



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Informe de Trabajo Final.

Modalidad: Trabajo de Investigación

**“*GOMPHRENA PERENNIS* L. (AMARANTHACEAE): EFICACIA DE
DIFERENTES FITOSANITARIOS PARA SU CONTROL Y POSIBLES
ESTRATEGIAS DE TOLERANCIA”**

**Alumno: Scardino, Maximiliano
DNI: 32601023
Legajo N°: 25808/1
e-mail: maximilianoscardino@hotmail.com
Teléfono: 02392-628068**

Directora: MSc. Alejandra V. Carbone

Co-director: Dr. Marcelo P. Hernández

La Plata, 16 de Octubre de 2020.

INDICE GENERAL

Resumen	4
Hipótesis:	10
Objetivos del trabajo:	10
Objetivos específicos:	11
Materiales y métodos	12
1. Ejemplares de referencia	12
2. Estudio fisiológico	12
3. Estudio morfológico, organoléptico y fitoquímico del xilopodio	15
Resultados y Discusión	16
Estudio fisiológico	16
Estudio morfológico, organoléptico y fitoquímico del xilopodio	27
1. Morfología y análisis organoléptico del xilopodio	27
2. Análisis fitoquímico del xilopodio	27
Conclusiones	36
Agradecimientos	36
Bibliografía	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Índice de Verdor (IV) expresado en unidades Spad, en plantas de <i>G. perennis</i> “flor de papel” procedentes de la localidad de Marcos Juárez (Córdoba) a 7 y 16 DDA de los diferentes fitosanitarios. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas y las comparaciones son válidas dentro de cada columna.	18
Cuadro 2. Supervivencia y Rebrote expresados en Porcentaje (%S) y (%R) en <i>G. perennis</i> “flor de papel” procedentes de la localidad de Marcos Juárez (Córdoba) a 7, 16 y 60 DDA de los diferentes fitosanitarios. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas y las comparaciones son válidas dentro de cada columna.	22
Cuadro 3. Materia Seca Aérea (MSA) y Materia Seca Radicular (MSR) en plantas de <i>G. perennis</i> “flor de papel” procedentes de la localidad de Marcos Juárez (Córdoba) a 60 DDA de los diferentes fitosanitarios. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas y las comparaciones son válidas dentro de cada columna.	23

INDICE DE LAMINAS

- Figura 1.** *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. Síntomas de fitotoxicidad a los 7 DDA de los diferentes fitosanitarios. Plantas Control: T1. Leyendas: Cl: Clorosis; Ep: Epinastia; Yd: Yema apical dañada. Escalas = 1cm. 25
- Figura 2.** *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. Síntomas de fitotoxicidad a los 16 DDA de los diferentes fitosanitarios. Plantas Control: T1. Leyendas: Cl: Clorosis; Ep: Epinastia; Re: Rebrote de yema axilar; Yd: Yema apical dañada; Ym: Yema apical muerta. Escalas = 1cm. 26
- Figura 3.** *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A y C, Vista general de la planta entera; B y D, Vista del xilopodio (X) y de la raíz (R). Escalas: A y B = 10 cm; C y D = 5 cm. 29
- Figura 4.** *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A, Vista general del xilopodio y de la raíz; B, C y D, Vista en detalle de la línea divisoria entre La raíz (R) y el xilopodio (X). Escalas: A = 5 cm; B, C y D = 5 mm. 30
- Figura 5.** *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A, Aspecto general de la superficie irregular mameliforme del xilopodio; B, C y D, Detalle de los mamelones. Escalas: A y C = 5 cm, B y D = 1 cm. 31
- Figura 6.** *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A, Aspecto general del xilopodio mostrando una superficie cerebroide algo rugosa; B, Detalle de la superficie irregular del xilopodio mostrando una formada por elementos oblongos; C, Detalle de la superficie agrietada y verrucosa de un elemento oblongo; D, Estructuras verrucosas. Escalas: A = 1 cm, B = 5 mm, C y D = 5 mm. 32
- Figura 7.** *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A. Se observan algunos elementos de trabajo utilizados para llevar a cabo la prueba fitoquímica de presencia de taninos; B. Extracto acuoso de raíz; C. Reacción fitoquímica positiva del extracto acuoso de raíz con una solución de cloruro férrico, indicando un color pardo que evidencia la presencia de taninos. 33
- Figura 8.** *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A, Se observan algunos elementos de trabajo utilizados para llevar a cabo la prueba fitoquímica de presencia de taninos; B, Extracto acuoso de xilopodio; C, Reacción fitoquímica positiva del extracto acuoso de xilopodio con una solución de cloruro férrico, indicando un color pardo oscuro que evidencia la presencia de taninos. 34
- Figura 9.** *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. Xilopodio con presencia de Taninos (T) y saponinas (S); Raíz con escaso tanino y sin saponinas, lo que permite el ataque por ciertas larvas. Escalas: = 1 cm 35

“*Gomphrena perennis* L. (Amaranthaceae): Eficacia de diferentes fitosanitarios para su control y posibles estrategias de tolerancia”

Resumen

Gomphrena perennis L. “flor de papel” es una maleza tolerante a glifosato, presente en amplias zonas productivas de Argentina. Dada la complejidad de un control eficaz en este trabajo se evaluó la respuesta a la aplicación de diferentes fitosanitarios en materiales provenientes de lotes productivos de Marcos Juárez (Córdoba). Semillas fueron sembradas y cultivadas en invernadero del INFIVE-CONICET, y cuando las plantas alcanzaron 2 hojas expandidas se aplicaron los siguientes compuestos, según los tratamientos: T1: Testigo; T2: Glifosato + 2,4D amina + Clorimuron; T3: Glifosato + 2,4D amina + Clorimuron + Lemur + Supernova; T4: Glifosato + 2,4D amina + Clorimuron + Lemur + Supernova + 1L Sulfato de Amonio; T5: Glifosato + 2,4D amina + Clorimuron + Lemur + Supernova + 2L Sulfato de Amonio; T6: Glifosato + 2,4D amina + Clorimuron + Lemur + Supernova + 4L Sulfato de Amonio; T7: Glifosato + Lemur + Supernova; T8: 2,4D amina + Lemur + Supernova; T9: Clorimuron + Lemur + Supernova. Se evaluó el Índice de Verdor (IV) a los 7 y 16 DDA y supervivencia (%S) y rebrote (%R) a los 60 DDA. El control más eficaz a los 16 y 60 DDA se logró con la aplicación conjunta de herbicidas con diferentes modos de acción + tensioactivo + coadyuvante + Sulfato de Amonio. La aplicación de glifosato y clorimuron en forma individual no resultaron efectivas dado que las plantas manifestaron rebrotes de yemas basales ubicadas en su órgano subterráneo, que se comporta como un mecanismo de supervivencia y reserva. El estudio fitoquímico del xilopodio demostró la presencia de taninos y saponinas, compuestos que confieren resistencia al ataque de organismos xilófagos, constituyendo un importante mecanismo de supervivencia de importancia ecológica.

