraeidae. 2. Field studies. *Natura Jutlandica* 4-5: 5-58.
- Nogueira M. G. (2001). Zooplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Parapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* 455: 1-18.

- Nogrady T., Wallace R. L. & Snell T. (1993). Rotifera. Volume 1: Biology, Ecology and Systematics. En: Dumont H. (Coord. Ed.). Guides to the identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World 4. SPB Academic Publishing.
- Obertegger U., Smith H. A., Flaim G. & Wallace R. L. (2011). Using the guild ratio to characterize pelagic rotifer communities. *Hydrobiologia* 662: 157-162.
- Odum E. P. (1969). The strategy of Ecosystem Development. *Science* 164: 262-270.
- Oksana P. A., Magnusson A. K. & Williams D. D. (2006). Responses of intermittent pond ciliate populations and communities to in situ bottom up and top-down manipulations. *Aquatic Microbial Ecology* 42: 293-310.
- Pant H. K. & Reddy K. R. (2003). Potential internal loading of phosphorus in a wetland constructed in agricultural land. *Water Research* 37: 965-972.
- Petersen R. C. & Cummins K. W. (1974). Leaf processing in a woodland stream. *Freshwater Biology* 4: 343-368.
- Pianka E. R. (2000). *Evolutionary Ecology*. The University of Texas at Austin.
- Pinna M. & Basset A. (2004). Summer drought disturbance on plant detritus decomposition processes in three River Tirso (Sardina, Italy) sub-basins. *Hydrobiologia* 522: 311-319.
- Ponnamperuma F. N. (1972). The chemistry of submerged soils. In: *Advances in agronomy*. Academic Press, 24: 29-96.

- Ponnamperuma F. N. (1985). Chemical kinetics of wetland rice soils relative to soil fertility. In: Wetland soils: characterization, classification, and utilization: proceedings of a workshop, Banta SJ, United States. Soil Management Support Services, Bureau of Soils Filipinas, International Rice Research Institute (IRRI). Philippines pp. 71 – 90.
- Pourriot R. (1979). Rotifères du sol. *Revue d'écologie et de biologie du sol*. 16: 279-312.
- Quáini K. P. (2011). Estudio de la sucesión de microorganismos acuáticos en suelos con distintos usos en la cuenca del río Salado (provincia de Buenos Aires). Tesis Doctoral de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. 259 pp.
- Reddy K. R. & DeLaune R. D. (2008). *Biogeochemistry of Wetlands: Science and Applications*. EUA, New York.
- Ricci C. (1987). Ecology of bdelloids: how to be successful. *Hydrobiologia* 147: 117-127.
- Ricci C. (2001). Dormancy patterns in rotifers. *Hydrobiologia* 446/447: 1-11.
- Roger P. A. (1996). *Biology and management of the floodwater ecosystem in ricefields*. IRRI (International Rice Research Institute), Los Baños, Philippines. 250 pp.
- Ruppert E. E. & Barnes R. D. (1995). *Zoología de los invertebrados*. McGraw-Hill Interamericana (Eds.) Sexta edición. México pp. 1114.
- Santer B. & Lampert W. (1995). Summer diapause in cyclopoid copepods: adaptive response to a food bottleneck? *Journal of Animal Ecology* 64: 600–613.

- Santibañez P. A., Kohshiman S., Scheihing R. A., Silva R., Jaramillo J. I., Labarca P. & Casassa R. G. (2011). First record of testate amoebae on glaciers and description of a new species *Puytoracia jenswendti* nov sp. (Rhizaria, Euglyphida). *Acta Protozoologica* 50: 1-14.
- Scheffer M. (1998). *Ecology of Shallow Lakes*. London, Chapman and Hall pp. 358.
- Scholl K. & Kiss A. (2008). Spatial and temporal distribution patterns of zooplankton assemblages (Rotifera, Cladocera, Copepoda) in the water bodies of the Gemenc Floodplain (Duna-Dráva National Park, Hungary). *Opuscula Zoologica Budapest* 39: 65–76.
- Serra M. & C. E. King (1999). Optimal rates of bisexual reproduction in cyclical parthenogens with density-dependent growth. *Journal Evolution Biology* 12: 263–271.
- Sharpley A. N., Hedley M. J., Sibbesen E., Hillbricht-Ilkowska A., House A. & Ryszkowski L. (1995). Phosphorus transfers from terrestrial to aquatic ecosystem. In: *Phosphorus in the Global Environment-transfers, Cycles and Management*, Scope 54. John Wiley pp. 171-200.
- Sierra O. & Ramírez J. (2000). Variación espacio-temporal de biopelículas en la represa La Fe, El Retiro, Antioquia (Colombia). *Actualidades Biológicas* 22: 153-168.
- Silva Rossi M. M. (2011). Tesis doctoral: Adsorción y desorción de fósforo en suelos del área central de la región Pampeana. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agrarias.

- Simões N. R., Sylvia M. M. S., Ribeiro S. M. M. S. & Sonoda S. L. (2011). Diversity and structure of microcrustacean assemblages (Cladocera and Copepoda) and limnological variability in perennial and intermittent pools in a semi-arid region, Bahia, Brazil. *Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre* 101: 317-324.
- Simon J. (2002). Enzymology and bioenergetics of respiratory nitrite ammonification. *FEMS Microbiology Reviews* 26: 285–309.
- Snell T. W. (1987). Sex, population dynamics and resting egg production in rotifers. *Hydrobiologia* 144: 105–111.
- Solari L. C., Quaini K. P. & Gabellone N. A. (2018). Succession of microconsumers in waterlogged pampean soils (Buenos Aires, Argentina) and its significance for nearby wetlands. *Aquatic Sciences* 80:42.
- Springett J. A. (1970). The distribution and life histories of some moorland Enchytraeidae (Oligochaeta). *Journal of Animal Ecology* 39: 725–734.
- Strayer D. L. & Hummon W. D. (1991). Gastrotricha. In: *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates* (eds J.H. Thorp and A.P. Covich) pp. 173–85. Academic Press, New York.
- Taylor B. E. & Mahoney D. L. (1990). Zooplankton in Rainbow Bay, a Carolina Bay pond: population dynamics in a temporary habitat. *Freshwater Biology* 24: 597–612.
- Torres V. S. (1996). Estudos sobre *Diffflugia lobostoma* Leidy (Protista, Rhizopoda, Testacea lobostosea). *Revista Brasileira de Zoologia* 13: 475-487.
- Tusneem M. E. & Patrick Jr. W. H. (1971). Nitrogen transformations in waterlogged soil. *LSU Agricultural Experiment Station Reports* 657: 3-75.

- Uhía E. & Briones M. J. I. (2002). Population dynamics and vertical distribution of enchytraeids and tardigrades in response to deforestation. *Acta Oecologica* 23: 349–359.
- Vijverberg J. (1977). Population structure, life histories and abundance of copepods in Tjeukemeer, The Netherlands. *Freshwater Biology* 7: 579–597.
- Watanabe I. & Roger P. A. (1985). Ecology of flooded rice fields. In: *Wetland soils: Characterization, classification and utilization*. International Rice Research Institute (IRRI). Los Baños, Philippines pp. 229-243.
- Wetzel R., (2001). *Limnology. Lake and river ecosystems*. Academic Press, Elsevier, San Diego. pp.1006.
- Williams D. D. (1993). Changes in freshwater meiofauna communities along the groundwater-hyporheic water ecotone. *Transactions of the American Microscopical Society* 112: 181–94.
- Williams D. D. (2006). *The biology of temporary waters*. Published in the United States, Oxford University Press.
- Wyngaard G. A & Chinnappa C. C. (1982). General biology and cytology of cyclopoids In: Harrison, R. W. & R. C. Cowden (eds.), *Developmental biology of freshwater invertebrates* AR Liss, New York, 485-533.
- Wyngaard G. A. (1988). Geographical variation in dormancy in a copepod: evidence from population crosses. *Hydrobiologia* 167/168: 367–374.



Conclusiones

ENSAYO LÉNTICO II



4.4- CONCLUSIONES GENERALES ENSAYO LÉNTICO II

Primera etapa de la inundación (0-26 días)

- El pH se mantuvo con valores ácidos a neutros y las variaciones en el pH se encuentran reguladas por las reacciones químicas del sistema, principalmente reacciones de óxido-reducción.
- La turbidez tuvo una tendencia creciente hacia el final de esta etapa, asociado a la presencia de algas filamentosas en la columna de agua y al aporte por remoción y resuspensión de los organismos de mayor biomasa (crustáceos).
- La conductividad disminuyó gradualmente, al igual que la temperatura.
- El potencial de óxido reducción tuvo los valores más bajos, característico de un ambiente reductor.
- La concentración de oxígeno disuelto fue bajo en los primeros eventos de muestreo en relación a la condición inicial, típica de ambientes anegados. Hacia finales de esta etapa se observó un incremento del oxígeno asociado al aumento paulatino de la concentración de clorofila “a” (aumento de la biomasa de algas).
- La presencia de materia orgánica es característica de los suelos de la zona de estudio, sin embargo, se observó un aumento en relación a la topografía y asociado a los días de inundación. Hacia finales de esta etapa se observó un incremento de materia orgánica asociada al suelo.
- La clorofila “a”, como una estimación de la biomasa de algas en el sistema fue baja, lo que explica la falta de disponibilidad de oxígeno. El oxígeno es consumido por actividad microbiana y sin reposición por la falta de productividad primaria.

- Hacia el final de esta etapa se vio un incremento de la clorofila “a”, asociado al incremento del fósforo reactivo soluble en el sistema.
- El fósforo reactivo soluble en el agua aumentó considerablemente respecto a la condición inicial, asociado a la liberación del mismo por el suelo como resultado de los procesos de reducción ante los efectos del anegamiento. En las topografías más bajas disminuyó la concentración de esta fracción al finalizar la etapa inicial de la inundación.
- Los nitratos más nitritos fueron elevados en esta etapa, asociado a procesos de nitrificación. El amonio tuvo altas concentraciones, principalmente en loma, atribuido a la presencia de compuestos nitrogenados en los fertilizantes aplicados.
- Cada topografía presentó variaciones en las concentraciones de ambas fracciones de nitrógeno.

Etapa intermedia de la inundación (D40 a D54)

- El pH disminuyó levemente, al igual que la conductividad y la temperatura.
- El oxígeno disuelto y el potencial de óxido- reducción fueron más elevados que en la etapa inicial, marcando un sistema menos reductor, atribuido al aporte de oxígeno producido por las algas.
- La turbidez fue variable en cada unidad experimental.
- La clorofila “a” se mantuvo en rangos similares, o levemente inferiores a los registrados en la última fase de la etapa inicial.
- El fósforo reactivo soluble, en general disminuyó su concentración, al igual que los nitratos y el amonio. Esta disminución pudo deberse a la incorporación de los nutrientes a las algas, pasando de un estado extrabiótico a uno intrabiótico.

Etapa final de la inundación (D75 a 96)

- El pH aumentó levemente en esta instancia.
- La conductividad y la temperatura continuaron decreciendo levemente.
- La turbidez fue variable, con un aumento en el uso agrícola de gran magnitud.
- La disponibilidad de oxígeno, inferior a la etapa anterior, y el potencial de óxido reducción disminuyeron hacia el final del ensayo.
- La clorofila “a” aumentó en esta etapa.

SUCESIÓN DE LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES EN LAS ETAPAS DE INUNDACIÓN

Etapa inicial de la inundación

- La riqueza específica y la diversidad promedio fueron bajas los primeros días y tuvieron una tendencia en aumento hacia los días finales de esta etapa.

Inicialmente aparecen organismos pioneros y de rápido crecimiento como los protistas (ciliados y amebas) y rotíferos. También se registraron otros grupos, entre ellos copépodos adultos, tempranamente, y cladóceros hacia mediados y final de esta etapa.
- Ciertas especies de crustáceos copépodos adultos se registraron en esta etapa temprana debido a las adaptaciones que presentan frente a situaciones desfavorables como la desecación (dormancia en estadios juveniles y adultos).
- La densidad fue máxima en esta etapa por abundancia de ciertas especies de protozoos. La mayor densidad se observó en Loma.
- Los grupos tróficos predominantes en esta etapa fueron omnívoros y bacterívoros (protozoos y metazoos), seguidos por herbívoros de pequeño porte y depredadores (protozoos y metazoos).

Etapa intermedia de la inundación

- La riqueza específica promedio disminuyó levemente.
- Muchos grupos de metazoos registrados en la etapa inicial no se registraron en esta etapa. Se observó un aumento en riqueza y densidad en los *taxa* de mayor biomasa como los crustáceos, lo que llevó a cambios en los hábitos tróficos. Si bien los hábitos tróficos de las etapas previas se mantuvieron, disminuyeron los bacterívoros y omnívoros de menor porte, y aumentaron los hábitos herbívoros y depredadores asociados a organismos de mayor biomasa y los detritívoros.

Etapa final de la inundación

- La riqueza y diversidad específica promedio se encontraron en rangos similares a la etapa anterior.
- La densidad de organismos fue inferior a las etapas anteriores.
- Se hicieron más evidentes los grupos de organismos de mayor biomasa, como los crustáceos copépodos adultos, cladóceros y ostrácodos adultos.
- Los *taxa* con hábitos tróficos descritos previamente se registraron en esta etapa, con densidades menores y se hicieron más evidentes los herbívoros metazoos filtradores y pastoreadores de mayor porte así como los depredadores metazoos y los detritívoros.

DE FORMA GLOBAL PODEMOS CONCLUIR QUE:

-Los sitios estudiados mostraron diferencias respecto a los nutrientes. El uso agrícola, en la mayoría de los casos, presentó valores superiores al uso mixto en las concentraciones de fósforo reactivo soluble y amonio, mientras que el uso mixto fue superior en los valores de nitratos.

-Los nutrientes también mostraron diferencias entre las topografías. Los valores del fósforo reactivo soluble y del amonio fueron superiores en loma y disminuyeron en las topografías bajas. Mientras que los nitratos presentaron concentraciones más elevadas hacia la topografía del bajo.

-En los primeros días de la inundación, la colonización fue dada principalmente por protozoos y rotíferos, que presentan un rápido desarrollo y un ciclo de vida corto, típicos del inicio de la sucesión. También se registraron otros grupos típicos del suelo.

-Al avanzar en las etapas de inundación, se registraron *taxa* de ciclos de vida más largos y longevos como es el caso de los crustáceos, siendo esta etapa de la sucesión más compleja en cuanto a la composición del ecosistema, con alta diversidad, riqueza de especies y entramado de la red trófica. Sin embargo, en la etapa inicial de la inundación, se hicieron evidentes determinados *taxa* de copépodos adultos, los cuales presentan varios estadios larvales hasta llegar a la madurez y en consecuencia se encontraron luego en las etapas avanzadas de la inundación. En este punto se destaca la importancia de las diferentes adaptaciones (dormancia en adultos), que presentan los organismos y su implicancia en el desarrollo y perpetuidad de su especie.

-Se pudo registrar que los rotíferos se mantuvieron en densidades bajas a lo largo del ensayo, principalmente ante el avance de los microcrustáceos, posiblemente debido a una competencia interespecífica por los recursos disponibles.

-Se pudo comprobar la existencia de diferentes bancos de inóculos en cada suelo estudiado. Si se compara un mismo tiempo de inundación entre las tres topografías puede verse que las zonas bajas (media loma y el bajo), difieren de Loma. Los crustáceos de la etapa inicial no se registraron en ningún momento en la zona de Loma, pero sí para el mismo tiempo en Media Loma y el Bajo. Estas diferencias claramente no son producto del tiempo de permanencia del agua, sino del banco de inóculos preexistente de cada suelo y a su viabilidad.

-Los *taxa* registrados en el ensayo coinciden con los organismos observados en las lagunas aledañas al sitio de muestreo, y con los organismos identificados a lo largo de los estudios realizados en el río Salado, lo que demuestra la importancia de la conectividad ante los eventos de inundación y los factores de dispersión de organismos en forma activa y pasiva (bancos de inóculos) entre los sistemas acuáticos y sus planicies de inundación. La potencialidad de intercambio de componentes entre estos sistemas permite la renovación, continuidad y prosperidad de las comunidades biológicas a lo largo del tiempo en los cuerpos de agua de la cuenca y en el cauce principal del río Salado.



IV- Capítulo 2

SISTEMA LÓTICO ARTIFICIAL



1- INTRODUCCIÓN

En ríos de llanura, como el río Salado (Buenos Aires), en contraposición con lo que ocurre en los lagos, el zooplancton está expuesto a la deriva, a cambios bruscos de temperatura, a la turbulencia, que pueden ser obstáculos para el mantenimiento de las actividades como alimentación, depredación y reproducción (Dickerson et al. 2009). En comparación con los ecosistemas lacustres, las comunidades del plancton en grandes ríos encuentran influencias adicionales que estructuran la abundancia y la composición de las especies.

La composición de las comunidades del fitoplancton puede estar determinada por las condiciones físico-químicas del medio y factores como la presión de herbivoría y la competencia por recursos, lo que determinan el tipo de especies que pueden ocupar determinado nicho, lo cual se explica por las diferentes estrategias de crecimiento de las algas, sus morfologías (tamaño, forma, etc.), movilidad y su metabolismo (fotosíntesis y utilización de los recursos) (Rodrigo et al. 2007). La turbulencia y la turbidez pueden regular el crecimiento del fitoplancton (Reynolds & Descy 1996; Basu et al. 2000), e inhiben el crecimiento del zooplancton filtrador (Kirk & Gilbert 1990; Kirk 1991).

En estas condiciones, los rotíferos son a menudo dominantes en número en el metazooplancton porque presentan tasas de crecimiento rápido y están menos expuestos a las partículas en suspensión que los crustáceos (Holst et al. 2002). Algunas especies son más susceptibles que otras a estas condiciones, por lo que el predominio de los rotíferos está vinculado a su menor susceptibilidad a los efectos de los sólidos en suspensión respecto a los crustáceos (Kirk & Gilbert 1990; Holst et al. 2002). Sluss et al. (2008), demostraron que con el aumento de la descarga del río, el zooplancton es perturbado por el aumento de la turbulencia, la turbidez, por las fuerzas hidráulicas y por las limitaciones de alimento, afectando la diversidad y densidad de las especies. Se ha demostrado que la turbulencia afecta al zooplancton desde el individuo hasta los niveles de ecosistema

(Marneffe et al. 1996; Alcaraz 1997). Los experimentos realizados por Sluss et al. (2008), demostraron los efectos de la turbulencia en la densidad del zooplancton fluvial en mesocosmos de gran volumen, y proporcionaron ideas sobre el potencial del mecanismo físico sobre el efecto en la densidad del zooplancton. Encontraron que las poblaciones de rotíferos crecieron mucho más rápido que otros *taxa* en los estanques con alta turbulencia, mientras que los microcrustáceos lo hicieron en los sistemas de turbulencia baja. Otro de los factores relevantes que ocurre en la exposición del suelo a condiciones lólicas, es la erosión hídrica del mismo. La erosión hídrica se define como un desgaste en una superficie rocosa o parte del suelo, con pérdida de fertilidad, minerales y materia orgánica. La velocidad del agua controla los patrones de erosión, transporte y depositación de sedimentos (Poff & Ward 1989).

Por otro lado, la disgregación del suelo y el movimiento de las partículas por la velocidad de corriente, generan el desprendimiento de los nutrientes absorbidos a las partículas del suelo en los primeros momentos de la inundación. Sin embargo, la remoción de las partículas y la disponibilidad de oxígeno en el agua, en constante intercambio con la atmósfera, produce que no se generen microsítios anóxicos minimizando la liberación del fósforo del suelo al avanzar el tiempo de inundación y disminuyendo la disponibilidad como fuente de alimento para los productores primarios. Estos procesos propios de sistemas de aguas estancadas, fue detallado en los ensayos realizados previamente (Wetzel 1979; Boston et al. 1982).

A partir de la información descripta, en el presente ensayo mediante el uso de mesocosmos, se estudió si las condiciones hidráulicas a las que se expone el suelo en distintos tiempos de inundación, asociado a otros factores como la velocidad de corriente, turbidez y las variables físicas y químicas del agua, generan efectos sobre la emergencia y desarrollo de las especies y en la sucesión de los organismos en el tiempo.

En el contexto de la ecología, se denomina mesocosmos a cualquier sistema artificial capaz de contener y aislar a las comunidades de organismos acuáticos en su ambiente, con el propósito de someterlos a experimentación (Petersen & Englund 2005). Los arroyos o ríos artificiales son un tipo de mesocosmos que recrea las condiciones naturales que se dan en un río. Estos mesocosmos pueden tener diseños muy diferentes, dependiendo de los objetivos del experimento. Desde canales de flujo abierto, en los que tanto el agua como las partículas en suspensión se renuevan continuamente, a sistemas cerrados en los que el agua es totalmente recirculada (Argüelles et al. 2012). Estos mesocosmos que simulan ecosistemas fluviales, permiten controlar las condiciones ambientales y proporcionan la oportunidad de examinar cuestiones científicas que no pueden ser abordadas directamente en estudios de campo. En algunos casos es indispensable la experimentación a una escala intermedia entre la escala de campo, donde el investigador tiene muy poco control sobre las variables ambientales, y los experimentos en el laboratorio, donde las variables están estrictamente controladas. En estas circunstancias, el uso de canales artificiales es una opción a considerar (Lamberti & Steinman 1993; Guasch et al. 1995). Esta aproximación, sin embargo, tiene limitaciones. El control de las condiciones ambientales exige simplificar el sistema, hecho que dificulta en muchos casos la reproducción de las características tanto estructurales como funcionales de un ecosistema fluvial, limitando así la extrapolación de los resultados (Elosegi & Sabater 2009).

Los arroyos artificiales se han utilizado de manera extensiva en el campo de la ecología acuática para testear diferentes hipótesis bajo condiciones experimentales controladas y para explorar procesos ecológicos que controlan las comunidades bentónicas (Lamberti & Steinman 1993), procesos bioquímicos (Pearson & Connolly 2000), perturbaciones (Cardinale et al. 2001; Bond & Downes 2003) así como interacciones tróficas (Greenberg 1994).

Los mesocosmos también han promovido la comprensión del destino de los productos químicos liberados en el medio ambiente (Hench et al. 2003; Knapp et al. 2005), y se han utilizado para probar los efectos de múltiples estresores en patrones y procesos en sistemas acuáticos (Belanger et al. 2004) incluidas descargas de minas (Hruska & Dube 2004; Dube et al. 2005), tensioactivos (Wong et al. 2004 a, b; Belanger et al. 2005), metales (Newman et al. 1987; Gold et al. 2003; Brooks et al. 2004), metaloides (Chaffin et al. 2005) y pesticidas (Richardson & Perrin 1994; Heckman & Friberg 2005) así como también en patrones de colonización (Ledger et al. 2009). En los procesos de colonización, el sustrato a utilizar en la base de los canales puede ser básicamente de dos tipos: natural (rocas, gravas, sedimento, materia orgánica) o artificial (cristal, cerámica, metacrilato, plástico). Es importante escoger bien el sustrato, ya que éste determina la estructura de las comunidades que se desarrollan. El sustrato artificial proporciona una mayor homogeneidad y simplicidad que el natural, y es recomendable en estudios realizados a escala microbiana. En este caso se utilizan sustratos artificiales de pequeña dimensión (centímetros), que permitan tomar gran número de muestras comparables (Elosegi & Sabater 2009).

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz M. (1997). Copepods under turbulence: grazing, behavior, and metabolic rates. *Scientia Marina* 61: 177–195.
- Basu B. K., Kalff J. & Pinel-Alloul B. (2000). Midsummer plankton development along a large temperate river: the St. Lawrence River. – *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57: 7–15.
- Belanger S. E., Lee D. M., Bowling J. M. & LeBlanc E. M. (2004). Responses of periphyton and macroinvertebrates to a tetradecyl - pentadecyl sulphate mixture in stream mesocosms. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23: 2202–2213.
- Belanger S. E., Bowling J. W., LeBlanc E. M., Price B. B., Herzog R. R. & Bozso E. (2005). Comprehensive assessment of aquatic community responses to a new anionic surfactant, high-solubility alkyl sulphate. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 62: 75–92.
- Bond N. R. & Downes B. J. (2003). The independent and interactive effects of fine sediment and flow on benthic invertebrate communities characteristic of small upland streams. *Freshwater Biology* 48: 455-465.
- Boston B., Jansson M. & Forsberg G. (1982). Phosphorus release from lake sediments. *Archiv für Hydrobiologie Beiheftergebnisse der Limnologie* 18: 5-59.
- Brooks B. W., Stanley J. K., White J. C., Turner P. K., Wu K. B. & LaPoint T. W. (2004). Laboratory and field responses to cadmium: an experimental study in effluent dominated stream mesocosms. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23: 1057–1064

Cañedo-Argüelles M.; Grantham T. E.; Perrée I.; Rieradevall M.; Prat N.; Céspedes

Sánchez R. Alonso J. M. (2012). Artículo técnico: El mesocosmos Sostaqua: recreación de un ecosistema fluvial bajo condiciones experimentales controladas. *Tecnología del agua*, 32: 48-54.

Cardinale B. J., Smith C. M. & Palmer M. A. (2001). The influence of initial colonization by hydropsychid caddisfly larvae on the development of stream invertebrate assemblages. *Hydrobiologia* 455: 19-27.

Chaffin J. L., Valett H. M., Webster J. R. & Schrieber M. E. (2005). Influence of elevated as on leaf breakdown in an Appalachian headwater stream. *Journal of the North American Benthological Society* 24: 553–568.

Dickerson K. D., Medley K. A. & Havel J. E. (2009). Spatial variation in zooplankton community structure is related to hydrologic flow units in the Missouri River, USA. *River Research and applications* 26: 605-618.

Dube M. G., Maclatchy D. L., Kieffer J. D., Glozier N. E., Culp J. M. & Cash K. J. (2005). Effects of metal mining effluent on Atlantic salmon (*Salmo salar*) and slimy sculpin (*Cottus cognatus*): using artificial streams to assess existing effects and predict future consequences. *Science for the Total Environment* 343: 135–154.

Elosegi A. & Sabater S. (2009). Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Fundación BBVA (Banco Bilbao Vizcaya Argentaria).

Gold C., Feurtet- Mazel A., Coste M. & Boudou A. (2003). Effects of cadmium stress on periphytic diatom communities in indoor artificial streams. *Freshwater Biology* 48: 316–328.

- Greenberg L. A. (1994). Effects of predation, trout density and discharge on habitat use by brown trout, *Salmo trutta*, in artificial streams. *Freshwater Biology* 32: 1-11.
- Guasch H., Martí E. & Sabater S. (1995). Nutrient enrichment effects on biofilm metabolism in a Mediterranean stream. *Freshwater Biology* 33: 373-383.
- Hench K. R., Bissonnette G. K., Sexstone A. J., Coleman J. G., Garbutt K. & Skousen J. G. (2003). Fate of physical, chemical, and microbial contaminants in domestic wastewater following treatment by small constructed wetlands. *Water Research* 37: 921–927.
- Heckman L. H. & Friberg N. (2005). Macroinvertebrate community response to pulse exposure with the insecticide lambda-cyhalothrin using in-stream mesocosms. *Environmental Toxicology and Chemistry* 24: 582–590.
- Holst H., Zimmermann-Timm H. & Kausch H. (2002). Longitudinal and Transverse Distribution of Plankton Rotifers in the Potamal of the River Elbe (Germany) during Late Summer. *International Review of Hydrobiology* 87: 267–280.
- Hruska K. A. & Dube M. G. (2004). Using artificial streams to assess the effects of metal-mining effluent on the life cycle of the freshwater midge (*Chironomus tentans*) in situ. *Environmental toxicology and Chemistry* 23: 2709–2718.
- Kirk K. L. & Gilbert J. J. (1990). Suspended clay and the population dynamics of plankton rotifers and cladocerans. *Ecology* 71: 1741–1755.
- Kirk K. L. (1991). Inorganic particles alter competition in grazing plankton: the role of selective feeding. *Ecology* 72: 915–923.

- Knapp C. W., Cardoza L. A., Hawes J. N., Wellington E. M. H., Larive C. K. & Graham D. W. (2005). Fate and effects of enrofloxacin in aquatic systems under different light conditions. *Environmental Science and Technology* 39: 9140–9146.
- Lamberti G. A & Steinman A. D. (1993). Research in artificial streams - applications, uses, and abuses. *Journal of the North American Benthological Society* 12: 313-384.
- Ledger M. E., Harris R. M. L., Armitage P. D. & Milner A. M. (2009). Realism of model ecosystems: an evaluation of physicochemistry and macroinvertebrate assemblages in artificial streams. *Hydrobiologia* 617: 91- 99.
- Marneffe Y., Descy J. P. & Thome J. P. (1996). The zooplankton of the lower river Meuse, Belgium: seasonal changes and impact of industrial and municipal discharges. *Hydrobiologia* 319: 1–13.
- Newman R. M., Perry J. A., Tam E. & Crawford R. L. (1987). Effects of chronic chlorine exposure on litter processing in outdoor experimental streams. *Freshwater Biology* 18: 415–428.
- Pearson R. G. & Connolly N. M. (2000). Nutrient enhancement, food quality and community dynamics in a tropical rainforest stream. *Freshwater Biology* 43: 31-42.
- Petersen J. E. & Englund G. (2005). Dimensional approaches to designing better experimental ecosystems: a practitioners guide with examples. *Oecologia* 145: 216-224.
- Poff N. L. & Ward J. V. (1989). Implications of streamflow variability and predictability for lotic community structure: a regional analysis of streamflow patterns. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 46: 1805–1818.

- Reynolds C. S. & Descy J. P. (1996). The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. *Archiv für Hydrobiologie Supplements* 113, Large Rivers 10: 187–198.
- Richardson J. S. & Perrin C. J. (1994). Effects of the bacterial insecticide *Bacillus thuringiensis* var *Kurstki* (BTK) on a stream benthic community. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51: 1037–1045.
- Rodrigo M. A., Rojo C., Larrosa J., Segura M. & Moeys M. (2007). Influencia de la concentración de nutrientes y la herbivoría sobre la estructura y la función de una comunidad algal. *Limnetica* 26: 183-198.
- Sluss T., Cobbs G. A. & Thorp H. (2008). Impact of turbulence on riverine zooplankton: a mesocosm experiment. *Freshwater Biology* 53: 1999-2010.
- Wetzel R. G. (1979). Role of the littoral zone and detritus in lake metabolism. *Archiv für Hydrobiologie, Ergebnisse der Limnologie* 13: 145-161.
- Wong D. C. L., Maltby L., Whittle D., Warren P. & Dorn P. B. (2004 a). Spatial and temporal variability in the structure of invertebrate assemblages in control stream mesocosms. *Water Research* 38: 128–138.
- Wong D. C. L., Toy R. J. & Dorn P. B. (2004 b). A stream mesocosm study on the ecological effects of a C12–15 linear alcohol ethoxylate surfactant. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 58: 173–186. *Hydrobiologia* 123.

2- MATERIALES Y MÉTODOS

2.1- DISEÑO DEL SISTEMA LÓTICO ARTIFICIAL

El río artificial como un mesocosmos, se diseñó con caños de PVC de 280 mm de diámetro fragmentados a modo de canales, describiendo un circuito cerrado. El circuito presentó una longitud total de 12,8 metros, con 3 túneles y 4 curvas (**foto I, punto 1**). El sistema se ubicó en una terraza cubierta y cerrada. Las variables ambientales no fueron controladas, estuvieron sujetas a los cambios naturales del ambiente. Las variaciones de caudal se simularon a partir de un sistema de aspas “paddle Wheel”, similar al propuesto por Beyers y Odum (1993), con un motor con control electrónico de velocidad (electronic variable speed motor), mecanismo que permitió generar el movimiento del agua sin provocar daños a los organismos (**foto I, punto 2 y foto II**). A la salida del sistema de aspas se colocó un dispositivo de panal de abejas modificado, diseñado a partir de láminas de PVC de 2 mm de diámetro dispuestas en paralelo, con un sistema de sostén en los extremos entre las láminas (**foto I, punto 3 y foto III**). Este dispositivo permitió disminuir el efecto de la turbulencia del agua. Para mantener la estabilidad del sistema se realizó el monitoreo frecuente de la altura hidrométrica por medio de una cota instalada en el cauce (**foto I, punto 4**).

La superficie del sistema en todo su recorrido fue cubierta mediante placas de acetato transparente de 2 mm de espesor, sostenidas con varillas de aluminio revestido. Las placas se colocaron solapadas y pegadas al perfil solo en uno de sus extremos de manera de permitir el acceso a los puntos de muestreo. El sistema de aspas también se cubrió con un capuchón de PVC flexible. Estas medidas de cobertura de todo el sistema se tomaron para evitar la contaminación por agentes externos (**foto IV**).

2.2- AGUA DE INUNDACIÓN

Se analizaron las condiciones iniciales del agua de red (previamente declorada) utilizada para el ensayo y se midieron los siguientes parámetros: pH, conductividad, oxígeno disuelto, clorofila “a” y nutrientes inorgánicos (fracciones de fósforo y nitrógeno).

Para cumplir los objetivos biológicos del estudio se realizaron muestreos de organismos asociados a sustratos artificiales que fueron colocados en 2 de las curvas del mesocosmos (**foto I, puntos 5 a y 5 b**) y muestras de microorganismos del plancton en un sitio predeterminado del sistema (**foto I, punto 6**).

Foto I: 1- Sistema lótico artificial y sus componentes; 2: sistema de aspas, 3: rompeolas, 4: reglilla, con las indicaciones de variación diaria del nivel de agua) y los puntos de muestreo biológicos (sustratos artificiales); 5 a: sustrato artificial zona I, 5 b: sustrato artificial zona II y punto 6: zona de muestreo del plancton. Se describe la velocidad media de la corriente en determinados puntos del sistema.

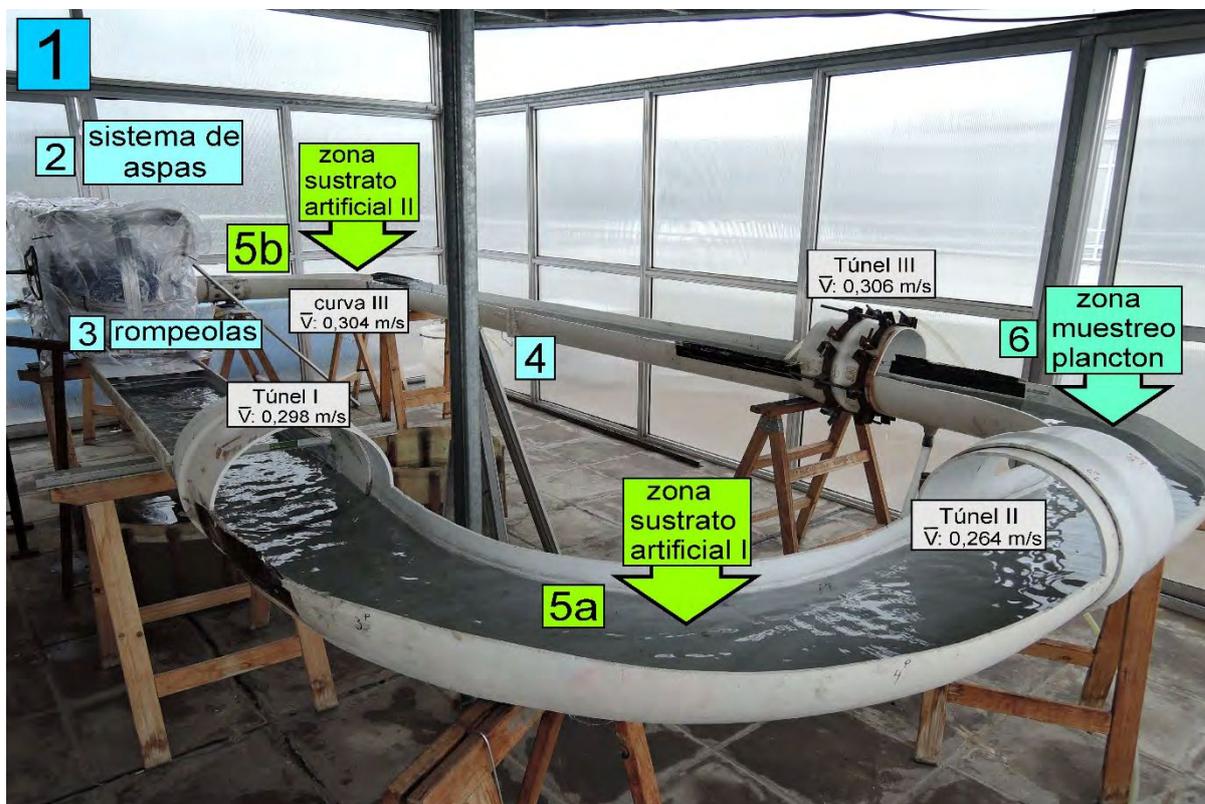


Foto II: detalle del sistema de aspas

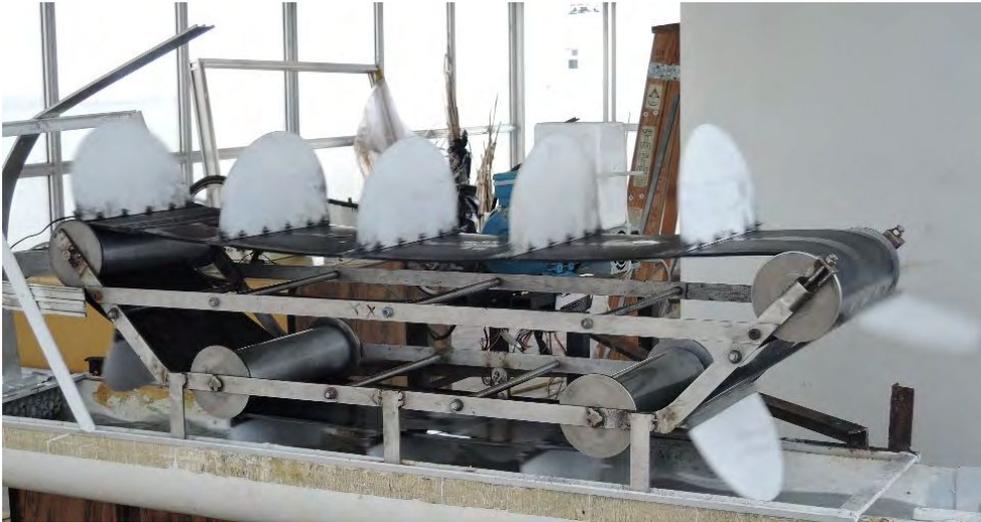


Foto III: detalle del panel de abejas modificado.



Foto IV: detalle del mesocosmos cubierto con placas de acetato para evitar la contaminación externa.

2.3- DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE SUSTRATOS ARTIFICIALES

Para simular los sustratos se utilizaron portaobjetos de vidrio esmerilados. La mitad de la superficie de cada portaobjetos fue cubierta con una capa fina de agar al 2 % con un pincel. Se recortaron placas de PVC del tamaño de los portaobjetos (usado como base), donde cada portaobjetos fue pegado individualmente por un extremo (**foto V, A**).

En la placa de PVC se colocaron 3 réplicas de sustratos artificiales por tiempo de muestreo para el estudio de los organismos y 3 para estimar la biomasa de las algas adheridas al sustrato, estimada por la concentración de clorofila “a” (**foto V, B**).

Las placas bases de PVC fueron recortadas de forma ovalada en coincidencia con el ancho del lecho del río y fueron amarradas por un sistema de prensas (**foto V, C**).

Se realizaron dos sets similares de sustratos artificiales que fueron colocados en las zonas de curvas del mesocosmos: un set de sustratos artificiales se colocó en lo que se denominó zona I, que pertenece físicamente a la curva I del sistema lótico y el segundo set de sustratos se colocó en lo que denominamos zona II que hace referencia a la curva III del sistema lótico (**foto I, puntos 5 a y 5 b**).

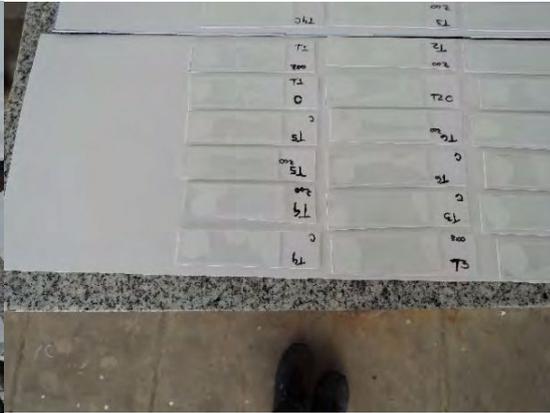
El sistema de mesocosmos tuvo dimensiones físicas que no permitieron la posibilidad de réplicas, lo que fue una limitante para poder realizar distintos análisis estadísticos. Por otra parte, la simulación de un sistema lótico con esas dimensiones y condiciones nos brindó información de gran importancia. Permitió estudiar, por un lado, la dinámica de los nutrientes, principalmente la disponibilidad del fósforo y su liberación ante la dispersión de las partículas y los procesos erosivos por efectos de la inundación. Por otra parte, nos permitió estudiar de forma paralela la sucesión de organismos de dos sistemas biológicos diferentes (plancton y sustratos artificiales), en función de la fuente de inóculos presentes en el suelo expuesto a estas condiciones.

Foto V: Secuencia de armado de los sustratos artificiales: **A-** placas de PVC individuales donde fueron pegados cada sustrato artificial. **B-** ordenamiento de los sustratos artificiales y sus réplicas en la placa base. **C-** diseño ovalado de las placas de PVC usado de base para los sustratos artificiales.

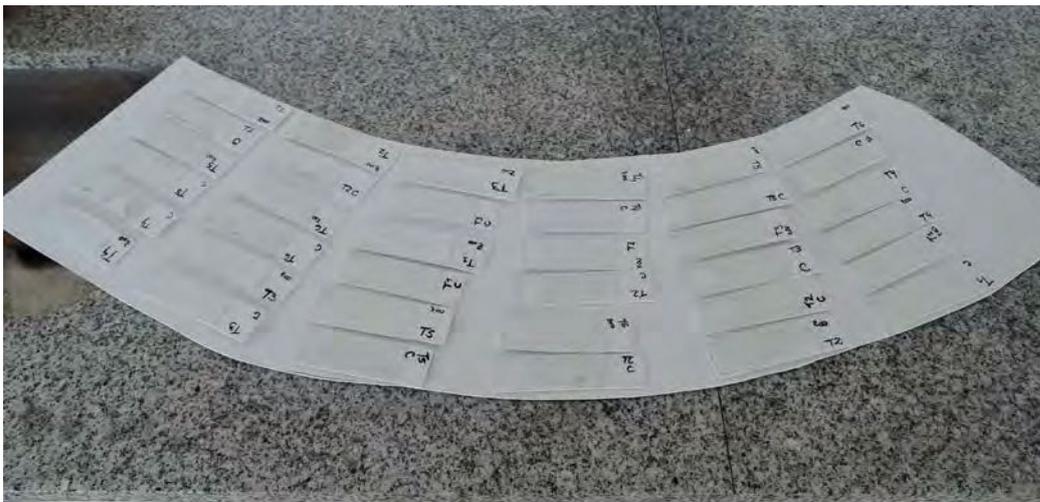
A.