Introducción:

Se denomina malezas “a cada una de las especies que invaden los cultivos y son difíciles de extirpar”, siendo necesario ampliar y hacer referencia que “se trata de plantas que llegan a ser perjudiciales o indeseables en determinado lugar y en cierto tiempo” (Marzocca et al., 1976).

Según Leguizamón (2008) “*Las malezas son una forma especial de vegetación altamente exitosa en ambientes agrícolas: son poblaciones vegetales que crecen en ambientes perturbados por el hombre sin haber sido sembradas*”. Desde un punto de vista ecológico las malezas pueden ubicarse dentro de las pioneras de la sucesión secundaria. En el agro ecosistema el impacto crítico de las malezas es el efecto negativo sobre las plantas cultivadas ejercido a través de la competencia por recursos limitados y la alelopatía (Labrada y Parker, 1996). Trastornos en la recolección y el acondicionamiento de los granos y la disminución de la calidad del forraje constituyen perjuicios adicionales en muchos sistemas productivos.

Comúnmente, las especies que se comportan como malezas resisten mejor que las plantas cultivadas ciertos factores adversos, tales como los climáticos, edáficos e incluso los de orden biológico. Frecuentemente, son más resistentes a determinados agentes patógenos que las plantas cultivadas e incluso, inmunes a ellos (Baker, 1974).

Muchas poseen órganos vegetativos de propagación, tales como rizomas, estolones, bulbos, etc. que les permite invadir los campos con rapidez; son más vigorosas que las plantas cultivadas, desplazándolas y ahogándolas, pues compiten por la luz, espacio y nutrientes (Zimdahl, 1993; Carbone, 2015; Carbone et al., 2019). Sus semillas maduras caen antes o maduran al mismo tiempo que las del cultivo y normalmente son muy difíciles de separar en las trilladoras comunes. Algunas semillas cuentan con órganos de diseminación muy especializados que aseguran su dispersión. Cuando así ocurre, el número que producen es tan elevado que la descendencia queda siempre asegurada, en otros casos tienen la capacidad de conservar su poder germinativo durante muchos años (Zimdahl, 1993).

En Argentina, el enfoque más utilizado en los últimos tiempos para abordar el problema de malezas en sistemas extensivos, consistió en el control químico a través del uso de cultivos

resistentes a herbicidas (CRH), con gran preponderancia en el uso de soja resistente a glifosato (RR).

El glifosato es el herbicida más utilizado como consecuencia de la adopción generalizada de cultivares de soja transgénicos RR. La utilización masiva e ininterrumpida de estos materiales modificados genéticamente trajo aparejado que el glifosato se constituya en la única alternativa de control de malezas durante el ciclo del cultivo (Pengue, 2003). Así, la amplia adopción de los CRH y el subsecuente uso de glifosato, en las distintas zonas agrícolas nacionales, ha significado una importante presión de selección para las malezas que no son controladas por este herbicida. De este modo, a pesar de la continua utilización de esta tecnología en los últimos 15 años, no fue posible erradicar a las malezas, por el contrario, se han verificado importantes cambios en las especies que integran las comunidades de plantas indeseables (Tuesca et al., 2011). Por otra parte, asociado con un uso inapropiado de esta tecnología, se ha detectado un incremento en el número y densidad de biotipos o de especies que logran sobrevivir a los tratamientos con glifosato (Webster and Sosnoskie, 2010).

Es importante destacar que la resistencia es la habilidad o capacidad de una planta de sobrevivir y reproducirse luego de la aplicación de una dosis de herbicida normalmente letal para el tipo (Herbicide Resistant Plants Committe, 1998; Puricelli y Tuesca, 2005; Heap, 2011).

Si bien el glifosato es un herbicida de amplio espectro, existen algunas especies que pueden escapar a los controles al aplicarse las dosis habituales y recomendadas. Es por ello que en un contexto de uso casi exclusivo de glifosato, posiblemente las especies con baja sensibilidad a este herbicida aumenten su abundancia, mientras que algunas malezas sensibles tiendan a desaparecer (Nisensohn y Tuesca, 2001).

Así, se han detectado diferentes niveles de tolerancia en especies tales como *Anoda cristata*, *Commelina erecta*, *Oenothera indecora*, *Parietaria debilis*, *Conyza bonariensis*, *Rumex paraguayensis*, *Iresine diffusa*, *Trifolium repens*, *Portulaca gilliesii* y *Gomphrena perennis*, entre otras (Nisensohn et al., 2007; Puricelli y Faccini, 2009).

Gomphrena perennis L. “flor de papel” o “yerba de pollo” es una maleza que a partir del actual planteo tecnológico ha incrementado su abundancia en distintas regiones productivas.

Habitualmente se observaba en banquinas o sitios sin disturbar, lo que facilita su adaptación a lugares donde se implementan sistemas de siembra directa.

G. perennis es una especie de la familia Amarantáceas, perenne, de porte erguido y de hojas pubescentes. Posee una raíz reservante llamada xilopodio que protege a yemas de origen adventicio capaces de rebrotar (Burkart, 1987; Carbone, 2015).

La distribución geográfica comprende Sudamérica, fundamentalmente Paraguay, Brasil y Argentina, encontrándose desde el norte hasta la región pampeana (Zuloaga et al., 2008). Se manifiesta como una maleza de secundaria abundancia en cultivos perennes, montes frutales, y es frecuente en rastrojos, al borde de caminos y otros terrenos modificados, prefiriendo suelos no muy húmedos (Marzocca et al., 1976).

G. perennis vegeta durante primavera, verano y parte del otoño pudiendo generar serios inconvenientes al final del período de barbecho y dificultar la siembra de cultivos estivales. Las plantas no controladas durante el cultivo de verano poseen tallos leñosos en su base y alcanzan una altura de aproximadamente un metro lo que dificulta las tareas de cosecha. Esta especie es relativamente “nueva” y un factor agravante, según Aapresid, es que *casi no se conocen alternativas exitosas de control químico*. Tiene su foco en el norte de Córdoba, donde se han registrado en manchones de soja pérdidas que llegan al 50%, también en Santiago del Estero, Chaco y el NOA (Rainero, 2008).

En Santiago del Estero, produce pérdidas considerables debido a las labores adicionales que se deben realizar tanto para la implantación como para la cosecha de la soja, como por ejemplo, una aplicación aérea de herbicida desecante para secar la maleza y poder entrar con la cosechadora a levantar el cultivo (Pagani, O., 2009: observación personal).

En los últimos años se observó, en amplias zonas productivas de la provincia de Santiago del Estero, una alta infestación con poblaciones de *G. perennis* L. que resultan tolerantes a la aplicación de glifosato. Se ha evaluado el control de dichas poblaciones con otros herbicidas, aplicados solos o en mezclas con glifosato, obteniendo bajos niveles de control. También se ha observado que dichas poblaciones manifiestan mayor tolerancia a la aplicación de glifosato en

condiciones de sequía y por ende cuando el nivel de agua en el perfil del suelo es escaso (Pagani, O., 2009: com. Pers; Acosta et al., 2018).

Wu et al. (2001), establecen que la expansión de especies tolerantes a herbicidas se puede deber al tamaño, a las características morfológicas y la densidad de estas poblaciones en respuesta a las prácticas de manejo, los cambios ecológicos, las condiciones ambientales y al intercambio genético entre especies emparentadas.

Dentro de las características morfológicas, la superficie foliar condiciona el mojado y la penetración de los herbicidas aplicados por vía aérea (Mc Worther, 1980). También se puede mencionar la cutícula (ceras epicuticulares, cutina y pectina), el ángulo de inserción y la posición de las hojas, el número de estomas, tricomas y glándulas (Schreiber et al., 1996; Schreiber et al., 2001). La capa cuticular ha sido propuesta como la principal barrera a la penetración del herbicida (Bukovac, 1976; Hess, 1985; Hull et al., 1982). Por esta razón el conocimiento de las características de la superficie y anatomía de las hojas podrían contribuir a la comprensión de los mecanismos de absorción y penetración del herbicida en la planta. Carbone (2015) y Acosta et al. (2018) informaron que las hojas de *G. perennis* presentan depósito de ceras epicuticulares en ambas superficies foliares con abundante presencia de tricomas asociados a teicodes que secretan ceras.

Una particularidad observada en algunas malezas es que la tolerancia a glifosato se dificulta cuando las plantas tienen un determinado desarrollo, y se hace realmente notable cuando la maleza es adulta (Faccini y Puricelli, 2007). Contrariamente a ello, resultan bastante sensibles al glifosato aplicado solo o en mezcla con otros productos, cuando son muy juveniles (Rainero, 2008).

En una experiencia personal desarrollada en el Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE-CONICET), FCAYF de la UNLP, se pudo observar que las plantas de *G. perennis* que se encontraban en estado reproductivo, (con la diferenciación del botón floral), eran más tolerantes, incluso a dosis de 2880 g.e ácido/ha y 5760 g.e ácido/ha que superan en dos y cuatro veces, respectivamente, a la dosis recomendada para esta maleza.

Ya fue señalado que la presencia de cutícula cerosa constituye una barrera para la absorción y normal penetración de los herbicidas asperjados al follaje (Cruz Hipólito et al., 2011). Es por esta

razón que se añade a la mezcla de aspersión productos que mejore la absorción y actividad del herbicida. (Wanamarta and Penner, 1989; Santier and Chamel, 1992). Con este propósito, se pensó en la utilización de coadyuvantes y tensioactivos de la empresa Nova, comercializados bajo el nombre de Lemur y Supernova, respectivamente.

Laboratorios Nova S.A. es una empresa Argentina que opera exitosamente en el mercado agropecuario formulando, desarrollando y comercializando las principales líneas de productos para la protección y el crecimiento de los cultivos.

LEMUR es un coadyuvante catiónico formulado en base a aminas grasas etoxiladas con el agregado de reguladores del crecimiento. Mejora la absorción del/los herbicida/s, modificando el balance hidro-lipofílico de la superficie de las hojas. Además, induce la apertura estomática de las hojas de las malezas favoreciendo la penetración del herbicida.

SUPERNOVA es un supertensioactivo formulado a base de alcohol graso etoxilado y Heptametiltrisiloxano (silicona). Actúa como humectante y adherente en combinación con herbicidas, fungicidas, insecticidas y fertilizantes foliares de uso agrícola. Al usar el coadyuvante en mezcla con otro fitosanitario se logran beneficios adicionales como la disminución de la tensión superficial, mejorando el mojado y la uniformidad de la distribución de las gotas, optimizando la cobertura, y, por lo tanto, la performance del fitosanitario.

Los herbicidas y otros agroquímicos son aplicados en un vehículo líquido (“carrier”) que ayuda a su apropiada distribución sobre la superficie de las plantas. Estos vehículos líquidos pueden ser de distintos orígenes, pero el más común es el agua. La calidad del agua, en cuanto a su dureza, o contenido de cationes como el Ca y Mg, es uno de los secretos de la efectividad del proceso de pulverización.

Teniendo en cuenta esto, se incorporará un fertilizante foliar formulado en base a Sulfato de Amonio, comercializado por la empresa Buffon S.A bajo la marca Complex.

Complex son los fertilizantes con mayor contenido de S (azufre) en forma de sulfato en su formulación, teniendo como beneficio que al agregarse al agua mejora la calidad de la misma.