B.



C.



2.4- PASOS REALIZADOS LUEGO DE LA COLOCACIÓN DEL SUELO,
VARIABLES AMBIENTALES Y EXTRACCIÓN DE MUESTRAS.

1- Una vez que las condiciones del sistema fueron las adecuadas, se pesaron 500 g de suelo, en peso seco, de la posición topográfica de Media Loma uso agrícola. El suelo utilizado para este ensayo fue recolectado en la misma campaña en que se recolectaron las muestras para el ensayo Lótico I.

2- El suelo se colocó de forma disgregada en 4 bases (placas de PVC), en cantidades similares y se colocaron en distintos puntos del sistema (**foto VI A**). Se ubicaron los paneles con los sustratos artificiales (**foto VI B**).

3- Se colocó agua de red en el mesocosmos hasta un volumen de 250 litros. Se puso en marcha el sistema de aspas a un régimen mínimo lo que generó la distribución y la sedimentación del suelo en los diferentes sectores del ambiente.

4- Las variables ambientales se registraron diariamente en coincidencia con los muestreos biológicos. Las variables se tomaron por la mañana (entre las 8.00 y las 9.00 horas), y las mismas fueron:

- ✓ pH, conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxígeno disuelto (% de saturación), se midieron mediante un equipo multiparamétrico HORIBA U-10.
- ✓ El ORP (potencial de óxido reducción) se midió con equipo multiparamétrico Dr. Lange ECM Multi Plus BSB.
- ✓ turbidez con un turbidímetro Hach 2100p.
- ✓ luminosidad mediante un luxímetro (LI-COR LI-250 A, con bombilla esférica SPQA 3901), debajo de la cubierta de PVC.

- ✓ velocidad de corriente con un correntómetro (SIAP, homologado por el departamento de hidráulica de la Facultad de Ingeniería, UNLP).

Las mediciones se realizaron en distintos sectores del sistema (túnel I, II, III y curva III) que fueron seleccionados por cercanía a los puntos del muestreo biológico (**foto I**).

Foto VI: (A) colocación del suelo en el sistema lótico. (B) colocación de los sets de sustratos artificiales.

A.



B.



2.5- EXTRACCIÓN DE ORGANISMOS DEL PLANCTON

Microorganismos del plancton: las muestras de zooplancton se recolectaron en el centro del cauce en el punto de muestreo predeterminado (**foto I, punto VI**). Se realizaron dos técnicas: **para los metazoos** se extrajo 1 litro de agua (x 3 réplicas) mediante el uso de una manguera. Ese volumen fue filtrado por una red de plancton de 35 µm de abertura de poro y las muestras concentradas se colectaron en frascos plásticos de 250 ml y se fijaron con formol al 4 %. Se realizó el análisis cualitativo y cuantitativo de las muestras al microscopio óptico en cámaras de Sedgewick - Rafter. **Para los protozoos** se recolectaron 10 ml de agua (x 3 réplicas) en frascos plásticos de 15 ml. Se fijaron las muestras con lugol acético al 1 % y se realizaron los recuentos en cámaras de sedimentación bajo microscopio invertido por el método de Utermöhl (objetivo específico 4). En ambos casos (metazoos y protozoos), los individuos se expresaron en ind/l.

2.6- EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS DE LOS SUSTRATOS

ARTIFICIALES: en paralelo a la extracción de las muestras de plancton se retiró un set (x 3) de sustratos artificiales para el recuento de organismos y un set (x 3) para estimar la clorofila "a". La metodología de extracción del contenido de los sustratos artificiales fue por medio de un pincel de cerdas finas, mediante el cual se removió toda la capa superficial y con ayuda de agua destilada se colocó en frascos plásticos. Los valores de concentración de clorofila "a" obtenida por el método tricromático se expresaron en unidad de área. Las muestras de organismos consumidores se fijaron con formol al 4 %. El recuento de organismos se realizó en microscopio óptico con cámaras de Sedgewick - Rafter y se estimó el total de organismos por superficie de suelo

(ind/cm²), la riqueza acumulada en cada evento de muestreo y la diversidad específica de Shannon.

Para la identificación de los organismos se siguió a los siguientes autores: Bick (1972) (ciliados); Foissner et al. 1999 (ciliados); Siemensma 2017 (amebas); Koste & Shiel 1987 (rotíferos); Segers 1995 (rotíferos); Heyns 1971 (nematodos). Para los grupos tróficos se utilizó la misma bibliografía de los ensayos lótico I y II.

En cada tiempo de muestreo se recolectó 1 litro de agua para el análisis de nutrientes (objetivo específico 4), como fósforo reactivo soluble (PRS) y fósforo total (PT), nitratos más nitritos (N + N), amonio (NH₄) y 250 ml de agua para estimar clorofila “a” con el método tricromátrico (APHA 2012). En cada evento de muestreo, a posteriori a la extracción de las muestras se reponía el agua del mesocosmos con agua de red, para mantener un nivel constante (rango de 220 a 250 litros). El río artificial se puso en marcha sin las muestras de suelo y sin los sustratos artificiales varios días antes del inicio del ensayo para la puesta a punto del mismo, dándose inicio al estudio el 30 de agosto de 2017 (condición inicial). El muestreo biológico presentó el siguiente cronograma para el zooplancton y los sistemas artificiales (Tabla 1).

Tabla 1: cronograma de muestreo biológico para el zooplancton y los sustratos artificiales. El muestreo de los sustratos comenzó 1 semana después respecto al zooplancton. Se indica cada tiempo de muestreo (T) y entre paréntesis su equivalente en días de inundación (D).

Muestreo/días	T1 (D5)	T2 (D11)	T3 (D18)	T4 (D25)	T5 (D32)	T6 (D39)	T7 (D46)
Zooplancton	x	x	x	x	x	x	x
Sustrato artificial		x	x	x	x	x	x

BIBLIOGRAFIA

APHA (2012). Standard Methods for the examination of waters and wastewaters 22 th ed. APHA/AWWA/WPCF. Washington DC.

Beyers R. J & Odum H. T. (1993). Ecological microcosms. Springer Advanced texts in life Sciences. Ed: David E. Reichle.

Bick H. (1972). Ciliated protozoa: an illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology. World Health Organization, Ginebra, Suiza. pp. 199.

Foissner W., Berger H. & Schaumburg J. (1999). Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. Informations berichte des Bayer. Landesamtes für Wasser wirtschaft, Heft 3/99: 1–799.

Heyns J. (1971). A guide to the plant and soil nematodes of South Africa. A. Balkema. Cape Town pp. 223.

Koste W. & Shiel R. J. (1987). Rotifera from Australian inland waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta). Invertebrate Systematics 1: 949-1021.

Segers H. (1995). Rotifera 2: The Lecanidae (Monogononta). In Dumont H. J., Nogrady T., eds. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world 6. The Hague: SPB Academic Publishing the Netherlands, pp. 226.

Siemensma F. J. (2017). Microworld, world of amoeboid organisms. World-wide electronic publication, Kortenhoeft, the Netherlands. <https://www.arcella.nl>.

3- RESULTADOS

3.1- RESULTADOS ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA

3.1.1- PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA, VALORES PROMEDIO Y RANGOS DE VARIACIÓN DURANTE EN ENSAYO.

Condición inicial del agua: temperatura (13,6 °C), conductividad (1020 $\mu\text{S}/\text{cm}$), pH (7,8), turbidez (3 NTU), oxígeno disuelto (90,5 %), potencial de óxido- reducción (186 mV).

La temperatura promedio presentó un rango entre 12,3 y 23,9 ° C, valores que se registraron al inicio y al final del ensayo, respectivamente. El pH presentó un leve incremento respecto a la condición inicial (7,8), y se mantuvo en un rango entre 8,6 y 8,8 durante todo el ensayo. La turbidez fue variable, con un valor promedio máximo de 98,4 NTU al inicio (D5), atribuida a la suspensión de las partículas del suelo.

Posteriormente, los valores de turbidez fueron inferiores a 20 NTU. La conductividad aumentó gradualmente a lo largo del ensayo, tuvo el valor mínimo en D5 de 1124 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el máximo al final en D46 con 1582 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El oxígeno disuelto (% saturación), fue cercano a 100 % o levemente superior a lo largo del ensayo, mientras que el potencial de óxido reducción se mantuvo en un rango entre 240 y 360 mV. Los valores promedio más bajos (240 mV) se observaron en D18, D25 y D46, y el valor máximo de 360 mV, en D32.

Tabla 1. Parámetros físicos y químicos: promedio, desvío estándar (DS) y valores mínimos y máximos registrados de cada parámetro. Referencias: potencial de óxido reducción (ORP), turbidez (Turb.), oxígeno disuelto (OD) en porcentaje de saturación (% sat.), y en miligramos por litro (mg/l), temperatura (Temp. °C), conductividad (Cond).

	ORP (mV)	Turb (NTU)	OD (% SAT)	OD (mg/l)	Temp (°C)	pH	Cond (μS/cm)
PROMEDIO (DS)	201 (68)	20 (26)	98,4 (2,6)	9,1 (0,6)	17,8 (2,9)	8,7 (80,2)	1433 (265)
MÍNIMO	95,6	3,85	90,5	7,8	11,9	7,9	1001
MÁXIMO	361	115	105,1	10,9	23,9	8,9	1957

3.1.2- VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL AGUA EN EL TIEMPO.

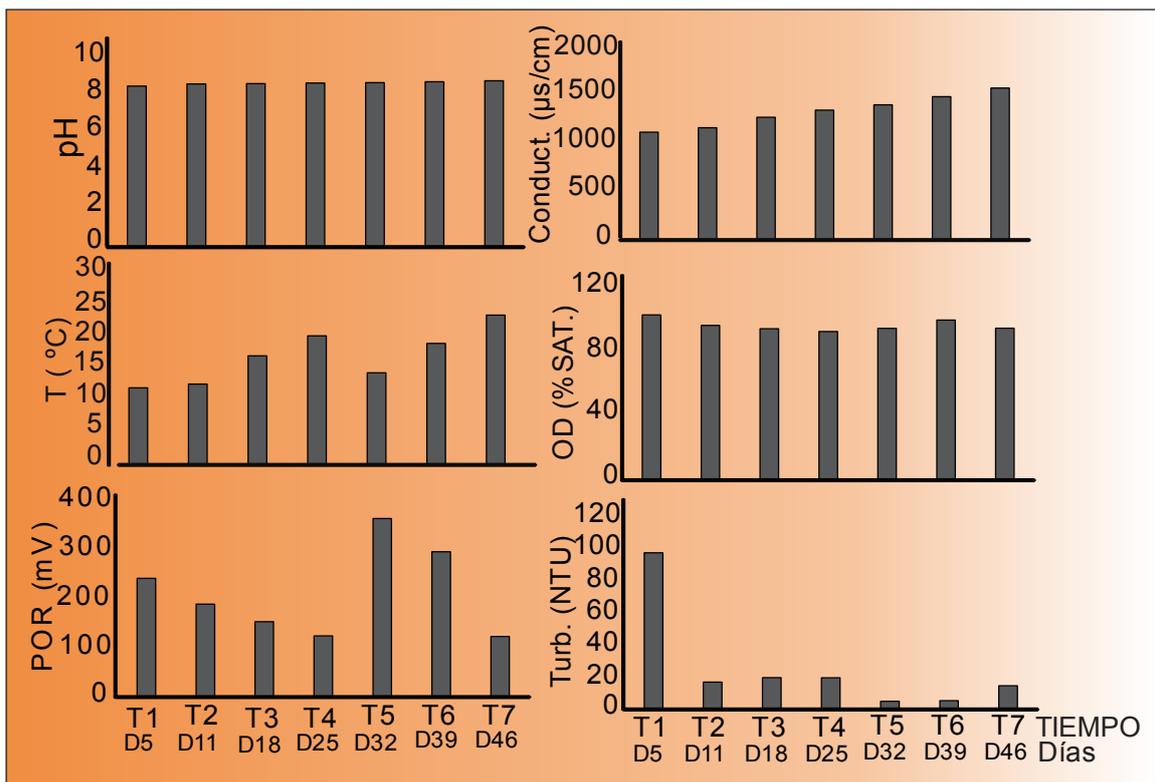


Figura 1-Valores promedio de los parámetros físicos y químicos en el tiempo. Referencias: temperatura (T° C); potencial de óxido reducción (POR/ ORP), conductividad (conduct), porcentaje de saturación de oxígeno (OD % sat), Turbidez (turb.).

3.2- LUMINOSIDAD DURANTE EL ENSAYO Y VELOCIDAD DE CORRIENTE

PROMEDIO DEL AGUA

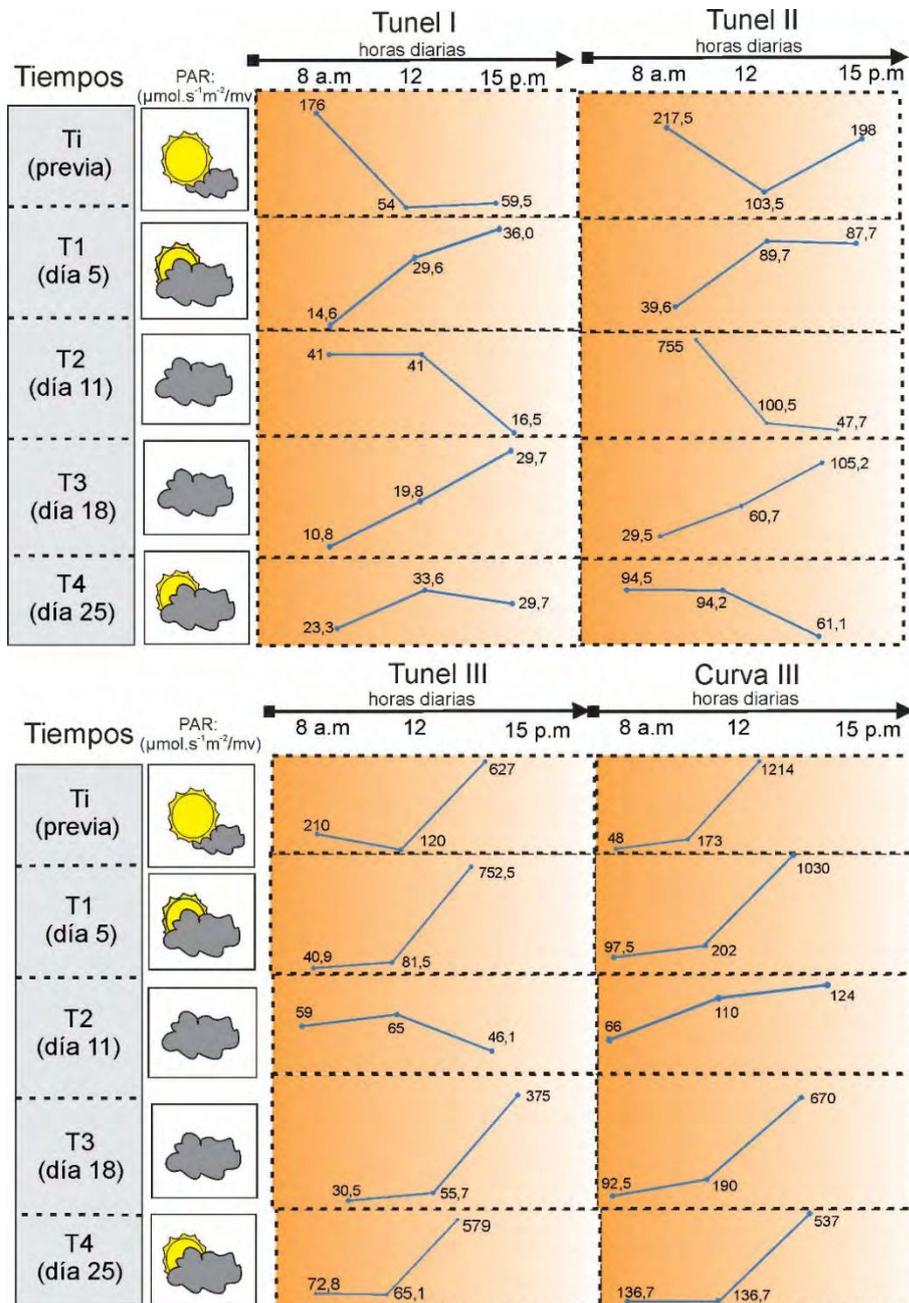


Figura 2-Variaciones de luminosity en cada evento de muestreo durante el día (3 horarios de muestreo) en determinados puntos del sistema (ver materiales y métodos, foto I). La luminosity se midió a la misma hora en cada tiempo de muestreo.

La llegada de luz al sistema estuvo sujeta a las variaciones y al porcentaje de cobertura de la nubosidad en los ciclos diarios durante el ensayo. Se realizaban 3 tomas diarias en cada evento de muestreo en diferentes puntos del mesocosmos (túneles y curvas). Se consideraron estos puntos por estar relacionados a los sistemas de sustratos artificiales y al sector de muestreo para clorofila “a” y zooplancton.

La velocidad de corriente promedio osciló en un rango entre 0,264 y 0,306 m/s sin diferencias de consideración entre los distintos sitios. Los sitios con velocidad de corriente promedio más baja fueron el Túnel I y el Túnel II, sectores donde se colocó uno de los sistemas de sustratos artificiales (Zona I), mientras que la velocidad de corriente promedio más alta fue en el Túnel III, sector donde se extrajeron las muestras de plancton (Foto I materiales y métodos).

3.3- NUTRIENTES Y CLOROFILA “a”

3.3.1- ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA ALGAL POR MEDICIÓN DE LA CLOROFILA “a”

Clorofila “a” en el agua

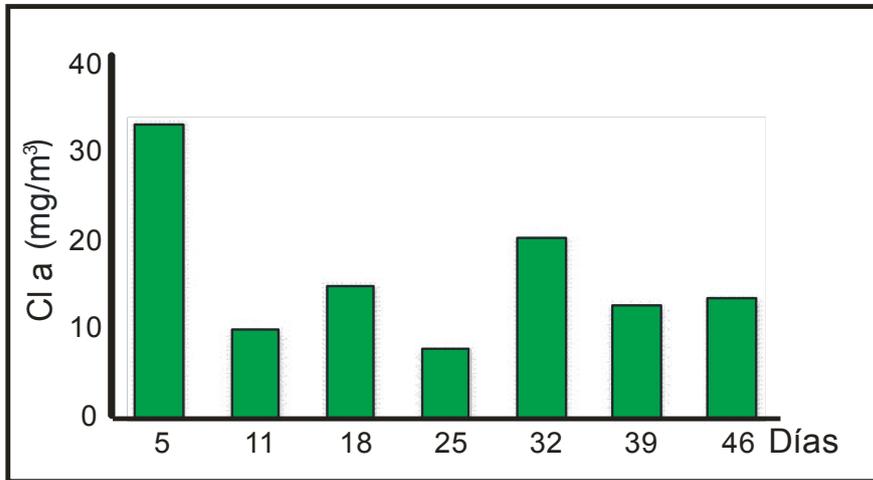
La concentración de clorofila “a” en la columna de agua fue mínima en D25 con 7,9 mg/m³ y máxima en D5 con 33,6 mg/m³. En el resto de los eventos de muestreo el rango de concentración se mantuvo entre 10 y 20 mg/m³ (Fig. 3 A).

Clorofila “a” en los sustratos artificiales

Los sistemas de sustratos artificiales presentaron una tendencia similar. En ambos sistemas la concentración de la clorofila tuvo un aumento a través del tiempo de inundación. Las mínimas concentraciones promedio se registraron en D11 con 0,03 mg/m² para la zona I y 0,01 mg/m² para la zona II. Las máximas concentraciones

promedio en ambos sistemas se observaron en la etapa final de la inundación (D46), con $3,29 \text{ mg/m}^2$ para la zona I y $3,73 \text{ mg/m}^2$ para la zona II (Fig. 3 B).

A.



B.

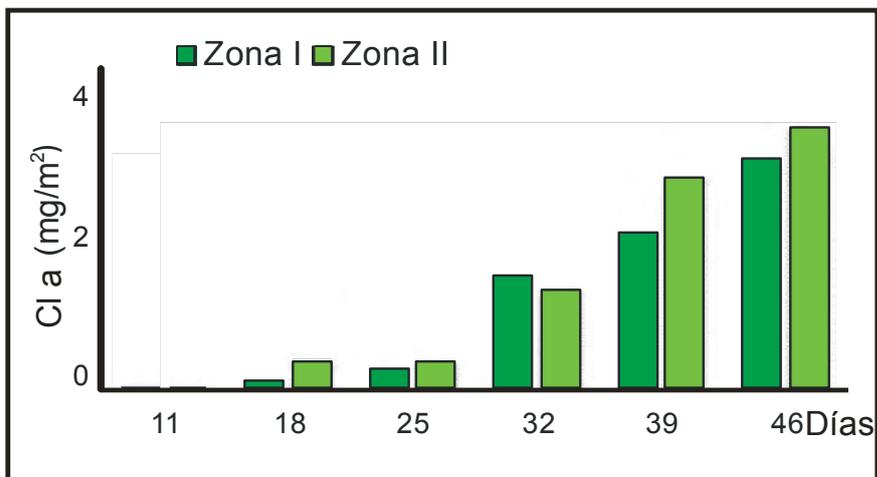


Figura 3-Valores promedio de concentración de clorofila "a" (Cl a) en el agua (A) y en los sistemas de sustratos artificiales (B), en cada evento de muestreo.

3.3.2- FÓSFORO REACTIVO SOLUBLE (PRS) Y FÓSFORO TOTAL (PT) EN EL AGUA

La concentración inicial del fósforo en el agua de inundación fue de 14,4 $\mu\text{g/l}$ para el fósforo reactivo soluble (PRS) y de 24,2 $\mu\text{g/l}$ para el fósforo total (PT).

El fósforo reactivo soluble (PRS), tuvo concentraciones inferiores a 10 $\mu\text{g/l}$, y posteriormente aumentó en D25 hasta 15,6 $\mu\text{g/l}$ y luego volvió a disminuir. La concentración mínima se dio en D46 con valores muy bajos (1,26 $\mu\text{g/l}$) (Fig. 4).

El fósforo total (PT) presentó su valor máximo de concentración en la etapa inicial (D5 y D18), con valores cercanos a los 95 $\mu\text{g/l}$ y posteriormente disminuyó a valores en un rango entre 55 y 33,2 $\mu\text{g/l}$ (Fig. 4).

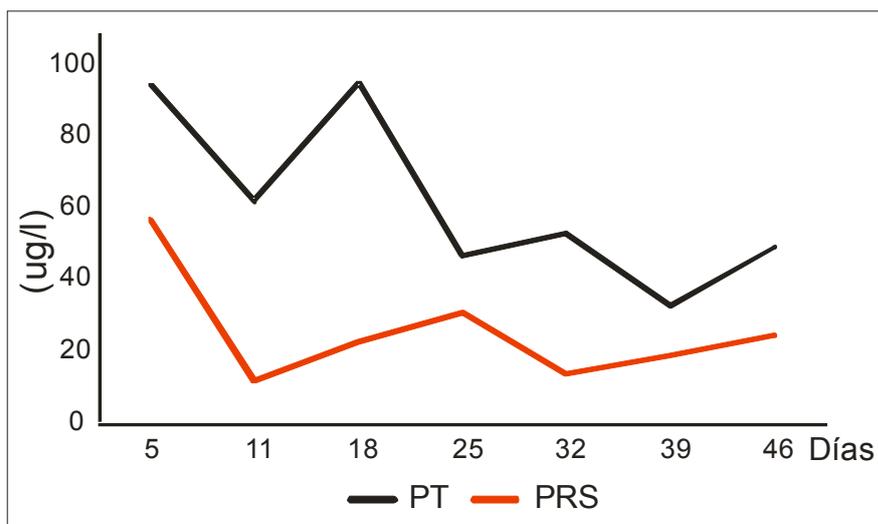


Figura 4- Variaciones en el tiempo del fósforo reactivo soluble: PRS y del fósforo total: PT.

3.3.3- NITRATOS + NITRITOS (N+N) Y AMONIO (NH₄) EN AGUA

La concentración inicial de N+N en el agua fue de 825 µg/l. Posteriormente, la concentración aumentó gradualmente, con un máximo al finalizar (D39) de 3425,4 µg/l (Fig. 5).

El NH₄, con un valor inicial de 21,5 µg/l, tuvo una dinámica variable en el tiempo, aumentando hacia los tiempos intermedios con el máximo de concentración de 122,4 µg/l en D18 y con el mínimo en D39 con 10,7 µg/l (Fig. 5).

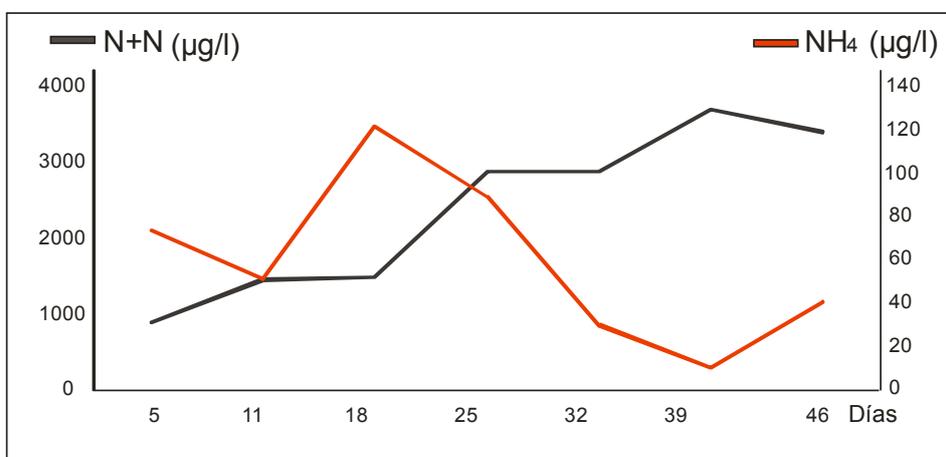


Figura 5- Variaciones en el tiempo de los nitratos más nitritos (N + N) y del amonio (NH₄).

Puede verse que los N+N aumentaron gradualmente, cuadruplicando los valores de concentración inicial en las instancias finales del ensayo, mientras que el NH₄ se mantuvo sin grandes variaciones a lo largo del tiempo de inundación.

3.4- RESULTADOS DE ORGANISMOS CONSUMIDORES:

MICROORGANISMOS DEL ZOOPLANCTON

3.4.1- ESTRUCTURA DE LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES DEL ENSAYO

Durante el ensayo se determinaron 26 *taxa*: 8 ciliados, 4 amebas (3 cercozoos y 1 especie de heliozoo), 7 rotíferos y 7 nematodos (3 indeterminados) (Fig. 6). Los ciliados fueron el grupo con mayor riqueza, seguido por los rotíferos y nematodos. Las amebas presentaron la mitad de especies que el resto de los grupos.

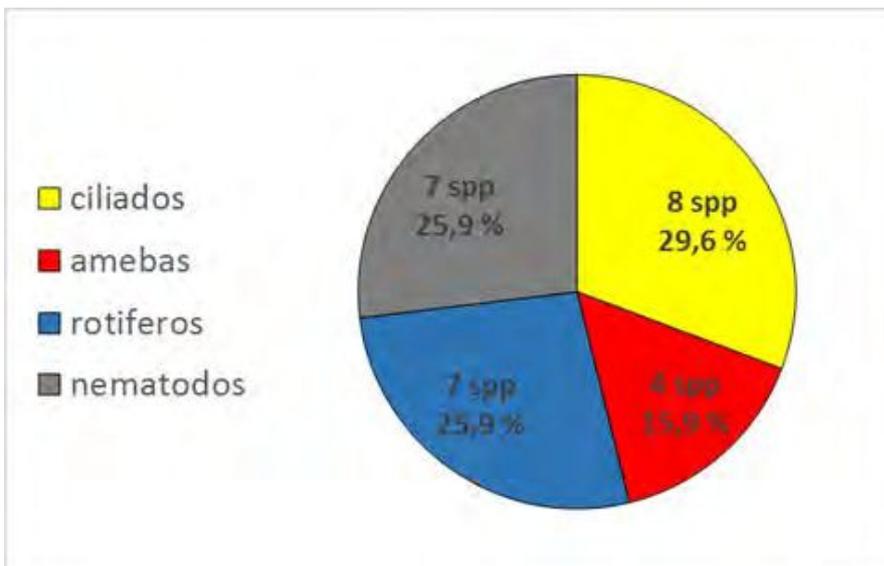


Figura 6- Porcentaje de los grupos de microorganismos respecto al total de *taxa*.

Tabla 2- *Taxa* registrados durante el ensayo

CILIOPHORA

Chilodonella sp.

Cinetochilum sp.

Cyclidium sp.

Dileptus sp.

Euplotes sp.

Frontonia sp.

Litonotus sp.

Oxytrichidae

Especie indeterminada

RHIZARIA

Euglypha laevis (Ehrenberg, 1845)

E. tuberculata Dujardin, 1841

Trinema enchelys (Ehrenberg, 1838)

HELIOZOA

Especie indeterminada

ROTIFERA

Bdelloidea

Philodina sp1

Philodina sp2

Monogononta

Cephalodella sp1

Cephalodella sp2

Lecane sp.

Lecane clara (Bryce, 1892)

L. pyriformis (Daday, 1905)

NEMATODA

Dorylaimida

Dorylaimidae

Dorylaimus sp.

Mesodorylaimus sp.

Tylenchyda

Tylenchidae

Especie indeterminada

Aphelenchida

Aphelenchidae

Aphelenchus sp.

3.4.2- RIQUEZA ACUMULADA DE LOS GRUPOS DE ORGANISMOS EN EL TIEMPO DE INUNDACIÓN

El número de especies totales acumuladas fue máximo en D46 con 17 especies y el mínimo fue de 9 especies en D11 y D18.

Los grupos registrados presentaron aportes diferentes a la riqueza de especies acumuladas en cada evento de muestreo. Los ciliados presentaron la mínima riqueza acumulada en D5 con 1 especie, 3 especies en D11, D32 y D39 y en el resto de los eventos de muestreo con 6 especies. Las amebas se hicieron evidentes con 4 especies en D5 y posteriormente con valores inferiores a 3. Los rotíferos con una riqueza acumulada mínima en D11, de 2 especies, y desde D25 hasta finalizar el ensayo (D46) con 5 especies. Por otra parte los nematodos tuvieron un máximo de especies acumuladas en D5 (5 especies) y mínimos de 1 especie en D18, D32 y D39. (Fig. 7).

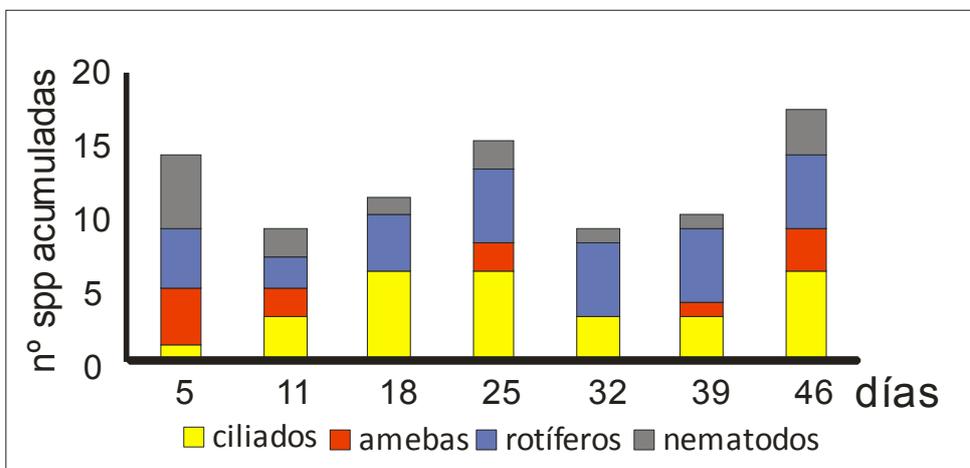


Figura 7- Riqueza acumulada en cada tiempo de muestreo para los grupos de organismos registrados.

3.4.3- DENSIDAD TOTAL PROMEDIO DE LOS ORGANISMOS EN CADA TIEMPO DE INUNDACIÓN

La densidad fue baja en D5 y D11 y posteriormente aumentó alcanzando un valor máximo en D32 de 4815 ind/l. La densidad, a lo largo del ensayo, estuvo dominada por protozoos. Entre los ciliados, las especies que más aportaron a la densidad fueron *Frontonia sp.* y *Euplotes sp.*

Entre las amebas, una especie de cercozo, *Euglypha tuberculata*, fue la que más aportó a la densidad en D5 y, los heliozoos en D46.

Los rotíferos, fueron abundantes debido al aporte de dos especies: *Cephalodella sp1* y *Lecane clara*. Los nematodos tuvieron apariciones esporádicas de *Mesodorylaimus sp.* y una especie de cada familia de Tylenchidae y Mononchidae, con representantes adultos y juveniles (Fig. 8).

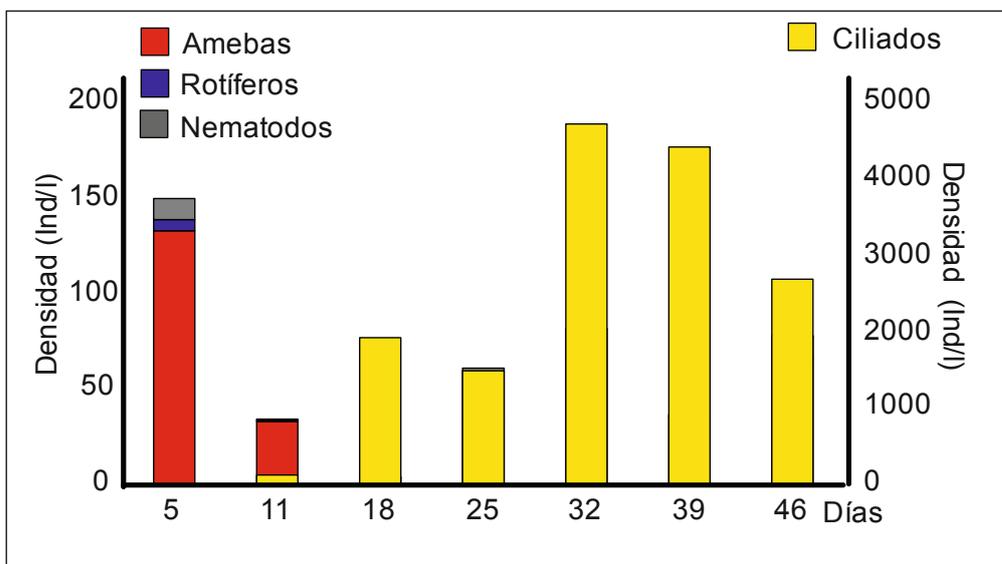


Figura 8- Densidad total promedio de los grupos de organismos en cada evento de muestreo. En el eje principal se muestran las densidades (ind/l) de amebas, rotíferos y nematodos y en el eje secundario la densidad de los ciliados.

3.4.4- DENSIDAD DE CADA GRUPO DE ORGANISMOS EN EL TIEMPO DE INUNDACIÓN

Ciliados

Se hicieron evidentes desde D11, donde tuvieron la mínima densidad (133 ind/l), y posteriormente presentaron una tendencia creciente con una densidad máxima en D32 con 4733 ind/l. El aporte a este valor fue dado por *Frontonia* sp. y *Euplotes* sp. (Fig. 9 A).

Amebas (cercozoos) y heliozoos

Tuvieron su máxima densidad en D5 (133 ind/l) y posteriormente se registraron en ciertos eventos de muestreo (D12, D25 y D46) con valores de densidad entre 33 y 67 ind/l. La especie registrada fue *Euglypha tuberculata*. Hacia el final del ensayo, hubo predominio de una especie de heliozoos (Fig. 9 B).

Rotíferos

Este grupo presentó la densidad mínima al inicio de la inundación (6 ind/l) y fue aumentando desde D25 hasta alcanzar un máximo en D32 con 82 ind/l para luego disminuir hacia el final (D46). Las especies que aportaron a la densidad fueron: *Cephalodella* sp1., *Lecane clara* y, en menor grado, *L. pyriformis* (Fig. 9 C).

Nematodos

Tuvieron una densidad máxima en D5 con 11 ind/l y posteriormente fueron muy poco abundantes, con valores inferiores a 2 ind/l. (Fig. 9 D).

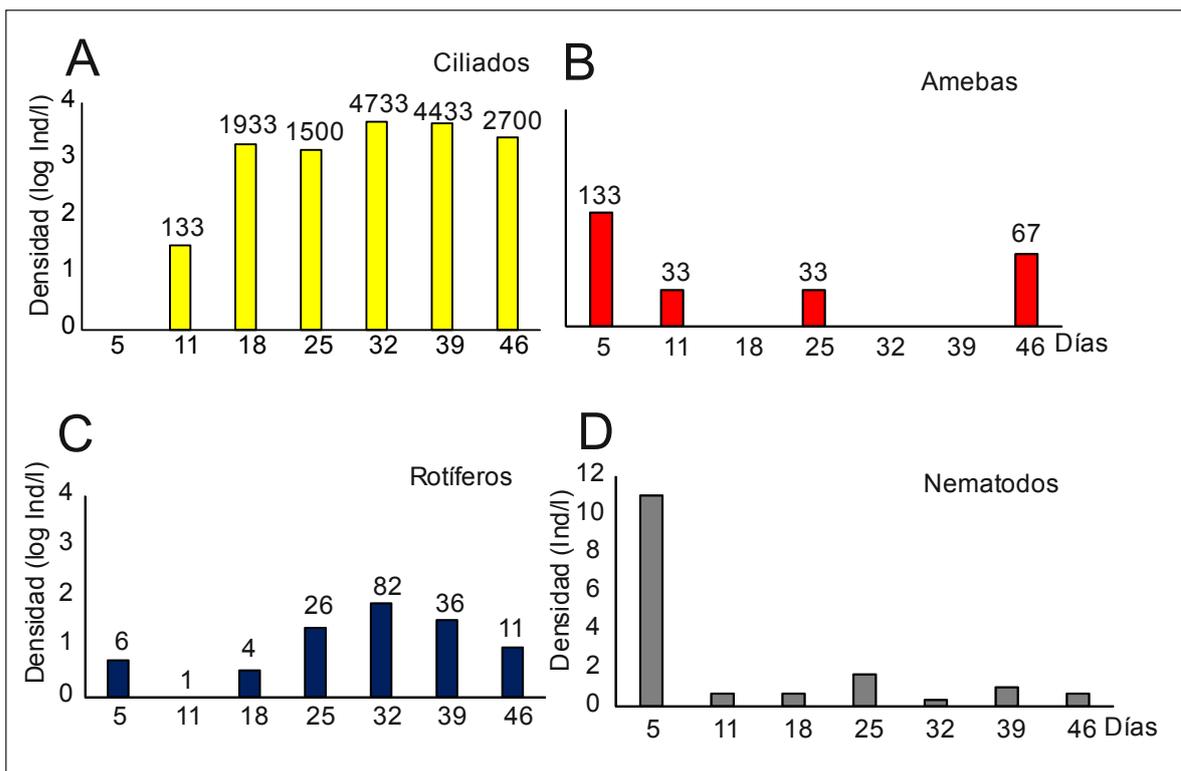


Figura 9- Densidad promedio de los grupos de organismos en el tiempo. Los grupos con amplios rangos de densidad se representaron en base logarítmica (A: ciliados, B: amebas y C: rotíferos). Los valores absolutos de densidad se destacan por encima de las columnas. Los nematodos (D) se representaron en individuos por litro (ind/l).

3.4.5- DIVERSIDAD ESPECÍFICA Y EQUITATIVIDAD EN EL ZOOPLANCTON

La diversidad fue mínima al inicio de la inundación en D11 con 0,26 y posteriormente aumentó en la etapa intermedia registrándose la diversidad máxima de 1,27 en D18. En la etapa final de la inundación (D32 y D39) la diversidad disminuyó al igual que los valores de equitatividad, debido a la elevada abundancia de dos especies de ciliados (*Frontonia* sp. y *Euplotes* sp.) respecto al resto de las especies. La diversidad, así como la riqueza específica se incrementaron al final del ensayo (D46) (Fig. 10).

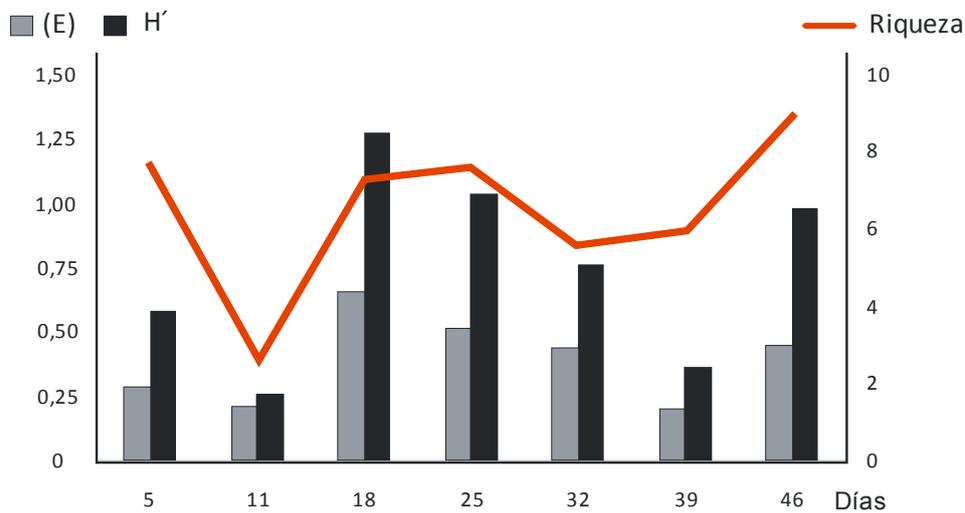


Figura 10- Diversidad promedio (H') y equitatividad (E) promedio en los días del ensayo. El número de especies (n° spp) está representado con una línea naranja.

3.4.6- GRUPOS TRÓFICOS

MICROCONSUMIDORES DEL PLANCTON

Los ciliados omnívoros se registraron a partir de D11 y estuvieron presentes en todos los eventos de muestreo, con densidades superiores a los otros grupos tróficos. La densidad de este grupo aumentó principalmente desde D25 a D46. Las especies que aportaron a la densidad fueron *Chilodonella* sp. y una especie de Oxytrichidae en la etapa inicial del ensayo (D11 y D18). Desde D18 a D46, *Frontonia* sp. presentó la mayor densidad seguida por *Euplotes* sp. (Fig.11 A). Los ciliados bacterívoros se hicieron evidentes en dos eventos de muestreo, en D18 con *Cyclidium* sp. y en D46 con *Cinetochilum* sp., mientras que los depredadores, desde D11 a D25 con *Litonotus* sp. y, en D46, con *Dileptus* sp. (Fig. 11 A).