Por último, los cambios que ocurren en los herbicidas, se deben al efecto ejercido como secuestrante de cationes, dado que, al ser una sal de base inorgánica, se acompleja fuertemente

con los cationes de Ca y Mg presentes en el agua de pulverización, evitando así que el herbicida sea parcialmente inactivado o precipitado. La acción acomplejante continúa aún dentro de los tejidos vegetales, siendo ésta la principal característica que los distingue de otros productos similares. En síntesis, la captura de cationes de Ca y Mg se produce en el agua de pulverización y también dentro de las hojas de las malezas, manteniendo limpio el camino de cationes y permitiendo mejorar la performance de los herbicidas.

Además, la presencia de amonio incrementa la absorción y velocidad de translocación de los herbicidas, optimizando la aplicación (Faccini y Puricelli, 2010).

Hipótesis:

1. Las plantas de *Gomphrena perennis L.* cuando se encuentran en estado vegetativo (dos hojas expandidas) son más susceptibles al control químico debido a que aún no permitió que se acumulen sustancias de reserva en el sistema subterráneo y que éste adquiera importancia desde el punto de vista de su capacidad de rebrote.
2. Los Fertilizantes Ecoprotectores Complex, el coadyuvante catiónico y/o el supertensioactivo potencian a los fitosanitarios ejerciendo un control más eficiente de las malezas debido a que mejoran la absorción, penetración y el traslado del herbicida dentro de la planta.
3. El xilopodio se comporta como el órgano de escape al control químico, aún cuando el mismo se efectúa en plantas pequeñas.

Objetivos del trabajo:

En base a los antecedentes presentados se pretende:

1. Evaluar el efecto de fitosanitarios con diferentes mecanismos de acción, aplicados solos y conjuntamente con fertilizante Complex (Sulfato de amonio), codyuvante catiónico y/o

supertensioactivo para controlar plántulas de *Gomphrena perennis* provenientes de lotes productivos de Córdoba.

Objetivos específicos:

1. Evaluar la eficiencia de las aplicaciones de glifosato, 2,4-D amina y clorimuron aplicados juntos para el control de plántulas de *G. perennis*.
2. Evaluar la eficiencia de las aplicaciones de glifosato, 2,4-D amina y clorimuron aplicados juntos y combinados con el coadyuvante catiónico Lemur y el supertensioactivo Supernova, para el control de plántulas de *G. perennis*.
3. Evaluar la eficiencia de las aplicaciones de glifosato, 2,4-D amina y clorimuron aplicados juntos y combinados con el coadyuvante catiónico Lemur y el supertensioactivo Supernova, combinados con diferentes dosis del fertilizante Complex, para el control de plántulas de *G. perennis*.
4. Evaluar la eficiencia de la aplicación de glifosato aplicado junto con el coadyuvante catiónico Lemur y el supertensioactivo Supernova, para el control de plántulas de *G. perennis*.
5. Evaluar la eficiencia de la aplicación de 2,4-D amina aplicado junto con el coadyuvante catiónico Lemur y el supertensioactivo Supernova, para el control de plántulas de *G. perennis*.
6. Evaluar la eficiencia de la aplicación de clorimuron aplicado junto con el coadyuvante catiónico Lemur y el supertensioactivo Supernova, para el control de plántulas de *G. perennis*.
7. Determinar cuál combinación resultará más efectiva para el control de *Gomphrena perennis*.
8. Brindar herramientas que aporte información a los productores que tengan esta maleza como situación problemática.
9. Estudiar las características morfológicas y organolépticas del órgano subterráneo, xilopodio, por su participación como órgano de escape y supervivencia.

10. Determinar la presencia de taninos en el xilopodio, metabolito secundario que confiere a los órganos vegetales leñosos, durabilidad y resistencia a la pudrición causada por organismos xilófagos y protección contra otros agentes bióticos herbívoros.

Materiales y métodos

1. Ejemplares de referencia

Mediante el uso de tijera de podar, se recolectaron dos ejemplares de *Gomphrena perennis* control, provenientes de cultivo en macetas a cielo abierto, bajo las condiciones naturales imperantes en la zona de La Plata. Cada ejemplar colectado, se determinó, herborizó y montó en una cartulina acompañada de su respectiva etiqueta identificatoria. Para la determinación de los ejemplares vegetales, se utilizaron claves dicotómicas y una Lupa Arcano ZTX-T 1: 4x. 3948 Zoom. Para su herborización, se utilizaron los siguientes elementos: prensa, papel secante (hojas de diario), alcohol 96°. Los ejemplares vegetales montados se depositarán en el herbario de la Facultad de Agronomía (LPAG) y en el herbario del Museo de Ciencias Naturales de La Plata (LP): *Gomphrena perennis* L., 28-IX-2020, INFIVE, La Plata, Buenos Aires, Argentina, Scardino M., Carbone A.V. & Hernández M.P., 1 (LPAG), *Gomphrena perennis* L., 28-IX-2020, INFIVE, La Plata, Buenos Aires, Argentina, Scardino M., Carbone A.V. & Hernández M.P., 2 (LP).

2. Estudio fisiológico

Las semillas utilizadas para la realización del ensayo fueron recolectadas de plantas adultas de *G. perennis* L. que escaparon a los controles de glifosato en el ciclo 2017/2018 en lotes productivos de la zona de influencia de INTA Marcos Juárez, provincia de Córdoba. Los ensayos fueron

realizados con plantas obtenidas a partir de semillas colectadas en la zona mencionada anteriormente.

Las semillas maduras se dejaron secar en condiciones de laboratorio y fueron posteriormente acondicionadas y almacenadas.