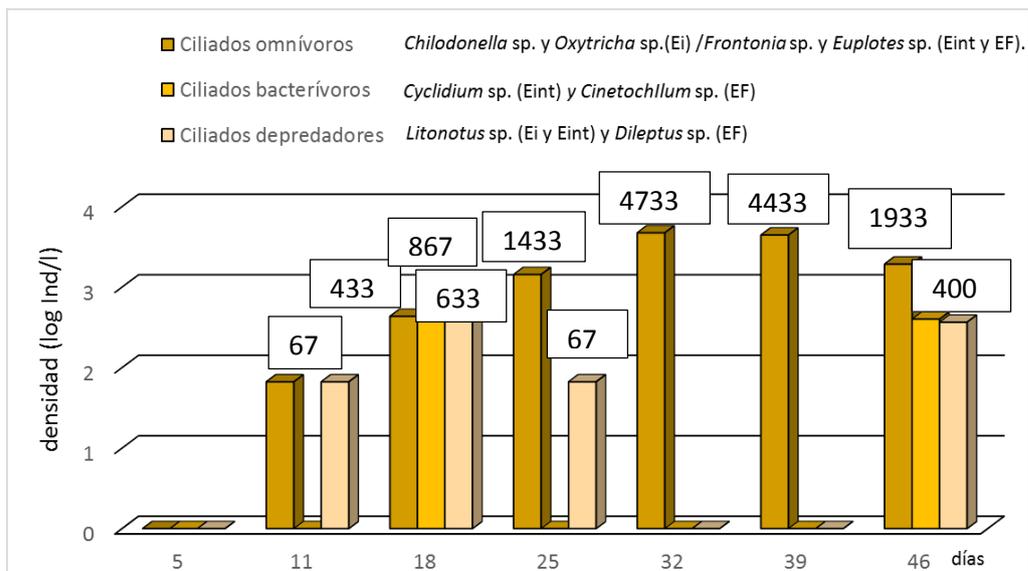
Las amebas de hábitos omnívoros, se registraron en 3 eventos de muestreo: en D5 alcanzaron la máxima densidad dada por 3 especies de cercozoos, *Euglypha laevis*, *E. tuberculata* y *Trinema enchelys*; en D11 y en D25 se registró *E. tuberculata*, mientras en D46 una especie de heliozoos (Fig. 11 B).

Los rotíferos herbívoros se hicieron evidentes en todos los eventos de muestreo con densidades variables y una tendencia creciente en D25 y D32 y disminuyendo hacia el final (D46). Las especies que aportaron a la densidad de este grupo fueron *Philodina* sp1 en la etapa inicial de la inundación mientras que en el resto del ensayo dominaron *Lecane clara* y *L. pyriformis*. El rotífero depredador que más aportó a la densidad en las etapas intermedia y final (D25 a D46) fue *Cephalodella* sp1 (Fig. 11 C).

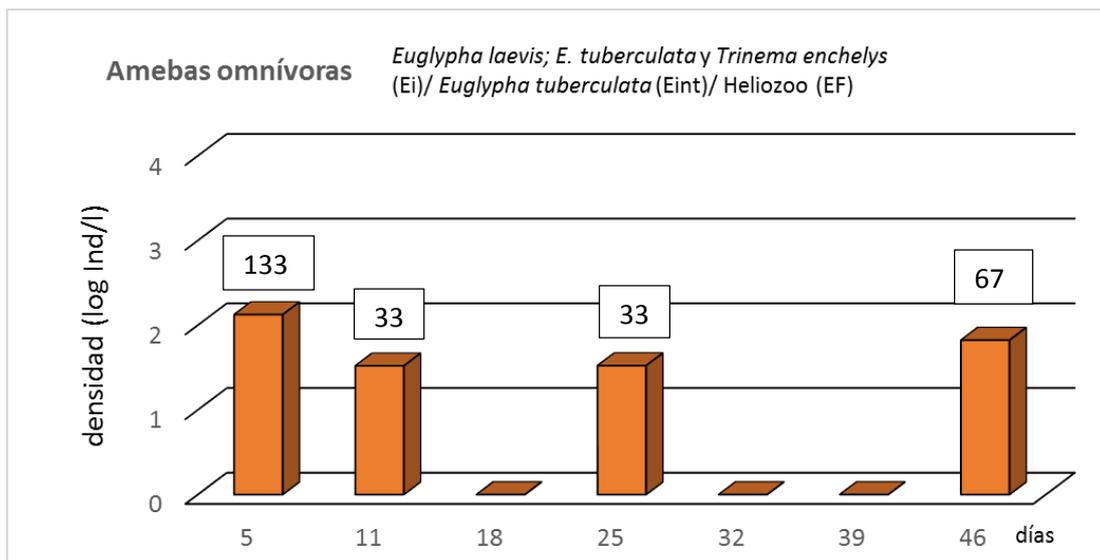
Los nematodos omnívoros estuvieron presentes en todo el ensayo excepto en D11. La densidad más alta de este grupo fue en D5 y posteriormente se mantuvieron con bajas densidades. La especie que más aportó a la densidad fue *Dorylaimus* sp. y también

ejemplares juveniles. Los fitófagos, en solo dos eventos de muestreo (D5 y D11), estuvieron representados con *Mesodorylaimus* sp. y una especie de Tylenchidae (Fig. 11 D).

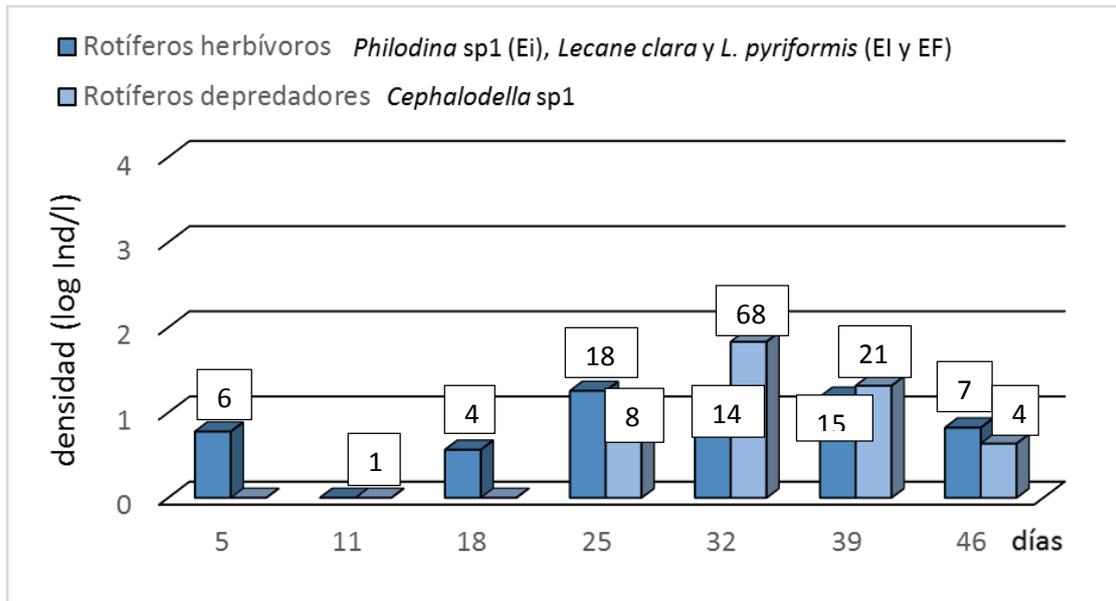
A.



B.



C.



D.

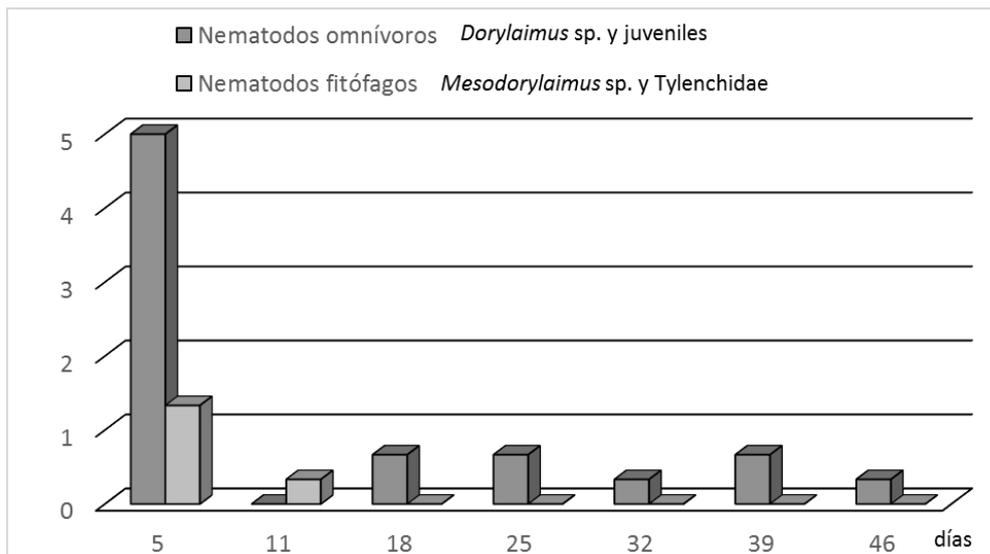


Figura 11- Hábitos tróficos de los grupos de organismos y sus densidades en cada evento de muestreo. Las densidades se graficaron en base logarítmica para los grupos más abundantes (ciliados, amebas y rotíferos) y se muestra por encima de cada barra un recuadro con la densidad absoluta del grupo trófico. Los nemátodos se graficaron en valor absoluto ya que presentaron menor abundancia. En cada gráfico se muestran las especies más representativas de cada grupo trófico, y en el caso que la especie sea característica de alguna etapa de la inundación, se hace mención con la siguiente referencia Ei: etapa inicial; E int: etapa intermedia y EF: etapa final, que corresponde a los siguientes días de inundación Ei: D5 a D11; E int: D18 a D25 y EF: D32 a D46. Referencia de los gráficos para cada grupo de organismos: (A) Ciliados; (B) Amebas; (C) Rotíferos; (D) Nematodos.

Los grupos tróficos registrados en cada etapa de la inundación fueron:

Etapa inicial de la inundación (D0 a D11): Omnívoros de pequeño y gran porte/ bacterívoros y herbívoros de pequeño porte y fitófagos de mayor porte/ depredadores de pequeño porte hacia el final.

Etapa intermedia (D18 A D32): Si bien se registraron los mismos grupos tróficos que en la etapa inicial, la dominancia fue por ciliados omnívoros y un leve incremento de depredadores rotíferos.

Etapa final (D39 a D46): Se mantienen los grupos tróficos registrados en las etapas previas, la dominancia fue por ciliados omnívoros y un ligero incremento de ciliados bacterívoros y depredadores. El resto de los grupos tróficos presentaron densidades menores.

3.5- RESULTADOS BIOLÓGICOS: SISTEMAS DE SUSTRATOS ARTIFICIALES

3.5.1- ESTRUCTURA DE LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES EN LOS SUSTRATOS ARTIFICIALES

En el sistema de sustratos artificiales, teniendo en cuenta ambas zonas estudiadas (zona I y zona II), se registró un total de 19 *taxa*: 5 ciliados, 3 amebas cercozoos, 6 rotíferos y 5 nematodos (2 indeterminados). Entre los sustratos artificiales de ambas zonas, las diferencias entre los *taxa* fueron mínimas. **En la zona I**, se determinaron 18 *taxa*: 5 ciliados, 3 amebas cercozoos, 5 rotíferos y 5 nematodos (Fig. 12 A). **En la zona II**, se determinaron 14 *taxa*: 5 ciliados, 1 ameba cercozoo, 6 rotíferos y 2 nematodos (Fig. 12 B).

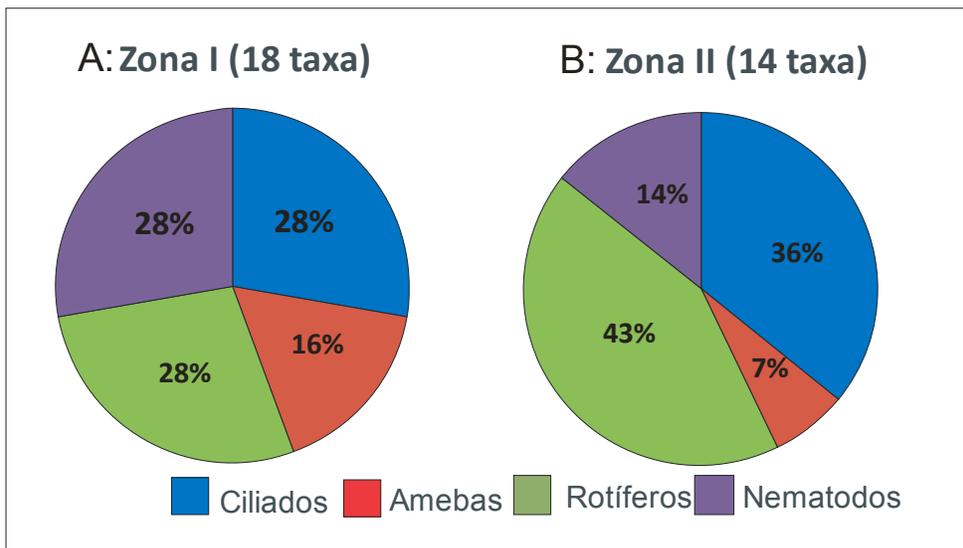


Figura 12- Representación en porcentaje de cada grupo de organismos respecto a los *taxa* totales registrados en cada sistema de sustratos artificiales: Zona I (A); Zona II (B).

Tabla 3- *Taxa* registrados en ambos sistemas durante el ensayo

CILIOPHORA

Chilodonella sp.

Cinetochilum sp.

Euplotes sp.

Frontonia sp.

Litonotus sp.

RHIZARIA

Euglypha laevis (Ehrenberg, 1845)

E. tuberculata Dujardin, 1841

Trinema enchelys (Ehrenberg, 1838)

ROTIFERA

Bdelloidea

Philodina sp1

Philodina sp2

Monogononta

Cephalodella sp1

Cephalodella sp2

Lecane clara (Bryce, 1892)

L. pyriformis (Daday, 1905)

NEMATODA

Dorylaimida

Dorylaimidae

Dorylaimus sp.

Mesodorylaimus sp.

Tylenchyda

Tylenchidae

Especie indeterminada

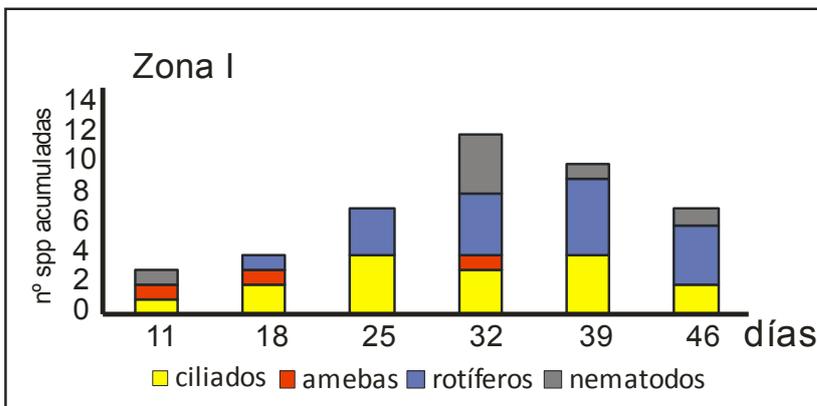
3.5.2.- RIQUEZAS ACUMULADAS EN LOS SISTEMAS DE SUSTRATOS ARTIFICIALES (ZONA I Y II), EN EL TIEMPO

En la **zona I**, la riqueza acumulada total fue mínima en D11 con 3 especies aumentando posteriormente hasta D32 donde se observó la máxima con 12 especies. Los ciliados tuvieron valores mínimos de riqueza acumulada en D11 (1 especie), y los máximos fueron en D25 y D39 con 4 especies cada día. Las amebas se registraron en 3 eventos de muestreo con solo 1 especie (D11, D18 y D32), los rotíferos con 1 especie en D18 y un máximo de 5 especies en D39, mientras que los nematodos, con valores mínimos de 1 especie en D11, D39 y D46, y un máximo de 4 especies en D32 (Fig. 13 A).

En la **zona II**, la riqueza acumulada total fue mínima en D11 con 3 especies aumentando posteriormente hasta la máxima en D39 con 12 especies. Los ciliados, con una riqueza acumulada mínima en D11 de 1 especie y con un máximo de 4 especies en D18, D25 y D39. Las amebas estuvieron presentes con 1 especie en D11, D32 y D39, los rotíferos, con un mínimo de 1 especie al inicio de la inundación (D11 y D18) y posteriormente aumentaron a 5 especies en D32 y D39, siendo los valores de riqueza acumulada máximos para este grupo. Los nematodos se registraron con valores de riqueza acumulada inferior a 2 especies (Fig. 13 B).

En ambos sistemas de sustratos artificiales estudiados, los valores de la riqueza acumulada fueron inferiores a 12 especies. Las tendencias fueron similares, con un incremento de la riqueza hacia la etapa intermedia y comienzos de la etapa final de la inundación (D32 y D39) para luego disminuir en el último evento de muestreo (D46).

A.



B.

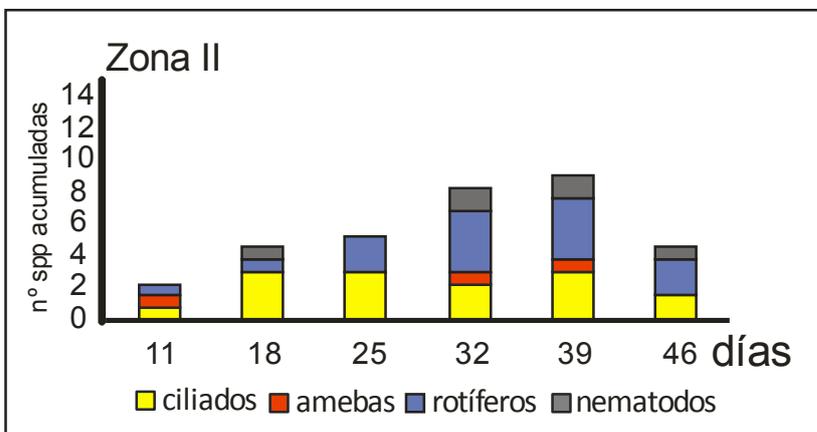


Figura 13- Riqueza acumulada de los grupos de organismos registrados en cada evento de muestreo en los sistemas de sustratos artificiales: Zona I (A); Zona II (B).

3.5.3.- DENSIDAD DE LOS ORGANISMOS EN EL TIEMPO

En ambos sistemas de sustratos artificiales la densidad de los grupos de organismos fue baja y ninguno superó los 5 ind/cm².

3.5.3.1.- ZONA I

Ciliados

Presentaron densidades bajas, en todos los eventos de muestreo, en D39 tuvieron la densidad máxima de 2 ind/cm². Las especies que hicieron aportes a la densidad fueron *Chilodonella* sp., *Frontonia* sp. y *Euplotes* sp.

Amebas (cercozoos)

Las amebas tuvieron apariciones en ciertos tiempos y con bajas densidades, con aportes de tres especies de cercozoos: *Euglypha laevis*, *E. tuberculata* y *Trinema enchelys*.

Rotíferos

Las densidades del grupo no superaron los 2 ind/cm², siendo este valor el máximo registrado en D32. Las especies que aportaron a la densidad fueron *Philodina* sp1, *Cephalodella* sp1 y *Lecane clara*.

Nematodos

Las densidades a lo largo del ensayo fueron bajas, con estadios juveniles, *Dorylaimus* sp., *Mesodorylaimus* sp. y una especie de Tylenchidae (Fig. 14 A).

3.5.3.2. - ZONA II

Ciliados

Presentaron densidades bajas, en todos los eventos de muestreo, excepto en D39 que tuvieron la densidad máxima de 5 ind/cm². Las especies que hicieron aportes a la densidad fueron *Frontonia* sp. y *Euplotes* sp.

Amebas (cercozoos)

Las amebas tuvieron apariciones en ciertos tiempos del ensayo, con densidades bajas. Los aportes de densidad fueron por una especie de cercozoo: *Trinema enchelys*.

Rotíferos

La densidad máxima se registró en D32 con 4 ind/cm² y en el resto del ensayo se mantuvieron con valores de 1 ind/cm². Las especies que aportaron a la densidad fueron *Philodina* sp1 y *Philodina* sp2, *Cephalodella* sp1, *Lecane clara* y *L. pyriformis*.

Nematodos

Las densidades a lo largo del ensayo fueron bajas, con *Dorylaimus* sp., una especie de Tylenchidae y juveniles (Fig. 14 B).

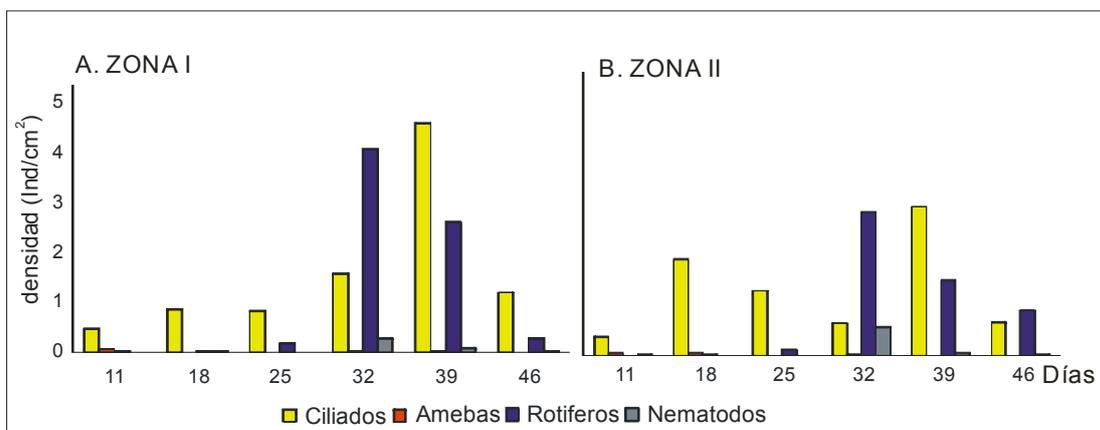


Figura 14- Densidad promedio de los grupos de organismos en cada evento de muestreo. **A.** Sistema de sustratos artificiales de la zona I; **B.** Sistema de sustratos artificiales de la zona II.

3.5.4.- DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD EN LOS SUSTRATOS ARTIFICIALES

En la zona I, la diversidad mínima se registró en la etapa inicial de la inundación (D11 y D18) con valores inferiores a 0,36. Posteriormente la diversidad aumentó en las etapas intermedia y final con un máximo en D39 de 1,37. Al finalizar el ensayo (D46), la diversidad disminuyó levemente a 1,16. La abundancia de las especies registradas fue baja y ninguna presentó cambios de consideración en el tiempo del ensayo, lo que se vio reflejado en los valores de equitatividad que se mantuvieron sin grandes variaciones, en un rango entre 0,43 y 0,92 (Fig. 15 A).

En la zona II, la diversidad tuvo la misma dinámica que en la zona I, con valores mínimos al inicio de la inundación (D11 y D18 con 0,22 y 0,46, respectivamente). En las etapas intermedia y final de la inundación, la diversidad aumentó con un máximo en D39 de 1,40. Al finalizar el ensayo (D46), la diversidad disminuyó hasta 0,99. La abundancia de las especies registradas fue baja y sin variaciones de consideración en el tiempo del ensayo, lo que se vio reflejado en los valores de equitatividad que se mantuvieron en un rango entre 0,60 y 0,83 (Fig. 15 B).

En ambos sistemas, las variaciones de los índices de diversidad y equitatividad, estuvieron determinadas por las abundancias de ciertas especies de protozoos y de rotíferos.

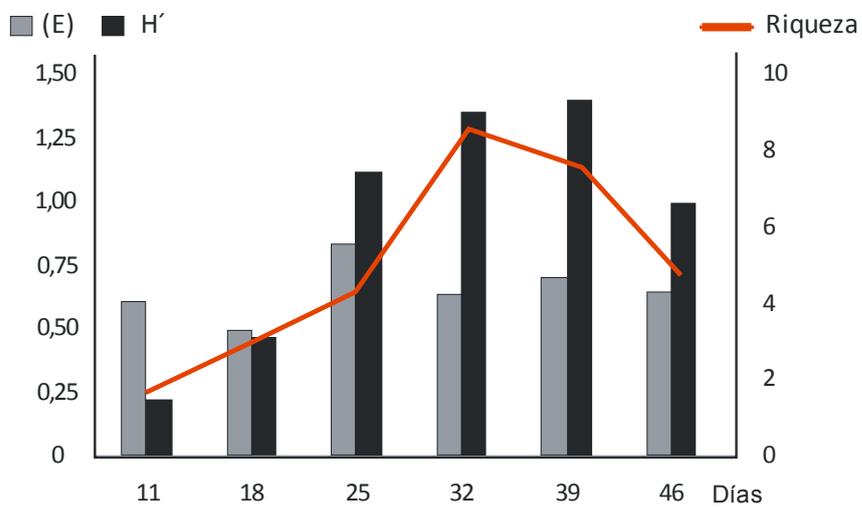
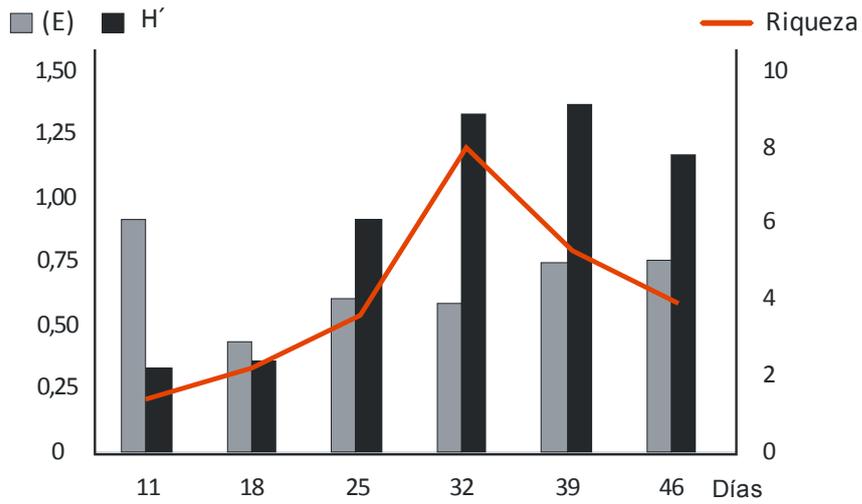


Figura 15- Diversidad promedio (H') y equitatividad (E) promedio en los días del ensayo para los sustratos artificiales. Zona I (A); Zona II (B). El número de especies (n° especies) está representado con una línea roja.

3.5.5.- GRUPOS TRÓFICOS EN LOS SUSTRATOS ARTIFICIALES

3.5.5.1- ZONA I

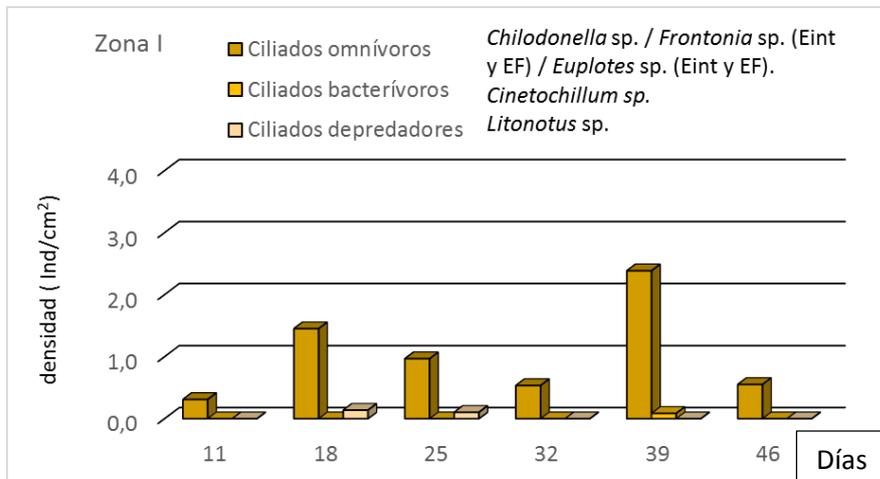
En **la zona I**, los ciliados omnívoros estuvieron presentes en todo el ensayo y estuvieron representados por *Chilodonella* sp., *Frontonia* sp. y *Euplotes* sp. Los bacterívoros estuvieron presentes con *Cinetochilum* sp., solo en D39 y los depredadores se registraron en D18 y D25 con *Litonotus* sp. (Fig. 16 A). Las amebas, de hábitos omnívoros, estuvieron presentes en muy bajas densidades en D11, D18 y D32, con tres especies de cercozoos: *Euglypha laevis*, *E. tuberculata* y *Trinema enchelys*.

Los rotíferos herbívoros se registraron en D18 con *Philodina* sp1 y en las etapas intermedia y final (D25 a D46), con *Lecane clara* y *L. pyriformis*. Dentro de los rotíferos depredadores se registró a *Cephalodella* sp1 desde D25 a D46 (Fig. 16 B).

Los nematodos de hábitos omnívoros estuvieron presentes con bajas densidades, y representados principalmente por juveniles y *Dorylaimus* sp. en D11, D32 y D39. Los fitófagos estuvieron representados por *Mesodorylaimus* sp. en D32 y por una especie de Tylenchidae en D46.

Los grupos tróficos de las amebas y los nematodos no se esquematizaron por las bajas densidades que presentaron.

A.



B.

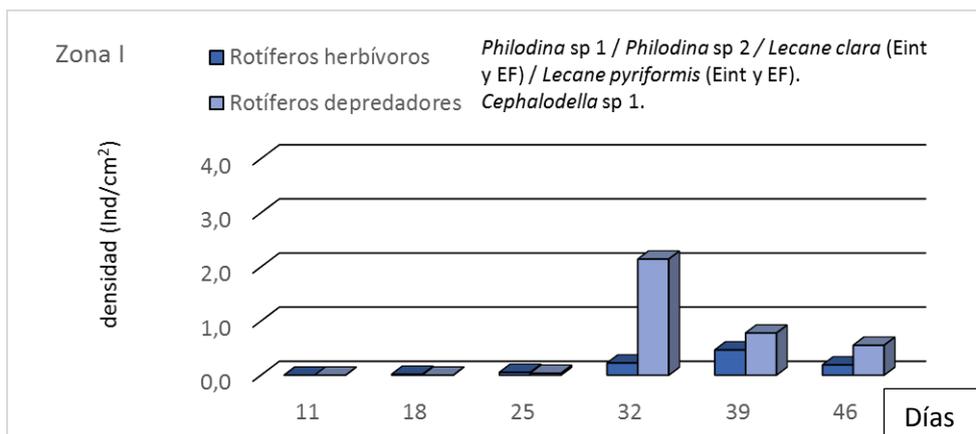


Figura 16- Densidad de los grupos de organismos según sus hábitos tróficos presentes en el sistema de sustratos artificiales de la zona I, en cada evento de muestreo. A. ciliados; B. rotíferos. En cada gráfico se indican los *taxa* más representativos de cada grupo trófico y se especificó, en algunos casos, si es característico de alguna etapa de la inundación: Ei: etapa inicial; E int: etapa intermedia; EF: etapa final, que corresponde a D0 – D11 (Ei); D18 a D25 (E int) y D32 a D46 (EF).

3.5.5.2- ZONA II

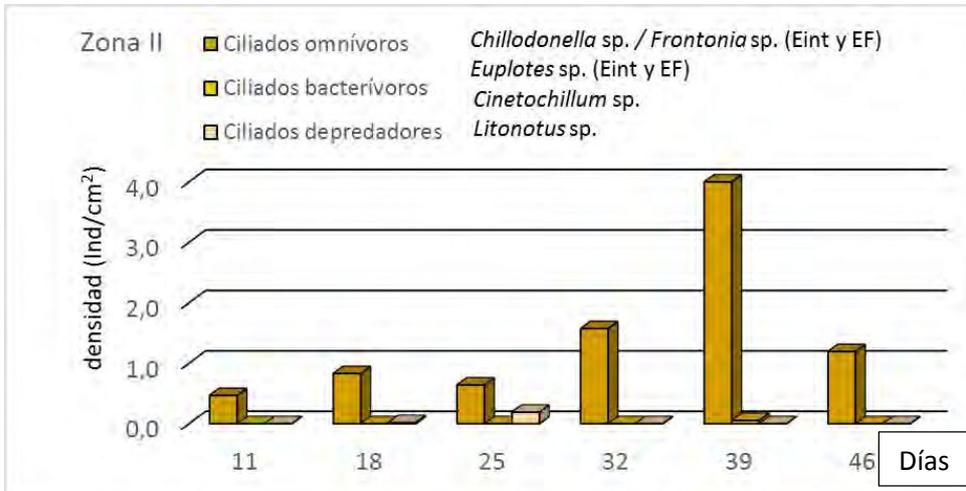
Los ciliados omnívoros estuvieron representados por *Chilodonella* sp., desde D11 a D39 y por *Frontonia* sp. y *Euplotes* sp., desde D18 a D46. Los bacterívoros se registraron mediante *Cinetochilum* sp., solo en D39, y los depredadores estuvieron presentes en D18 y D25 con *Litonotus* sp. (Fig. 17 A). Las amebas, de hábitos omnívoros, estuvieron presentes en muy bajas densidades en D11, D32 y D39, con *Trinema enchelys* (cercozoos).

Los rotíferos herbívoros se registraron con *Philodina* sp1 y *Philodina* sp2, desde D32 a D46, *Lecane clara* (D18 a D39) y *L. pyriformis* (D32 a D46). Dentro de los rotíferos depredadores se registró una especie de *Cephalodella* que estuvo presente desde D25 a D46 (Fig. 17 B).

Los nematodos tuvieron muy bajas densidades. Los de hábitos omnívoros se registraron con *Dorylaimus* sp. y estadios juveniles en D32 y D39, mientras los fitófagos estuvieron representados por una especie de la familia Tylenchidae en D32, D39 y D46.

Los grupos tróficos de las amebas y los nematodos no se esquematizaron por las bajas densidades que presentaron.

A.



B.

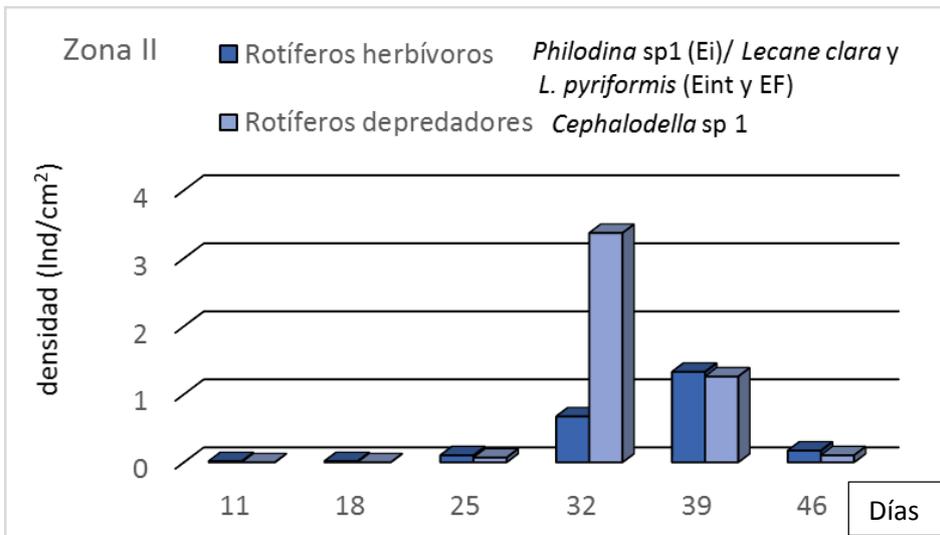


Figura 17- Densidad de los grupos de organismos según hábitos tróficos presentes en el sistema de sustratos artificiales de la zona II, en cada evento de muestreo. A. ciliados; B. rotíferos. En cada gráfico se indican los *taxa* representativos de cada grupo trófico y se especificó en algunos de los casos si es característico de alguna etapa de la inundación: Ei: etapa inicial; E int: etapa intermedia; EF: etapa final, que corresponde a D0 – D11 (Ei); D18 a D25 (E int) y D32 a D46 (EF).

En ambos sistemas se pudo observar una predominancia de omnívoros de pequeño porte, principalmente especies de ciliados que se registraron a lo largo de la inundación. En las etapas intermedia y final de la inundación se pudo observar la presencia de rotíferos de hábitos depredadores y en menor densidad herbívoros. Los nematodos omnívoros estuvieron presentes en muy bajas densidades en la etapa intermedia de la inundación.

3.6- PARTE 2: DESCRIPCIÓN DE LOS RESULTADOS ENTRE EL ENSAYO LÉNTICO I Y EL ENSAYO LÓTICO

3.6.1- DIFERENCIAS ENTRE LAS CONDICIONES AMBIENTALES, LOS NUTRIENTES Y EL DESARROLLO DE LOS ORGANISMOS CONSUMIDORES

En base a los resultados obtenidos en el ensayo Léntico I y en el ensayo biológico de los microorganismos del plancton registradas en el sistema Lótico, se realizó una descripción de ambos sistemas para ver las diferencias en los resultados respecto a la sucesión de los organismos, considerando las diferencias metodológicas y las diferencias en las variables ambientales a las que se expusieron las muestras de suelo en los ensayos. **La descripción del ensayo Léntico I se realizó con la muestra de suelo de la topografía de Media Loma, uso agrícola,** ya que es la muestra de suelo con la que se realizó el ensayo Lótico (extraídas en la misma campaña de muestreo). No se realizó con el ensayo del Léntico II ya que la recolección de las muestras de suelo para dicho ensayo fue posterior al ensayo Lótico.

La cantidad de suelo que se utilizó en el ensayo Lótico (500 g) fue tres veces la que se utilizó en los microcosmos del ensayo Léntico I (170 g). La cantidad de suelo propuesta no cumple la relación suelo-agua del sistema Léntico I, debido a que se colocó menos suelo en el mesocosmos para tratar de evitar un gran aumento de la turbidez.

Al inundar el suelo con dos condiciones hídricas diferentes y al exponerlo a diferentes condiciones ambientales, se observaron diferencias en la liberación de nutrientes por el suelo, principalmente el fósforo, en el desarrollo de los productores y en el desarrollo de los organismos consumidores y de los grupos tróficos. Entre las variables ambientales que comparativamente fueron diferentes entre ambos sistemas está la temperatura, que se mantuvo constante en el sistema Léntico por las condiciones controladas de las

cámaras de cría y, con variaciones en el sistema Lótico ante los cambios naturales del ambiente. La conductividad fue otra variable que en ambos sistemas aumentó gradualmente con el tiempo de inundación mientras que el oxígeno disuelto disponible en el agua tuvo valores altos de saturación en ambos sistemas. El potencial de óxido reducción mostró valores positivos, típicos de ambientes reducidos o ligeramente reducidos, con valores más bajos en el sistema Léntico (Tabla 1).

Tabla 1- Rango de variación de los parámetros físicos y químicos (f-q), en respuesta a las diferencias en las condiciones de cada sistema.

Parámetros f-q	Sistema Léntico I	Sistema Lótico
Temperatura (° C)	19 - 21	12,3 - 24
Conductividad (μS/cm)	890 - 2244	1020 - 1582
Oxígeno disuelto (% sat.)	80 - 100	95 - 100
Potencial de óxido reducción (mV)	86 - 174	240 - 360

3.6.1.1- NUTRIENTES Y CLOROFILA “a”

El fósforo reactivo soluble (PRS) en ambos sistemas tuvo un incremento en la concentración respecto a la condición inicial del agua. En el ensayo Léntico tuvo concentraciones variables, con incrementos desde el inicio hasta la etapa intermedia, posteriormente decreció y aumentó en la etapa final. En el ensayo Lótico las concentraciones fueron bajas durante toda la inundación (Fig. 1 A). En cuanto al fósforo total (PT) en el ensayo Léntico se observaron valores elevados y una tendencia al aumento en el período estudiado mientras que en el ensayo Lótico se mantuvo con rangos inferiores a los 100 μg/l y una tendencia a la disminución en el tiempo (Fig. 1 B). Los nitratos más nitritos (N+N), en el ensayo Léntico, presentaron una concentración con valores superiores a los de la condición inicial del agua y

posteriormente decreció. En el ensayo Lótico, las concentraciones fueron aumentando con el transcurso de los días de inundación (Fig. 1 C). La clorofila “a”, en ambos sistemas, estuvo sujeta a variaciones en la concentración de los nutrientes y a factores ambientales como la turbidez, la luz y la temperatura. La clorofila “a”, como una estimación de la productividad primaria del sistema, muestra que en el sistema Léntico tuvo una tendencia a aumentar en las etapas intermedia y final. En el sistema Lótico, a pesar que la disponibilidad del fósforo fue baja, se observaron valores más elevados al inicio y hacia el final del ensayo (Fig. 1 D).