El ensayo se realizó en las instalaciones del INFIVE – CONICET (Facultad de ciencias Agrarias y Forestales, UNLP). Se colocaron a germinar las semillas en bandejas rellenas con tierra y vermiculita (50:50) que se colocaron en invernadero en condiciones semi-controladas de humedad, temperatura e irradiancia. Las mismas se regaron de manera periódica a demanda, para mantener el suelo a capacidad de campo. Luego de la emergencia, las plántulas obtenidas fueron transplantadas a macetas de 500 cm³ rellenas con tierra negra y perlita (50:50) obteniendo una planta por maceta. Se las regó y fertilizó a demanda y una vez que las mismas alcanzaron dos hojas completamente expandidas, fueron realizadas las siguientes aplicaciones, según los tratamientos (T):

T1: Testigo (agua)

T2: Glifosato + 2,4D amina + Clorimuron

T3: Glifosato + 2,4D amina + Clorimuron + Lemur + Supernova

T4: Glifosato + 2,4D amina + Clorimuron + Lemur + Supernova + 1 L Sulfato de Amonio

T5: Glifosato + 2,4D amina + Clorimuron + Lemur + Supernova + 2 L Sulfato de Amonio

T6: Glifosato + 2,4D amina + Clorimuron + Lemur + Supernova + 4 L Sulfato de Amonio

T7: Glifosato + Lemur + Supernova

T8: 2,4D amina + Lemur + Supernova

T9: Clorimuron + Lemur + Supernova

Dosis: se utilizó el equivalente a 2 L/ha de glifosato Premium (1080 g e. ácido glifosato); 500 cm³/ha de 2,4-D amina; 40 g/ha de clorimuron 25%; 100cm³/100 L de caldo del tensioactivo Supernova (Nova S.A); 500cm³/100 L de caldo del coadyuvante catiónico

Lemur (Nova S.A). Sulfato de Amonio marca Complex (Buffon S.A): dosis equivalentes a 1, 2 y 4 L/ 100 L de caldo de aplicación.

Clorimuron es un herbicida del grupo de los inhibidores de ALS, especialmente utilizado para el control de malezas de hoja ancha en post-emergencia, el glifosato es un herbicida total sistémico que inhibe la acción de la enzima EPSPS y el 2,4-D está dentro del grupo de los hormonales que controla malezas de hoja ancha (Casafe, 2007).

Lemur es un coadyuvante catiónico formulado en base a aminas grasas etoxiladas con el agregado de reguladores del crecimiento. Mejora la absorción de los herbicidas, modificando el balance hidro-lipofílico de la superficie foliar induciendo la apertura estomática y favoreciendo la penetración del producto.

Supernova es un tensioactivo formulado a base de alcohol graso etoxilado y heptametiltrisiloxano (silicona). Actúa como humectante y adherente en combinación con los fitosanitarios, logrando la disminución de la tensión superficial, mejorando el mojado y la uniformidad de la distribución de las gotas, optimizando la cobertura, y, por lo tanto, la performance del fitosanitario.

Complex son fertilizantes con elevados contenidos de azufre en su formulación, teniendo como beneficio que al agregarse al agua mejora la calidad de la misma.

Las aplicaciones fueron realizadas con una mochila manual de presión constante Giber EM-16, con un caudal de 500 cm³/min. La pastilla que se utilizó fue del tipo abanico plano, cumpliéndose con las normas correspondientes de seguridad para manipulación y aplicación de fitosanitarios.

Todas las plantas fueron colocadas en invernadero bajo condiciones semicontroladas y no limitantes, de irradiancia, temperatura y humedad. Se efectuaron las siguientes observaciones periódicas:

1-Índice de verdor (IV): mediante un equipo Minolta SPAD502, que permite realizar determinaciones no destructivas, y registrar indirectamente la evolución del contenido de clorofila a través del tiempo. Se registró a los 2 y 15 días después de la aplicación (DDA).

2- Registro visual y fotográfico de los síntomas de fitotoxicidad a los 7 y 16 DDA utilizando la escala sugerida por la Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM, 1974). La misma considera seis rangos porcentuales que se identifican con las siguientes denominaciones: pobre 0 a 40 % de control, regular 41 a 60 %, suficiente 61 a 70 %, bueno 71 a 80 %, muy bueno 81 a 90 % y excelente 91 a 100 %.

3- Supervivencia (%S): a los 7, 16 y 60 DDA se determinó el % de las plantas sobrevivientes.

4- Determinación de la acumulación de materia seca (AMS): A 60 DDA se descalzaron las plantas supervivientes, separó la parte aérea de la subterránea, y se colocó el material en estufa a 72°C para determinar su peso seco.

Cada T tuvo 15 repeticiones, considerando cada maceta una repetición, y resultando 135 macetas en su totalidad a evaluar. Los datos obtenidos fueron analizados mediante ANOVA y se realizó la prueba de diferencias mínimas significativas de Tukey $p \leq 0.05$) mediante el uso del software Statistica 7.0.

Un ejemplar del tratamiento control queda depositado en el herbario de la Facultad de Agronomía, UNLP: *Gomphrena perennis* L., Scardino, M.; Carbone, A.V. y Hernández M.P. 1 (LPAG).

3. Estudio morfológico, organoléptico y fitoquímico del xilopodio

Dado que los taninos confieren, a los órganos vegetales leñosos, durabilidad y resistencia a la pudrición causada por organismos xilófagos (Trujillo, 1992; González Laredo, 1996; Ramos León, 2014; Carbone et al., 2019), se efectuó una prueba fitoquímica para saber

si ésta sustancia protectora se halla en el xilopodio. El estudio se efectuó al finalizar el ensayo, a partir de xilopodios vivos, provenientes de algunos ejemplares control cultivados en macetas a la intemperie, bajo las condiciones naturales imperantes en la zona de La Plata. A partir de dos xilopodios se obtuvieron 5 segmentos, cada uno de 2 cm de longitud, que fueron lavados con agua destilada para ser molidos posteriormente. Para la obtención del extracto acuoso se procesó en mortero 1 cm³ del material vegetal añadiendo 5 cm³ de agua destilada (1:5). La solución acuosa obtenida fue sometida a la prueba fitoquímica de cloruro férrico al 5%, para la identificación colorimétrica de taninos y sustancias fenólicas (Korwar et al., 2010).

El aspecto morfológico (forma y dimensiones) y organoléptico (color y textura) del xilopodio, se registró mediante el uso de cinta métrica, una Lupa Arcano ZTX-T 1: 4x. 3948 Zoom, un Microscopio Stereoscópico XTX-7 C W y una cámara fotográfica digital Modelo SM-A520F.