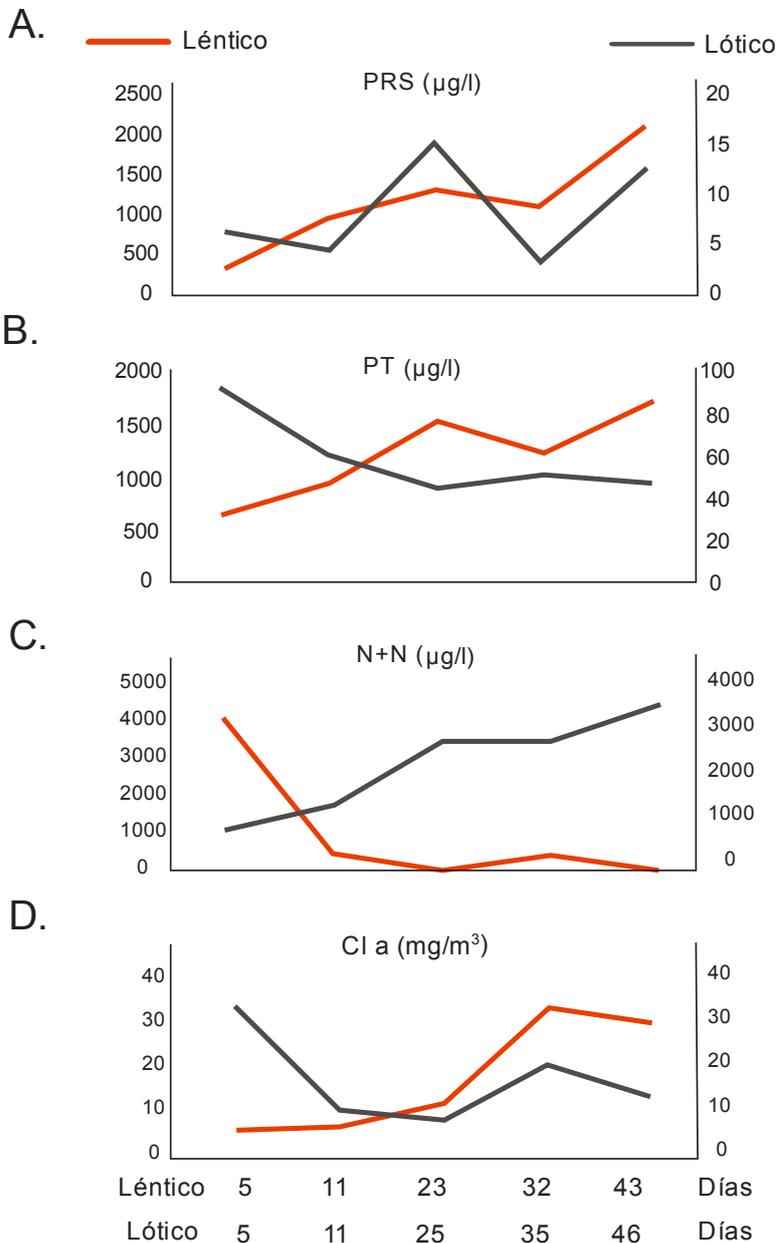


Figura 1- Variaciones de los nutrientes: (A) fósforo reactivo soluble (PRS); (B) fósforo total (PT); (C) nitratos más nitritos (N+N) y (D) clorofila "a" (Cl a), a lo largo de la inundación para los ensayos en condiciones lénticas (ensayo Léntico I) y en condiciones lóticas. En el eje x se indican los días de inundación para cada ensayo.

3.6.1.2- DIFERENCIAS EN LOS ANÁLISIS DE ORGANISMOS CONSUMIDORES

Se observaron diferencias marcadas en el número total de *taxa* registrados en cada ensayo: 69 *taxa* en el ensayo Léntico I y 26 *taxa* en el ensayo Lótico. También hubo diferencias en los grupos de organismos presentes: en el **sistema Léntico**: protozoos (ciliados, amebas, heliozoos), rotíferos, crustáceos juveniles (copépodos y ostrácodos), quelicerados, hexápodos, anélidos, gastrotrícos y nematodos. Mientras que en el **sistema Lótico**: protozoos (ciliados y amebas), rotíferos y nematodos. Es importante destacar la ausencia de crustáceos en el sistema Lótico (Tabla 2).

Tabla 2- Lista comparativa de los *taxa* registrados en cada ensayo. La (X) hace referencia a la presencia del *taxa*.

TAXA REGISTRADOS	LÉNTICO	LÓTICO		LÉNTICO	LÓTICO
CHILIOPHORA			ROTIFERA		
<i>Acinera</i> sp.	X		<i>Adineta</i> sp.	X	
<i>Bursaridium</i> sp.	X		<i>Philodina</i> sp1	X	X
<i>Chilodonella</i> sp.	X	X	<i>Philodina</i> sp2	X	X
<i>Cinetochilum</i> sp.	X	X	<i>Cephalodella</i> sp1	X	X
<i>Coleps</i> sp.	X		<i>Cephalodella</i> sp2	X	X
<i>Conochilus</i> sp.	X		<i>Colurella colurus</i>	X	
<i>Cyclidium</i> sp1	X	X	<i>Lecane aculeata</i>	X	
<i>Cyclidium</i> sp2	X		<i>L. cornuta</i>	X	
<i>Dileptus</i> sp.	X	X	<i>L. clara</i>	X	X
<i>Enchelydium</i> sp.	X		<i>L. closterocerca</i>	X	
<i>Euplotes</i> sp.	X	X	<i>L. pyriformis</i>	X	X
<i>Frontonia</i> sp.	X	X	<i>L. tenuiseta</i>	X	
<i>Halteria</i> sp.	X		<i>Lecane</i> sp.		X
<i>Litonotus</i> sp.	X	X	<i>Lepadella ovalis</i>	X	
Nassulidae	X		<i>L. patella</i>	X	
<i>Notohynema</i> sp.	X		<i>Notommata</i> sp.	X	
Oxytrichidae	X	X	<i>Proales</i> sp.	X	
<i>Prorodon</i> sp.	X		<i>Trichocerca ruttneri</i>	X	
<i>Pseudochilodonopsis</i> sp.	X		<i>T. stylata</i>	X	
<i>Strombidium</i> sp.	X		CRUSTACEA		
<i>Stentor</i> sp.	X		Larvas nauplii	X	
<i>Vorticella</i> sp.	X		juvenil ostrácodo	X	
			NEMATODA		
AMOEBOZOA			juvenil	X	X
Amebas desnudas (3)	X		<i>Aphelenchus</i> sp.		X
<i>Arcella discoides</i>	X		<i>Dorylaimus</i> sp.	X	X
<i>A. hemisphaerica</i>	X		<i>Mesodorylaimus</i> sp	X	X
<i>Centropyxis aculeata</i>	X		Tylenchidae		X
<i>C. ecornis</i>	X		ANNELIDA		
<i>Cyclopyxis</i> sp.	X		Enchytraeidae	X	
<i>Difflugia globulosa</i>	X		<i>Aelosoma</i> sp.	X	
<i>D. lobostoma</i>	X		GASTROTRICA		
<i>D. nodosa</i>	X		<i>Chaetonotus</i> sp.	X	
<i>D. oblonga</i>	X		CHELICERATA		
<i>Euglypha acanthophora</i>	X		Ácaro Gamasidae	X	
<i>E. laevis</i>		X	HEXAPODA		
<i>E. tuberculata</i>	X	X	Larva insecto	X	
<i>Netzelia gramen</i>	X				
<i>Trinema enchelys</i>	X	X			
HELIOZOA		X			

3.6.1.2.1- RIQUEZA ESPECÍFICA, DIVERSIDAD Y DENSIDAD DE LOS ORGANISMOS

A continuación se describen las diferencias de los parámetros biológicos estudiados en ambos ensayos (Tabla 3) y sus variaciones en el tiempo de inundación (Fig. 2 A-B).

	Ensayo Léntico	Ensayo Lótico
Riqueza específica total	69 taxa	27 taxa
Diversidad (H')	0,470 (mínima) 1,806 (máxima)	0,26 (mínima) 1,27(máxima)
Densidad prom. y desvío (Ind/l)	7338 (3527)	2264 (1882)
Grupos de organismos registrados	Protozoos (ciliados-amebas) rotíferos, nematodos gastrotricos, hexápodos crustáceos (copépodos nauplii y ostrácodos), quelicerados	Protozoos (ciliados-amebas) rotíferos nematodos
Grupos tróficos registrados	Omnívoros pequeño y gran porte Bacterívoros Herbívoros pequeño y gran porte Depredadores pequeño y gran porte Fitófagos Detritívoros de gran porte	Omnívoros de pequeño y gran porte Bacterívoros- depredadores y herbívoros de pequeño porte. Fitófagos

Tabla 3 - Comparación entre los dos sistemas (sistema Léntico I y sistema Lótico) de los distintos parámetros biológicos estudiados: riqueza específica; diversidad (H'); grupos de organismos registrados y grupos tróficos registrados.

La densidad total promedio en ambos sistemas también fue notablemente superior en el sistema Léntico (Tabla 3), sin embargo el sistema Lótico presentó un aumento en las densidades en las etapas intermedia y final del ensayo (Fig. 2 B). En los diferentes tiempos de la inundación, la riqueza específica (Fig. 2 A) así como la diversidad de los grupos registrados fueron superiores en las condiciones lénticas (Tabla 3).

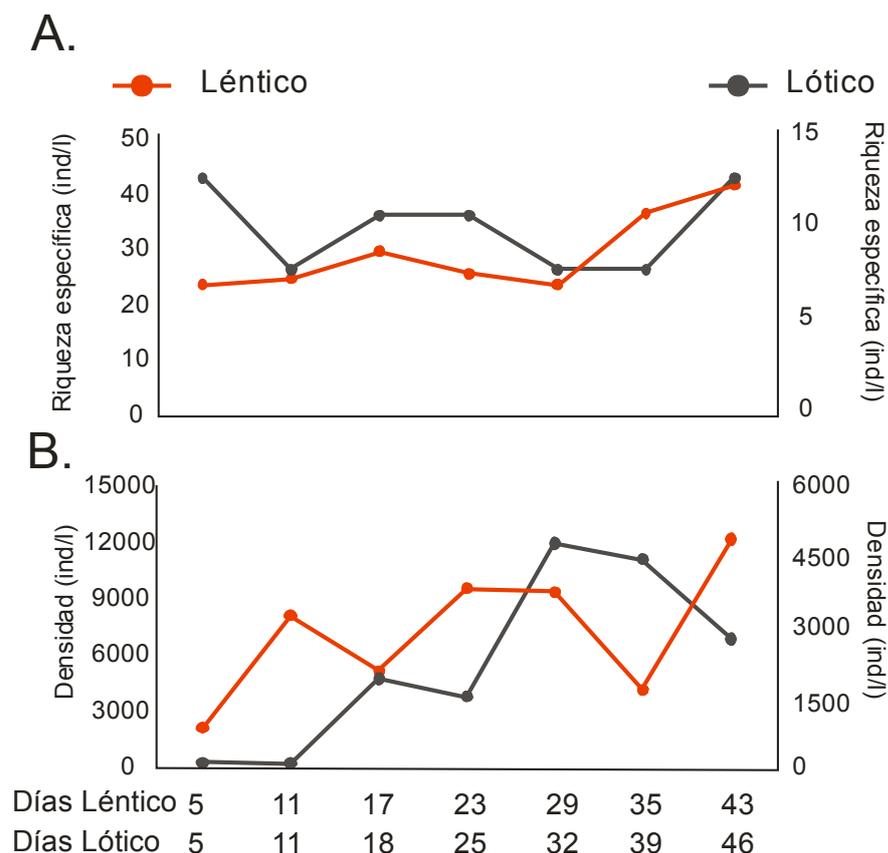


Figura 2- (A) riqueza específica y (B) densidad de organismos, en cada evento de muestreo para el ensayo Léntico I y el ensayo Lótico. En el ensayo Léntico se expresaron los organismos en Ind/cm², así que se realizó la conversión a ind/l para poder compararlo con el ensayo Lótico.

3.6.1.2.2- SUCESIÓN DE LOS ORGANISMOS Y DE LOS GRUPOS TRÓFICOS EN LAS ETAPAS DE LA INUNDACIÓN EN AMBOS SISTEMAS

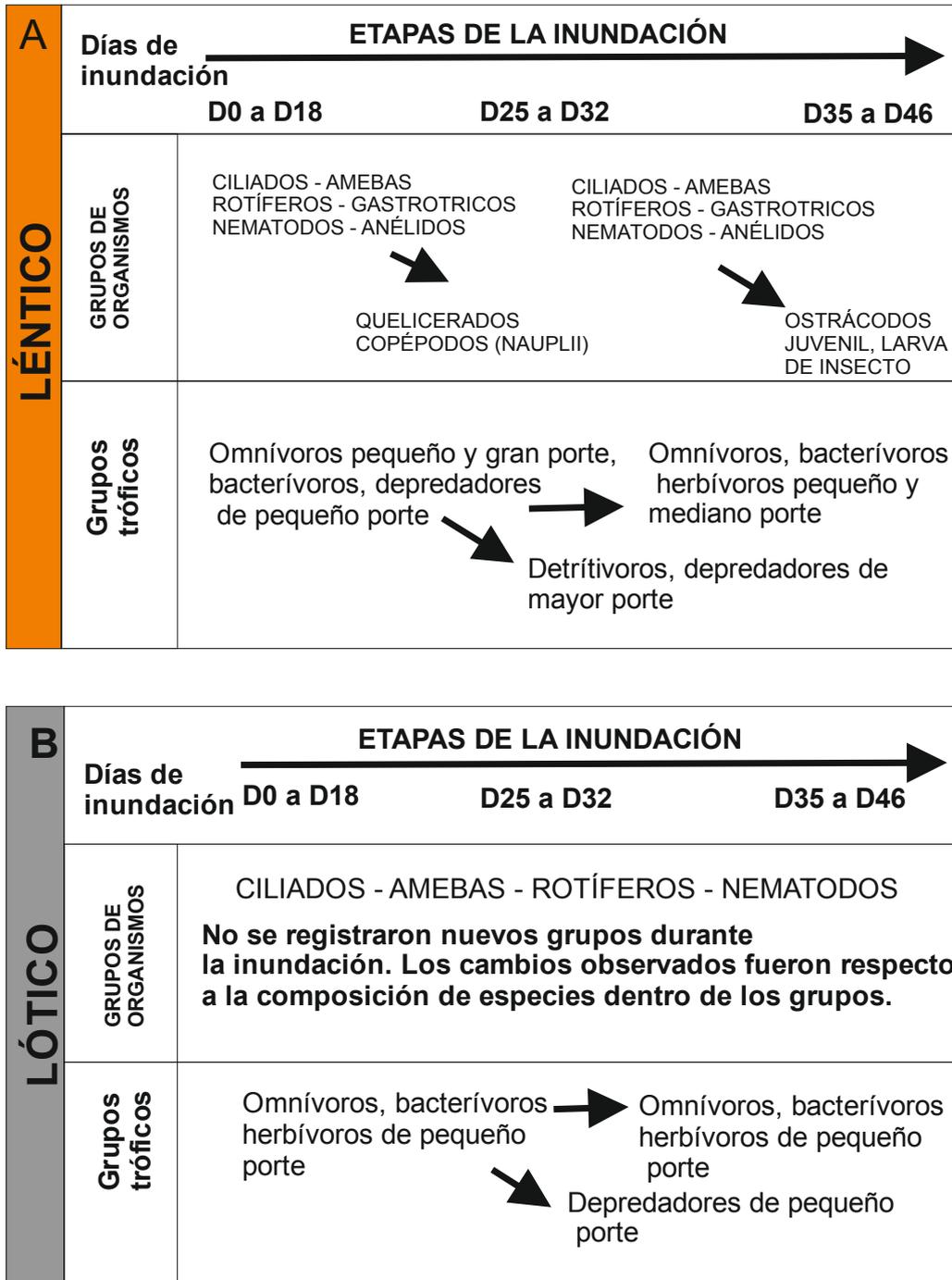


Figura 3- Sucesión de organismos y de grupos tróficos en las etapas de la inundación para ambos sistemas: sistema Léntico (A), sistema Lótico (B). Las flechas negras más cortas indican la aparición de nuevos organismos en el tiempo de inundación.

Respecto a la sucesión de los grupos en el tiempo y los hábitos tróficos asociados se registraron diferencias en ambos sistemas respecto a la complejidad de la sucesión (Fig. 3 A y B).

En el sistema Léntico en las primeras etapas de la inundación se observó la colonización por estrategias “r” que fueron dominantes en densidad (ciliados y amebas) y rotíferos con una alimentación basada principalmente en bacterias, algas y pequeños protozoos. Se registraron también otros *taxa* como gastrotricos, anélidos, hexápodos y nematodos. Al avanzar los días de inundación aparecieron organismos con ciclos de vida más largos como los crustáceos, que se hicieron evidentes en estadios juveniles (larvas nauplii), con hábitos herbívoros y detritívoros.

En el sistema Lótico los grupos de organismos registrados al inicio de la inundación se mantuvieron a lo largo de las etapas (Fig. 3 B). La sucesión en el tiempo se vio sujeta a cambios en la composición de especies dentro de cada grupo de organismos. Se observaron especies oportunistas, de ciclos de vida cortos y tolerantes a variaciones del ambiente, como los protozoos (principalmente omnívoros y bacterívoros) y los rotíferos (herbívoros y depredadores en bajas densidades). Las especies de nematodos tuvieron apariciones esporádicas. El género más destacado fue *Dorylaimus*.

3.7- DISCUSIÓN

3.7.1- VARIACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DEL AGUA

Temperatura

Se observaron variaciones de temperatura diarias contrastantes y de estacionalidad de acuerdo a la duración del ensayo (fines de invierno-primavera), aumentando gradualmente hacia el final del ensayo.

Conductividad

La conductividad tuvo un aumento hacia el final del ensayo que fue atribuido al aumento de temperatura del ambiente y del agua lo que generó variaciones en el nivel de agua del mesocosmos por evaporación. Si bien la reposición del agua se realizaba frecuentemente, las mediciones de los parámetros eran previas a dicho proceso.

Potencial de óxido reducción (ORP) y oxígeno disuelto (OD)

El potencial de óxido-reducción es una medida directa del nivel de aireación y de la actividad eléctrica de un ambiente (Ponnamperuma 1972). Ponnamperuma (1972) y Reddy & DeLaune (2008) describen para ambientes lénticos que el rango del potencial de óxido reducción (Eh) de un suelo inundado, varias semanas sumergido varía entre 200 y 0 mV, pudiendo alcanzar valores negativos dependiendo de las características del suelo y del tiempo de inundación. Se considera que por debajo de 200 – 300 mV, el suelo tiene características reductoras (Ponnamperuma 1972). Los valores registrados durante el ensayo se encontraron al límite entre un sistema reductor y otro no reductor. Según la clasificación en base a las condiciones reductoras de suelos inundados realizada por Patrick & Reddy (1978), nuestros valores de Eh enmarcan en un suelo moderadamente reducido (+400 a +200).

En los sistemas lénticos la falta de circulación del agua genera que el oxígeno no se distribuya de manera uniforme en la columna de agua por lo que la concentración de oxígeno puede ser alta en la capa superficial en contacto con la atmósfera y disminuir bruscamente en profundidad (Mortimer 1941, 1942; Ponnampertuma 1972). En nuestro mesocosmos, el sistema de aspas y la circulación del agua generaron un intercambio de oxígeno con la atmósfera y mezcla entre las capas superiores e inferiores de la columna de agua, proporcionando una alta concentración de oxígeno durante todo el ensayo. Otra fuente de aporte de oxígeno pudo deberse a la actividad fotosintética por parte de las algas.

Turbidez

La turbidez fue alta al inicio del ensayo (post-inundación), por la suspensión de las partículas del suelo por el efecto de la incorporación del agua. Al transcurrir los días de inundación el sistema fue depositando las partículas por su densidad en diferentes sectores del mesocosmos. Las partículas con menor densidad (limos finos y arcillas) permanecieron varios días en la columna de agua.

Luminosidad y velocidad de corriente

Los sectores relacionados con la Curva III del mesocosmos, fueron los que mayor luminosidad recibieron en los días iniciales del ensayo, principalmente en horas posteriores al mediodía. La nubosidad fue variando diariamente y a lo largo del ensayo, teniendo repercusión directa en la intensidad de la luminosidad en el sistema. Por otro lado la posición inclinada del mesocosmos en la terraza permitió que la luz ingresara de manera diferente por las paredes laterales que rodeaban al río artificial. La velocidad de corriente se mantuvo constante en el tiempo observándose variaciones mínimas respecto a los distintos sectores del sistema. La poca profundidad del mesocosmos generó un

flujo parejo del agua en toda la columna y una mezcla de las capas de agua que permitió la oxigenación completa del sistema. La corriente de agua pudo tener influencia en el desarrollo de los organismos consumidores, ya que el efecto de la turbulencia pudo afectar sus movimientos, la captura del alimento y la reproducción, principalmente en los que presentan reproducción sexual. Asimismo, la velocidad de corriente pudo influir en los cambios de turbidez en el sistema debido a la resuspensión de las partículas más finas e impedir la entrada de luz y, en consecuencia, el desarrollo de los productores y de los consumidores, efectos que se describen posteriormente.

3.7.2- NUTRIENTES

FÓSFORO REACTIVO SOLUBLE (PRS) Y TOTAL (PT)

La dinámica del fósforo en suelos sumergidos mencionada para los sistemas Lénticos, muestra la relación y la importancia entre la disponibilidad de oxígeno y el fósforo. Cuando un suelo se inunda, el agua desplaza los poros de aire entre las partículas de suelo, y reduce la disponibilidad del oxígeno, generando sitios anóxicos. Elementos del suelo, que forman complejos con el fósforo, como el Fe y el Mn, toman el lugar del oxígeno como aceptores de electrones y cambian su estado de oxidación, liberando el fósforo adsorbido al agua de manera que la concentración del mismo se incrementa en los días posteriores a la inundación. En condiciones lénticas, la columna de agua de un suelo inundado tiene distintas disponibilidades de fósforo de acuerdo a la profundidad, al intercambio con la atmósfera y a los procesos biológicos.

En los sistemas donde el agua tiene una dirección definida, como el sistema Lótico en estudio, el movimiento y la mezcla de las capas de agua favorecen la incorporación y disponibilidad del oxígeno, de manera que, al no ser un factor limitante, no se generan micrositios anóxicos en el suelo y el fósforo retenido en el mismo no es liberado. Sin

embargo, con respecto a la condición inicial del agua que se utilizó en el ensayo, el fósforo reactivo soluble presentó un incremento en los primeros días, lo que fue atribuido al fósforo levemente adsorbido a las partículas del suelo y liberado al agua fácilmente mediante un proceso de erosión hídrica. Al ir avanzando el tiempo de inundación el PRS disminuye, pasando de un estado extrabiótico a uno intrabiótico por el aumento de la biomasa algal y del zooplancton.

El fósforo total mostró una tendencia similar al fósforo reactivo soluble durante todo el ensayo. El valor máximo de fósforo total observado en la etapa inicial, puede corresponder a los sólidos suspendidos iniciales, a la fracción soluble y otra parte al incorporado en las algas.

NITRATOS + NITRITOS Y AMONIO

Los nitratos aumentaron gradualmente en el tiempo por procesos de nitrificación y por la incorporación de agua de red. En cada evento de muestreo se incorporó agua de red para mantener el nivel del mesocosmos en una cota estable, y esta incorporación de agua contribuyó al aumento de nitratos al sistema. La ciudad de La Plata se abastece en gran parte del acuífero Puelche que tiene diferentes comportamientos hidroquímicos y en el que se pueden distinguir tres ambientes distintos: Llanura alta, Planicie costera y La Plata (Auge 2001). En estudios realizados por Auge, 2005, se registraron valores de concentración de nitratos entre 1 y 202 mg/l, con un promedio de 32 mg/l. La concentración de nitratos en el agua utilizada para el llenado del mesocosmos y los valores registrados durante el ensayo fueron cercanos a los valores mínimos de dicho rango.

El amonio en el agua fue elevado en la etapa intermedia de la inundación debido posiblemente, a la liberación por parte del suelo, mientras que en la etapa final la disminución del amonio pudo deberse a su utilización por parte de las algas que aumentaron en biomasa, principalmente en el sistema de sustratos artificiales y a la actividad de bacterias nitrificantes en condiciones aeróbicas.

3.7.3- ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA ALGAL POR MEDICIÓN DE LA CLOROFILA “a”

Scheffer (1998) describe que, cuando la comunidad de productores está regulada por los organismos consumidores, el control es de tipo “top-down”, mientras que cuando hay un rápido consumo de nutrientes por parte de los productores, el control es de tipo “bottom-up”. La concentración de clorofila “a” en el agua fue máxima al inicio de la inundación, en coincidencia con un pico de fósforo reactivo soluble en el agua (control “bottom-up”) y al aumentar el tiempo de inundación la concentración de clorofila “a” tuvo algunas variaciones en relación a las bajas concentraciones de fósforo en el medio y por la mayor abundancia del zooplancton herbívoro pastoreador y filtrador (control “top-down”). En las cascadas tróficas se alternan controles “top-down” desde los consumidores con los “bottom-up” desde los recursos, desde un nivel trófico al siguiente (Begon et al. 2006).

La presencia o ausencia de determinadas especies o grupos taxonómicos algales en la comunidad fitoplanctónica, responde a una serie de factores, entre los que se destacan la disponibilidad de luz y de nutrientes (particularmente de fósforo, nitrógeno y silicio), la temperatura, el pH, la salinidad y la turbulencia (Sigeo 2005). El fósforo, en bajas concentraciones, puede limitar el crecimiento de algunas especies, sin embargo, otras absorben fósforo en exceso y pueden sobrevivir por algún tiempo en aguas deficientes en fosfato (Round 1973). En el ensayo se pudo observar que, al avanzar la inundación,

la clorofila “a” tuvo variaciones en su concentración y hubo baja disponibilidad de fósforo lábil en el agua. Existen especies que pueden tolerar limitaciones en los recursos (fosfatos y silicatos), como es el caso de *Cyclotella meneghiniana* y *Asterionella formosa* (Tilman 1976, 1977). Muchos grupos de algas tienen la habilidad de producir y almacenar polifosfatos en pequeñas vacuolas que pueden romperse por actividad enzimática y liberar moléculas de fosfato para ser utilizadas en el metabolismo celular (Brönmark & Hansson 2005). Biggs et al. (1998) describen ciertas especies que presentan estrategias adaptativas a suministros bajos o moderados de los recursos pudiendo sobrevivir. Algunos de estos géneros fueron registrados de forma cualitativa en el ensayo como *Navicula*, *Oedogonium* y *Spirogyra*, lo que explica las variaciones de concentración de la clorofila “a” en el tiempo de inundación a pesar de las bajas concentraciones de fósforo registradas. Para los sustratos artificiales, la colonización de las algas durante el ensayo fue baja y fue incrementando con el tiempo, en concordancia con una disminución en la turbidez y mayor transparencia del agua. Por otro lado, si bien la concentración de fósforo reactivo fue escasa y permaneció constante en el tiempo hubo presencia de otros nutrientes (nitratos) abundantes y disponibles para el crecimiento de las algas.

Eriksen (1966) demostró que la turbidez afecta la penetración de la luz solar en profundidad, limitando la fotosíntesis. En la última etapa de la inundación se observó una disminución en los valores de turbidez del agua y un aumento en la concentración de clorofila “a” en los sistemas de sustratos artificiales. La disponibilidad de luz tiene profundos efectos en una amplia variedad de procesos microbianos acuáticos. Además de su papel principal como fuente de energía para que el fitoplancton realice fotosíntesis (Kirk 1994; Falkowski & Raven 1997), en la biodiversidad del fitoplancton (Reynolds

1998; Stomp et al. 2004) y en consecuencia en la calidad nutricional para el zooplancton pastoreador (Urabe & Sterner 1996; Bramm et al. 2009).

3.7.4- ORGANISMOS CONSUMIDORES

3.7.4.1- RIQUEZA, ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA

En ambos sistemas estudiados (microorganismos del zooplancton y de los sistemas de sustratos artificiales), la riqueza de especies estuvo distribuida entre el grupo de los ciliados, amebas, rotíferos y nematodos. Los ciliados y los rotíferos fueron los grupos que se registraron en todos los eventos de muestreo, siendo los ciliados el grupo más abundante, con una tendencia creciente al transcurrir los días de inundación. En los primeros días de colonización, la riqueza y la diversidad fueron bajas y estos rangos se mantuvieron a lo largo del ensayo. La densidad también fue baja los primeros días de inundación. Al transcurrir el tiempo, la densidad tuvo una tendencia creciente atribuido principalmente a picos de abundancia de algunas especies de protozoos principalmente ciliados de hábitos omnívoros lo que pudo deberse a la presencia de algas en el medio. La permanencia de los ciliados durante la mayor parte de la inundación, indica que son organismos capaces de crecer bajo diferentes condiciones de oxígeno, pH y potencial redox (Foissner 1997). Existen grupos de ciliados que son particularmente abundantes en hábitats impredecibles y extremos (Foissner 1987). Claps et al. (2009) demostraron que la distribución de los ciliados en el río Salado (Bs. As.), es pareja y constante en toda su longitud, demostrando la capacidad de adaptación de estos organismos a distintas condiciones. Estudios de campo muestran que los rotíferos, a menudo, dominan en el zooplancton de los ríos (Thorp et al. 1994). Muchas especies de rotíferos están adaptadas para vivir en diversos tipos de hábitat (Fontaneto et al. 2011).

Lair (2006) describe los diferentes inconvenientes que experimenta el zooplancton en los sistemas lóticos, que incluyen: (1) las limitaciones de la deriva entre las diversas corrientes de agua que dependen de la heterogeneidad del lecho del río y también son inducidos por corrientes generadas por el viento, otros animales acuáticos, navegación, etc.; (2) caídas rápidas de temperatura; (3) turbulencias que pueden ser un obstáculo para mantener las actividades de filtración y depredación, y para el encuentro y apareamiento con su propia especie; (4) susceptibilidad a sólidos en suspensión que pueden limitar la eficiencia de alimentación, y (5) el efecto erosivo de la corriente de agua. A las condiciones altamente selectivas de los ríos, como el reducido tiempo de residencia del agua, la turbulencia y la carga de sedimentos suspendidos, la respuesta es un predominio de organismos de talla pequeña, estrategias “r”, con ciclos de vida cortos que contrarresten la advección a la que son sometidos permanentemente (José de Paggi & Paggi 2014). En nuestro ensayo predominaron organismos estrategias “r” como los protozoos y los rotíferos. La acción negativa de la velocidad de corriente depende de los organismos involucrados. Los rotíferos lorícados podrían ser menos afectados por la velocidad de corriente (Lair 2006) y, en nuestro ensayo, tres de los 7 *taxa* de rotíferos registrados, fueron lorícados. Estudios realizados en estanques para comprender el efecto de la turbulencia en el desarrollo y en la tasa de crecimiento del zooplancton (Sluss et al. 2008), mostraron que las poblaciones de rotíferos crecían más rápidamente en los sitios de alta turbulencia que otros taxones y esto fue comprobado también en nuestro estudio, mientras que los microcrustáceos prosperaban mejor en ambientes con menor turbulencia. Estas condiciones de turbulencia del ensayo, entre otras, pudieron influir en la ausencia de este grupo en el mesocosmos. Muchos cladóceros tienen una amplia tolerancia a las condiciones ambientales como pH, temperatura y oxígeno disuelto, mientras que otros tienen un rango más estrecho a las condiciones químicas del

agua, principalmente a la concentración de calcio disuelto y a la salinidad (Williams 2006). La turbulencia del medio pudo afectar de manera directa o indirecta al zooplancton ya que inhibió la producción del fitoplancton, redujo la densidad de formas frágiles, interfirió en los mecanismos de alimentación y modificó los patrones de competencia interespecífica, entre otras cosas (De Leo & Ferrari 1993). En nuestro ensayo, los microcrustáceos no se hicieron evidentes en ninguna instancia de muestreo, esto pudo deberse a que las condiciones del ambiente no hayan sido las adecuadas para su desarrollo, que no haya representantes de este grupo en el banco de inóculos del suelo o, en el caso que sí los hubiera, estos huevos hayan perdido su viabilidad. Esto puede argumentarse en base a los resultados obtenidos en los ensayos previos (léntico I), donde para la misma posición topográfica (media loma uso agrícola) y el mismo tiempo de inundación (43 días de inundación), no se registraron microcrustáceos adultos en ninguna instancia.

3.7.4.2- SUCESIÓN DE HÁBITOS TRÓFICOS (ZOOPLANCTON Y SUSTRATOS ARTIFICIALES)

Según Odum (1969), en las etapas avanzadas de la sucesión, se tiende a pasar de cadenas alimentarias lineales y poco complejas a sistemas en red de mayor complejidad. En consecuencia, debido a la escasa riqueza y a la baja diversidad en el ensayo en ambos sistemas estudiados (plancton y sustratos artificiales), no se observaron interacciones tróficas complejas al ir avanzando los días de inundación.

MICROORGANISMOS EN EL ZOOPLANCTON

En la etapa inicial de la inundación, se registraron organismos omnívoros entre los que pueden incluirse los ciliados principalmente *Chilodonella* sp., que se alimenta de algas y bacterias (Bick 1972) y una especie de Oxytrichidae. Dentro de los depredadores se registró a *Litonotus* sp., que se alimenta de pequeños organismos. Las amebas por su parte, se hicieron evidentes con especies del género *Euglypha* y con *Trinema enchelys*, que tienen una alimentación basada principalmente en bacterias (Coûteaux & Pussard 1983). Meisterfeld (2000) y Santibañez et al. (2011), proponen que los representantes de mayor tamaño del género *Trinema* tienen una alimentación basada en microalgas. Los rotíferos de hábitos herbívoros estuvieron presentes con bdeloideos como *Philodina* sp1. Se registraron nematodos del género *Dorylaimus* que se especializan en alimentarse de algas, bacterias, hongos y organismos de menor tamaño (Ibáñez 2011). También hubo nematodos fitófagos como *Mesodorylaimus* sp. y una especie de la familia Tylenchidae, que se incluyó dentro del mismo hábito trófico. Los *taxa* de hábitos herbívoros, fitófagos y omnívoros como los ciliados, amebas y nematodos descritos previamente, son organismos que requieren de las algas como un recurso indispensable de su dieta. En esta etapa inicial, el incremento de la densidad de muchos de estos *taxa* pudo deberse al incremento de la biomasa algal. Los depredadores que se registraron en esta etapa se alimentan de pequeños organismos como los protozoos y rotíferos, que también estuvieron disponibles en esta instancia.

En las etapas intermedia y final se evidenciaron los mismos hábitos tróficos que los registrados en la etapa anterior, pero se observó un cambio en la composición de algunas especies: entre los ciliados de hábitos omnívoros, hubo un aumento en la abundancia de especies de *Frontonia* y *Euplotes*. Estas especies tienen una dieta a base de algas, bacterias y además incorporan pequeños ciliados y flagelados (Bick 1972).

También se observó un aumento de ciliados de hábitos bacterívoros (*Cyclidium* sp. y *Cinetochilum* sp.) y de depredadores. Entre estos últimos, además de *Litonotus* sp., que presenta una alimentación a base de pequeños ciliados como *Cyclidium* sp. más evidente en esta etapa), se registró a *Dileptus* sp., que incorpora ciliados, rotíferos y pequeños oligoquetos como parte de su alimentación (Bick 1972). Si bien los oligoquetos no se registraron durante el ensayo, el grupo de los rotíferos pudieron ser un recurso alimenticio disponible.

Entre las amebas, se registraron los mismos géneros que en la etapa inicial y también una especie de heliozoo, principalmente en la etapa final. Los rotíferos con hábitos herbívoros presentaron una disminución del grupo de los bdeloideos y se hicieron más evidentes las especies del género *Lecane*, mientras que los rotíferos depredadores como *Cephalodella* sp1 presentaron un aumento en su abundancia, atribuido a la presencia de otros pequeños organismos como ciliados y rotíferos de los cuales se alimenta.

En síntesis, se puede decir que en la etapa inicial la sucesión de los hábitos tróficos fueron los organismos omnívoros-herbívoros –depredadores mientras que en las etapas intermedia y final, se hicieron más evidentes los organismos omnívoros-herbívoros-bacterívoros y los depredadores. En ambas etapas predominaron especies de pequeño porte.

SUSTRATOS ARTIFICIALES

En la etapa inicial se registraron ciliados de hábitos omnívoros en bajas densidades, principalmente *Chilodonella* sp., mientras que el resto de los grupos también estuvieron representados en muy bajas densidades. Los nematodos omnívoros estuvieron representados por *Dorylaimus* sp. y estadios juveniles mientras que los fitófagos por *Mesodorylaimus* sp. y un representante de la familia Tylenchidae, considerado también de hábito fitófago. La escasa presencia de organismos omnívoros, cuyo recurso alimentario principal son las microalgas, pudo estar relacionada a la poca disponibilidad de alimento, ya que en esta instancia la biomasa algal fue escasa.

En las etapas intermedia y final de la inundación, se registraron los mismos grupos tróficos que en la etapa inicial, pero con un cambio en la composición de ciertas especies. Los ciliados omnívoros aumentaron en abundancia, en concordancia con el incremento algal, con la presencia de *Frontonia* sp. y *Euplotes* sp., casi sin registros en la etapa inicial. Los ciliados bacterívoros y depredadores tuvieron muy bajas densidades. Los rotíferos depredadores se hicieron evidentes con *Cephalodella* sp1, que no se registró en la etapa inicial, probablemente relacionado con una mayor disponibilidad de pequeños organismos como fuente de alimentación, mientras que las amebas omnívoras y los nematodos permanecieron en estas etapas con mínimas densidades y sin cambios respecto a las especies registradas inicialmente.

En síntesis, en la etapa inicial en los sistemas de sustratos artificiales se registraron omnívoros- herbívoros y en las etapas intermedia y final, omnívoros- herbívoros y depredadores, mayormente con organismos de pequeño porte. En ambos sistemas de sustratos artificiales las abundancias de los hábitos tróficos fueron bajas y con una dinámica similar al transcurrir el tiempo de inundación.

Se consideró que en los sistemas de sustratos artificiales la baja abundancia de los organismos consumidores estuvo más relacionado con la influencia de los factores físicos y las condiciones del ambiente que por la disponibilidad de alimento, ya que se vio un aumento en la biomasa algal en el tiempo de inundación y no en el desarrollo de los organismos consumidores.

3.7.5- EFECTOS SOBRE LA DINÁMICA DE NUTRIENTES, LOS PRODUCTORES Y EL DESARROLLO DE LOS ORGANISMOS AL EXPONER EL SUELO A DIFERENTES CONDICIONES HÍDRICAS

El primer efecto de la inundación en un sistema Léntico, es que el agua desplaza el aire de los poros del suelo y esto produce una reducción del oxígeno del suelo (Rubio et al. 1997; Gilliam et al. 1999; Chaneton 2006). El aumento de P disponible en el agua es típico en estos ambientes inundados y una de las causas puede ser la reducción que sufren ciertos elementos como el Fe y el Mn, que en estado oxidado forman compuestos con el P y que, con la inundación y consecuente disminución del potencial redox, se reducen y lo liberan (De Datta 1981; Pant & Reddy 2003; Chacón et al. 2005).

En nuestro sistema con condiciones lóaticas, el proceso descrito previamente no se produjo, debido a que la movilidad del agua generó la disponibilidad de oxígeno en el sistema, por lo que la liberación del fósforo adsorbido a las partículas del suelo fue baja.

Respecto a las fracciones de nitrógeno (nitratos más nitritos), la vía de nitrificación en el sistema Léntico estuvo limitada, mientras que en el sistema Lótico la disponibilidad de oxígeno y la incorporación del agua de pozo contribuyó al aumento en la concentración de nitratos en el sistema. En investigaciones realizadas en el área de estudio (Quáini 2011), se observó que, con la inundación más prolongada en sistemas estancados, el nitrato del agua disminuyó marcadamente a los 15 días y desde ahí se mantuvo con

valores muy bajos. Este hecho está relacionado estrechamente al consumo por los microorganismos productores que registraron un gran desarrollo desde ese momento hasta el final de la inundación y que coincidió también con la disminución de fósforo reactivo soluble. Las variaciones en la concentración de clorofila “a”, como un estimativo de la biomasa algal, estuvieron sujetas, en ambos sistemas, a la disponibilidad de nutrientes, (principalmente fósforo reactivo soluble y nitratos), a las condiciones ambientales (luminosidad, temperatura, turbidez) y al efecto de pastoreo por parte de los organismos consumidores. La turbulencia y la turbidez son factores que pueden regular el crecimiento del fitoplancton (Reynolds & Descy 1996; Basu et al. 2000), y, en consecuencia, inhibir el crecimiento del zooplancton filtrador (Kirk & Gilbert 1990; Kirk 1991). En los ríos de llanura, en contraposición con lo que ocurre en los lagos, el zooplancton está expuesto a la deriva, a cambios bruscos de temperatura, a la turbulencia, los que pueden ser obstáculos para el mantenimiento de las actividades de alimentación, depredación y de reproducción (Dickerson et al. 2010). Estos factores y la baja concentración de fósforo, explican en cierta forma que en el sistema Lótico la riqueza de especies y la diversidad del zooplancton fueron mucho más bajas que las registradas en el sistema Léntico. Indicando que a tiempos equivalentes transcurridos el sistema Lótico alcanzó solamente un estadio sucesional temprano.

BIBLIOGRAFIA

- Auge M .P. (2001). Hidrogeología de La Plata – Argentina. Revista Latinoamericana de Hidrogeología. Vol. 1: 27-40.
- Auge M. P. (2005). Hidrogeología de La Plata, Provincia de Buenos Aires. Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino.
- Basu B. K., Kalff J. & Pinel- Alloul B. (2000). Midsummer plankton development along a large temperate river: the St. Lawrence River. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 57: 7–15.
- Begon M., Townsend C. R. & Harper J. L. (2006). Ecology, From Individuals to Ecosystems. Fourth Edition. Blackwell Publishing Ltd.
- Bick H. (1972). Ciliated protozoa: an illustrated guide to the species used as biological indicators in freshwater biology. World Health Organization, Ginebra, Suiza. pp. 199.
- Biggs B. J., Stevenson R. J., & Lowe R. L. (1998). A habitat matrix conceptual model for stream periphyton .Archiv fur Hydrobiologie 143: 21-56.
- Bramm M. E., Kjeldahl Lassen M. & Liboriussen L. (2009). Therole of light for fish–zooplankton–phytoplankton interactions during winter in shallow lakes—a climate change perspective. Freshwater Biology 54: 1093–1109.
- Brönmark C. & Hansson L. A. (2005). The Biology of Lakes and Ponds. Oxford University Press.

- Chacón N., Dezzee N., Muñoz B. & Rodriguez J. M. (2005). Implications of soil organic carbon and the biogeochemistry of iron and aluminum on soil phosphorus distribution in flooded forests of the lower Orinoco River, Venezuela. *Biogeochemistry* 73: 555-566.
- Chaneton E. J. (2006). Las inundaciones en pastizales pampeanos. Impacto ecológico de las perturbaciones naturales. *Ciencia Hoy* 16: 18-32.
- Claps M. C., Gabbellone N. A. & Neschuk N. C. (2009). Influence of regional factors on zooplankton structure in a saline lowland river: the Salado River (Buenos Aires province, Argentina). *River Research and Applications* 25: 453–471.
- Coûteaux M. M. & Pussard M. (1983). Nature du régime alimentaire des protozoaires du sol. En: *International colloquium of soil zoology Louvain la Neuve Belgium* 8: 179-195.
- De Datta S. K. (1981). Chemical changes in submerged rice soils. En: *Principles and practices of rice production*. International Rice Research Institute 89-145.
- De Leo G. A. & Ferrari I. (1993). Disturbance and diversity in a river zooplankton community: a neutral model analysis. *Coenoses*: 121–129.
- Dickerson K. D., Medley K. A. & Havel J. E. (2010). Spatial variation in zooplankton community structure is related to hydrologic flow units in the Missouri River, USA. *River Research and Applications* 26: 605–618.
- Eriksen C. H. (1966). Diurnal limnology of two highly turbid puddles. *Verhandlungen des Internationale Vereinigungfür theoretische und angewandte Limnologie* 16: 507–514.
- Falkowski P. G. & Raven J. A. (1997). *Aquatic Photosynthesis*. Blackwell Science, Massachusetts.

- Foissner W. (1987). Soil Protozoa: fundamental problems, ecological significance, adaptations in ciliates and testaceans, bioindicators, and guide to the literature. *Progress in Protistology* 2: 69-212.
- Foissner W. (1997). Soil ciliates (Protozoa: Ciliophora) from evergreen rain forests of Australia, South America and Costa Rica: diversity and description of new species. *Biology and Fertility of Soils* 25: 317–339.
- Fontaneto D., Westberg M. & Hortal J. (2011). Evidence of weak habitat specialization in microscopic animals. *PLoS ONE* 6 (8): e23969. Doi: 10.1371/journal.
- Gilliam F. S., Mau J. D., Fisher M. A & Evans D. K. (1999). Short-term changes in soil nutrients during wetland creation. *Wetlands Ecology and Management* 6: 203-208.
- Ibáñez J. (2011). Nematodos del suelo: Grupos tróficos o funcionales. <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/04/12/137716>.
- José De Paggi S. B. & Paggi J. C. (2014). El zooplancton de los grandes ríos sudamericanos con planicie de inundación. *Revista de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FABICIB)* 18: 166-194.
- Kirk K. L. (1991): Inorganic particles alter competition in grazing plankton: the role of selective feeding. *Ecology* 72: 915–923.
- Kirk J. T. O. (1994). *Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems*. Cambridge university press.
- Kirk K. L. & Gilbert J. J. (1990). Suspended clay and the population dynamics of planktonic rotifers and cladocerans. *Ecology* 71: 1741-1755.

- Lair N. (2006). A review of regulation mechanisms of metazoan plankton in riverine ecosystems: aquatic habitat versus biota. *River Research and Applications* 22: 567-593.
- Meisterfeld R. (2000). Order Arcellinida Kent, 1880. En: Lee J. J., Leedale G. F., Bradbury P. (Eds). *An illustrated guide to the Protozoa*. Society of protozoologists, Lawrence. pp. 827-859.
- Mortimer C. H. (1941). The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *Journal of ecology* 29: 280-329.
- Mortimer C. H. (1942). The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *Journal of ecology* 30: 147-201.
- Obertegger U., Smith H. A., Flaim G. & Wallace R. L. (2011). Using the guild ratio to characterize pelagic rotifer communities. *Hydrobiologia* 662: 157-162.
- Odum E. (1969). The strategy of ecosystem development. *Science* 164: 262-270.
- Pant H. K. & Reddy K. R. (2003). Potential internal loading of phosphorus in a wetland constructed in agricultural land. *Water Research* 37: 965-972.
- Patrick Jr. W. H. & Reddy C. N. (1978). Chemical Changes in Rice Soils. En: *Soils and Rice*. International Rice Research Institute. Los Baños Philippine. pp. 361-379.
- Ponnamperuma F. N. (1972). The chemistry of submerged soils. In: *Advances in agronomy*. Academic Press 24: 29-96.
- Quaini K. P. (2011). Estudio de la sucesión de microorganismos acuáticos en suelos con distintos usos en la cuenca del río Salado (provincia de Buenos Aires). Tesis Doctoral de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. pp. 259.

- Reddy K. R. & DeLaune R. D. (2008). Biogeochemistry of Wetlands: Science and Applications. CRS Press, New York, pp. 775.
- Reynolds C. (1998). What factors influences the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status. *Hydrobiologia* 369: 11–26.
- Reynolds C. S. & Descy J. P. (1996). The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. *Archiv für Hydrobiologie, Supplement* 113, Large rivers 10: 187–198.
- Round F. E. (1973). *Biologia das Algas*. Editora Guanabara Dois S.A. Rio de Janeiro pp. 263.
- Rubio G., Oosterheld M., Alvarez C. R., & Lavado R. S. (1997). Mechanisms for the increase in phosphorus uptake of waterlogged plants: soil phosphorus availability, root morphology and uptake kinetics. *Oecologia* 112: 150-155.
- Santibañez P.A., Kohshiman S., Scheihing R. A., Silva R., Jaramillo J. I., Labarca P. & Casassa R. G. (2011). First record of testate amoebae on glaciers and description of a new species *Puytoracia jenswendti* nov sp. (Rhizaria, Eughyphida). *Acta Protozoologica* 50: 1-14.
- Scheffer M. (1998). *Ecology of shallow lakes*. Chapman & Hall, London, UK pp. 357.
- Sigee D. C. (2005). *Freshwater microbiology: biodiversity and dynamic interactions of microorganisms in the aquatic environment*. John Wiley & Sons Ltd.
- Sluss T. D., Cobbs G. A. & Thorp J. H. (2008). Impact of turbulence on riverine zooplankton: a mesocosm experiment. *Freshwater Biology* 53: 1999-2010.

- Stomp M., Huisman J., de Jongh F., Veraart A. J., Gerla D., Rijkeboer M., Ibelings B. W., Wollenzien U. I. A. & Stal L. J. (2004). Adaptive divergence in pigment composition promotes phytoplankton biodiversity. *Nature* 432: 104-107.
- Thorp J. H., Black A. R., Haag K. H. & Wehr J. D. (1994). Zooplankton assemblages in the Ohio River: seasonal, tributary and navigation dam effects. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 51: 1634-1643.
- Tilman D. (1976). Ecological competition between algae: experimental confirmation of resource-based competition theory. *Science, New Series* 192: 463-465.
- Tilman D. (1977). Resource competition between plankton algae: an experimental approach. *Ecology* 58: 338-348.
- Urabe J. & Sterner R. W. (1996). Regulation of herbivore growth by the balance of light and nutrients. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 93: 8465-8469.
- Watanabe I. & Roger P. A. (1985). Ecology of flooded rice fields. En: *Wetland Soils: Characterization, Classification, and Utilization* p. 229-243.
- Williams D. D. (2006). *The biology of temporary waters*. Oxford University Press. pp. 1 – 315.
- Wise D. H. & Molles M. C. (1979). Colonization of artificial substrate by stream insects: influence of substrate, size and diversity. *Hydrobiologia* 65: 69-74.



Conclusiones

SISTEMA LÓTICO ARTIFICIAL



3.8- CONCLUSIONES ENSAYO LÓTICO

En la etapa inicial (D0 al D18)

- ✓ Se observaron valores elevados de turbidez, debido a la incorporación del suelo al sistema y la resuspensión de las partículas debido a la circulación del agua.
- ✓ La conductividad aumentó gradualmente al pasar los días de inundación.
- ✓ El potencial de óxido-reducción disminuyó levemente hacia el final de esta etapa, siempre con valores positivos pero característicos de un ambiente levemente reducido.
- ✓ La temperatura aumentó ligeramente hacia el final de esta etapa en correspondencia con los cambios naturales de la temperatura ambiente, ya que el sistema no presentó variables ambientales controladas.
- ✓ La clorofila “a” presentó valores elevados al inicio y disminuyó hacia el final de esta etapa.
- ✓ El fósforo total tuvo valores superiores al fósforo reactivo y concentraciones elevadas en el inicio.
- ✓ Los nitratos presentaron los valores más bajos en esta etapa.

Etapa intermedia (D25 al D32)

- ✓ La turbidez disminuyó bruscamente por sedimentación de las partículas.
- ✓ La conductividad aumentó gradualmente por procesos de evaporación y disminución del nivel de agua en el sistema.
- ✓ El potencial de óxido-reducción aumentó hacia el final de esta etapa, con valores superiores a la etapa inicial.
- ✓ La temperatura aumentó gradualmente.
- ✓ La clorofila “a” disminuyó respecto a la etapa inicial, pero con una tendencia a aumentar nuevamente hacia el final de esta etapa.
- ✓ El fósforo reactivo soluble aumentó levemente respecto a la etapa inicial y posteriormente volvió a disminuir.
- ✓ El fósforo total tuvo concentraciones inferiores a la etapa inicial.
- ✓ Los nitratos aumentaron su concentración a lo largo del ensayo por procesos de nitrificación y por incorporación de los nitratos del agua de red.

Etapa final (D39 a D46)

- ✓ La turbidez no tuvo cambios respecto a la etapa anterior.
- ✓ La conductividad y la temperatura aumentaron gradualmente respecto a la etapa anterior.
- ✓ El potencial de óxido reducción disminuyó hacia el final del ensayo.
- ✓ La clorofila “a” disminuyó levemente.
- ✓ El fósforo reactivo soluble tuvo un leve incremento en su concentración.
- ✓ El fósforo total se mantuvo en rangos de concentración similares a la etapa anterior. Presentó una leve disminución y fue aumentando su concentración hacia el final.
- ✓ Los nitratos aumentaron su concentración respecto a la etapa intermedia.

NUTRIENTES Y CLOROFILA “a” EN EL SISTEMA

La clorofila “a” en el sistema del plancton alcanzó un valor máximo en la etapa inicial y posteriormente se mantuvo en un rango con pocas variaciones de concentración. Si bien el suelo tuvo poca participación en la liberación de fósforo absorbido, ese aporte favoreció el crecimiento de la biomasa algal, reflejado en los valores de clorofila “a”.

En el sistema de sustratos artificiales, las concentraciones de clorofila “a” se fueron incrementando en el tiempo, debido a la disponibilidad de nutrientes y a los cambios en la turbidez del agua que modifica la disponibilidad e ingreso de la luminosidad.

La disponibilidad de oxígeno durante todo el ensayo, limitó la liberación del fósforo por parte del suelo. En consecuencia, esto ocasionó bajas concentraciones de fósforo lábil en el agua, sin embargo, hubo pocas limitaciones en el crecimiento de la biomasa de algas: principalmente *taxa* tolerantes a bajas concentraciones de nutrientes (observación personal). El fósforo total, tuvo concentraciones variables en relación a los cambios de densidad de los organismos y a los procesos de descomposición.

Los nitratos incrementaron su concentración a lo largo del tiempo por los aportes provenientes del agua de red al compensar los cambios de nivel del agua por la evaporación y por los procesos de nitrificación.

SUCESIÓN DE LOS ORGANISMOS EN LOS SISTEMAS DE PLANCTON Y DE SUSTRATOS ARTIFICIALES

En ambos sistemas estudiados (plancton y sustratos artificiales), se observaron los mismos grupos de organismos, con predominio de protozoos y rotíferos a lo largo del ensayo. La sucesión se vio limitada, ya que se registraron los mismos grupos de organismos en todas las etapas. Esto pudo deberse a la disponibilidad de alimento (algas poco palatales), y a las condiciones físicas del ambiente, principalmente los efectos de la turbidez y la velocidad de corriente. En algunos casos, se vieron cambios respecto a la composición de especies dentro de un mismo grupo, por lo que ciertas especies, entre los cuatro grupos registrados, fueron representativas en alguna de las etapas de la inundación.

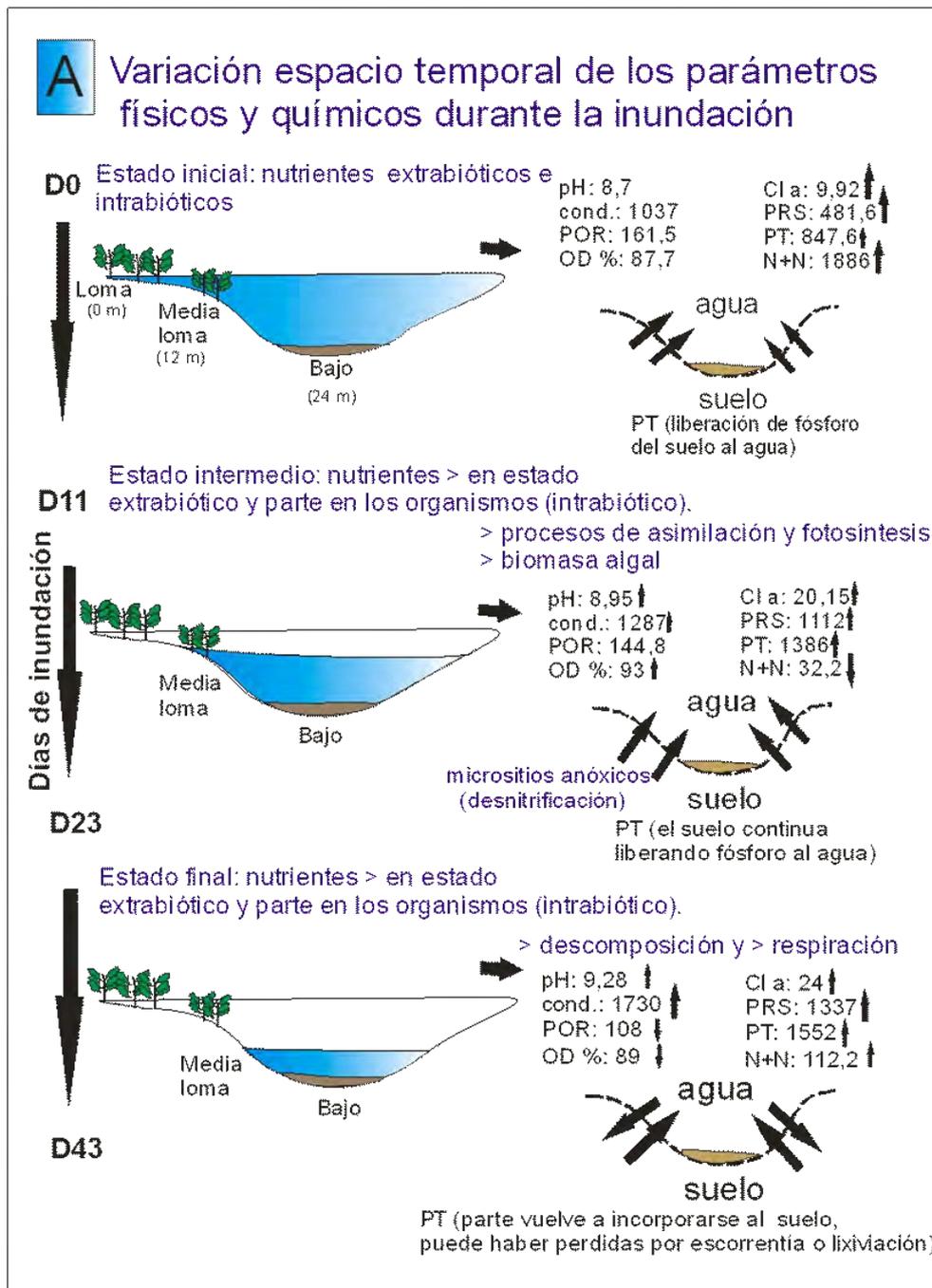
- Las mayores densidades fueron atribuidas principalmente a los protozoos y a los rotíferos. No hubo registros en ninguna de las etapas de este estudio de microcrustáceos ni de otros grupos (anélidos, gastrotricos), que sí fueron observados para la misma topografía en los ensayos de condiciones lénticas.
- La disponibilidad de inóculos del suelo también es un factor que determina la evolución del sistema y de los grupos registrados. Los microcrustáceos solo se hicieron evidentes en las réplicas estudiadas del sistema Lótico con estadios larvales de copépodos con mínimas densidades. Por lo tanto, la presencia de ciertos grupos de organismos no solo se puede atribuir a los efectos de los factores ambientales (físicos, químicos e hidrológicos), sino también al banco de inóculos del suelo previo a la inundación y el estado en que el mismo se encontraba.

- Ciertos factores como la velocidad de corriente o la turbidez del medio, pudieron limitar la presencia de los *taxa* sensibles. Ciertos grupos como los protozoos y los rotíferos son más resistentes a estas condiciones que los microcrustáceos que pueden verse afectados en los procesos reproductivos o en la obtención de alimentos.
- En el sistema del zooplancton la riqueza de *taxa* fue levemente superior a la registrada para los sustratos artificiales, pero, en ambos casos, tanto la riqueza como la diversidad fueron bajas.
- En las etapas intermedia y final de la inundación, la riqueza y la diversidad de *taxa* se incrementaron levemente. La densidad de los *taxa* en estos sistemas aumentó en las etapas intermedia y final de la inundación, principalmente por especies de protozoos.
- El grupo trófico predominante en ambos sistemas fue el omnívoro, con una alimentación principalmente a base de bacterias y de algas.

V- CONSIDERACIONES Y APORTES FINALES DEL PRESENTE

ESTUDIO

V.1- ESQUEMA DE LAS ETAPAS DE LA INUNDACIÓN Y LOS CAMBIOS REGISTRADOS EN LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (ENSAYO LÉNTICO I: LEN I)



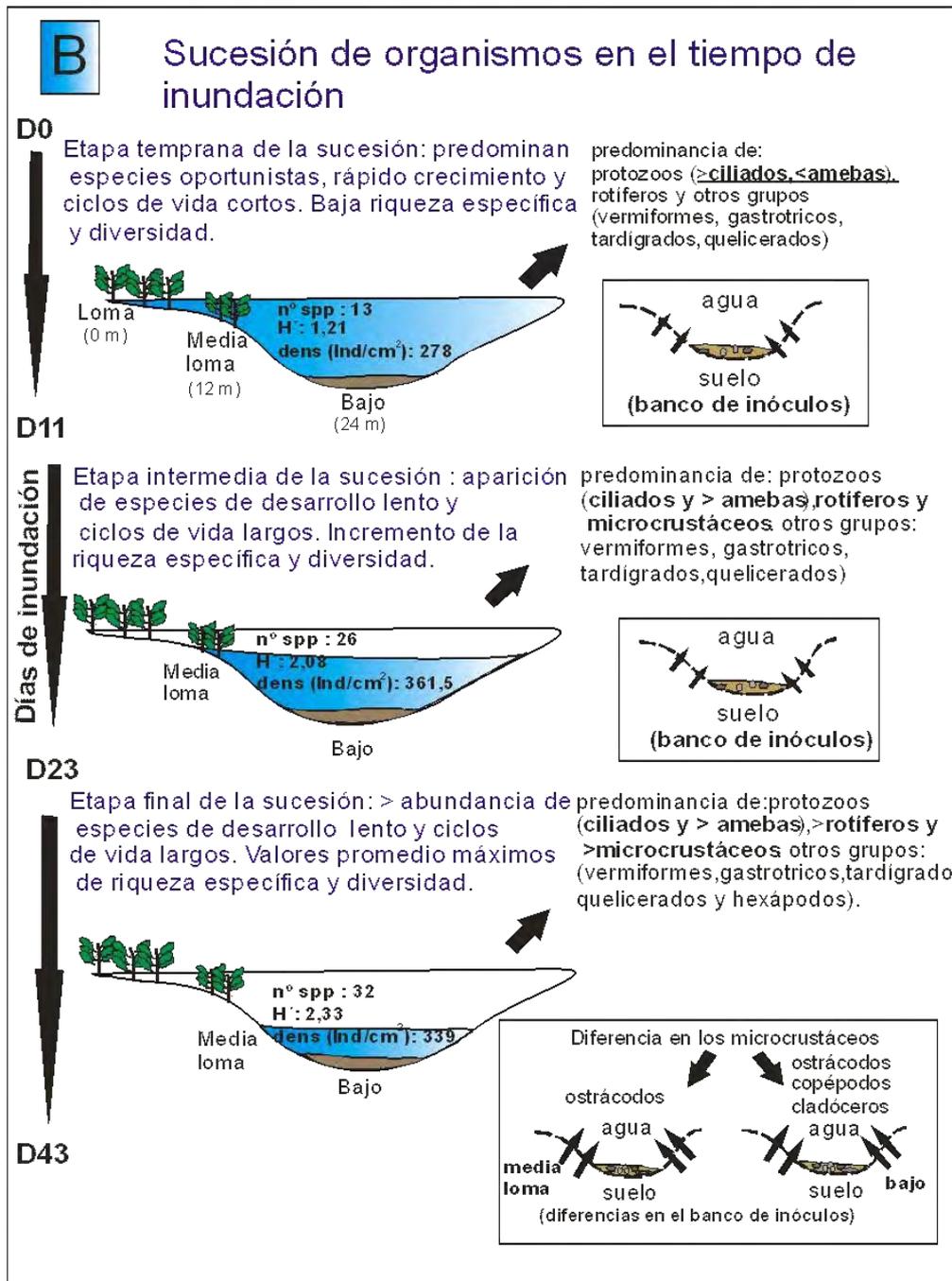


Figura1. Len I.- Variación espacial y temporal de los parámetros físicos y químicos (A) y la sucesión de los organismos (B) durante la inundación en condiciones de laboratorio. El valor otorgado a cada parámetro son valores promedio de las topografías en cada etapa de inundación. Etapa inicial (D0 a D11), Etapa intermedia (D11 a D23) y Etapa final (D29 a D43), siendo D los días de inundación. En las figuras se describe las distancias en metros (m) donde fueron sacadas las muestras en cada topografía tomando como punto de referencia la loma (0 m). Referencias para los parámetros físicos y químicos: conductividad (cond. en $\mu\text{S}/\text{cm}$), potencial de óxido-reducción (POR en mV), oxígeno disuelto (OD en % de saturación), clorofila a (Cl a, en mg/cm^3). Nutrientes (en $\mu\text{g}/\text{l}$): fósforo reactivo soluble (PRS), fósforo total (PT), y nitratos más

nitritos (N+N). Las flechas presentes en los parámetros indican cambios en sus valores respecto a la etapa previa, no se indica en aquellos parámetros con variaciones mínimas de sus valores. Referencias biológicas: valores promedio de especies acumuladas (n° spp), del Índice de diversidad específica de Shannon (H') y de la densidad (dens).

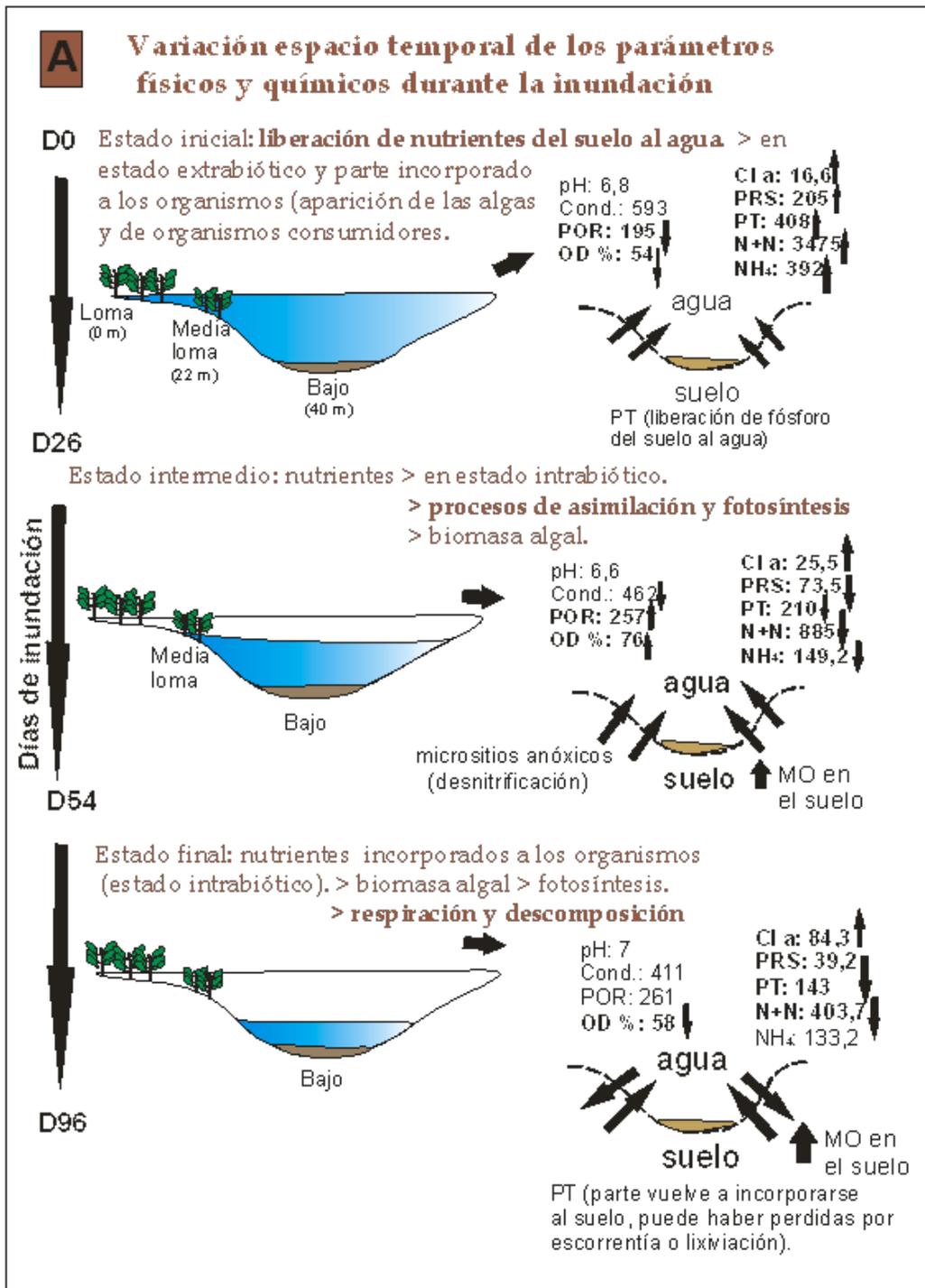
LOS PRIMEROS EFECTOS DE LA INUNDACIÓN produjeron el desplazamiento del aire por el agua en los poros del suelo, disminuyendo el oxígeno disponible. Si bien, en la columna de agua el oxígeno disuelto estuvo en valores altos de saturación, en la interfase suelo- agua, se generaron sitios anóxicos lo que se vio reflejado en la liberación del fósforo del suelo al agua y en los valores del potencial de óxido reducción, los que caracterizaron ambientes reductores o ligeramente reductores. Ese aumento en la concentración del fósforo reactivo soluble y el incremento de nitratos en la columna de agua, generaron el desarrollo de la biomasa algal como fuente de alimentación para los organismos consumidores (incorporación de nutrientes de condiciones extrabióticas a intrabióticas). (Fig. 1 Len I (A)). La riqueza y la diversidad específica fueron bajas, y la colonización del ambiente estuvo dominada principalmente por organismos estrategas "r", con desarrollo rápido y ciclos de vida cortos (protozoos y rotíferos), especies ubicuas, oportunistas, tolerantes a los disturbios y a los cambios del ambiente. Los grupos tróficos predominantes fueron aquellos que se alimentan de bacterias (bacterivóros), algas (herbívoros de pequeño tamaño) y especies omnívoras, con dieta a base de bacterias, algas u otros organismos (Fig. 1 Len I (B)).

EN INUNDACIONES DE ENTRE 11 A 26 DÍAS, las condiciones reductoras se mantuvieron reflejadas en los valores del potencial de óxido reducción y en los aumentos en la concentración del fósforo reactivo soluble en el agua, liberado por el suelo. Hubo un incremento en la biomasa de las algas, y en consecuencia, un ligero incremento del pH y del oxígeno disuelto en agua producto de la actividad fotosintética.

El fósforo, principalmente en forma extrabiológica y los nitratos disminuyeron su concentración por desnitrificación y consumo por las algas (Fig. 1 Len I (A)). La riqueza y la diversidad específica al igual que las densidades aumentaron, y la trama trófica asociada a los *taxa* fue más compleja. Si bien los grupos tróficos de la etapa inicial de la inundación se mantuvieron, aparecieron grupos de organismos con ciclos de vida más largos, como los microcrustáceos, que en estadios juveniles (nauplii) y adultos compiten por los recursos disponibles con otros grupos de organismos (Fig. 1 Len I (B)).

EN INUNDACIONES ENTRE 30 Y 45 DÍAS, se observaron pequeños aumentos de las fracciones de fósforo y de los nitratos respecto a la etapa anterior y siguieron presentes las algas, sin grandes cambios respecto a la etapa anterior, con influencias en los valores del pH. (Fig. 1 Len I (A)). La riqueza y la diversidad específica aumentaron levemente, mientras la densidad se mantuvo sin cambios. En esta etapa aumentó la complejidad de la comunidad, con la incorporación de los detritívoros. La aparición de grupos de organismos como los anélidos, nematodos, gastrotrícos, y ciertas larvas de quironómidos, que aparecieron esporádicamente y en bajas densidades, fue atribuida a sus adaptaciones ante la falta de agua para permanecer latente en el suelo y reactivarse en presencia de la misma. (Fig. 1 Len I (B)). Al avanzar los días de permanencia de agua se observaron incrementos de la conductividad y el pH, producto de los cambios de nivel de la columna de agua por la evaporación. En este estudio se pudo comprobar la importancia del banco de inóculos presente en el suelo previo a la inundación y sus diferencias en las sucesiones: en media loma y en el bajo se observaron sucesiones de organismos diferentes, a pesar que ambos sitios tuvieron el mismo tiempo de permanencia del agua y las mismas condiciones ambientales.

V.2 -ESQUEMA FINAL DE LAS ETAPAS DE LA INUNDACIÓN Y LOS CAMBIOS REGISTRADOS EN LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS (ENSAYO LÉNTICO II: Len II).



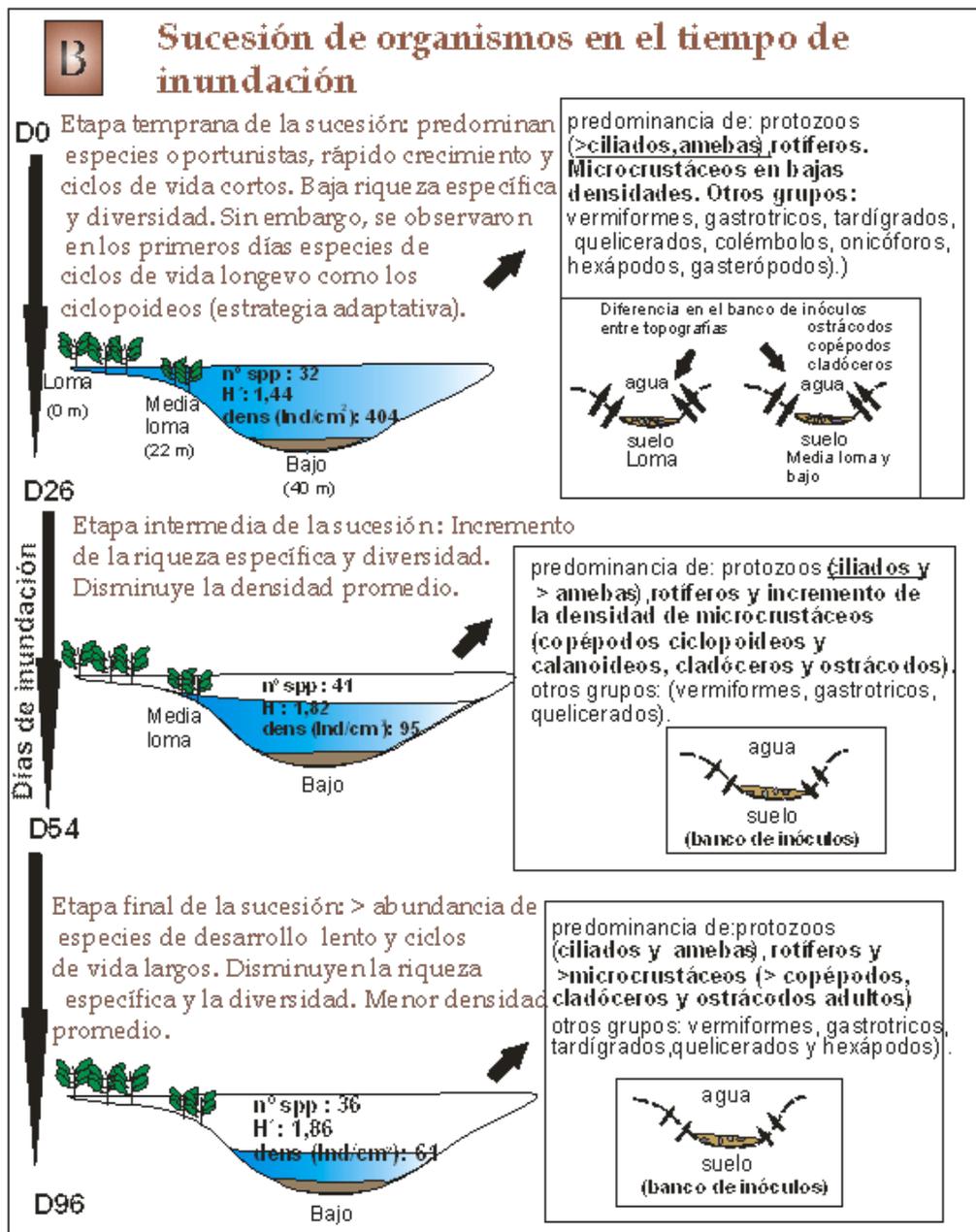


Figura 2. Len II- Variación espacial y temporal de los parámetros físicos y químicos (A) y la sucesión de los organismos (B) durante la inundación en condiciones de laboratorio. El valor otorgado a cada parámetro son valores promedio de las topografías en cada etapa de inundación. Etapa inicial (D0 a D26), Etapa intermedia (D26 a D54) y Etapa final (D54 a D96), siendo D los días de inundación. En las figuras se describe las distancias en metros (m) donde fueron sacadas las muestras en cada topografía tomando como punto de referencia la loma (0 m). Referencias para los parámetros físicos y químicos: conductividad (cond. en $\mu\text{S}/\text{cm}$), potencial de óxido-reducción (POR en milivoltios), oxígeno disuelto (OD en % de saturación), clorofila a (Cl a, en mg/cm^3), materia orgánica (MO). Nutrientes (en $\mu\text{g}/\text{l}$): fósforo reactivo soluble (PRS), fósforo total (PT) y nitratos más nitritos (N+N), amonio (NH_4). Las flechas presentes en los parámetros indican cambios en sus valores respecto a la etapa previa, no se indica en aquellos parámetros con variaciones mínimas de sus valores. Referencias biológicas: valores promedio del número de especies acumuladas (n° spp), del Índice de diversidad específica de Shannon (H') y de la densidad (dens).

LOS PRIMEROS EFECTOS DE LA INUNDACIÓN (D1 a D5): el porcentaje de saturación de oxígeno y los valores del potencial de óxido reducción fueron bajos, típicas condiciones de un ambiente reductor. La anoxia generó la liberación del fósforo adsorbido en el suelo y el pasaje del mismo al agua como fósforo lábil. Esta condición sumada al incremento en la concentración de los nitratos y el amonio en agua, permitió la aparición de las algas, las cuales aumentaron respecto a la condición inicial en los dos primeros días de inundación. El fósforo, en esta instancia, se encontró retenido en las algas y en los organismos (intrabiótico), y también en el agua (extrabiótico) (Fig. 2 Len II (A)). La riqueza y la diversidad de los organismos fueron bajas, con la aparición de organismos colonizadores, de ciclos de vida cortos, que fueron los grupos dominantes, como los protozoos y rotíferos, y otros organismos típicos del suelo, con apariciones esporádicas y en bajas densidades (Fig. 2 Len II (B)). Las adaptaciones de ciertos grupos de metazoos ante condiciones adversas, como los copépodos ciclopoideos, les permitieron emerger en estadio adulto en los primeros días de la inundación, compitiendo así con cierta ventaja por los recursos disponibles con otros organismos de menor biomasa. Si bien en esta etapa se espera encontrar una trama trófica sencilla, dominada principalmente por bacterívoros, omnívoros y herbívoros de pequeño tamaño, se han registrado omnívoros y depredadores de mayor porte, describiendo un sistema con distintos niveles tróficos para esta instancia de la sucesión. Esto resalta las ventajas de estos grupos de organismos ante sus posibilidades adaptativas en la fase de desecación del suelo y sus efectos en la funcionalidad del sistema en la fase de inundación.

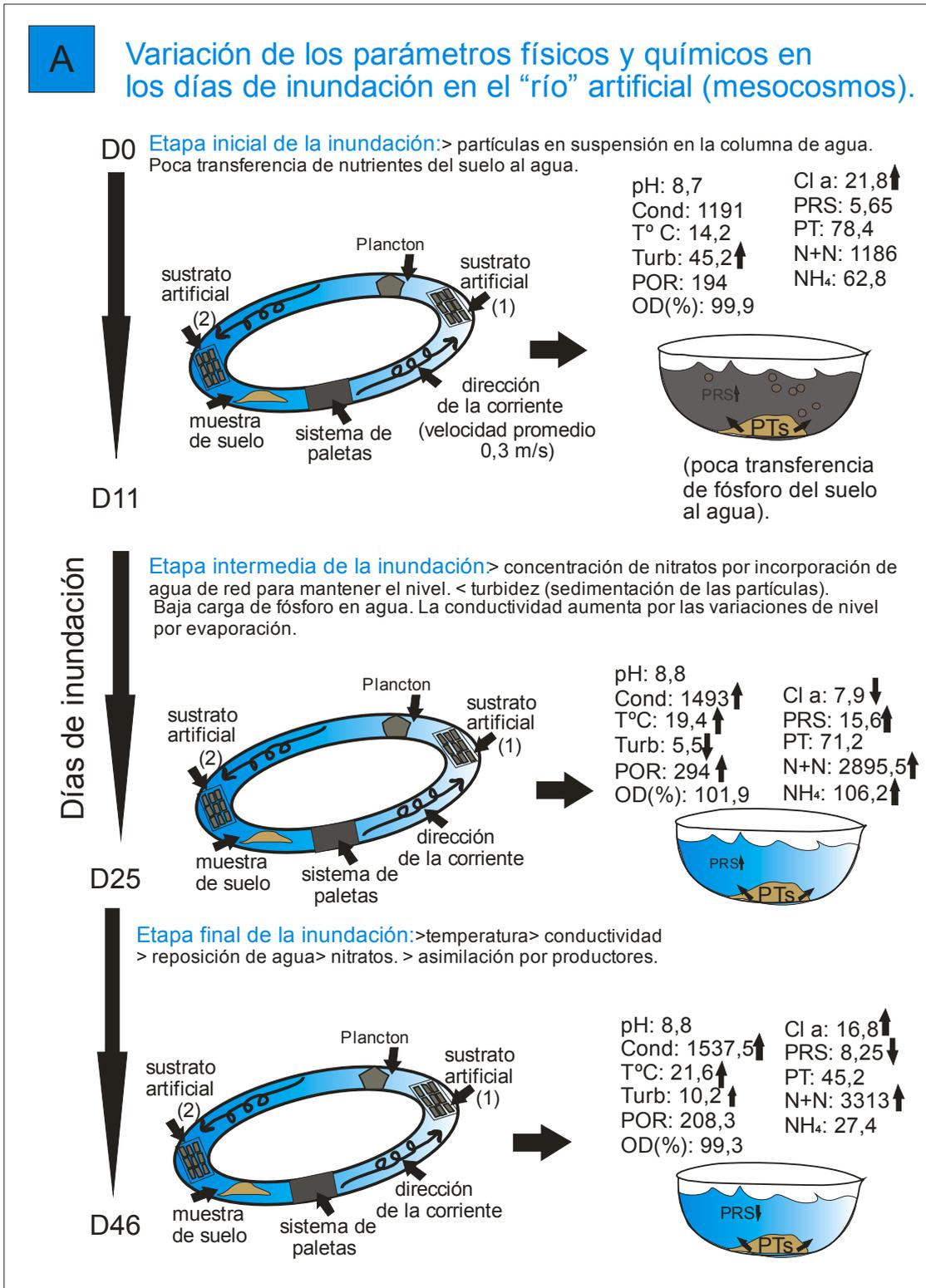
EN SUELOS CON 15 A 30 DÍAS DE INUNDACIÓN, el fósforo reactivo soluble disponible y las fracciones de nitrógeno con valores elevados de concentración en el agua, favorecieron el incremento de las algas (estimado por la clorofila “a”). El aumento de la actividad fotosintética generó un leve incremento en las concentraciones de oxígeno disuelto en agua y del potencial de óxido reducción (sucesión autotrófica). Se produjo un ligero incremento de la turbidez del agua y de la materia orgánica del suelo. (Fig. 2 Len II (A)). La riqueza de especies y la diversidad de los organismos consumidores, aumentaron, con valores elevados de densidad, principalmente de los protozoos (Fig. 2 Len II (B)).

EN SUELOS INUNDADOS DURANTE 60 DÍAS, el cambio principal fue el incremento de materia orgánica en el suelo. El fósforo se encontró mayormente en forma intrabiótica en las algas y en los organismos. Las algas siguieron en aumento, generando cambios en la disponibilidad del oxígeno disuelto en agua por la fotosíntesis. (Fig. 2 Len II (A)). La densidad promedio de los organismos disminuyó y la riqueza de especies y la diversidad aumentaron respecto a la inundación de 30 días (Fig. 2 Len II (B)). Se registraron organismos de mayor biomasa, principalmente microcrustáceos copéodos y cladóceros, incrementándose los procesos de respiración y la competencia por los recursos disponibles ya que algunas de estas especies herbívoras u omnívoras tienen una alta capacidad de filtración. Se hace evidente la vía detritívora, sumada a la trama trófica registrada en las etapas anteriores.

EN SUELOS INUNDADOS DURANTE MÁS DE TRES MESES, los principales efectos registrados fueron el incremento marcado en la materia orgánica del suelo, la mayor concentración del fósforo en forma orgánica (dentro de los organismos), y en baja concentración en forma inorgánica (extrabiótico). Las fracciones de nitrógeno se mantuvieron en bajas concentraciones. En esta instancia, se observó un incremento en la turbidez y un aumento marcado de las algas, registrándose especies de tipo filamentosas (observación personal), con un leve incremento en el pH del agua, producto de la fotosíntesis. La disponibilidad del oxígeno disuelto disminuyó por la respiración de los organismos (predominio de una sucesión heterotrófica) y por procesos de descomposición (Fig. 2 Len II (A)). La densidad de los organismos fue menor respecto a la etapa previa de inundación y la riqueza y diversidad específica no presentaron cambios de consideración (Fig. 2 Len II (B)). Se registraron especies herbívoras de gran porte, con ciclos de vida largos y de ambientes más estables (estrategas “k”). La trama trófica siguió siendo compleja y continuó la vía detritívora.

Debido a que los microcosmos en laboratorio se mantuvieron tapados, no se detectaron cambios de consideración respecto al nivel de agua por procesos de evaporación, por lo que los valores de conductividad no tuvieron cambios de importancia en el tiempo.

V.3- ESQUEMA FINAL DE LAS ETAPAS DE LA INUNDACIÓN Y LOS CAMBIOS EN LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN EL SISTEMA LÓTICO (Lot).