Resultados y Discusión

Estudio fisiológico

Numerosos herbicidas ejercen un efecto en la disminución del contenido de clorofila, y en este sentido, el glifosato reduce este parámetro entre los 7 y 10 DDA en plantas susceptibles. En el presente trabajo se observó una disminución del IV a 16 DDA en todos los tratamientos donde se aplicó glifosato en combinación con 2,4-D más clorimuron (T2), cuando se añadió a la mencionada mezcla el coadyuvante y el tensioactivo (T3), y cuando a las combinaciones se les incorporó diferentes dosis de SO₄NH₄. En todos los casos la reducción del contenido de clorofila, medida indirectamente a través del IV,

registró disminución estadísticamente significativa respecto al control (T1) como puede observarse en el Cuadro 1. Faccini y Puricelli (2010) señalaron que la presencia de amonio en el caldo, incrementa la absorción y velocidad de translocación de los herbicidas, optimizando la aplicación. Carbone (2015) informó que plantas de *G. perennis* provenientes de Marcos Juárez manifestaron síntomas leves de fitotoxicidad 7 DDA de glifosato.

La aplicación de clorimuron conjuntamente con el tensioactivo y el coadyuvante catiónico (T9), indican una disminución del IV a los 16 DDA, con registros que se diferencian estadísticamente del control pero que son mayores respecto a los tratamientos donde se aplicó glifosato y las combinaciones mencionadas anteriormente (Cuadro 1). Esto nos indica que cuando el clorimuron es aplicado solo no resulta eficaz para reducir el IV y, por ende, no tendría efectos sobre la tasa fotosintética. El tratamiento donde fue aplicado el herbicida hormonal 2,4-D (T8), manifestó una respuesta similar al clorimuron, señalando escasa reducción en este parámetro respecto al control. Los herbicidas hormonales ejercen su acción produciendo deformaciones de los tejidos causados por concentraciones endógenas elevadas de auxinas que conducen a un desequilibrio en la homeostasis y en las interacciones con otras hormonas (Grossmann, 2003). El primer síntoma visible es la curvatura que se produce en los tejidos foliares puesta de manifiesto por la deformación de los ápices, con el consecuente aumento de hormonas que inducen la senescencia. Estas respuestas producen daño al aparato fotosintético y las membranas celulares que conducen a la muerte de las plantas susceptibles por el efecto fitotóxico del herbicida (Grossmann, 2003). En nuestro trabajo no fueron observados efectos severos sobre el IV, salvo la presencia de epinastia o retorcimiento de las láminas foliares, y pequeñas zonas con manchas cloróticas (Fig. 1). En síntesis, la aplicación de clorimuron

y 2,4-D de manera individual, presentaron los mayores registros de IV a los 16 DDA, respecto a los otros tratamientos evaluados (Cuadro 1).

Cuadro 1. Índice de Verdor (IV) expresado en unidades Spad, en plantas de *G. perennis* “flor de papel” procedentes de la localidad de Marcos Juárez (Córdoba) a 7 y 16 DDA de los diferentes fitosanitarios. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas y las comparaciones son válidas dentro de cada columna.

Índice de Verdor: IV (unidades Spad)		
Tratamientos	7 DDA	16 DDA
T1	26,38 a	27,52 d
T2	26,13 a	10,87 a
T3	24,00 a	12,47 ab
T4	24,10 a	12,67 ab
T5	23,50 a	5,80 a
T6	24,93 a	11,50 a
T7	26,20 a	10,40 a
T8	27,00 a	16,37 bc
T9	26,00 a	16,85 bc

La aplicación de las diferentes combinaciones de fitosanitarios condujo a diversas respuestas de fitotoxicidad en los materiales evaluados (Fig. 1). En el Cuadro 2, se muestra que a los 7 DDA la mayor sensibilidad fue detectada en las plántulas de *G. perennis*, pertenecientes a los T3, T4, T5 y T6. Los síntomas observados fueron la presencia de numerosas hojas totalmente senescentes, epinastia en las hojas superiores y

manchas blanquecinas que posiblemente se asocien al lugar del impacto de los fitosanitarios. Las plantas correspondientes a T4 y T6 manifestaron actividad en las yemas axilares, producto del daño de la yema terminal y la consecuente ruptura de la dominancia apical (Fig. 1). El resto de los tratamientos evaluados no manifestaron severos daños de fitotoxicidad salvo la presencia de hojas con sectores localizados cloróticos y aspecto normal.

Los síntomas fitotóxicos se fueron acentuando a los 16 DDA con la aparición de plantas muertas en T2, T3, T4, T5 y T6 (Cuadro 2). Las plantas que sobrevivieron presentaron actividad en las yemas axilares, dejando en evidencia que la aplicación en mezcla de glifosato, 2,4-D más clorimuron resultaron ser combinaciones eficaces para el control de *G. perennis*. Cuando el glifosato fue aplicado de manera individual, en mezcla con el coadyuvante catiónico y el tensioactivo (T7), la supervivencia se mantuvo en un 100% (Cuadro 2). T8, que corresponde a la aplicación de 2,4-D más el tensioactivo y el coadyuvante, mostró un 80 %S, con notables síntomas de epinastia, producto del desbalance hormonal ocasionado por el 2,4-D. La aplicación de clorimuron más el tensioactivo y el coadyuvante (T9) manifestó un 87,5%S, con pobre control poblacional (Cuadro 2, Fig. 2).

Hasta los 16 DDA, los resultados indicaron que las aplicaciones combinadas de herbicidas con diferentes modos de acción, resultaron eficaces para controlar las plantas de *G. perennis*. El agregado de SO_4NH_4 en las dosis más elevadas, (T5 y T6), produjeron disminución del IV respecto a T4, donde fue adicionado solamente 1 litro de este producto (Cuadro 1).