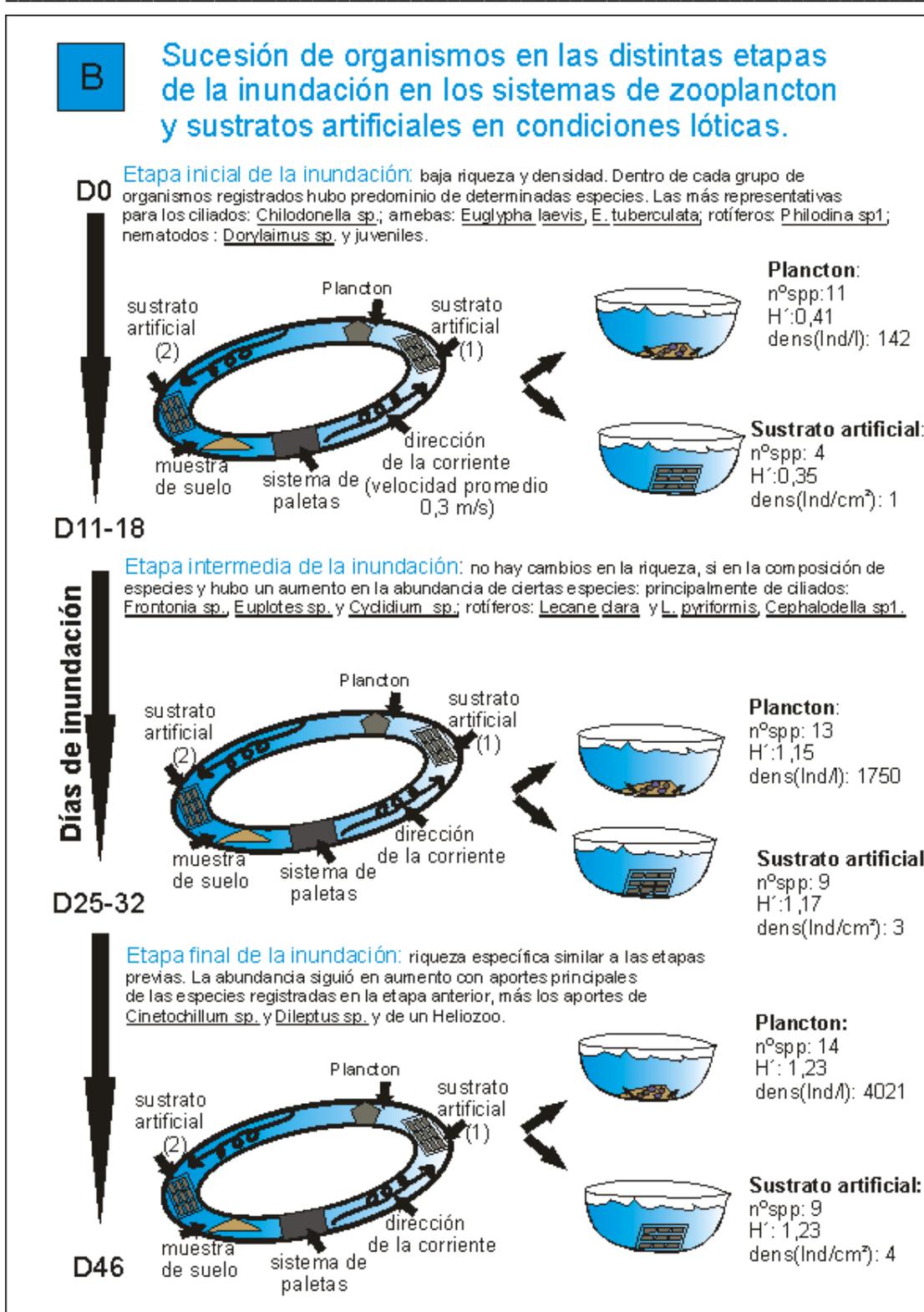


Figura 3. Lot- Variación espacial y temporal de los parámetros físicos y químicos (A) y la sucesión de los organismos en los sistemas de plancton y sustratos artificiales (B) durante la inundación en condiciones de laboratorio. El valor otorgado a cada parámetro son valores promedio de las topografías en cada etapa de inundación. Etapa inicial (D0 a D11-18), Etapa intermedia (D11-18 a D25-32) y Etapa final (D25-32 a D46), siendo D los días de inundación. Referencias para los parámetros físicos y químicos: conductividad (cond. en $\mu\text{S}/\text{cm}$), potencial de óxido-reducción (POR en milivoltios), oxígeno disuelto (OD en % de saturación),

temperatura (T°C), Turbidez (turb.) clorofila a (Cl a, en mg/cm³). Nutrientes (en µg/l): fósforo reactivo soluble (PRS), fósforo total (PT) y nitratos más nitritos (N+N), amonio (NH₄). Las flechas presentes en los parámetros indican cambios en sus valores respecto a la etapa previa, no se indica en aquellos parámetros con variaciones mínimas de sus valores. Referencias biológicas plancton: valores promedio del número de especies acumuladas (n° spp), del Índice de diversidad específica de Shannon (H') y de la densidad (dens). Referencias biológicas sustratos artificiales: ídem plancton, los valores son promedio de ambos sistemas de sustratos artificiales (1 y 2).

EN LA ETAPA INICIAL DE LA INUNDACIÓN del suelo bajo condiciones lólicas, la velocidad de corriente y el continuo movimiento de la masa de agua, incrementó el oxígeno disuelto en agua en los primeros días. Asimismo, los valores del potencial de óxido reducción estuvieron siempre en valores positivos, y se observó un leve incremento del pH, la conductividad y la turbidez. La conductividad aumentó debido a la evaporación del sistema y la turbidez fue elevada debido a la erosión del suelo y la presencia en la columna de agua de partículas finas en suspensión. Las fracciones de nitrógeno, principalmente los nitratos, se incrementaron gradualmente al haber presencia constante de oxígeno. La condición de oxigenación limitó la liberación del fósforo por el suelo, mientras el fósforo total tuvo un incremento en esta instancia por el crecimiento de las algas (fósforo intrabiótico) (Fig. 3 Lot (A)).

Tanto en el agua como en los sistemas de sustratos artificiales, la riqueza de especies, la diversidad y las densidades fueron bajas (Fig. 3 Lot (B)). En el plancton hubo una predominancia de omnívoros, seguidos por bacterívoros y depredadores y herbívoros de pequeño porte. En los sustratos artificiales la predominancia fue de omnívoros, y en menor densidad herbívoros y depredadores de pequeño porte.

EN INUNDACIONES DE HASTA 30 DÍAS, aumentó la temperatura del ambiente, lo que incrementó la evaporación del agua y el aumento de la conductividad. La turbidez disminuyó debido a la sedimentación de las partículas en la columna de agua. Las fracciones de nitrógeno, particularmente los nitratos, aumentaron debido a procesos de nitrificación y a la reposición de agua de red, con su propia carga de nitratos, para mantener el nivel del río. El fósforo reactivo soluble aumentó su concentración levemente, posiblemente por procesos de mineralización de la materia orgánica o por lavado del suelo que generó la liberación de fósforo con baja adsorción a las partículas. La mayor concentración de fósforo se encontró como fósforo orgánico (intrabiótico). (Fig. 3 Lot (A)). La clorofila disminuyó en su concentración y la densidad de los organismos, principalmente en el plancton, tuvo un gran incremento. La riqueza y diversidad específica de ambos sistemas (plancton y sustratos artificiales) aumentaron en esta etapa (Fig. 3 Lot (B)). Los grupos tróficos registrados previamente se mantienen en esta etapa y la dominancia es de omnívoros de pequeño porte con un incremento de pequeños depredadores.

EN INUNDACIONES DE ENTRE 30 Y 45 DÍAS, siguió el ascenso de la temperatura, acompañado de procesos de evaporación e incrementos de la conductividad. Los nitratos continuaron en aumento y el fósforo reactivo soluble en el agua disminuyó, debido al incremento de las algas, principalmente en los sistemas de sustratos artificiales. El fósforo se encontró mayormente en forma orgánica, representado en los organismos y en las algas (intrabiótico) (Fig. 3 Lot (A)).

Las riquezas y diversidades en ambos sistemas estudiados no presentaron cambios de consideración, pero la densidad siguió en aumento en el sistema del plancton. En las etapas intermedia y final, los aumentos de densidades fueron atribuidas a la abundancia de ciertas especies de ciliados (Fig. 3 Lot (B)).

La trama trófica no varió, con predominancia en esta instancia de omnívoros de pequeño porte, y se observó la presencia de rotíferos herbívoros y depredadores.

Se pudo observar que a lo largo de la inundación en estas condiciones a las que se expuso el suelo, la sucesión de los organismos estuvo dada por cambios en la composición de especies dentro de los grupos de organismos registrados desde el comienzo (ciliados, amebas, rotíferos y nematodos), pero no por la aparición de nuevos grupos a lo largo de la inundación. En los primeros días de la inundación, la colonización fue por especies oportunistas, de ciclos de vida cortos, estrategias “r” que se mantuvieron a lo largo de toda la inundación, con picos de abundancia de ciertas especies que fueron las que dominaron en el ambiente. En días avanzados de la inundación, no se registraron organismos con ciclos de vida longevos (estrategas K), que suelen estar presentes en etapas avanzadas de la sucesión y que generalmente emergen ante condiciones más estables del sistema. Posiblemente, al exponer el sistema a condiciones no controladas y ante la baja concentración de fósforo lábil, se produjo el desarrollo de ciertas especies de algas tolerantes a vivir con bajas concentraciones de nutrientes y que pudieron ser poco palatales para los organismos. Paralelamente, las condiciones del agua como la velocidad de corriente y la turbidez, son factores que dificultan las estrategias de alimentación y reproducción de muchos organismos y pudieron limitar su desarrollo.

V.4- DIFERENCIAS PRINCIPALES ENTRE LOS USOS (USO AGRÍCOLA Y USO MIXTO).

En términos generales se observaron diferencias entre los usos respecto a la disponibilidad de nutrientes que, en promedio, fueron superiores en el uso agrícola, principalmente el fósforo reactivo soluble y el amonio. Esto puede atribuirse a los procesos de fertilización constante y a la incorporación de ciertos componentes ricos en

fósforo y nitrógeno como el superfosfato triple y la urea granulada incorporados previamente y durante las campañas de recolección de muestras de suelo. Sin embargo, estas diferencias en los nutrientes no se manifestaron en variaciones de consideración en la biomasa de las algas (clorofila “a”), la cual se mantuvo en rangos similares en ambos usos. Respecto a la riqueza de los organismos, se pudo observar una pequeña diferencia a favor del uso agrícola, el cual fue superior en todas las topografías en los valores totales de las riquezas. Estas diferencias pueden deberse a la actividad ganadera en la parcela del uso mixto, donde el pisoteo constante pudo perturbar y afectar los inóculos de la capa superficial del suelo y provocar una disminución en la posibilidad de emergencia y desarrollo de los mismos. Por otro lado, se observó en el campo una pequeña diferencia en la topografía de ambas parcelas estudiadas, donde en la parcela agrícola se vio una leve inclinación que, ante una inundación o anegamiento, favorece que el suelo agrícola permanezca más tiempo inundado respecto al mixto. Esto pudo haber ocasionado la presencia de estructuras de resistencia con mayor viabilidad ante los periodos de sequía- inundación y un mayor aporte de huevos de resistencia por dispersión de los organismos (principalmente aves) asociados al cuerpo de agua temporal. Tanto el incremento de la viabilidad como la mayor dispersión asociada al suelo de uso agrícola pudieron determinar las diferencias registradas en nuestro trabajo respecto a la riqueza y a la diversidad de organismos en cada uso del suelo.

V.5- CONECTIVIDAD ENTRE LOS SISTEMAS LÓTICOS Y LÉNTICOS ASOCIADOS. RELACIÓN ENTRE EL CURSO DE AGUA PRINCIPAL (RÍO SALADO) Y SU PLANICIE DE INUNDACIÓN.

Las áreas de humedales ribereños desempeñan un papel importante en el mantenimiento de las condiciones hidrológicas, químicas y en la integridad biológica de la naturaleza (Brinson et al. 1981). Los sistemas pulsátiles (como ríos y humedales) se comportan como sistemas en permanente desequilibrio, en los que la variabilidad temporal es una compleja función dependiente de las entradas y salidas de energía y de los materiales en distintos sitios de la cuenca, así como de las oportunidades combinatorias de las poblaciones en la misma para ajustar su distribución y abundancia (Neiff 1990).

En los sistemas fluviales inundables, la conectividad hidrológica activada por el pulso de inundación, tiene una influencia considerable en el intercambio de materiales entre el cauce principal del río y la llanura de inundación (Junk et al. 1989). El movimiento del agua dentro del sistema tiene influencia sobre el transporte de sedimentos en suspensión, la concentración de nutrientes y el movimiento de organismos entre el canal principal y su planicie de inundación, tanto durante los periodos de inundación como en los de aislamiento (Junk et al. 1989; Neiff 1990). Estos autores, definen el concepto de pulso de inundación en base a una fase de aguas altas, con la expansión de la red fluvial y la dispersión de los organismos que ocurre cuando el cauce principal del río está efectivamente conectado con la planicie de inundación. Durante la fase de aguas bajas quedan descubiertos sedimentos que permanecen parcialmente secos o húmedos y que ponen en contacto con el ambiente terrestre a los repositorios de huevos producidos durante la fase de aguas altas (Schröder 2001).

En el río, los cambios estructurales, espaciales y temporales en el zooplancton están relacionados con la hidrología existente característica (Pace et al. 1992; Basu & Pick 1996), así como con las características morfológicas de la propia cuenca (Picard & Lair 2005). Las fluctuaciones anuales del nivel hidrométrico y los ciclos de sequía-inundación son factores importantes que explican la riqueza, abundancia y distribución de los organismos acuáticos (Junk 1970; Neiff 1996).

En la provincia de Buenos Aires, según el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), y por datos de campo (Geraldi 2011), se han contabilizado alrededor de 13.824 lagunas de distintos tamaños (superiores a 10 ha), entre temporarias, efímeras y semipermanentes. Si se contabilizaran las más pequeñas (0,05 a 10 ha) y las charcas, son alrededor de 200.000 (Dangavs 2005).

La cuenca del río Salado, se compone de un sistema de cuerpos de agua con diferentes grados de conectividad con el cauce principal del río. Se pueden separar tres sistemas de lagunas: aquellas que se vinculan directamente con el río (ej: La Tigra, Las Flores, entre otras); el sistema de lagunas interconectadas: como los sistemas de Chascomús y San Miguel del Monte, y las lagunas ubicadas en cuencas arreicas como Lacombe y La Rosita (Gabellone et al. 2003). La vinculación directa del sistema de canales que drenan el sector de la Pampa arenosa en la cuenca superior del río, como el sistema de los canales Mercante – República de Italia - Jaureche, Vinculación, del Este y el arroyo Saladillo, y los humedales asociados, tienen influencia directa en el grado de salinidad, materia orgánica y el aporte de nutrientes al río, lo que determina la estructura y composición del fitoplancton y del zooplancton (Bazzuri et al. 2010, 2016, 2018, 2020).

Las lagunas poco profundas de la cuenca del río Salado se caracterizan por tener fluctuaciones en el nivel del agua, en la conductividad y en las concentraciones de nutrientes. Estos parámetros varían según el grado de conexión de estos ambientes con

el río y con el ciclo hidrológico (Gabellone et al. 2001; Solari et al. 2002). Se han llevado a cabo durante décadas varias investigaciones sobre el plancton del río, asociado con los sistemas lénticos aledaños. Se observó la entrada de organismos desde estos sistemas al cauce principal y una estructura del zooplancton del río con características de un plancton similar al de estos ambientes lénticos asociados (Gabellone et al. 2014). Benítez (2008), describió que la relación geográfica y el grado de conexión que presenta la laguna San Miguel del Monte con los cuerpos lóxicos y lénticos que la circundan, provocan cambios físicos, químicos y biológicos, en respuesta a los sucesos climáticos tanto locales como remotos que afectan a dichos cuerpos, los que pueden comportarse como afluentes o efluentes en el intercambio de agua, solutos y de elementos en suspensión como la flora y la fauna. En otros sistemas sin conectividad con otros cuerpos de agua, como las lagunas arreicas mencionadas previamente, la forma en que los factores externos afectan los mecanismos de regulación internos, puede ser diferente respecto de aquellos involucrados en los sistemas relacionados al río (Ardohain et al. 2014). Los ejemplos descriptos anteriormente muestran que el grado de conectividad entre los sistemas lóxicos y lénticos con los sistemas terrestres inundables, determinan la dinámica de intercambio de los distintos componentes bióticos y abióticos. Estos sistemas terrestres inundables de la cuenca han transitado numerosas inundaciones (1980, 1983, 1984, 1985, 1988, 1996, 1999, 2008, entre otras), por exceso de lluvias y desborde de ríos como el Salado- Vallimanca- Río 5to, y otros sistemas lagunares, con permanencia del agua de pocos días a varios meses, siendo la cuenca del Salado, dentro de la provincia, la zona más sensible a los excesos hídricos (IAI 2004; Scarpati & Capriolo 2013).

Los sistemas terrestres inundables de la cuenca han sido estudiados previamente por Quaini (2011) quien, en su trabajo de tesis, expuso suelo con distintos usos a distintos tiempos de anegamiento, y registró en sus resultados que un alto porcentaje de organismos que se desarrollaron en esos suelos inundados coincidieron con los *taxa* registrados en el río Salado: 75% de los rotíferos, el 47 % de los ciliados y el 84 % de las amebas. Comparando con nuestros ensayos, de todos los *taxa* que se determinaron en el estudio realizado por Quaini (2011), el 47,3 % de los ciliados, el 80 % de las amebas, el 75 % de los rotíferos y el 50 % de los cladóceros estuvieron presentes en nuestros ensayos.

Se compararon los grupos de organismos registrados en el río Salado (ciliados, amebas, rotíferos, crustáceos) con los que estuvieron presentes en nuestros ensayos (Fig. 4) y hubo una coincidencia de más del 41 % para el total de los *taxa*. También se registraron coincidencias en los porcentajes de cada uno de los grupos de organismos (Neschuk et al. 2002; Claps et al. 2009; Gabellone et al. 2013). Paralelamente, se compararon los *taxa* presentes en nuestros ensayos con los registrados en tres lagunas temporarias aledañas al sitio de muestreo (Fig. 4), observándose una coincidencia entre el 68 y el 84 % de los *taxa* (Claps, observación personal). Si bien muchos de estos organismos son cosmopolitas, los fenómenos de conectividad ante grandes inundaciones entre los sistemas acuáticos y terrestres favorecen el desplazamiento y la dispersión de estos organismos de forma activa, los cuales, al retirarse el agua experimentan diferentes estrategias a la desecación y permanecen latentes en los suelos hasta un próximo evento de inundación.

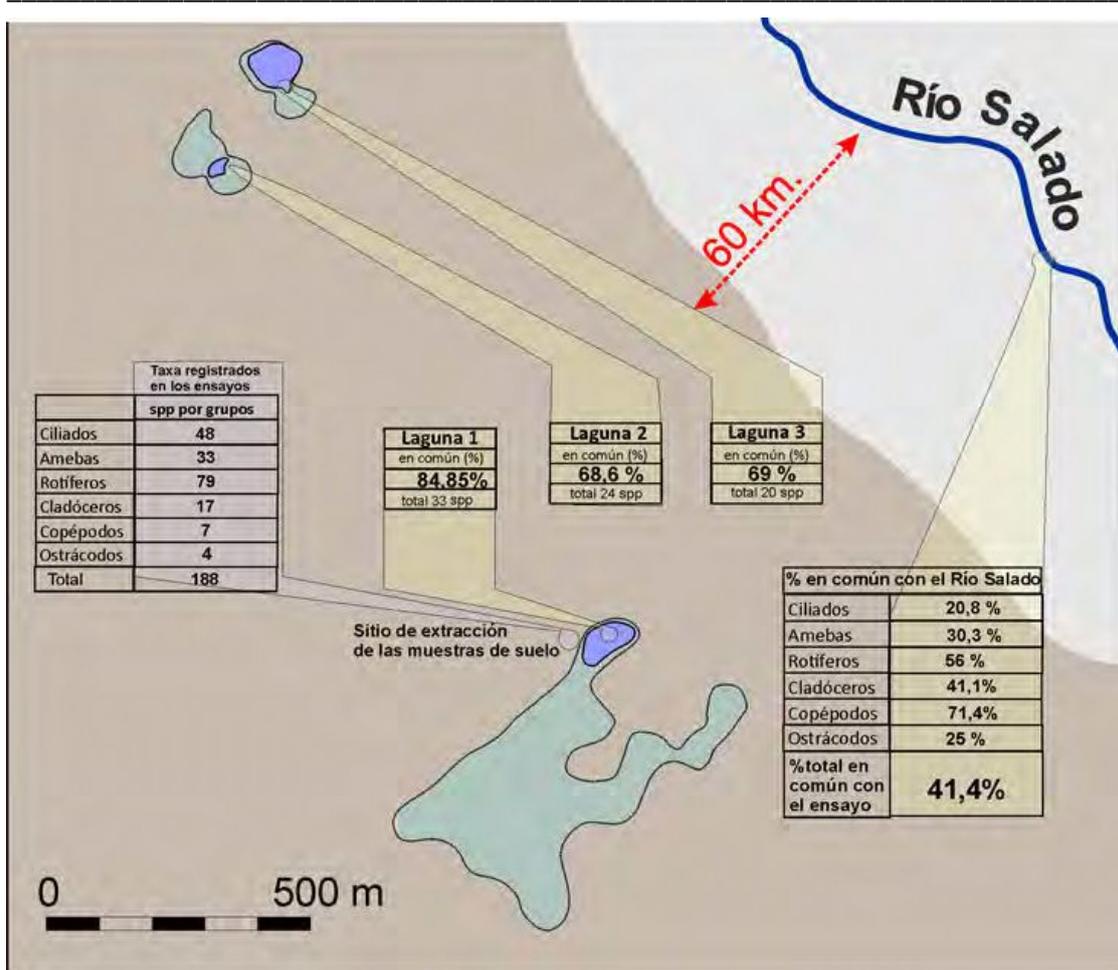


Figura 4- Representación del sitio de muestreo (sitio de extracción de las muestras de suelo), las lagunas aledañas y el río Salado. Se muestran los porcentajes que tienen en común los grupos de organismos para cada una de las lagunas y los registrados en el río Salado, respecto a los encontrados en los ensayos. Se realizó la comparación con la bibliografía de los *taxa* del río Salado utilizada en la tabla de hábitat de los organismos del Anexo III.

Para la laguna 1, la coincidencia de los *taxa* con nuestro estudio fue del 100 % para ciliados, de 88,8 % para las amebas, del 91,6 % para los rotíferos y del 80 % para los crustáceos. Para la Laguna 2, el 66 % de los ciliados, el 100 % de las amebas, el 73 % de los rotíferos, y el 55 % de los crustáceos, mientras que la Laguna 3 coincidió con el 100 % de los ciliados y las amebas, el 80 % con los rotíferos, y el 38 % con los crustáceos. Esto muestra la similitud que hay entre los bancos de inóculos del suelo aledaños a la zona de recolección de las muestras.

Analizando el hábitat del total de los *taxa* registrados en nuestro estudio (Anexo II, Tabla 1), alrededor del 6 % son organismos típicos del suelo, el 26,4 % se han registrado en el suelo y en el agua y la mayor parte de los organismos (67,1 %) son exclusivamente acuáticos. Estos datos nos permiten inferir que estos organismos de ambientes acuáticos se encontraban en el banco de inóculos del suelo con diferentes estrategias ante situaciones adversas del medio, como es la desecación y que, ante un evento de inundación, pudieron reactivarse y desarrollarse. Estos suelos recibieron en algún momento organismos, ya sea en forma activa o inactiva, desde cuerpos de agua aledaños, o mediante sistemas de interconexión entre estos cuerpos de agua con ambientes lóticos más alejados como puede ser el río Salado.

A lo largo de los años, los sistemas terrestres de la región Pampeana y de la cuenca del río Salado han sido explotados activamente de manera antrópica, principalmente por actividades agrícola-ganaderas, la urbanización, el turismo, la recreación, etc. La agricultura extensiva ha tenido cambios de importancia en las últimas décadas respecto a la superficie sembrada, la composición de los cultivos, la tecnología empleada y la intensidad en el uso de insumos, con incrementos en la superficie sembrada de los principales cultivos (soja, maíz, trigo y girasol) y los incrementos en la producción (Ghida Daza 2017). Gabellone et al. (2010) describen que en los cuerpos de agua de la cuenca se registraron aumentos en la concentración de nutrientes (principalmente fracciones de fósforo) y hubo cambios en la estructura del plancton (Neschuk et al. 2002; Claps et al. 2009). Muchas especies del zooplancton son particularmente sensibles a las sustancias tóxicas, como ocurre con los cladóceros (Paggi 2004). De esto surge que las actividades agrícolas, como así también los vertidos industriales, constituyen una amenaza potencial al mantenimiento de la diversidad del grupo (Paggi 2004). Sin embargo, respecto a las estructuras de dormancia generadas por estos

organismos, los estudios de suelos inundados de ciertos sitios de la cuenca del Salado así como los resultados desarrollados en la presente tesis, permitieron destacar la potencialidad que presentan estos bancos de inóculos en lo que respecta a su resistencia, capacidad de activación y desarrollo, ya que en los ensayos realizados (principalmente los dos de condiciones lénticas), pudieron observarse sucesiones de una gran riqueza y diversidad de organismos, mayormente en los suelos de larga inundación. Esto ocurrió a pesar de las perturbaciones que reciben dichos ambientes por las prácticas agrícolas, el uso intensivo de agroquímicos como los fertilizantes y plaguicidas y el pastoreo por el ganado.

La potencialidad de las inundaciones del suelo de ambientes terrestres a escala local y su influencia en cuerpos de agua receptores y de estos, con el cauce principal del río Salado dependerá de varios factores: la intensidad y duración de la inundación, el grado de conectividad entre los ambientes, la topografía del lugar, el tipo de suelo, la carga de nutrientes, el banco de inóculos de los suelos y su grado de viabilidad, así como de los procesos de evaporación, infiltración y el escurrimiento superficial.

A escala local, en el sector de estudio, las inundaciones en la loma son de muy baja recurrencia, pero cuando ocurren, factores como la textura arenosa de este tipo de suelo o las diferencias topográficas, permiten un drenaje rápido del agua y un escurrimiento hacia las zonas bajas, por lo que la inundación en este sector del terreno tiene un tiempo efímero. En inundaciones del suelo de 1 a 5 días, los efectos de la inundación se manifestaron en un incremento de nutrientes en el agua por la liberación del suelo, debido a las condiciones reductoras de los ambientes anegados. La carga de los nutrientes del suelo (fósforo total) pre-inundación, no tuvieron una correlación directa con la concentración en el agua durante la inundación, como en la zona de loma, que

tuvo una carga menor de fósforo total en el suelo y las concentraciones más elevadas de fósforo reactivo soluble en el agua. Por lo tanto, la carga de nutrientes que disponga el agua, dependerá, no solo de los efectos de la inundación, sino de la retención de estos nutrientes por las partículas y la materia orgánica del suelo. La productividad biológica en estos sitios es escasa, con bajos valores en la riqueza de especies y en la diversidad y sin embargo las densidades son altas con presencia de especies colonizadoras, de rápida reproducción y con diferentes rangos de tolerancia a la perturbación. La influencia de los bancos de inóculos del suelo y las estrategias adaptativas de los organismos pueden determinar la presencia de otros organismos metazoos (ej: copépodos adultos ciclopoideos), en esta instancia de la inundación. En caso de una inundación a nivel regional y con interconectividad con cuerpos de agua aledaños, estos suelos con inundaciones de corta duración pueden aportar nutrientes, principalmente en forma inorgánica (fósforo y nitratos), que pueden tener implicancias en el grado trófico de los cuerpos de agua. Estos suelos con poca permanencia de agua pueden aportar un “pool” de organismos limitado, de baja biomasa, que son menos requeridos por los consumidores de eslabones superiores como la fauna icticia y los invertebrados acuáticos. En inundaciones con una duración de 30 días, los nutrientes (fósforo reactivo soluble) pasan de un estado inorgánico a uno orgánico (de extrabiótico a intrabiótico), se incrementa la asimilación por las algas y prevalecen los procesos de fotosíntesis, aumentando el oxígeno disponible en el agua. La concentración de los nitratos está sujeta a los procesos de desnitrificación y al consumo por las algas y la posible presencia de algas fijadoras de N. La fauna acuática se incrementa en valores de riqueza y diversidad específica. En inundaciones superiores a los 60 días, el fósforo se encuentra mayormente incorporado a las algas y a los organismos consumidores. Si bien las algas están presentes en el medio, hay un incremento de grupos de organismos de

mayor biomasa como los microcrustáceos (estrategas “k”) que favorecen los procesos de respiración. La sucesión en esta instancia estuvo dada por grupos de organismos de ciclos de vida largos, más sensibles a los disturbios y que se desarrollan en condiciones más estables del ambiente. La riqueza de especies y la diversidad fueron altas y hubo una mayor variedad de hábitos alimenticios, con presencia de la vía del detritus.

En estas inundaciones locales de larga duración, el agua va mermando principalmente por la evaporación y en menor medida por procesos de infiltración-percolación, debido a que son suelos con poca capacidad de drenaje. Al ir secándose el suelo, se incrementó la conductividad del agua. Los nutrientes que se encontraban en el agua, de forma orgánica e inorgánica vuelven nuevamente al suelo por procesos de mineralización y descomposición. Se observó también que fue mayor la materia orgánica presente en el suelo seco (pos-inundación), que fue mayor en aquellos suelos con mayor exposición al agua.

Ante un evento extremo de inundación fluvial y una posible conectividad de los cuerpos de agua con estos suelos con inundaciones prolongadas, se puede afirmar que estos ambientes terrestres inundables, aportarán a los cuerpos de agua una compleja y diversa variedad de organismos, que pueden generar cambios en los ensambles de los organismos presentes en dichos cuerpos de agua. La incorporación de estos organismos puede ser utilizada como fuente de alimento para otros invertebrados acuáticos y para la fauna íctica, ya que la mayoría de los peces tienen alimentación planctónica en algún momento de su desarrollo ontogénico (Lazzaro 1987). Tal es el caso del Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), que es característico en las lagunas Pampásicas, este organismo se alimenta de zooplancton durante la mayor parte de su vida y se ha podido comprobar que existe una relación directa entre el zooplancton hallado en las lagunas y el crecimiento del mismo (García de Souza 2014). Algunas especies influyentes sobre la

tasa de crecimiento, particularmente de juveniles de pejerrey, serían el ciclopoideo *Acanthocyclops robustus*, seguido por el calanoideo *Notodiaptomus incompositus* y el cladócero *Ceriodaphnia dubia* (Garcia de Souza 2014). Los mecanismos de depredación a los que están sometidos los zoopláncteres, son básicamente por depredación visual o por vía receptiva (quimio o mecanoreceptores). Estos mecanismos conducen a diferentes dominancias en las comunidades zooplanctónicas (Brooks & Dodson 1965), dado que si la depredación por peces sobre los grandes filtradores (y sobre los depredadores invertebrados) es débil, la comunidad experimentará una tendencia a estar dominada por grandes zooplanctones, que al tener una mayor capacidad de filtración excluirá competitivamente a los filtradores de menor tamaño. Para el caso de una fuerte presión de depredación por parte de los peces sobre el macrozooplancton y los invertebrados depredadores, el microzooplancton se encontrará liberado tanto de la presión de depredación y de la desventaja competitiva y en esas condiciones dominará la comunidad zooplanctónica del sistema (Benítez 2008).

Tanto a escala local como regional, se destaca la importancia de la conectividad entre sistemas acuáticos y terrestres y las implicancias de la dispersión de los organismos en forma activa y en sus estadios de dormancia. Aparte de los eventos de interconectividad, la dispersión de estos inóculos puede estar regulado por otros factores como: las aves acuáticas, la ictiocoria, los flujos de agua y las macrófitas flotantes, entre otros (Michels et al. 2001; Havel & Shurin 2004; Battauz 2015).

Todo lo expuesto previamente muestra la importancia de los sitios inundables de la cuenca como fuente de inóculos, de intercambio de nutrientes y de materiales entre los sistemas, asegurando la recuperación de los ambientes luego de una perturbación, la capacidad de resiliencia de los ecosistemas y la perpetuidad de las comunidades en el tiempo.

BIBLIOGRAFIA

- Arдохайn D. M., Benítez H. H., Gabellone N. A & Claps M. C. (2014). Respuesta de la estructura zooplanctónica a cambios físicos y biológicos en una laguna Pampásica (Laguna Lacombe). *Biología Acuática* 30: 17-26.
- Basu B. K. & Pick F. R. (1996). Factors regulating phytoplankton and zooplankton biomass in temperate rivers. *Limnology and Oceanography* 4: 1572–1577.
- Battauz Y. S. (2015). Propágulos del zooplankton: Importancia en el mantenimiento de la diversidad de los ambientes acuáticos y dispersión de especies. Tesis doctoral. Universidad Nacional del Litoral.
- Bazzuri M. E. (2016). Estudio de la comunidad planctónica en relación con las modificaciones antrópicas de la red de drenaje de la cuenca del río Salado (Bs. As.). Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.
- Bazzuri M. E., Gabellone, N. A. & Solari, L.C. (2010). Seasonal variations in the phytoplankton of a saline lowland river (Bs. As.-Argentina) throughout an intensive sampling period. *River Research and Applications* 26: 766-778.
- Bazzuri M. E., Gabellone, N. A. & Solari, L. C. (2018). The effects of hydraulic works and wetlands function in the Salado-River basin (Buenos Aires, Argentina). *Environmental Monitoring and Assessment* 190: 99.
- Bazzuri M. E., Gabellone, N. A & Solari, L. C. (2020). Zooplankton-population dynamics in the Salado –River basin (Bs. As.-Argentina) in relation to hydraulic works and resulting wetland function. *Aquatic Sciences* 82: 48.

- Benítez H. H. (2008). Tesis doctoral: Estructura y dinámica del zooplancton de una laguna Pampásica moderadamente eutrófica (San Miguel del Monte): Factores de control. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- Brinson M. M., Swift B. L., Plantico R. C. & Barclay J. S. (1981). Riparian Ecosystems: Their Ecology and Status. Kearneysville, WV: U.S. Fish and Wildlife Service. pp. 173.
- Brooks J. L. & Dodson S. I. (1965). Predation, body size and composition of plankton. *Science* 150: 28-35.
- Claps M. C., Gabellone N. A & Neschuk N. C. (2009). Influence of regional factor on zooplankton structure in a saline lowland river. The Salado River (Buenos Aires, Province, Argentina). *River Research and Applications* 25: 453-471.
- Dangavs N. V. (2005). Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires, Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, 16: 219-236.
- Gabellone N. A., Solari L. C. & Claps M. C. (2001). Planktonic and physical -chemical dynamics of a markedly fluctuating backwater pond associated with a lowland river (Salado River, Buenos Aires, Argentina). *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 6: 133-142.
- Gabellone N. A., Sarandón R. & Claps M. C. (2003). Caracterización y zonificación ecológica de la cuenca del río Salado. En: Maiola, O. Gabellone N., y Hernández M. Inundaciones en la Cuenca de la region Pampeana. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata 87- 122.

- Gabellone N. A., Claps M. C., Solari L. C. & Neschuk N. C. (2005). Nutrients, conductivity and plankton in a landscape approach to a Pampean saline lowland river (Salado River, Argentina). *Biogeochemistry* 75: 455-477.
- Gabellone N. A., Claps M. C., Solari L. C. & Neschuk N. C. (2010). Dinámica espacial y temporal de fracciones de fósforo en la cuenca del río Salado (Buenos Aires, Argentina). *Actas del I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras* 2: 641-646.
- Gabellone N. A., Solari L. C., Casco M. A., & Claps M. C. (2013). Conservación del plancton y protección de las cuencas hídricas. El caso de la Cuenca Inferior del Río del Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *AUGMDOMUS* 5: 100-119.
- Gabellone N. A., Claps M. C., Ardohain D. M., Dippolito A., Bazzuri M. E. & Solari L. C. (2014). Relationship between the zoo- and phytoplankton biomasses in a saline lowland river (Argentina): a short-time-scale analysis. *Fundamental & Applied Limnology* 307–327.
- Garcia De Souza J. (2014). Tesis Doctoral: Caracterización de la comunidad zooplanctónica en lagunas Pampásicas y su relación con la ecología trófica y producción del Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- Geraldi A. M., Piccolo M. C. & Perillo G. M. E. (2011). El rol de las lagunas bonaerenses en el paisaje pampeano. *Ciencia Hoy* 21: 17-22.

- Ghida Daza C. (2017). La Agricultura Pampeana, evolución de los resultados económicos en el periodo 1990-2016. Problemas actuales y perspectivas futuras de la producción y comercialización de granos. INTA. Biblioteca digital-old.econ.uba.ar.
- Havel J. E. & Shurin J. B. (2004) Mechanisms, effects, and scales of dispersal in freshwater zooplankton. *Limnology & Oceanography* 49: 1229 - 1238.
- Herzer H., Caputo G. & Celis A. (2004). Gestión de riesgos de desastre ENSO en América Latina. Capítulo V: Estudio de caso: cuenca del Salado. Informe Final IAI. Centro de estudios sociales y ambientales.
- Junk W. (1970). Investigations on the ecology and production-biology of the floating meadows (*Paspalum echinochloetum*) on the Middle Amazon. I. The floating vegetation and its ecology. *Amazonia* 2: 449 - 495.
- Junk W. J., Bayley P. B. & Sparks R. E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian special publication of fisheries and aquatic sciences 106: 110-127.
- Lazzaro X. (1987). A review of planktivorous fishes: Their evolution, feeding behaviours, selectivities, and impacts. *Hydrobiologia* 146: 97-167.

- Michels E.; Cottenie K.; Neys I.; De gelas K.; Coppin P. & De Meester I. (2001).
Geographical and genetic distances among zooplankton populations in a set of
interconnected ponds: A plea for using GIS modeling of the effective
geographical distance. *Molecular Ecology* 10: 1929 - 1938.
- Neiff J. J. (1990). Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia*
15: 424 -441.
- Neiff J. J. (1996). Large rivers of South América: toward the new approach. *Verh*
International. Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie
26: 167-180.
- Neschuk N., Claps M. & Gabellone N. (2002). Planktonic rotifers of a saline-lowland
river: the Salado River (Argentina). *Annales de Limnologie - International*
Journal of Limnology 38: 191-198.
- Pace M. L., Findlay S. E. G. & Lints D. (1992). Zooplankton in advective
environments: the Hudson River community and a comparative analysis.
Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 49: 1060–1069.
- Paggi J. C. (2004). Importancia de la fauna de “Cladóceros” (Crustácea, Branchiopoda)
del Litoral Fluvial Argentino. *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial*
argentino INSUGEO, Miscelánea 12: 239 – 246.
- Picard V. & Lair N. (2005). Spatio-temporal investigations on the planktonic organisms
of the Middle Loire (France), during the low water period biodiversity and
community dynamics. *Hydrobiologia* 551: 68–86.

- Quaini K. P. (2011). Estudio de la sucesión de microorganismos acuáticos en suelos con distintos usos en la cuenca del río Salado (provincia de Buenos Aires). Tesis Doctoral de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. pp. 259.
- Scarpati E. O. & Capriolo A. D. (2013). Sequías e inundaciones en la Provincia de Buenos Aires (Argentina) y su distribución espacio-temporal. Investigaciones geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. UNAM 82: 38-51.
- Schröder T. (2001). Colonising Strategies and Diapause of Planktonic Rotifers (Monogononta, Rotifera) during Aquatic and Terrestrial Phases in a Floodplain (Lower Oder Valley, Germany). International Review of Hydrobiology 86: 635 - 660.
- Solari L. C., Claps M. C. & Gabellone N. A. (2002). River-backwater pond interactions in the lower basin of the Salado River (Buenos Aires, Argentina). Archiv Für Hydrobiologie 13: 99-119.



VI - Conclusiones finales



VI- CONCLUSIONES FINALES DE LA TESIS

SISTEMA LÉNTICO

- La disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua es uno de los parámetros íntimamente relacionado con la liberación del fósforo que se encuentra asociado con las partículas del suelo. En los microcosmos lénticos la inundación del suelo produce el desplazamiento del oxígeno de los espacios entre las partículas, con reducción del potencial redox y la liberación de formas solubles de fósforo al agua.
- La liberación de fósforo soluble al agua produce un rápido incremento de las algas en una primera etapa de la sucesión que permite el aumento de los microorganismos herbívoros, pastoreadores y filtradores. El fósforo se encuentra en un estado extrabiótico (disponible en el agua) en las primeras instancias de la inundación y, en etapas posteriores a la inundación, se encuentra en forma intrabiótica (en las algas y otros organismos).
- En los sistemas con más tiempo de inundación, las mayores concentraciones promedio de las fracciones de fósforo en agua ocurrieron en la loma (zona de cultivo intensivo y suelo arenoso-inerte, con menos adsorción) y fueron mayores en el uso agrícola en las tres topografías (uso intensivo de agroquímicos).

- En las inundaciones prolongadas la concentración promedio de amonio fue más elevada en la loma uso agrícola, mientras que los nitratos tuvieron concentraciones más altas en el bajo uso mixto. Los niveles de las fracciones de nitrógeno en el tiempo de inundación dependieron de las concentraciones del oxígeno disponible en el agua.
- Las concentraciones de clorofila “a” fueron más elevadas en las etapas intermedia y final de la inundación. En ambos usos del suelo tuvieron variaciones en las concentraciones en el tiempo manteniendo siempre un rango similar.
- Los análisis de organismos consumidores en relación a los usos del suelo mostraron una pequeña diferencia en la riqueza acumulada de los *taxa*. El uso agrícola, en general, presentó valores levemente superiores al uso mixto. Es probable que estas diferencias poco significativas en la sucesión de los organismos, se hayan debido al uso de fertilizantes para la siembra de pasturas para el ganado en el uso mixto, condición semejante a la del uso agrícola.

- Si bien no se evaluó la abundancia ni la tasa de viabilidad de las estructuras de dormancia totales presentes en el suelo, se considera que estas formas latentes resisten las perturbaciones a las que se expone el suelo por las actividades antrópicas (agricultura, ganado, fertilizantes, etc.) y que, ante las condiciones brindadas en nuestros ensayos, muchas de esas formas inactivas pudieron emerger y desarrollarse.
- El tiempo de permanencia del agua de inundación es un factor clave para la emergencia y desarrollo de los organismos consumidores. En los sitios expuestos a pocos días de inundación, la riqueza y la diversidad específica fueron bajas. En inundaciones más prolongadas la riqueza y la diversidad fueron más elevadas, principalmente en la topografía del bajo que, por su geomorfología en depresión y su granulometría más fina, tiene la capacidad de retener por más tiempo las condiciones de anegamiento.
- El banco de inóculos del suelo presente en cada sitio fue diferente, ya que sitios topográficamente contrastantes como la loma y el bajo mostraron una sucesión diferente con el mismo tiempo de exposición al agua. Esto demuestra que no solo es importante el tiempo de inundación al que se exponga el suelo, sino los inóculos presentes en el mismo previamente a la inundación y su grado de viabilidad.

- En los sistemas que sufren inundaciones de pocos días, como en la loma, se registraron principalmente organismos oportunistas, con ciclos de vida simples y cortos y, en general, son *taxa* que presentan amplios rangos de tolerancia a los cambios ambientales y que colonizan con facilidad estos ambientes más inestables. En los tratamientos con más días de inundación como el bajo, si bien muchos de los *taxa* previamente descritos se siguieron registrando a lo largo de los días de inundación, aparecieron organismos con ciclos de vida largos, con estadios intermedios en su desarrollo, lo que evidencia la importancia de estos sistemas más estables.
- En términos generales, los grupos tróficos característicos al inicio de la sucesión fueron principalmente omnívoros, bacterívoros y herbívoros de pequeño porte. Al avanzar en el tiempo aparecen la depredación y la herbivoría por organismos de mayor biomasa (copépodos y cladóceros). Hacia el final de la sucesión se incrementó la vía detritívora.
- Las adaptaciones y estrategias a la desecación son muy diversas en los organismos. Estas adaptaciones permitieron registrar, en los primeros días de inundación, organismos que por su ciclo de vida longevo se deberían haber registrado en las etapas más avanzadas de la sucesión, como es el caso de ciertos copépodos ciclopoideos adultos. Estas especies tienen la capacidad de permanecer en estado de dormancia en estadio adulto y como hembras ovígeras y reactivarse en tiempos cortos al disponer de agua.

SISTEMA LÓTICO

- En condiciones lóaticas, el efecto de la circulación del agua y la velocidad de corriente generan un intercambio dinámico de circulación entre la atmósfera y la columna de agua, existiendo una mezcla entre las capas de agua y una distribución homogénea del oxígeno en la columna de agua y en la interfase suelo-agua. La disponibilidad de oxígeno es un factor limitante para la liberación del fósforo del suelo.
- En el sistema lóatico, a pesar de las limitaciones de fósforo en el medio acuático, se observaron incrementos de las concentraciones de clorofila “a” en las etapas intermedia y final. Estas variaciones pudieron deberse a la presencia de especies de algas que tienen ciertas adaptaciones y tolerancia para sobrevivir en medios con bajas concentraciones de nutrientes.
- La riqueza y diversidad específica promedio fueron bajas y con pocos niveles tróficos. Las densidades fueron elevadas dada por la abundancia de ciertas especies de protozoos.

- No se registraron organismos de gran porte en las etapas avanzadas de la inundación, siendo una sucesión simple, sin cambios significativos respecto a la aparición de nuevos grupos a lo largo del tiempo.
- Varios factores influyen en la emergencia y el desarrollo de los organismos: el tiempo de permanencia del agua, el banco de inóculos presentes en el suelo, la cantidad y calidad del alimento, la velocidad de corriente, los procesos erosivos del suelo, la turbulencia, la turbidez y las condiciones ambientales (temperatura, fotoperiodo, luminosidad, etc).

EN SÍNTESIS:

-En los sistemas estudiados (lénticos y lótico) se pudo observar que las diferencias en la liberación y disponibilidad de los nutrientes, principalmente el fósforo, estuvo regulado principalmente por la presencia de oxígeno y la textura del suelo. La disponibilidad de nutrientes tuvo consecuencias en las variaciones de los productores y en la abundancia y sucesión de los distintos niveles de consumidores.

-Las fracciones de nitrógeno en el agua de los sistemas estudiados fueron reguladas por procesos de amonificación- nitrificación - denitrificación y por la carga de nitratos del agua utilizada para los ensayos (condición inicial).

- Los usos del suelo mostraron diferencias en las concentraciones de nutrientes en relación a la topografía, principalmente en las fracciones de fósforo, siendo más elevadas en los sitios de cultivos y pasturas como las zonas de loma y media loma.
- Los ensayos en condiciones lénticas (ensayos léntico I y léntico II), se realizaron bajo metodologías diferentes, sin embargo, las tendencias de ciertos factores como el fósforo en el agua, la distribución de los grupos de organismos y las variaciones de la riqueza y de diversidad específica en las distintas etapas de la inundación, presentaron cierta similitud.
- Las diferencias en las condiciones hídricas a las que se expuso el suelo (lénticas y lólicas), las diferencias topográficas, en las condiciones ambientales utilizadas y en el tipo de suelo, generaron diferencias respecto a: -La disponibilidad de nutrientes para el desarrollo de los productores, fuente de alimento de otros eslabones de las redes tróficas, -Las variaciones de turbulencia, movimiento del agua y turbidez son factores a los que los organismos pueden tener cierta tolerancia o sensibilidad, reflejado en el desarrollo y sucesión de los taxa, -Las diferentes sucesiones de organismos y de hábitos tróficos, con sucesiones más complejas en el sistema léntico y más simples en el sistema lólico (sucesión limitada, sistema simple).
- Los sistemas terrestres inundables tienen gran importancia respecto a los aportes de nutrientes y de organismos (como fuente de alimento para organismos de niveles tróficos siguientes) que pueden intercambiar con los sistemas acuáticos aledaños ante un evento de conectividad. Los sistemas terrestres con inundaciones cortas aportan una alta carga de nutrientes a los sistemas acuáticos que lo reciben aumentando la eutrofización, mientras que la carga de organismos activos como fuente de alimento para los organismos consumidores superiores como los peces e invertebrados, es baja.

- En ambientes terrestres con inundaciones prolongadas, el aporte de nutrientes en agua es menor, mientras que proporcionan una alta carga de organismos activos, con una mayor riqueza de especies, una alta diversidad de taxa y de grupos de organismos con mayor biomasa, los cuales son más requeridos como fuente de alimento de los organismos acuáticos de los niveles tróficos superiores.

-La interconectividad y el aporte de organismos activos por parte de las planicies inundables, pueden modificar la estructura ecosistémica predominante del ambiente acuático que los recibe.

-La conectividad entre los sistemas lóticos y lénticos en un evento de inundación, permite el intercambio de nutrientes, propágulos, materia orgánica, partículas, etc, que mantiene a los sistemas acuáticos en una constante dinámica respecto a sus condiciones químicas y a sus comunidades asociadas. Esta dinámica asegura la continuidad de la vida a lo largo del tiempo, demuestra la resiliencia de los ecosistemas ante las perturbaciones y la capacidad de los organismos para la colonización y adaptación a los nuevos ambientes. Las adaptaciones a los pulsos de inundación – sequía permiten la prosperidad de las poblaciones en el tiempo.

PERSPECTIVAS FUTURAS:

- Estudiar la relación entre los organismos inactivos del suelo (banco de inóculos presentes) y los organismos activos a diferentes tiempos de anegamiento del suelo.
- Estudiar, a distintas profundidades del perfil del suelo, la emergencia, el desarrollo y la potencial viabilidad de los inóculos ante diferentes tiempos de anegamiento del suelo.
- Estudiar, en laboratorio, el soporte trófico del banco de inóculos del suelo para la fauna íctica planctófaga.



VII- Anexos



ANEXO I

I.1- Ensayo Léntico I

Tabla 1. Sucesión de microorganismos en las etapas inicial, intermedia y final en las tres topografías y usos del suelo. En la primera fila se describen los *taxa* registrados en las tres etapas de la sucesión.

TOPOGRAFÍAS	LOMA		MEDIA LOMA		BAJO	
USOS	AGRÍCOLA (U1)	MIXTO (U2)	AGRÍCOLA (U1)	MIXTO (U2)	AGRÍCOLA (U1)	MIXTO (U2)
Microorganismos presentes en las tres etapas de la sucesión	4 ciliados omnívoros y bacterívoro.	4 ciliados omnívoros y bacterívoro	7 ciliados omnívoros y bacterívoro; 3 tecamebas omnívoras; 2 rotíferos herbívoros, 1 nematodo fitófago, 1 anélido y 1 gastrotrico, omnívoros.	7 ciliados omnívoros bacterívoro y 1 es depredador. 3 tecamebas omnívoras.	7 ciliados omnívoros y bacterívoro; 4 tecamebas y 1 heliozoo, omnívoros; 7 rotíferos herbívoros; 1 larva nauplii herbívora, y 1 gastrotrico omnívoro.	6 ciliados omnívoros y bacterívoro y 1 herbívoro. 2 tecamebas omnívoras. 1 rotífero herbívoro.
ETAPA INICIAL	Días 1 y 2. Ciliados de vida libre, bacterívoro y herbívoro. Una tecameba omnívora. Un rotífero de hábito perifítico, herbívoro. Nematodos	Días 1 y 2. Ciliados de vida libre y reptadores que se alimentan de bacterias y algas. Cuatro especies de amebas testáceas omnívoras. Rotíferos herbívoros	Días 5 y 11. Ciliados de vida libre y asociados a sustratos, bacterívoro y dos depredadores. Escasas tecamebas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Sólo	Días 5 y 11. Ciliados de vida libre y asociados a sustratos, bacterívoro, omnívoros. Un ciliado depredador de ciliados y flagelados. Escasas amebas testáceas	Días 5 y 11. Ciliados libres y asociados a sustratos, bacterívoro y omnívoros. Presencia de un ciliado depredador. Tecamebas y heliozoos omnívoros.	Días 5 y 11. Ciliados de vida libre y asociados a sustratos, bacterívoro y omnívoros. Escasas amebas testáceas omnívoras. Rotíferos reptadores y

	juveniles herbívoros.	asociados a sustratos. Juveniles de nematodos y anélidos, omnívoros.	rotíferos reptadores, herbívoros. Nematodos fitófagos y anélidos omnívoros, detritívoros.	omnívoras. Nematodos adultos y ácaros depredadores.	Gastrotricos omnívoros. Rotíferos asociados a sustratos, herbívoros. Juveniles de nematodos omnívoros. Escasas larvas nauplii de harpacticoideos, herbívoras. Tardígrados omnívoros.	asociados a sustratos, herbívoros. Copépodos en estadio de copepodito, omnívoros.
ETAPA INTERMEDIA	Día 3. Ciliados de vida libre y asociados a sustratos, bacterívoros y omnívoros. Dos especies de tecamebas omnívoras.	Día 3. Ciliados de vida libre y asociados a sustratos. Bacterívoros y omnívoros. Presencia de una ameba testácea omnívora.	Días 17, 23 y 29. Ciliados de vida libre y reptadores, bacterívoros y depredadores. Tecamebas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Rotíferos reptadores y asociados a sustratos, herbívoros y una especie depredadora. Nematodos juveniles	Días 17, 23 y 29. Ciliados de vida libre, asociados a sustratos y perifíticos. Bacterívoros, omnívoros y dos especies depredadoras. Abundantes amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Rotíferos reptadores y asociados a sustratos,	Días 17, 23 y 29. Ciliados libres, asociados a sustratos y perifíticos, bacterívoros, omnívoros y depredadores. Amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Rotíferos reptadores y asociados a un sustrato, herbívoros y depredadores.	Días 17,23 y 29. Ciliados libres, asociados a un sustrato y perifíticos, bacterívoros, omnívoros y depredadores. Abundantes amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Rotíferos reptadores y asociados a sustratos, herbívoros y un

			omnívoro y adultos fitófagos. Anélidos omnívoros, detritívoros.	herbívoros. Adultos y juveniles de nematodos omnívoros. Anélidos omnívoros, detritívoros. Larvas de quironómidos y de coleópteros detritívoros.	Anélidos omnívoros. Larvas nauplii de harpacticoideos herbívoros. Adultos de calanoideos y ciclopoideos herbívoros y omnívoros. Cladóceros herbívoros y ostrácodos detritívoros.	depredador. Juveniles y adultos de nematodos y anélidos, omnívoros. Larvas nauplii y estadio de copepodito, herbívoros y omnívoros. Cladóceros adultos herbívoros.
ETAPA FINAL	Días 4 y 5. Ciliados de vida libre y asociados a sustratos, bacterívoros y omnívoros. Registro de un ciliado depredador. Presencia de amebas testáceas omnívoras. Sólo un rotífero depredador. Hay ácaros y nematodos juveniles y adultos, herbívoros.	Días 4 y 5. Abundantes ciliados libres, bacterívoros. Escasos ciliados asociados a sustratos, también bacterívoros. Un ciliado depredador. Dos especies de amebas testáceas omnívoras. Juveniles y adultos de nematodos omnívoros.	Días 35 y 43. Ciliados libres y perifíticos omnívoros y bacterívoros. Se destaca un ciliado depredador y presencia de tecamebas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Rotíferos reptadores, y asociados a sustratos, herbívoros. Presencia de	Días 35 y 43. Ciliados libres, asociados a sustratos y perifíticos. Bacterívoros, omnívoros y una especie depredadora. Numerosas amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos filtradores omnívoros. Dominan los rotíferos asociados a sustratos	Días 35 y 43. Ciliados libres, asociados a sustratos y perifíticos, bacterívoros y omnívoros. Abundantes tecamebas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Rotíferos asociados a sustratos, herbívoros. Juveniles de nematodos y	Días 35 y 43. Ciliados libres, asociados a sustratos y perifíticos, bacterívoros, herbívoros y depredadores. Abundantes amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Escasos rotíferos reptadores y asociados a sustratos, herbívoros.

			nematodos adultos fitófagos. Anélidos omnívoros, detritívoros. Juveniles de ostrácodos, detritívoros.	herbívoros y una especie depredadora. Juveniles y adultos de nematodos omnívoros. Presencia de anélidos omnívoros. Ostrácodos adultos detritívoros.	anélidos, omnívoros Larvas nauplii y estadio copepodito, herbívoros y omnívoros. Adultos de calanoideos herbívoros y ciclopoideos detritívoros. Juveniles de ostrácodos y larvas de quironómidos, detritívoros.	Anélidos omnívoros. Larvas nauplii y estadio de copepodito, herbívoros. Juveniles y adultos de ostrácodos, detritívoros.
--	--	--	---	---	---	--

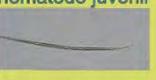
LOMA	USO AGRÍCOLA U1	USO MIXTO U2
Microorganismos presentes en las tres etapas de la sucesión	<i>Chilodonella</i> sp.   <i>Cyclidium</i> sp1  <i>Halteria</i> sp.  <i>Frontonia</i> sp.	 <i>Cyclidium</i> sp1  <i>Chilodonella</i> sp.  <i>Halteria</i> sp.  <i>Oxytricha</i> sp.
ETAPA INICIAL (días 1,2)	 <i>Oxytricha</i> sp.  <i>Nassutida</i>  <i>nematodo juvenil</i>  <i>Arcella discoides</i>  <i>Mesodorylaimus</i> sp.  <i>Lecane pyriformis</i>  <i>Dorylaimus</i> sp.	 <i>Pseudochilodonopsis</i> sp.  <i>Arcella discoides</i>  <i>Netzelia gramin</i>  <i>Diffugia oblonga</i>  <i>Trinema anchelys</i>  <i>Philodina</i> sp1  <i>Lecane inopinata</i>  <i>Lecane tenuiseta</i>  <i>nematodo juvenil</i>  <i>Enchytraeidae</i>
ETAPA INTERMEDIA (día 3)	 <i>Uroleptus</i> sp.  <i>Euplotes</i> sp.  <i>Arcella hemisphaerica</i>  <i>Euglypha tuberculata</i>	 <i>Euplotes</i> sp.  <i>Frontonia</i> sp.  <i>Trinema anchelys</i>
ETAPA FINAL (días 4,5)	 <i>Oxytricha</i> sp.  <i>Uroleptus</i> sp.  <i>Cephalodella</i> sp2  <i>Tetrahymena</i> sp.  <i>Cinetochilum</i> sp.  <i>ácaro</i>  <i>Dileptus</i> sp.  <i>Euplotes</i> sp.  <i>nematodo juvenil</i>  <i>Euglypha acanthophora</i>  <i>Euglypha tuberculata</i>  <i>Mesodorylaimus</i> sp.	 <i>Dileptus</i> sp.  <i>Frontonia</i> sp.  <i>Euplotes</i> sp.  <i>Euglypha tuberculata</i>  <i>Pseudochilodonopsis</i> sp.  <i>nematodo juvenil</i>  <i>Netzelia gramin</i>  <i>Dorylaimus</i> sp.

Fig. 1. Sucesión de microorganismos en las etapas inicial, intermedia y final de la inundación, para Loma uso agrícola y uso mixto. Las fotos de los organismos en el ítem "microorganismos presentes en las tres etapas de la sucesión" son aquellos organismos que aparecen en las 3 etapas de la sucesión por lo que no se repiten en las imágenes, pero deben ser consideradas en cada una de las etapas.

MEDIA LOMA	USO AGRICOLA U1	USO MIXTO U2
Microorganismos presentes en las tres etapas de la sucesión	<p>Chironomella sp., Euplores sp., Halteria sp., Arcella discoides, Cyclidium sp1, Cineiochilum, Frodozia sp., Oxytricha sp., Chaetonotus sp., Euglycha tuberculata, Trinema, Enchyttraidae, Mesodorylaimus sp., Prinsena spp.</p>	<p>Chironomella sp., Cinetochilum, Euplores sp., Oxytricha sp., Frodozia sp., Chaetonotus sp., Diffugia oblonga, Euglycha tuberculata, Trinema anchalys</p>
ETAPA INICIAL (días 5,11)	<p>Dileptus sp., Notomina sp., Litonotus sp., Pseudochilonopsis sp., Diffugia lobostoma, Diffugia oblonga</p>	<p>Halteria sp., Urdleptus sp., ácaro</p>
ETAPA INTERMEDIA (días 17, 23, 29)	<p>Acineria sp., Litonotus sp., Strombidium sp., Stentor sp., Lecane pyriformis, Cyclocladus sp2, Prorodon sp., Lecane clara, Lecane tenuiseta, Lepadella patella, larva nauplius, ácaro, Dorylaimus sp., Lecane comuta, nematodo juvenil</p>	<p>Aspidisca sp., Halteria sp., Nassulida, Pseudochilonopsis sp., Centropysis aculeata, Cyclocladus sp., Spathidium sp., Trachalium sp., Arcella dentata, Arcella discoides, Centropysis, Spirostomum sp., Vorticella sp1, Lecane bulla, Lepadella patella, larva, Dorylaimus sp., Philodina spp., Euglycha acanthophora, Lepadella patella, nematodo juvenil, Chaetonotus sp.</p>
ETAPA FINAL (días 35, 43)	<p>Bursaridium sp., Arcella hemisphaerica, Diffugia rotulosa, Metzella gramen, Euglycha acanthophora, Vorticella sp1, Diffugia globulosa, Diffugia oblonga, Notomina sp., ostrácodo juvenil, Coluyella colurus, Lecane aculeata, Lecane tenuiseta, Lepadella ovalis, Proales sp., Lecane closterocerca, Lepadella patella, Dorylaimus sp., Lecane clara, Lecane pyriformis, Lepadella patella, Trichocerca ruttner</p>	<p>Aspidisca sp., Pseudochilonopsis sp., Centropysis aculeata, Centropysis acuminata, Nassulida, Vorticella sp1, Lecane aculeata, Lecane tenuiseta, Metzella gramen, Trinema lineare, Cephalodella sp4, Lepadella patella, Philodina spp., Lecane patella, nematodo juvenil, Euglycha acanthophora, Lecane bulla, Dorylaimus sp., Enchyttraidae</p>

Fig. 2. Sucesión de microorganismos en las etapas inicial, intermedia y final de la inundación, para Media loma uso agrícola y uso mixto. Las fotos de los organismos en el ítem "microorganismos presentes en las tres etapas de la sucesión" son aquellos organismos que aparecen en las 3 etapas de la sucesión por lo que no se repiten en las imágenes, pero deben ser consideradas en cada una de las etapas.

BAJO	USO AGRÍCOLA U1	USO MIXTO U2
Microorganismos presentes en las tres etapas de la sucesión	<p>Cinetochilum sp., Euplotes sp., Halteria sp., Netzelia gramen, Halozoa pyramidalis, Chilodonella sp., Cycloidium sp., Frontonia sp., Oxytricha sp., L. cornuta, Lepadella, Chaetonotus sp., Dileptus sp., Spirostomum sp., Notommata sp., Taphrocampa annulosa, Philodina sp2, Lecane, L. cornuta, Lepadella, Chaetonotus sp., Euphypha tuberculata, Oxytricha, L. closterocerca, Lepadella, Chaetonotus sp.</p>	<p>Chilodonella sp., Euplotes sp., Halteria sp., Pseudochilodonopsis sp., Frontonia sp., Oxytricha sp., Euphypha tuberculata, Cycloidium sp1, Netzelia gramen, Lecane tenuiseta.</p>
ETAPA INICIAL (días 5,11)	<p>Dileptus sp., Spathidium sp., Litonotus sp., Strombidium sp., Spirostomum sp., Notommata sp., Taphrocampa annulosa, Diffugia lobosa, Adineta sp., Paramacrobrotus sp., Lecane bulla.</p>	<p>Philodina sp1, Lecane inopinata, Taphrocampa annulosa, Trichocerca lemiz, copepodita ciclopoideo.</p>
ETAPA INTERMEDIA (días 17, 23, 29)	<p>Cycloidium sp2, Prometion sp., Pseudochilodonopsis sp., Tachysoma sp., Arcella discoides, Centropyxis decipiens, Dileptus sp., Strombidinopsis sp., Vorticella sp1, Adineta sp., Centropyxis decipiens, Cryptodiffugia globulosa, Diffugia lobostoma, Euglypta, Trinema decipiens, Philodina sp1, Lecane hantzschii, Lecane acanthospora, Chydorus, Notodiantomus sphaeroides, Lecane hantzschii, Lecane ovata, incompositus, Heterocypris, Cephalodella sp1, Lecane tenuiseta, Trichocerca lemiz, Paracyclops fimbriatus, Enchytraeidae.</p>	<p>Dileptus sp., Litonotus sp., Vorticella sp1, Arcella hantzschii, Centropyxis decipiens, Cycloidium sp2, Mesodinium sp., Arcella discoides, Centropyxis decipiens, Centropyxis discoides, Centropyxis aculeata, Diffugia globulosa, Diffugia lobostoma, Diffugia oblonga, Trinema bidens, Philodina sp2, Cephalodella sp1, Trichocerca lemiz, larvas nauplii ciclopoideo, Chydorus sphaericus, Taphrocampa annulosa, Lepadella patella, copepoditos ciclopoideo y calanoides, Doryistimus sp., Enchytraeidae, Chaetonotus sp.</p>
ETAPA FINAL (días 35, 43)	<p>Notohymena sp., Pseudochilodonopsis sp., Arcella discoides, Centropyxis decipiens, Centropyxis discoides, Mesodinium sp., Vorticella sp1, Diffugia globulosa, Lecane hantzschii, larva nauplius ciclopoideo, Euphypha acanthophora, Trinema sphaeroides, Philodina sp1, Lecane hantzschii, Notodiantomus incompositus, Paracyclops fimbriatus, Trichocerca pusilla, Trichocerca ruttneri, copepoditos calanoides, larva quironómico, Enchytraeidae.</p>	<p>Litonotus sp., Nassulida, Arcella discoides, Arcella hantzschii, Centropyxis decipiens, Cycloidium sp2, Vorticella sp1, Mesodinium sp., Diffugia globulosa, Diffugia lobostoma, Diffugia bidens, Diffugia oblonga, Euphypha acanthophora, Trinema sphaeroides, Trinema lineare, Philodina sp2, larvas nauplii ciclopoideo, copepoditos calanoides, Heterocypris sp., Chaetonotus sp., Philodina sp1, copepoditos ciclopoideo, calanoides, Enchytraeidae.</p>

Fig. 3. Sucesión de microorganismos en las etapas inicial, intermedia y final de la inundación, para el Bajo uso agrícola y uso mixto. Las fotos de los organismos en el ítem "microorganismos presentes en las tres etapas de la sucesión" son aquellos organismos que aparecen en las 3 etapas de la sucesión por lo que no se repiten en las imágenes, pero deben ser consideradas en cada una de las etapas.

ANEXO I

I.2-Ensayo Léptico II

Tabla 1. Sucesión de microorganismos en las etapas inicial, intermedia y final en las tres topografías y usos del suelo. En la primera fila se describen los taxa que se registraron en las tres etapas de la sucesión.

TOPOGRAFÍAS	LOMA		MEDIA LOMA		BAJO	
USOS	AGRÍCOLA (U1)	MIXTO (U2)	AGRÍCOLA (U1)	MIXTO (U2)	AGRÍCOLA (U1)	MIXTO (U2)
MICROORGANISMOS PRESENTES EN LAS TRES ETAPAS DE LA SUCESIÓN	4 ciliados omnívoros y bacterívoro; 2 tecamebas y 1 heliozoo, omnívoros; 2 rotíferos herbívoros, 1 nematodo omnívoro y 1 ácaro, depredador.	4 ciliados omnívoros y bacterívoro; 5 tecamebas omnívoras; 5 rotíferos herbívoros; 2 nematodos, 1 fitófago y 1 omnívoro; 1 ácaro depredador.	6 ciliados bacterívoro y omnívoros; 6 tecamebas omnívoras; 11 rotíferos herbívoros y 1 rotífero depredador; 1 copépodo calanoideo y 1 cladócero, herbívoros; 1 ostrácodo detritívoro; 1 nematodo, 1 anélido y 1 gastrotrico, omnívoros.	6 ciliados bacterívoro y omnívoros; 5 tecamebas y 1 heliozoo, omnívoros; 4 rotíferos herbívoros; larvas nauplii de calanoideos y ciclopoideos, 1 adulto de calanoideo y 1 adulto de cladócero, herbívoros; 1 ostrácodo juvenil detritívoro; 1 anélido y 1 gastrotrico, omnívoros.	3 ciliados bacterívoro y omnívoros; 6 tecamebas y 1 heliozoo, omnívoros; 8 rotíferos herbívoros y 4 depredadores; larvas nauplii, 1 adulto de calanoideo y 1 adulto de cladócero, herbívoros; 1 ostrácodo juvenil detritívoro; 1 nematodo juvenil omnívoro; 2 nematodos, 1 omnívoro y 1 depredador; 1	6 ciliados omnívoros y 1 bacterívoro. 5 amebas omnívoras, 4 rotíferos herbívoros y 2 depredadores. 5 crustáceos herbívoros (1 larva nauplii, 1 adulto de calanoideo y 3 cladóceros), 1 ciclopoideo depredador y 1 ostrácodo detritívoro. 1 nematodo fitófago y 1 omnívoro y 1 anélido omnívoro.

					gastrotrico omnívoro.	
ETAPA INICIAL	Días 1-5. Ciliados de vida libre y perifítica, bacterívoros, omnívoros y dos depredadores. Varias especies de amebas omnívoras. Rotíferos reptadores y perifíticos herbívoros. Nematodos juveniles y adultos bacterívoros, fitófagos y omnívoros. Ácaros depredadores. Tardígrados y colémbolos omnívoros.	Días 1-5. Ciliados de vida libre y asociados a sustratos que se alimentan de bacterias y algas. Hay cuatro ciliados depredadores. Numerosas especies de amebas testáceas omnívoras. Rotíferos herbívoros asociados a sustratos y un depredador. Nematodos juveniles (omnívoros) y adultos de bacterívoros, fitófagos y depredadores. Anélidos omnívoros. Ácaros y arácnidos depredadores. Juveniles detritívoros de onicóforos.	Días 1-5, 12. Ciliados de vida libre, bacterívoros y omnívoros. Se registraron dos depredadores. Numerosas amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. La mayoría de los rotíferos asociados a sustratos y herbívoros. Presencia de dos rotíferos depredadores. Larvas nauplii y estadios copepodito de crustáceos, herbívoros y algunos omnívoros. Adultos de calanoideos herbívoros y de ciclopoideos depredadores, herbívoros y omnívoros.	Días 1-5, 12. Ciliados de vida libre y asociados a sustratos, bacterívoros y omnívoros. Presencia de ciliados depredadores. Numerosas especies de amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Rotíferos herbívoros y una especie depredadora. Nematodos fitófagos y omnívoros. Anélidos omnívoros. Larvas nauplii y estadio copepodito, herbívoros. Copépodos adultos herbívoros, depredadores y detritívoros. Un	Días 1-5, 12 y 19. Ciliados libres y asociados a sustratos, bacterívoros y algunos omnívoros. Cinco ciliados depredadores. Presencia de amebas testáceas y heliozoos omnívoros. Escasos gastrotricos omnívoros. Rotíferos asociados a sustratos, herbívoros y algunos depredadores. Nematodos juveniles omnívoros y adultos fitófagos, omnívoros y depredadores. Larvas nauplii y estadio copepodito, herbívoros y omnívoros. Copépodos adultos	Días 1-5, 12 y 19. Ciliados de vida libre y asociados a sustratos, bacterívoros y omnívoros. Numerosas amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Rotíferos reptadores asociados a sustratos, herbívoros. Se destacan dos especies depredadoras. Nematodos juveniles omnívoros y adultos fitófagos y omnívoros. Al final de esta etapa aparecen los depredadores. Anélidos omnívoros. Larvas nauplii herbívoras y estadio copepodito

		Tardígrados y colémbolos, ambos omnívoros.	Cladóceros herbívoros en el final de la etapa inicial. Ostrácodos juveniles detritívoros y un ácaro depredador. Nematodos adultos fitófagos, bacterívoros, omnívoros y una especie depredadora. Anélidos omnívoros. Presencia de tardígrados y colémbolos, omnívoros.	cladóceros herbívoros. Juveniles detritívoros de ostrácodos. Tardígrados omnívoros.	herbívoros y depredadores. Cladóceros herbívoros y juveniles de ostrácodos, detritívoros. Larva de quironómido detritívora. Presencia de colémbolos y planórbidos, omnívoros.	omnívoros. Calanoideo adulto herbívoro y adultos de ciclopoideos, depredadores, herbívoros y Ostrácodos juveniles detritívoros. Presencia de ácaros depredadores.
ETAPA INTERMEDIA	Día 12. Ciliados de vida libre y, algunos asociados a sustratos, bacterívoros y omnívoros. Especies de amebas testáceas omnívoras. Rotíferos reptadores herbívoros y una especie depredadora.	Día 12. Ciliados de vida libre bacterívoros, omnívoros y un depredador. Presencia de algunas amebas testáceas omnívoras. Rotíferos herbívoros asociados a sustratos. Nematodos	Días 19 y 26. Ciliados de vida libre, reptadores y fijos a sustratos, omnívoros y bacterívoros. Numerosas amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Rotíferos reptadores y perifíticos,	Días 19 y 26. Ciliados de vida libre y asociados a sustratos, bacterívoros y omnívoros. Abundantes amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Rotíferos asociados a sustratos, herbívoros.	Días 26, 40 y 54. Ciliados libres y perifíticos, bacterívoros y omnívoros. Amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos omnívoros. Rotíferos asociados a sustratos herbívoros y dos depredadores. Hay nematodos	Días 26,40 y 54. Ciliados libres, asociados a un sustrato y perifíticos, bacterívoros y omnívoros. Numerosas especies de amebas testáceas omnívoras. Rotíferos reptadores y asociados a

	Larvas de crustáceos herbívoras. Ácaros depredadores y nematodos fitófagos.	juveniles y adultos, omnívoros, bacterívoros y fitófagos. Ácaro depredador y tardígrado omnívoro.	herbívoros. Presencia de un rotífero depredador. Nematodos juveniles y adultos omnívoros y fitófagos. Anélidos omnívoros. Larvas nauplii herbívoras. Calanoideos adultos herbívoros y ciclopoideos adultos depredadores. Cladóceros herbívoros y ostrácodos juveniles y adultos, detritívoros. Ácaro depredador y moluscos omnívoros.	Nematodos fitófagos, omnívoros y depredadores. Anélidos omnívoros. Larvas nauplii y estadio copepodito, herbívoras y omnívoras. Copépodo adulto depredador. Cladóceros adultos herbívoros. Ostrácodos (juveniles y adultos) detritívoros. Un tardígrado y moluscos planórbidos omnívoros.	omnívoros y depredadores. También anélidos omnívoros. Escasas larvas nauplii herbívoras. Adultos de calanoideo herbívoro y de ciclopoideo depredador. Numerosas especies de cladóceros herbívoros y ostrácodos detritívoros.	sustratos, herbívoros y dos especies, depredadoras. Nematodos adultos fitófagos y omnívoros. Anélidos omnívoros. Larvas nauplii y estadio copepodito, herbívoros. Calanoideo adulto herbívoro y un ciclopoideo depredador. Varias especies de cladóceros herbívoros. Juveniles y adultos de ostrácodos, detritívoros.
ETAPA FINAL	Días 19 y 26. Ciliados de vida libre y asociados a sustratos, bacterívoros y omnívoros. Hay un ciliado depredador. Presencia de amebas testáceas omnívoras.	Días 19 y 26. Abundantes ciliados libres, bacterívoros, omnívoros y un depredador. Numerosas especies de amebas testáceas omnívoras.	Días 40 y 54. Ciliados libres y perifíticos, bacterívoros y omnívoros. Numerosas especies de amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos	Días 40 y 54. Ciliados libres y asociados a sustratos, bacterívoros y omnívoros. Abundantes amebas testáceas omnívoras. Gastrotricos	Días 75 y 96. Ciliados libres, asociados a sustratos y perifíticos, bacterívoros y omnívoros. Abundantes amebas testáceas omnívoras. Escasos	Días 75 y 96. Escasos ciliados libres, asociados a sustratos y perifíticos, bacterívoros y omnívoros. Amebas testáceas omnívoras. Rotíferos asociados

	<p>Rotíferos asociados a sustratos, herbívoros y un depredador. Hay un ácaro depredador y nematodos juveniles y adultos, depredadores y fitófagos.</p>	<p>Rotíferos asociados a sustratos, herbívoros y un depredador. Nematodos juveniles omnívoros y adultos bacterívoros, fitófagos y un depredador.</p>	<p>omnívoros. Rotíferos reptadores y asociados a sustratos, herbívoros. Se destaca la presencia de un rotífero depredador. Presencia de nematodos omnívoros y anélidos amnivoros. Larvas nauplii y estadio copepodito, herbívoros. Adultos de copépodos y de cladóceros, herbívoros. Ostrácodos detritívoros.</p>	<p>omnívoros. Dominan los rotíferos asociados a sustratos y herbívoros. Una especie de anélido omnívoro. Larvas nauplii y un adulto de calanoideo, herbívoros. Varias especies de cladóceros herbívoros. Ostrácodos juveniles y adultos, detritívoros.</p>	<p>gastrotricos omnívoros. Rotíferos asociados a sustratos, herbívoros y dos depredadores. Nematodos juveniles omnívoros y adultos depredadores y fitófagos. Anélidos omnívoros. Larvas nauplii herbívoras y calanoideos adultos herbívoros. Cladóceros herbívoros y ostrácodos (juveniles y adultos) detritívoros.</p>	<p>a sustratos, herbívoros y algunos depredadores. Nematodos adultos, fitófagos y omnívoros. Anélidos omnívoros. Larvas nauplii y estadio copepodito, herbívoros y omnívoros. Juveniles y adultos de ostrácodos detritívoros.</p>
--	--	--	---	--	---	---

LOMA	USO AGRÍCOLA U1	USO MIXTO U2
Microorganismos presentes en las tres etapas de la sucesión		
ETAPA INICIAL (días 1-5)		
ETAPA INTERMEDIA (día 12)		
ETAPA FINAL (días 19 y 26)		

Fig. 1. Sucesión de microorganismos en las etapas inicial, intermedia y final de la inundación, para Loma uso agrícola y uso mixto. Las fotos de los organismos en el ítem "microorganismos presentes en las tres etapas de la sucesión" son aquellos organismos que aparecen en las 3 etapas de la sucesión por lo que no se repiten en las imágenes, pero deben ser consideradas en cada una de las etapas.

BAJO	USO AGRÍCOLA U1	USO MIXTO U2
Microorganismos presentes en las tres etapas de la sucesión		
ETAPA INICIAL (días 1-5, 12, 19)		
ETAPA INTERMEDIA (días 26, 40, 54)		
ETAPA FINAL (días 75, 96)		

Fig. 3. Sucesión de microorganismos en las etapas inicial, intermedia y final de la inundación, para el Bajo uso agrícola y uso mixto. Las fotos de los organismos en el ítem "microorganismos presentes en las tres etapas de la sucesión" son aquellos organismos que aparecen en las 3 etapas de la sucesión por lo que no se repiten en las imágenes, pero deben ser consideradas en cada una de las etapas.

ANEXO II

HÁBITAT DE LOS TAXA REGISTRADOS EN EL ENSAYO. Ref: arcilla nl: hace referencia al sitio web sobre amebas de donde se obtuvo la información del *taxa*.

HABITAT/ ESPECIES REGISTRADAS EN LOS ENSAYOS	TAXA COINCIDENTES CON EL RÍO SALADO	SUELO	P (PERIFITON) B (BENTOS) L (LITORAL) PL (PLEUSTON)	AGUA LIBRE
CILIOPHORA				
<i>Acinera</i> sp.		X (43,45)	B (130)	X (70)
<i>Aspidisca</i> sp.	X (24,53)		PB (76, 77, 94, 96)	X (70, 76,77)
<i>Bursaridium</i> sp.				X (126)
<i>Chilodonella</i> sp.	X (24,53)		P (76, 77)	X (70)
<i>Cinetochilum</i> sp.		X (48)	P (76, 77)	X (70, 76, 77)
<i>Coleps</i> sp.			PB (76, 77)	X (70)
<i>Colpidium</i> sp.			P (76, 77)	X (70, 76, 77)
Colpodea				
<i>Colpoda inflata</i>		X (48)		X (76,77)
<i>Cyclidium</i> sp1		X (43)	P (76,77)	X (70, 76, 77)
<i>Cyclidium</i> sp2		X (43)	P (76, 77)	X (70, 76, 77)
<i>Dileptus</i> sp.		X (48)	P (76, 77)	X (17)
<i>Drepanomonas</i> sp.		X (48)		X (17)
<i>Enchelydium</i> sp.		X (45)	P (84)	
<i>Enchelys</i> sp.		X (48)	PB (94)	
<i>Epistylis</i> sp1	X (24)		PB (76, 77)	X (70, 76, 77)
<i>Epistylis</i> sp2			PB (76, 77)	X (70, 76, 77)
<i>Euplotes</i> sp1		X (48)		X (17, 76,77)
<i>Euplotes</i> sp2		X (48)		X (17, 76, 77)
<i>Frontonia</i> sp.		X (43)	P (76,77)	X (17, 76, 77)
<i>Halteria</i> sp.	X (24,53)	X (48)	PB (76,77)	X (17)
<i>Hastatella</i> sp.		X (45)		X (76,77)
<i>Leptopharynx</i> sp		X (48)	B (124)	
<i>Litonotus</i> sp.			PB (76,77, 124)	X (17)
<i>Mesodinium</i> sp.	X (24)			X (17)
Nassulidae		X (43)	P (76,77)	X (76, 77)
<i>Notohymena</i> sp.		X (43, 45, 75)		X (46)
<i>Oxytricha</i> sp.		X (48)	P (76,77)	
<i>Prorodon</i> sp.	X (24,53)		PB (37, 76, 77, 93)	X (76, 77, 93)
<i>Pseudochilodonopsis</i> sp.		X (43)	P (76, 77)	X (17)
<i>Pseudourostyla</i> sp.		X (48)		
<i>Pseudovorticella monilata</i>			PB (76, 77)	
<i>Rhabdostyla</i> sp.		X (40)	P (76)	
<i>Spathidium</i> sp.		X (40)		X (76)
<i>Spirostomum</i> sp.	X (24)		B (63)	X (77, 86)
<i>Strobilidium</i> sp.			PB (76, 77)	X (70)
<i>Strombidinopsis</i> sp.				X (64)
<i>Strombidium</i> sp.	X (24)			X (64)
<i>Stentor</i> sp.				X (65, 76)

<i>Stylonychia</i> sp.		X (40, 43)	PB (76, 77)	X (76,77)
<i>Tachysoma</i> sp.		X (48)	PB (76,77)	X (76,77)
<i>Tetrahymena</i> sp.		X (48)	P (76,77)	X (76,77)
<i>Tokophrya quadripartita</i>	X (24)		P (76,77)	X (76,77)
<i>Trachelius</i> sp.				X (132)
<i>Trachelophyllum</i> sp.		X (129)		X (132)
<i>Uroleptus</i> sp.			PB (76,77, 95)	X (76, 77, 95)
<i>Vaginicola</i> sp.			P (76,77)	
<i>Vorticella</i> sp1	X (24,53)		P (76,77)	X (70, 93)
<i>Vorticella</i> sp2			P (76,77)	X (70,93)
AMOEBOZOA				
<i>Arcella</i> sp.				
<i>Arcella crenulata</i>				X(78)
<i>A. dentata</i>	X (24,53)		P (78)	X (78)
<i>A. discoides</i>	X (24,53)		P (81)	X (17)
<i>A. hemisphaerica</i>	X (24,53)	X (40)	PB (78)	X (70, 78)
<i>Centropyxis aculeata</i>	X (24,53)	X (40)	P (81)	X (41, 70)
<i>C. ecornis</i>	X (24,53)	X (40)	P (41)	X (41, 70)
<i>C. discoides</i>			PB (41)	X (41)
<i>Cyclopyxis</i> sp.	X (24)	X (40)	B (41)	X (41)
<i>Diffflugia acuminata</i>	X (24,53)	X (40)		X (78)
<i>D. bidens</i>			B (66, 111, 133)	X (88)
<i>D. elegans</i>		X (40)		X (17, 70)
<i>D. globulosa</i>				X (arcella.nl)
<i>D. labiosa</i>			B (arcella.nl)	
<i>D. lanceolata</i>		X (40)		X (14, 70)
<i>D. lithophila</i>		X (40)		
<i>D. lucida</i>		X (125)		X (17)
<i>D. lobostoma</i>			P (81)	X (17)
<i>D. nodosa</i>				X (80)
<i>D. oblonga</i>		X (40, 125)	B (81)	X (17)
<i>D. pyriformis</i>		X (40)		X (80)
<i>Nebela</i> sp.		X (40)		X (70)
<i>Netzelia gramen</i>	X (24,53)		BP (arcella.nl, 72)	X (arcella.nl)
RHIZARIA				
<i>Cryptodiffflugia crenulata</i>			P (15, arcella.nl)	X (17, 70)
<i>Euglypha acantophora</i>	X (24,53)	X (40)	PB (arcella.nl)	X (70, 79)
<i>E. laevis</i>	X (24)		B (arcella.nl)	X(70, 89)
<i>E. rotunda</i>			PB (arcella.nl, 79)	