A los 60 DDA se efectuó el recuento de plantas sobrevivientes (%S) observando 100%S en el tratamiento control y 0 %S en T2, T3, T4, T5, T6 y T8. Los síntomas observados fueron acentuándose con el paso del tiempo no registrándose plantas vivas. La aplicación

de glifosato más el tensioactivo y el coadyuvante catiónico (T7), tuvo un control regular sobre *G. perennis* manifestando un 87,5% de plantas con rebrotes basales y axilares (Cuadro 2). La aplicación de clorimuron más el tensioactivo y el coadyuvante catiónico (T9) tuvo un muy buen control poblacional, sin embargo, las plantas sobrevivientes manifestaron un 62,5% de rebrotes (Cuadro 2), comportándose de manera similar a las plantas control. Los síntomas de fitotoxicidad observados como necrosis de hojas y posterior abscisión, no siempre llevan al control del vegetal, dado que *G. perennis* tiene la capacidad de rebrotar y formar nuevas ramificaciones aéreas gracias a la actividad de las yemas adventicias presentes en el xilopodio (Cuadro 2). Estos resultados observados coinciden con lo informado por Carbone (2015), quien señaló la ruptura de la dominancia apical en plantas de *G. perennis* provenientes de Marcos Juárez a las cuales se les aplicó la DR, el doble y cuádruple de glifosato. Esta respuesta produjo la actividad de yemas basales ubicadas en el xilopodio causando rebrote y crecimiento de nuevas ramificaciones aéreas. En el presente trabajo también se observó dicho comportamiento, habiendo realizado las aplicaciones de fitosanitarios en plantas más pequeñas. Carbone (2015) informó que estas modificaciones en el patrón de crecimiento serían causadas por la alteración ejercida en el modelo del traslado de fotoasimilados, cambiando los destinos hacia los órganos subterráneos, fundamentalmente. Los resultados obtenidos señalan que el tratamiento con glifosato (T7), no produjo un eficaz control de las plantas de *G. perennis*, quienes, si bien tuvieron reducciones del IV a 16 DDA, manifestaron un 100%S (Cuadro 1 y 2). Las respuestas observadas podrían deberse a la conjunción de numerosos factores, como las características foliares que presenta la especie con las barreras mecánicas que imponen a la penetración y normal absorción del glifosato, como asimismo, a la alteración en el patrón de distribución de fotoasimilados ya mencionado, que prioriza los destinos hacia el xilopodio.

Cuando el glifosato se combina y aplica con otros herbicidas de diferentes modos de acción, como en T2, el control resultó eficaz a los 16 DDA siendo excelente a los 60 DPA (Cuadro 2). Si a la mezcla de los tres herbicidas se le adiciona tensioactivo más un coadyuvante catiónico, como en T3, los resultados fueron igualmente eficaces. Si sumado a las mezclas anteriores se incorpora SO₄NH₄ (T4, T5 y T6) los resultados manifestaron muy buen control a 16 DDA, siendo excelentes a los 60 DDA no observando rebrotes en ningún caso (Cuadro 2).

Los resultados obtenidos indican que para lograr un efectivo control de *G. perennis* es necesario realizar la aplicación de mezclas de diferentes herbicidas y el agregado de tensioactivo y coadyuvante, en el caso que el agua que se vaya a utilizar posea un pH elevado y dificulte la normal disolución de los productos y su correcta absorción.

Cuadro 2. Supervivencia y Rebrote expresados en Porcentaje (%S) y (%R) en *G. perennis* “flor de papel” procedentes de la localidad de Marcos Juárez (Córdoba) a 7, 16 y 60 DDA de los diferentes fitosanitarios. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas y las comparaciones son válidas dentro de cada columna.

Tratamientos	Supervivencia (%S)			Rebrotos (%R)
	7DDA	16DDA	60 DDA	
T1	100 a	100 a	100 a	62,5 b
T2	100 a	37,5 c	0 d	0 c
T3	50 c	12,5 d	0 d	0 c
T4	80 ab	12,5 d	0 d	0 c

T5	87,5 ab	12,5 d	0 d	0 c
T6	80 ab	12,5 d	0 d	0 c
T7	100 a	100 a	37,5 b	87,5 a
T8	90 ab	80 ab	0 d	0 c
T9	90 ab	87,5 ab	12,5 c	62,5 b

La acumulación de materia seca, tanto aérea como radicular, mostró los mayores registros en T7 que se corresponde a la aplicación de glifosato más el tensioactivo y el coadyuvante catiónico (Cuadro 3), mostrando diferencias estadísticamente significativas con el resto de los tratamientos evaluados. El T1 también mostró elevados valores de MSA y MSR, diferenciándose del resto de los tratamientos. El T9, que consistió en la aplicación de clorimuron más el tensioactivo y el coadyuvante, manifestó un registro elevado de MSA y, sobre todo, de MSR, que explicaría la capacidad de rebrote observada en las plantas sobrevivientes correspondiente a este tratamiento (Cuadro 2 y 3). Por su parte, la MSA en T2, T3, T4, T5, T6 y T8 mostró los menores registros, e incluso, en T2, T3 y T6 no hubo formación del órgano subterráneo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Materia Seca Aérea (MSA) y Materia Seca Radicular (MSR) en plantas de *G. perennis* “flor de papel” procedentes de la localidad de Marcos Juárez (Córdoba) a 60 DDA de los diferentes fitosanitarios. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas y las comparaciones son válidas dentro de cada columna.

Materia Seca (g)		
Tratamientos	MSA	MSR
T1	0,561 b	0,144 b
T2	0,063 d	0 d
T3	0,063 d	0 d
T4	0,024 d	0,008 c
T5	0,015 d	0,007 c
T6	0,019 d	0 d
T7	0,693 a	0,323 a
T8	0,027 d	0,008 c
T9	0,352 c	0,031 c