<i>E. tuberculata</i>		X (40)	P (79)	X (79)
<i>Pseudodiffugia archeri</i>		X (125)		X (70)
<i>P. fascicularis</i>		X (125)	B (58)	X (70)
<i>Trinema enchelys</i>		X (40, 125)	B (124)	X (70)
<i>T. lineare</i>		X (125)	PB (124)	X (70)
HELIOZOA				X (17)
GASTROTRICHA				
<i>Chaetonotus</i> sp.			B (119)	X (119)
ROTIFERA				
Bdelloidea				
<i>Adineta</i> sp.		X (67)		X (109)
<i>Philodina</i> sp1	X (24)	X (67)		X (109)
<i>Philodina</i> sp2	X (24)	X (67)		X (109)
<i>Dissotrocha</i> sp.			B (50)	X (128)
Monogononta				
<i>Asplanchna</i> sp.	X (24)			X (10, 24, 42)
<i>Brachionus quadridentatus</i>	X (24,99)			X (12, 24, 42)
<i>Cephalodella</i> sp1	X (24,53,99)		PB (42, 74, 117)	
<i>Cephalodella</i> sp2	X (24,53,99)		PB (42, 74, 117)	
<i>Cephalodella</i> sp3	X (24,53,99)		PB (42, 74, 117)	
<i>Cephalodella</i> sp4	X (24)		PB (42, 74, 117)	
<i>Colurella colurus</i>	X (24,53,99)			X (11, 25, 42, 99)
<i>C. hindenburgi</i>				X (42, 103)
<i>C. obtusa</i>			B (9, 42)	
<i>C. uncinata</i>	X (24,53)		L (22)	X (11, 42)
<i>Dipleuchlanis</i> sp.				X (22, 42)
<i>D. propatula</i>			L (54)	X (22,42)
<i>Enicentrum</i> sp.	X (24)		B (127)	
<i>Epiphanes</i> sp.	X (24,53,99)		L (9)	X (42, 99)
<i>Euchlanis</i> sp.	X (99)		L (22)	X (11, 42)
<i>Keratella tropica</i>	X (24,53,99)			X (6, 10, 11, 25, 42)
<i>Lecane aculeata</i>			L (22,42)	
<i>L. arcuata</i>				X (5, 42)
<i>L. braziliensis</i>	X (24)		L (29)	X (29, 42)
<i>L. bulla</i>	X (24,53,99)		L (9, 22, 25)	X (42, 99)
<i>L. candida</i>	X (24)			X (24, 42)
<i>L. clara</i>				X (106)

<i>L. closteroerca</i>	X (24,53,99)		L (9, 22, 25)	X (6, 42, 99)
<i>L. cornuta</i>			L (22, 42)	
<i>L. decipiens</i>	X (24)		PB (7)	X (24,42)
<i>L. elongata</i>			L (9)	
<i>L. elsa</i>			L (9, 22, 42)	
<i>L. hamata</i>	X (24,99)		L (9)	X (42, 99)
<i>L. hastata</i>	X (24,53,99)			X (5, 11, 42, 99)
<i>L. hornemanni</i>	X (24)			X (24, 42)
<i>L. inermis</i>			B (9)	
<i>L. inopinata</i>	X (24)		L (9)	X (24, 42)
<i>L. luna</i>	X (24,99)		L (22)	X (24,42)
<i>L. lunaris</i>	X (24,99)		L (22)	X (24,42)
<i>L. nelsoni</i>				X (114)
<i>L. proiecta</i>			B (138)	X (33, 42)
<i>L. pusilla</i>				X (30, 42, 123)
<i>L. pyriformis</i>	X (24,53,99)		L (9, 22)	X (6, 11, 42)
<i>L. quadridentata</i>			L (9)	X (11, 33,42)
<i>L. ruttneri</i>			L (73)	X (42, 124)
<i>L. tenuiseta</i>			L (22)	X (33, 42)
<i>Lepadella acuminata</i>	X (24,99)		L (22)	X (11, 42,99)
<i>L. minuta</i>				X (30)
<i>L. obtusa</i>				X (38)
<i>L. ovalis</i>	X (24,53,99)		L (22)	X (5, 11, 42, 99)
<i>L. patella</i>	X (24,99)		L (9, 22)	X (33, 42, 99)
<i>L. rhomboides</i>			L (9)	X (32, 42)
<i>Lophocharis salpina</i>	X (24,53,99)		L (115)	X (11, 33, 95, 99)
<i>Mytilina sp.</i>				
<i>M. mucronata</i>	X (24,99)			X (11, 24, 42, 99)
<i>M. ventralis</i>	X (24,53,99)		L (22)	X (11, 33, 42, 99)
<i>Monommata sp.</i>	X (24,99)			X (33,42)
<i>M. aequalis</i>				X (18)
<i>Notommata sp.</i>	X (24)			X (30, 42)
<i>Plationus patulus</i>			L (9, 22)	X (33, 42, 104)
<i>Platyias quadricornis</i>	X (24,53,99)		L (9)	X (11, 42, 99)
<i>Polyarthra vulgaris</i>	X (24,53,99)			X (5, 6, 11, 24, 42, 99)
<i>Proales sp.</i>	X (24,53,99)			X (24, 42)

<i>Proalides tentaculatus</i>	X (53)			X (24, 42)
<i>Sinatherina</i> sp.			L (22)	X (33, 42)
<i>Squatina mutica</i>				X (22, 42)
<i>Taphrocampa annulosa</i>				X (24, 42)
<i>Testudinella patina</i>	X (24,53,99)		L (9, 22)	X (6, 11, 42, 99)
<i>Trichocerca</i> sp.			L (9)	
<i>T. cylindrica</i>	X (24,99)			X (6, 11, 42, 99)
<i>T. dixonnutalli</i>				X (42)
<i>T. iernis</i>			P (22, 103)	X (42)
<i>T. inermis</i>				X (22)
<i>T. obtusidens</i>				X (42)
<i>T. pusilla</i>	X (24,53,99)			X (6, 11, 33, 42, 99)
<i>T. rattus</i>	X (24,99)		L (22)	X (33, 42, 99)
<i>T. ruttneri</i>				X (42)
<i>T. stylata</i>	X (24,53,99)			X (6, 11, 33, 42, 99)
<i>T. tenuior</i>			PB (42)	X 11, 42)
<i>T. tigris</i>	X (53,99)			X (11, 33,99)
NEMATODA				
Dorylaimida				
Dorylaimidae				
<i>Dorylaimus</i> sp.		X (82)	LB (4)	
<i>Mesodorylaimus</i> sp.		X (4, 101)	LB (4)	
Rhabditida				
Cephalobidae		X (4)		
<i>Acrobeles ciliatus</i>		X (82)		
Tylenchida				
Criconematidae		X (13)		
Mononchida		X (4, 62)		
Aphelenchida				
<i>Aphelenchus</i> sp.		X (4, 39)		
ANNELIDA				
Oligochaeta				
Enchytraeidae		X (102, 107)	X (19)	
Naididae		X (27)	PB (3, 87)	X (61)
Polychaeta				
Aeolosomatidae				
<i>Aeolosoma</i> sp.		X (116)	PB (98)	
ONYCHOPHORA		X (90, 136)		
ARTHROPODA				
CRUSTACEA				
CLADOCERA				
Bosminidae				
<i>Bosmina</i> sp.				X (24)

Chydoridae				
<i>Alona yara</i>	X (24,53)			X (88, 128)
<i>Anthalona brandorffi</i>			PB (135)	
<i>Chydorus sphaericus</i>	X (24)		B (28)	X (6, 24)
<i>Coronatella poppei</i>				X (34)
<i>Dunhevedia crassa</i>			P (52)	X (71, 113)
<i>Leydigia</i> cfr. <i>australis</i>			B (110)	X (122, 137)
<i>Ovalona glabra</i>			P (52)	X (52)
<i>Pleuroxus aduncus</i>	X (24)		P (2)	X (6, 24)
<i>Pseudochydorus globosus</i>	X (24,53)		P (2)	X (6, 24)
Daphniidae				
<i>Ceriodaphnia</i> sp.			P (16)	X (36, 53)
<i>C. dubia</i> Richard 1895	X (24)			X (10, 24, 25, 69)
<i>Daphnia obtusa</i>				X (92)
<i>D. parvula</i>				X (108)
<i>D. spinulata</i>	X (24)			X (10, 22, 24)
Macrothricidae				
<i>Macrothrix spinosa</i>			P (52)	X (52)
Moinidae				
<i>Moina micrura</i>	X (24,53)		P (52)	X (24, 53, 105)
COPEPODA				
Calanoida				
<i>Notodiaptomus incompositus</i>	X (24,53)			X (22, 24, 53)
Cyclopoida				
<i>Acanthocyclops robustus</i>	X (24,53)			X (10, 11, 22, 24,53)
<i>Metacyclops mendocinus</i>	X (24,53)			X (10, 11, 22, 24, 53)
<i>Microcyclops anceps</i>				X (11, 104)
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	X (24)		B (1)	X (10, 24, 53)
<i>Tropocyclops prasinus</i>	X (24)			X (24, 104)
Harpacticoida			B (55)	
OSTRACODA				
Cypridoidea				
<i>Chlamydotheca incisa</i>			BPL (68, 83)	X (35)
<i>Cypridopsis</i> sp.	X (24)			
<i>C. vidua</i>			BPL (68, 83)	

<i>Heterocypris</i> sp.			B (68, 120)	X (112)
CHELICERATA				
Acari				
Gamasida				
Solifugae		X (134)		
HEXAPODOS				
Insecta				
Coleoptera			B PL (110, 139)	X (49)
Diptera				
Chironomidae			PBPL (87, 140)	
Stratyiomidae			B (110)	
TARDIGRADA				
<i>Macrobotus areolatus</i>		X (100)		
<i>Minibiotus</i> sp.		X (59)		
<i>Paramacrobotus</i> sp.		X (23)		
MOLLUSCA				
Gastropoda				
Planorbidae			PB (20, 131)	

Tabla 1- Taxa registrados en los ensayos y sus hábitats. En la primera columna se muestra el total de *taxa* registrados en el estudio (ensayos lénticos y lóticos). En la 2da columna se describen con una **X** los *taxa* de nuestros ensayos que fueron registrados en el río Salado y entre paréntesis la bibliografía empleada. Las columnas siguientes (3ra a 5ta) indican para cada *taxa* los hábitat en los que fueron registrados: en suelo/en el agua, asociados a algún sustrato o zona (**P** perifiton, **B** bentos, **L** litoral, **PL** pleuston) o si son de agua libre. Se indica con una (X) la presencia y entre paréntesis los números correspondientes a cada cita bibliográfica. La bibliografía utilizada para los hábitats de los *taxa* son referencias de distintos lugares del mundo. En la bibliografía se remarca en negrita los trabajos empleados en la comparación del ensayo y el Río Salado.

1. Adalsteinsson H. (1979). Seasonal variation and habitat distribution of benthic Crustacea in Lake Mývatn in 1973. *Oikos*, 195-201.
2. Adamczuk M. (2014). Niche separation by littoral-benthic Chydoridae (Cladocera, Crustacea) in a deep lake-potential drivers of their distribution and role in littoral-pelagic coupling. *Journal of Limnology*, 73(3): 490-501.
3. Alves R. D. G., & Gorni G. R. (2007). Naididae species (Oligochaeta) associated with submersed aquatic macrophytes in two reservoirs (São Paulo, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensis*, 19(4): 407-413.
4. Ardohain D. M., Benitez H. H., Claps M. C., & Gabellone N. A. (2005). Estructura y dinámica de rotíferos planctónicos en dos lagunas pampásicas: similitudes y diferencias. *Biología Acuática* N° 22: 7-18.
5. Antofică A. & Poiras L. (2009). Species diversity of freshwater and soil nematodes of some localities along the Dniester river. *Oltenia-studii si comunicari stiintele naturii*, (25), 51-54.
6. Ardohain D. M., Benítez H. H., Gabellone N. A., & Claps M. C. (2014). Respuesta de la estructura zooplanctónica a cambios físicos y biológicos en una laguna pampásica (laguna Lacombe). *Biología Acuática*, (30), 17-26.
7. Azémar F., Van Damme S., Meire P., & Tackx M. (2007). New occurrence of *Lecane decipiens* (Murray, 1913) and some other alien rotifers in the Schelde estuary (Belgium). *Belgian Journal of Zoology*, 137(1): 75-83.
8. Bamforth S. S. (2008). Protozoa of biological soil crusts of a cool desert in Utah. *Journal of Arid Environments*, 72(5): 722-729.
9. Battauz Y. S., de Paggi S. B. J., & Paggi J. C. (2014). Passive zooplankton community in dry littoral sediment: reservoir of diversity and potential source of dispersal in a subtropical floodplain lake of the Middle Paraná River (Santa Fe, Argentina). *International Review of Hydrobiology*, 99(3): 277-286.
10. Bazzuri M. E., Gabellone N. A., & Solari L. C. (2010). Influencia ecológica de los canales de drenaje de la pampa arenosa en la cuenca superior del río Salado (Bs. As., Argentina). In: I Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras (Azul, 21 al 24 de septiembre de 2010).
11. Benitez H. H. & Claps M. C. (2000). Zooplankton de una laguna pampásica (Monte) y su afluente (El Totoral): caracterización estructural en un ciclo anual. *Diversidad y Ambiente*: 87-95.

12. Benítez H. H. & Claps M. C. (2012). Estudio de migraciones del zooplancton en un lago somero: desarrollo de una nueva metodología a campo. *Biología Acuática*, (27): 29-41.
13. Boag B. & Williams K. O. (1976). The criconematidae of the British isles. *Annals of applied biology*, 84(3): 361-369.
14. Bobrov A. & Mazei Y. (2004). Morphological variability of testate amoebae (Rhizopoda: Testacealobosea and Testaceafilosea) in natural populations. *Acta Protozoologica*, 43(2): 133-146.
15. Bobrov A. & Mazei Y. (2017). A review of testate amoeba genus *Cryptodiffugia* Penard, 1890 (Phryganellina: Cryptodiffugiidae) with a key to species. *Zootaxa*, 4282(2): 292-308.
16. Bozkurt A. & Guven S. E. (2009). Zooplankton composition and distribution in vegetated and unvegetated area of three reservoirs in Hatay, Turkey. *Journal of Animal Veterinary Advances* 8(5): 984-994.
17. Brandorff G. O., Pinto-Silva V. A. N. G. I. L., & Morini A. A. E. T. (2011). Zooplankton: species diversity, abundance and community development. *The Pantanal: Ecology, biodiversity and sustainable management of a large Neotropical seasonal wetland*. Pensoft, Sofia, Bulgaria, 353-389.
18. Brysiewicz A., Jankowski M., & Tański A. (2017). Zooplankton structure in midfield ponds in north-west part of Poland. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*.
19. Capítulo A. R. (1999). The macroinvertebrate as indicators of water quality in Pampean rivers. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 58(1-2).
20. César I. I., Ocón C., Paggi A. C., Rodrigues Capítulo A., Spaccesi F. G., Tangorra M., & Tassara M. P. (2000). Diversidad de invertebrados bentónicos del Río de la Plata. *Biología Acuática*.
21. Chao A., C. Li P., Agatha S., & Foissner W. (2006). A statistical approach to estimate soil ciliate diversity and distribution based on data from five continents. *Oikos*, 114(3): 479-493.
22. Chaparro G., Fontanarrosa M. S., & O'Farrell I. (2016). Colonization and succession of zooplankton after a drought: Influence of hydrology and free-floating plant dynamics in a floodplain lake. *Wetlands*, 36(1): 85-100.
23. Claps M. C. & Rossi G. C. (1984). Contribucion al conocimiento de los tardigrados de Argentina. IV. *Acta zoológica lilloana*, 38(1): 45-50.

24. Claps M. C., Gabellone N. A., & Neschuk N. C. (2009). **Influence of regional factors on zooplankton structure in a saline lowland river: the Salado River (Buenos Aires province, Argentina). *River Research and Applications*, 25(4): 453-471.**
25. Claps M. C., Gabellone N. A., & Benitez H. H. (2011). Seasonal changes in the vertical distribution of rotifers in a eutrophic shallow lake with contrasting states of clear and turbid water. *Zoological Studies*, 50(4): 454-465.
26. Claps M. C. & Küppers G. C. Freshwater Ciliates (Protozoa, Ciliophora) from Argentina: An Annotated and Updated Compilation.
27. Collado R. & Schmelz R. M. (2000). *Pristina silvicola* and *Pristina terrena* spp. nov., two new soil-dwelling species of Naididae (Oligochaeta, Annelida) from the tropical rain forest near Manaus, Brazil, with comments on the genus *Pristinella*. *Journal of Zoology*, 251(4): 509-516.
28. Dekker T., Greve G. D., Ter Laak T. L., Boivin M. E., Veuger B., Gortzak G. & Van der Geest H. G. (2006). Development and application of a sediment toxicity test using the benthic cladoceran *Chydorus sphaericus*. *Environmental Pollution*, 140(2): 231-238.
29. de Paggi S. J. (1996). Rotifera (Monogononta) diversity in subtropical waters of Argentina. In: *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 32, No. 4: 209-220). EDP Sciences.
30. de Paggi S. J. (2001). Diversity of rotifera (Monogononta) in wetlands of Río Pilcomayo national park, Ramsar site (Formosa, Argentina). *Hydrobiologia*, 462(1-3): 25-34.
31. de Paggi S. J. (2001). A new species of *Lepadella* (Rotifera: Monogononta: Lepadellidae) from the Rio Pilcomayo National Park, Argentina. *Hydrobiologia*, 455(1-3): 223-228.
32. de Paggi S. B. J. & Paggi, J. C. (2008). Hydrological connectivity as a shaping force in the zooplankton community of two lakes in the Paraná River floodplain. *International Review of Hydrobiology*, 93(6): 659-678.
33. de Paggi S. B. J. & Devercelli M. (2011). Land use and basin characteristics determine the composition and abundance of the microzooplankton. *Water, Air, & Soil Pollution*, 218(1-4): 93-108.

34. de Souza T. R., Nunes M. V. & da Silva L. C. (2013). A comunidade zooplanctônica e seu uso como bioindicadora do estado trófico de uma região do reservatório da UHE de Furnas. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 9(11).
35. Díaz A. R. & Lopretto E. C. (2011). The genus *Chlamydotheca* Saussure (Crustacea: Ostracoda) in northeastern Argentina. *Nauplius*, 19(2): 97-107.
36. Dippolito, A., Ardohain, D. M., Claps, M. C. & Gabellone, N. A. (2009). Muestreo intensivo del zooplancton en el sector inferior del río Salado (Bs. As.) durante la ejecución de una obra hidráulica. *Biología Acuática*.
37. Du Y., Xu K., Warren A., Lei, Y. & Dai R. (2012). Benthic ciliate and meiofaunal communities in two contrasting habitats of an intertidal estuarine wetland. *Journal of sea research*, 70: 50-63.
38. Ermolaeva N. I. & Dvurechenskaya S. Y. (2013). Regional indices of the indicator significance of zooplanktonic organisms in water bodies of Southern Western Siberia. *Russian Journal of Ecology*, 44(6): 526-530.
39. Espinosa M., Fuentes K., Navas J. D. D. J. & Triviño Z. L. (2004). Nematodos fitoparasitos asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Córdoba. *Temas Agrarios*, 13-20.
40. Esteban G. F., Clarke K. J., Olmo J. L. & Finlay B. J. (2006). Soil protozoa—an intensive study of population dynamics and community structure in an upland grassland. *Applied Soil Ecology*, 33(2): 137-151.
41. Felipe Machado Velho L., Amodêo Lansac-Tôha F. & Costa Bonecker C. (2000). On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. II. Families Centropyxidae, Trigonopyxidae and Plagiopyxidae. *Acta Scientiarum Biological Sciences*, 365-374.
42. Ferrando N. S. & Claps M. C. (2016). A revised and updated checklist of Monogononta rotifers from Argentina. *Check List*, 12 (4): 1-26.
43. Foissner W. (1996). Faunistics, taxonomy and ecology of moss and soil ciliates (Protozoa, Ciliophora) from Antarctica, with description of new species, including *Pleuroplitoides smithi* gen. n., sp. n. *Acta Protozoologica*, 35(2): 95-123.
44. Foissner W. (1997). Global soil ciliate (Protozoa, Ciliophora) diversity: a probability-based approach using large sample collections from Africa, Australia and Antarctica. *Biodiversity & Conservation*, 6(12): 1627-1638.

45. Foissner W. (1998). An updated compilation of world soil ciliates (Protozoa, Ciliophora), with ecological notes, new records, and descriptions of new species. *European Journal of Protistology*, 34(2): 195-235.
46. Foissner W. & Gschwind K. A. R. I. N. (1998). Taxonomy of some freshwater ciliates (Protozoa: Ciliophora) from Germany. *Ber. nat.-med. Ver. Salzburg*, 12: 25-76.
47. Foissner W., Berger H., Xu K. & Zechmeister-Boltenstern S. (2005). A huge, undescribed soil ciliate (Protozoa: Ciliophora) diversity in natural forest stands of Central Europe. *Biodiversity & Conservation*, 14(3): 617-701.
48. Foissner W. (2008). Notes on soil ciliates from Singapore, with description of *Suturothrix monoarmata* nov. gen., nov. spec. (Protozoa, Ciliophora). *Soil organisms*, 80(1), 81.
49. Fontanarrosa M. S., Torres P. L. & Michat M. C. (2004). Comunidades de insectos acuáticos de charcos temporarios y lagunas en la ciudad de Buenos Aires (Argentina). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 63(3-4).
50. Fontaneto D. & Melone G. (2003). Bdelloid rotifers from lakes above 1700 m in Western Italian Alps, with taxonomic notes on *Dissotrocha macrostyla*. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology*, 88(6): 594-601.
51. Fuentes-Reines J. M., Zoppi de Roa E., Morón E., Gámez D., & López C. (2012). Contribution to the knowledge of the cladocera fauna (Crustacea: Branchiopoda) In the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 41(1): 121-164.
52. Fuentes-Reinés J. M., Eslava-Eljaiek P., & Elmoor-Loureiro L. M. (2019). Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) of a temporary shallow pond from northern Colombia. *Revista peruana de biología*, 26(3): 351-366.
- 53. Gabellone N. A., Solari L. C., Casco M. A., & Claps M. C. (2013). Conservación del plancton y protección de las cuencas hídricas. El caso de la Cuenca Inferior del Río del Salado, Provincia de Buenos Aires, Argentina. AUGMDOMUS, 5(1): 100-119.**
54. Garcia A. P. P., Lansac-Tôha F. A., & Bonecker C. C. (1998). Species composition and abundance of rotifers in different environments of the floodplain of the upper Paraná river, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 327-343.

55. Gaviria S., Dorado-Roncancio J., & Ahrens M. J. (2019). Revision and update of the checklist of copepods (Crustacea: Hexanauplia) of the Colombian Caribbean. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 48(1): 119-151.
56. Ge-yan Z. (1996). A taxonomical and ecological survey of rotifer communities in Krottensee (Austria). *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 14(4): 308-315.
57. Guidetti R., Altiero T., Bertolani R., Grazioso P., & Rebecchi L. (2011). Survival of freezing by hydrated tardigrades inhabiting terrestrial and freshwater habitats. *Zoology*, 114(2): 123-128.
58. Golemansky V., Todorov M., & Temelkov B. (2005). Biotopic distribution of the testate amoebae (Rhizopoda: Arcellinida and Gromiida) in the tectonic Lake Doiran (Southeast Europe). *Acta zoologica bulgarica*, 57(1): 3-11.
59. González-Reyes A., Acosta X., Corronca J., Rocha M., Doma I., & Repp E. Y. (2016). Evaluación de la diversidad en comunidades de tardígrados (Ecdysozoa: Tardigrada) en hábitats urbano y rural de la ciudad de Salta (Argentina). *Iheringia. Série Zoologia*, 106.
60. Guidetti R., Altiero T., Bertolani R., Grazioso P., & Rebecchi L. (2011). Survival of freezing by hydrated tardigrades inhabiting terrestrial and freshwater habitats. *Zoology*, 114(2), 123-128.
61. Hegde P. R., & Sreepada K. S. (2014). Reports on aquatic oligochaetes (Naididae) in paddy fields of Moodabidri Taluk, dakshina Kannada, South India. *Journal of entomology and zoology studies*, 2(2): 101-107.
62. Holterman M., Rybarczyk K., Van den Elsen S., Van Megen H., Mooyman P., SANTIAGO, R. P., ... & Helder, J. (2008). A ribosomal DNA-based framework for the detection and quantification of stress-sensitive nematode families in terrestrial habitats. *Molecular Ecology Resources*, 8(1): 23-34.
63. Jang S. W., Kwon C. B., & Shin M. K. (2012). First Records of Two Spirostomum Ciliates (Heterotrichea: Heterotrichida: Spirostomidae) from Korea. *Animal Systematics, Evolution and Diversity*, 28(1): 29-35.
64. Jiang Y., Yang E. J., Kim S. Y., Kim Y. N., & Lee S. (2014). Spatial patterns in pelagic ciliate community responses to various habitats in the Amundsen Sea (Antarctica). *Progress in Oceanography*, 128: 49-59.

65. Kamjunke N., Vogt B., & Woelfl S. (2009). Trophic interactions of the pelagic ciliate *Stentor* spp. in North Patagonian lakes. *Limnologica*, 39(2): 107-114.
66. Kauppila T., Kihlman S., & Mäkinen J. (2006). Distribution of arcellaceans (testate amoebae) in the sediments of a mine water impacted bay of lake Retunen, Finland. *Water, air, and soil pollution*, 172(1-4): 337-358.
67. Kaya M. (2013). Terrestrial bdelloid rotifers from Erzurum (eastern part of Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 37(4): 413-418.
68. Kihn R. G., Crespo F., & Pall J. L. (2017). Ostrácodos de lagos someros de la región central de Argentina: implicaciones paleolimnológicas. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 20(3): 374.
69. Kirk K. L. (1991). Inorganic particles alter competition in grazing plankton: the role of selective feeding. *Ecology*, 72(3): 915-923.
70. Kiss Á. K., Ács É., Kiss K. T., & Török J. K. (2009). Structure and seasonal dynamics of the protozoan community (heterotrophic flagellates, ciliates, amoeboid protozoa) in the plankton of a large river (River Danube, Hungary). *European Journal of Protistology*, 45(2): 121-138.
71. Kiss A., Ágoston-Szabó E., Dinka M., Schöll K., & Berczik Á. (2014). Microcrustacean (Cladocera, Copepoda, Ostracoda) diversity in three side arms in the Gemenc Floodplain (Danube River, Hungary) in different hydrological situations. *Acta Zoologica Bulgarica (Suppl.)*, 7: 135-141.
72. Kornecki K. M., Schuler M. S., Katz M. E., Relyea R. A., McCarthy F. M., Schaller M. F. & Nierzwicki-Bauer S. A. (2020). The Canary in the Coal Mine: Testate Amoebae Record Anthropogenic Impacts in Sediments of Oligotrophic Lake George, NY, USA. *Journal of Foraminiferal Research*, 50(2): 128-140.
73. Koste W. (2000). Study of the Rotatoria-Fauna of the Littoral of the Rio Branco, South of Boa Vista, Northern Brazil. *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology*, 85(4): 433-469.
74. Kuczynska-Kippen N. (2005). The species diversity of rotifers [Rotifera] of differentiated macrophyte habitats of Lake Budzynskie. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Botanika-Steciana*, 9.
75. Koppers G. C., Claps M. C., & Lopretto E. C. (2007). Description of *Notohymena pampasica* n. sp. (Ciliophora, Stichotrichia). *Acta Protozoologica*, 46(3): 221.

76. Küppers G. C., & Claps M. C. (2012). Spatiotemporal Variations in Abundance and Biomass of Planktonic Ciliates Related to Environmental Variables in a Temporal Pond, Argentina. *Zoological Studies*, 51(3): 298-313.
77. Kuppers G. C.; Claps M. C. 2012. Freshwater ciliates (protozoa, ciliophora) from Argentina: an annotated and updated compilation. En: D. Thangadurai, C. A. Busso, L. G. Abarca Arenas & S. Jayabalan (Eds.), *Frontiers in biodiversity studies*. 440 pp. Bioscience Publications, Krishnagiri, India. ISBN 9789381141526.
78. Lansac-Tôha F. A., Velho L. F. M., Zimmermann Callegari, M. C., & Bonecker C. C. (2000). On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. I. Family Arcellidae. *Acta Scientiarum*, 22(2): 355-363.
79. Lansac-Tôha F. A., Felipe Machado Velho L., Erica Mayumi Takahashi Anderson Setsuo Miyashiro Aoyagui and Cláudia Costa Bonecke. (2001). On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. V. Families Hyalospheniidae, Plagiopyxidae, Microcoryciidae, Cryptodiffugiidae, Phryganelidae, Euglyphidae, Trinematiidae and Cyphoderiidae . *Acta Scientiarum Maringá*, 23 (2): 333-347.
80. Lansac-Tôha F. A.; Felipe Machado Velho L.; Claudia Zimmermann-Callegari Maria; Costa Bonecker Claudia; Mayumi Takahashi Erica. (2001). On the occurrence of testate amoebae (Protozoa, Amoebozoa, Rhizopoda) in Brazilian inland waters. III. Family Diffugiidae: Genus Diffugia / Ocorrência de tecamebas (Protozoa, Amoebozoa, Rhizopoda) em águas continentais brasileiras. III. Família Diffugiidae. Gênero Diffugia. *Acta Sci. Biol. Sci.* 23: 305-321.
81. Lansac-Tôha F. A., Velho L. F. M., Costa D. M., Simões N. R., & Alves G. M. (2014). Structure of the testate amoebae community in different habitats in a neotropical floodplain. *Brazilian Journal of Biology*, 74(1): 181-190.
82. Li X., Lewis E. E., Liu Q., Li H., Bai C., & Wang Y. (2016). Effects of long-term continuous cropping on soil nematode community and soil condition associated with replant problem in strawberry habitat. *Scientific reports*, 6(1): 1-12.
83. Liberto R., Mesquita-Joanes F., & César I. (2012). Dynamics of pleustonic ostracod populations in small ponds on the Island of Martín García (Río de la Plata, Argentina). *Hydrobiologia*, 688(1): 47-61.

84. Liu H., Ye S., Yang X., Guo C., Zhang H., Fan L., & Li Z. (2017). Spatio-temporal variability of periphytic protozoa related to environment in the Niyang River, Tibet, China. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 35(3), 489-500.
85. Liu B., Booth R. K., Escobar J., Wei Z., Bird B. W., Pardo A. & Ouyang J. (2019). Ecology and paleoenvironmental application of testate amoebae in peatlands of the high-elevation Colombian páramo. *Quaternary Research*, 92(1): 14-32.
86. Macek M., Sánchez Medina X., Picazo A., Peštová D., Bautista Reyes F., Montiel Hernández J. R. & Camacho, A. (2020). *Spirostomum teres*: A Long Term Study of an Anoxic-Hypolimnion Population Feeding upon Photosynthesizing Microorganisms. *Acta Protozoologica*, 59(1).
87. Marchese M., Paggi A. C., & Aceñolaza F. C. (2004). Diversidad de Oligochaeta (Annelida) y Chironomidae (Diptera) del litoral fluvial argentino. *Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino*. INSUGEO. Tucumán, Argentina, 217-223.
88. Matsumura-Tundisi T., Tundisi J. G., Souza-Soares F., & Tundisi J. E. M. (2015). Zooplankton community structure of the lower Xingu River (PA) related to the hydrological cycle. *Brazilian Journal of Biology*, 75(3): 47-54.
89. Mattheussen R., Ledeganck P., Vincke S., Van De Vijver B., Nijs I., & Beyens L. (2005). Habitat selection of aquatic testate amoebae communities on Qeqertarsuaq (Disko Island), West Greenland. *Acta Protozoologica*, 44(3): 253.
90. Mayer G., Franke F. A., Treffkorn S., Gross V., & de Sena Oliveira I. (2015). Onychophora. In: *Evolutionary Developmental Biology of Invertebrates 3*: 53-98. Springer, Vienna.
91. Mazei Y. A., Trulova A., Mazei N. G., Payne R. J., & Tsyganov A. N. (2020). Contributions of temporal and spatial variation to the diversity of soil-dwelling testate amoeba assemblages in a swampy forest. *Pedobiologia*, 150660.
92. Meerhoff M., Fosalba C., Bruzzone C., Mazzeo N., Noordoven W., & Jeppesen E. (2006). An experimental study of habitat choice by *Daphnia*: plants signal danger more than refuge in subtropical lakes. *Freshwater Biology*, 51(7): 1320-1330.

93. Mieczan T. (2007). Size spectra and abundance of planktonic ciliates within various habitats in a macrophyte-dominated lake (Eastern Poland). *Biologia*, 62(2): 189-194.
94. Mieczan T. (2010). Periphytic ciliates in three shallow lakes in eastern Poland: a comparative study between a phytoplankton-dominated lake, a phytoplankton-macrophyte lake and a macrophyte-dominated lake. *Zoological Studies*, 49(5): 589-600.
95. Modenutti B. E. (1998). Planktonic rotifers of Samborombón river basin (Argentina). In: *Rotifera VIII: A Comparative Approach* (pp. 259-265). Springer, Dordrecht.
96. Mori G., Mattioli M., Madoni P., & Ricci N. (1998). The ciliate communities of different habitats of lake massaciucoli (Tuscany): Species composition and distribution. *Italian journal of zoology*, 65(2): 191-202.
97. Myers F. J. (1936). Psammolittoral rotifers of Lenape and Union lakes, New Jersey. *American Museum novitates*; no. 830.
98. Nandini S., & Sarma S. S. S. (2004). Effect of *Aeolosoma* sp.(Aphanoneura: Aeolosomatidae) on the population dynamics of selected cladoceran species. *Hydrobiologia*, 526(1): 157-163.
- 99. Neschuk N., Claps M., & Gabellone N. (2002). Planktonic rotifers of a saline-lowland river: the Salado River (Argentina). In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 38 (3): 191-198.**
100. Nichols P. B., Romano F. A., & Nelson D. R. (2001). Seasonal and altitudinal variation in the distribution and abundance of Tardigrada on Dugger Mountain, Alabama. *Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology*, 240 (3-4): 501-504.
101. Patrício J., Adão H., Neto J. M., Alves, A. S., Traunspurger, W., & Marques, J. C. (2012). Do nematode and macrofauna assemblages provide similar ecological assessment information? *Ecological Indicators*, 14(1): 124-137.
102. Pelosi C. & Römbke J. (2016). Are Enchytraeidae (Oligochaeta, Annelida) good indicators of agricultural management practices? *Soil Biology and Biochemistry*, 100: 255-263.
103. Peralta P., & Fuentes V. (2005). Fitobentos, fitoplancton y zooplancton litoral del bañado de Carilauquen, Cuenca de Llanquanelo, Mendoza, Argentina. *Limnetica*, 24(1-2): 183-198.

104. Perbiche-Neves G., Fileto C., Laço-Portinho J., Troguer A., & Serafim-Júnior M. (2013). Relations among planktonic rotifers, cyclopoid copepods, and water quality in two Brazilian reservoirs. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(1): 138-149.
105. Petrušek A., Černý M., & Audenaert E. (2004). Large intercontinental differentiation of *Moina micrura* (Crustacea: Anomopoda): one less cosmopolitan cladoceran? *Hydrobiologia*, 526(1): 73-81.
106. Pinese O. P., Pinese J. F., & Del Claro K. (2015). Structure and biodiversity of zooplankton communities in freshwater habitats of a Vereda Wetland Region, Minas Gerais, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 27(3): 275-288.
107. Prendergast-Miller M., Standen V., Leith I. D., & Sheppard L. J. (2009). Response of enchytraeid worm populations to different forms of nitrogen (ammonia, ammonium, and nitrate) deposition. *Soil Organisms*, 81(2): 225-236.
108. Riccardi N., Giussani G., Margaritora F., & Couchaud B. (2004). Population dynamics of the pioneer population of *Daphnia parvula*, Fordyce during the invasion of Lake Candia (Northern Italy). *Journal of Limnology*, 63(1): 44-52.
109. Ricci C. (1998). Anhydrobiotic capabilities of bdelloid rotifers. *Hydrobiologia*, 387: 321-326.
110. Rodrigues Capítulo A., & Gómez N. (2004). Una visión bentónica de arroyos y ríos pampeanos. *Biología Acuática Número 21*: 1-18.
111. Roe H. M., Patterson R. T., & Swindles G. T. (2010). Controls on the contemporary distribution of lake thecamoebians (testate amoebae) within the Greater Toronto Area and their potential as water quality indicators. *Journal of Paleolimnology*, 43(4): 955-975.
112. Rossi V., Benassi G., Belletti F., & Menozzi P. (2011). Colonization, population dynamics, predatory behaviour and cannibalism in *Heterocypris incongruens* (Crustacea: Ostracoda). *Journal of Limnology*, 70(1): 102-108.
113. Sa-Ardrit P., & Beamish F. W. H. (2005). Cladocera diversity, abundance and habitat in a western Thailand stream. *Aquatic Ecology*, 39(3): 353-365.
114. Sanoamuang L. O. & Savatentalinton S. (2001). The rotifer fauna of Lake Kud-Thing, a shallow lake in Nong Khai Province, northeast Thailand. In: *Rotifera IX* (pp. 297-304). Springer, Dordrecht.

115. Shumka S. (2014). Rotifers in the littoral zone of Lake Shkodra/Skadar (Albania–Montenegro) as a tool for determining water quality. *International Research Journal of Biological Sciences*, 3(3): 71-77.
116. Schlaghamerský J. & Kobetičová K. (2005). A small annelid community (Enchytraeidae, Tubificidae, Aeolosomatidae) during meadow restoration on arable land and in a nearby well-preserved meadow. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences: Ecology*, 54(4): 323-330.
117. Schmid-Araya J. M. (1993). Benthic rotifera inhabiting the bed sediments of a mountain gravel stream. *Jber. Biologische Station Lunz*, 14: 75-101.
118. Schoell K., & Devetter M. (2013). Soil rotifers new to Hungary from the Gemenc floodplain (Duna-Dráva National Park, Hungary). *Turkish Journal of Zoology*, 37(4): 406-412.
119. Schwank P. & Kånneby T. O. B. I. A. S. (2014). Contribution to the freshwater gastrotrich fauna of wetland areas of southwestern Ontario (Canada) with redescriptions of seven species and a check-list for North America. *Zootaxa*, 3811(4): 463-490.
120. Sevilla J. B., Nakajima F., & Yamamoto K. (2013). Effect of food and light on the sensitivity of copper and zinc to freshwater benthic ostracod *Heterocypris incongruens*. *Journal of Water and Environment Technology*, 11(3): 249-261.
121. Sharma B. K. & Michael R. G. (1987). Review of taxonomic studies on freshwater Cladocera from India with remarks on biogeography. In: *Cladocera* (pp. 29-33). Springer, Dordrecht.
122. Sharma B. K. & Sharma S. (2012). Deepor Beel- A RAMSAR site of India: An interesting hot-spot with its rich Rotifera biodiversity. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 58(2): 105-120.
123. Sharma B. K., Haokip T. P. & Sharma S. (2016). Loktak Lake, Manipur, northeast India: a Ramsar site with rich rotifer (Rotifera: Eurotatoria) diversity and its meta-analysis. *International Journal of Aquatic Biology*, 4(2): 69-79.
124. Smith H. G. (1973). The Signy Island terrestrial reference sites: II. The protozoa. *British Antarctic Survey Bulletin*, 33: 83-87.
125. Smith H. G. (1978). The distribution and ecology of terrestrial protozoa of sub-Antarctic and maritime Antarctic islands (Vol. 95). *British Antarctic Survey*.

126. Sonntag B., Kammerlander B. & Summerer M. (2017). Bioaccumulation of ultraviolet sunscreen compounds (mycosporine-like amino acids) by the heterotrophic freshwater ciliate *Bursaridium* living in alpine lakes. *Inland Waters*, 7(1): 55-64.
127. Sorenson M. V. (2001). On the rotifer fauna of Bermuda, including notes on the associated meiofauna and the description of a new species of *Encentrum* (Rotifera: Ploima: Dicranophoridae). *Proceedings-Biological Society of Washington*, 114(3): 725-736.
128. Souza V. F. D. (2019). Diversidade do zooplâncton entre habitats aquáticos de Minas Gerais.
129. Stout J. D. (1984). The protozoan fauna of a seasonally inundated soil under grassland. *Soil biology and biochemistry*, 16(2): 121-125.
130. Suehiro S. & Tezuka Y. (1981). Seasonal change in ciliate populations in the bottom sediment of a polluted river. *Japanese Journal of Limnology (Rikusuigaku Zasshi)*, 42(1): 1-7.
131. Taborda V. J., Crettaz Minaglia M. C., Apartin C., Andrinolo D. & Ronco A. E. (2017). Estudio de la diversidad del ensamble de macroinvertebrados en la laguna Los Patos (partido de Ensenada, provincia de Buenos Aires). In: III Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental (Santa Fe, 31 de julio al 3 de agosto de 2017).
132. Tarasova N. G., Burkova T. N., Bykova S. V., Mukhortova O. V., Unkovskaya E. N. & Sabitova R. Z. (2013). Plankton community (phytoplankton, protozooplankton and zooplankton) in phytal zone of Lake Beloe (Volzhsko-Kamskiy State Natural Biospheric Reserve, Republic of Tatarstan, Russian Federation). *Nat. Montenegrina Podgorica*, 12: 1045-1064.
133. Torigai K., Schröder-Adams C. J. & Burbidge S. M. (2000). A variable lacustrine environment in Lake Winnipeg, Manitoba: evidence from modern thecamoebian distribution. *Journal of Paleolimnology*, 23(3): 305-318.
134. Valdivia D. E., Pizarro-Araya J., Cepeda-Pizarro J. & Ojanguren-Affilastro A. A. (2008). Diversidad taxonómica y densidad-actividad de solífugos (Arachnida: Solifugae) asociados a un ecosistema desértico costero del centro norte de Chile. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 67(1-2): 1-10.

135. Van Damme K., Sinev A. Y. & Dumont H. J. (2011). Separation of *Anthalona* gen. n. from *Alona* Baird, 1843 (Branchiopoda: Cladocera: Anomopoda): morphology and evolution of scraping stenothermic alonines. *Zootaxa*, 2875(1): 1-64.
136. Vasconcellos A., Almeida W. O. & Souza L. A. (2006). Onychophora in humid forests of northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66(1A): 187-189.
137. Venkataraman K. (1992). Cladocera of Keoladeo National Park, Bharatpur and its environs. *Journal of the Bombay Natural History Society*, 89: 17-26.
138. Villabona-González S. L., Aguirre N. J. & Estrada A. L. (2011). Influencia de las macrófitas sobre la estructura poblacional de rotíferos y microscrustáceos en un plano de inundación tropical. *Revista de biología tropical*, 59(2): 853-870.
139. Von Ellenrieder N. & Fernández L. A. (2000). Aquatic Coleoptera in the Subtropical-Pampasic ecotone (Argentina, Buenos Aires): species composition and temporal changes. *The Coleopterists' Bulletin*, 23-35.
140. Zanutto-Arpellino J. P., Principe R. E., Oberto A. M. & Gualdoni C. M. (2015). Variación espacio-temporal de Chironomidae (Diptera) bentónicos y derivantes en un arroyo serrano en Córdoba, Argentina. *Iheringia. Série Zoologia*, 105(1): 41-52.