Estos resultados concuerdan con lo informado por Carbone (2015) quien observó niveles de fitotoxicidad acentuados con dosis de glifosato que duplican y cuadruplican la recomendada según marbete. *Gomphrena perennis* tiene habilidad para tolerar elevadas dosis de glifosato, quienes producen daños severos en hojas, con necrosis y posterior senescencia y abscisión, las plantas manifiestan la capacidad de poner en actividad yemas adventicias presentes en el xilopodio (Carbone, 2015). Este órgano se comporta como una estructura de supervivencia y acumulación de reservas, que ante situaciones desfavorables garantiza la supervivencia de la especie a través del rebrote de sus yemas adventicias. Esto fue también documentado para otras especies vegetales, que poseen estructuras subterráneas con yemas adventicias y acumulación de reservas, como en la especie invasora *Baccharis notoserghila* (Carbone et al., 2019). Playuk (2016) informó que *G. perennis* presenta un sistema radicular profundo formado por numerosas raíces tuberosas, el cual está unido en su parte superior a la estructura conocida como xilopodio,

quien presenta crecimiento secundario inusual, en donde se observan bandas de floema y xilema secundario, incluidos en un tejido de tipo parenquimatoso reservante. Los xilopodios se caracterizan por su complejidad estructural, consistencia rígida y capacidad gemífera (Rachid, 1974), pudiendo ser de origen caulinar y/o radicular, y constituyendo órganos con suficientes reservas que permiten a las plantas sobrevivir a condiciones adversas. Generan nuevos rebrotes cuando las partes aéreas son dañadas por el fuego o se pierden durante la fase de latencia de las plantas (Tertuliano y Figueiredo-Ribeiro, 1993; Asega y Carvalho, 2004; Carbone et al., 2019). Las sustancias de reserva encontradas fueron fructanos, que se asocian con la tolerancia a la sequía y bajas temperaturas (Vijn y Smeekens, 1999), pudiendo actuar como reguladores osmóticos (Figueiredo-Ribeiro et al., 1986). Esto constituye un carácter de importancia ecológica para la supervivencia de estas especies expuestas a situaciones desfavorables.

Dado que *G. perennis* tiene la capacidad de perpetuarse a través de la acumulación de reservas en su xilopodio, es de suponer que los tratamientos más efectivos para el eficaz control serían aquellos que reducen sustancialmente la formación de dicho órgano. En este sentido, T2, T3 y T6 fueron los más eficaces en combatir la formación del xilopodio, implicando la aplicación combinada de glifosato, 2,4-D y clorimuron, que constituyen herbicidas con distinto modo de acción, e incluso, el agregado de tensioactivo y coadyuvante catiónico, y, como en T6, que a los productos antes mencionados se incorporó SO_4NH_4 .

FITOTOXICIDAD A LOS 7 DDA

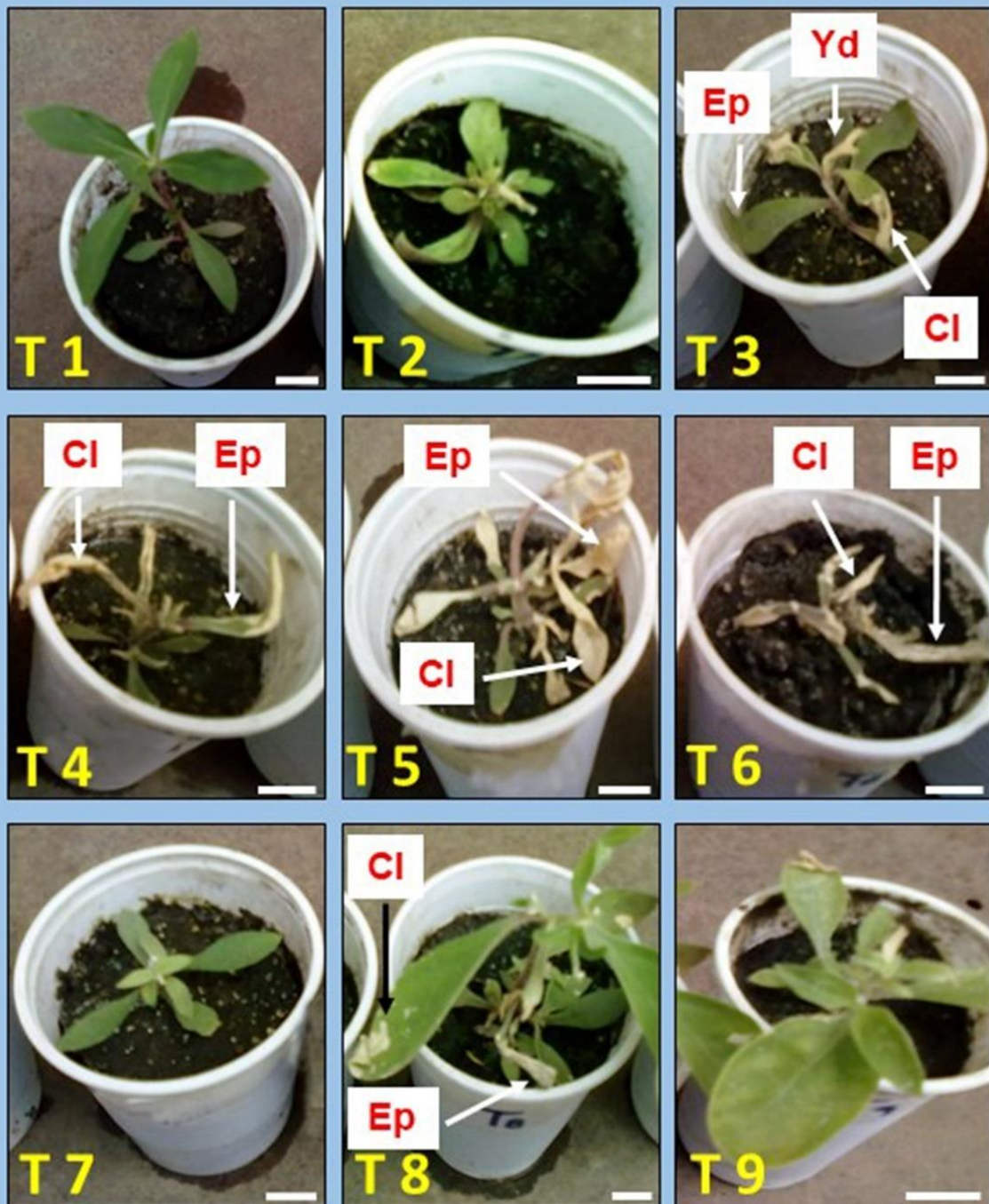


Figura 1. *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. Síntomas de fitotoxicidad a los 7 DDA de los diferentes fitosanitarios. Plantas Control: T1. Leyendas: Cl: Clorosis; Ep: Epinastia; Yd: Yema apical dañada. Escalas = 1cm.

FITOTOXICIDAD A LOS 16 DDA

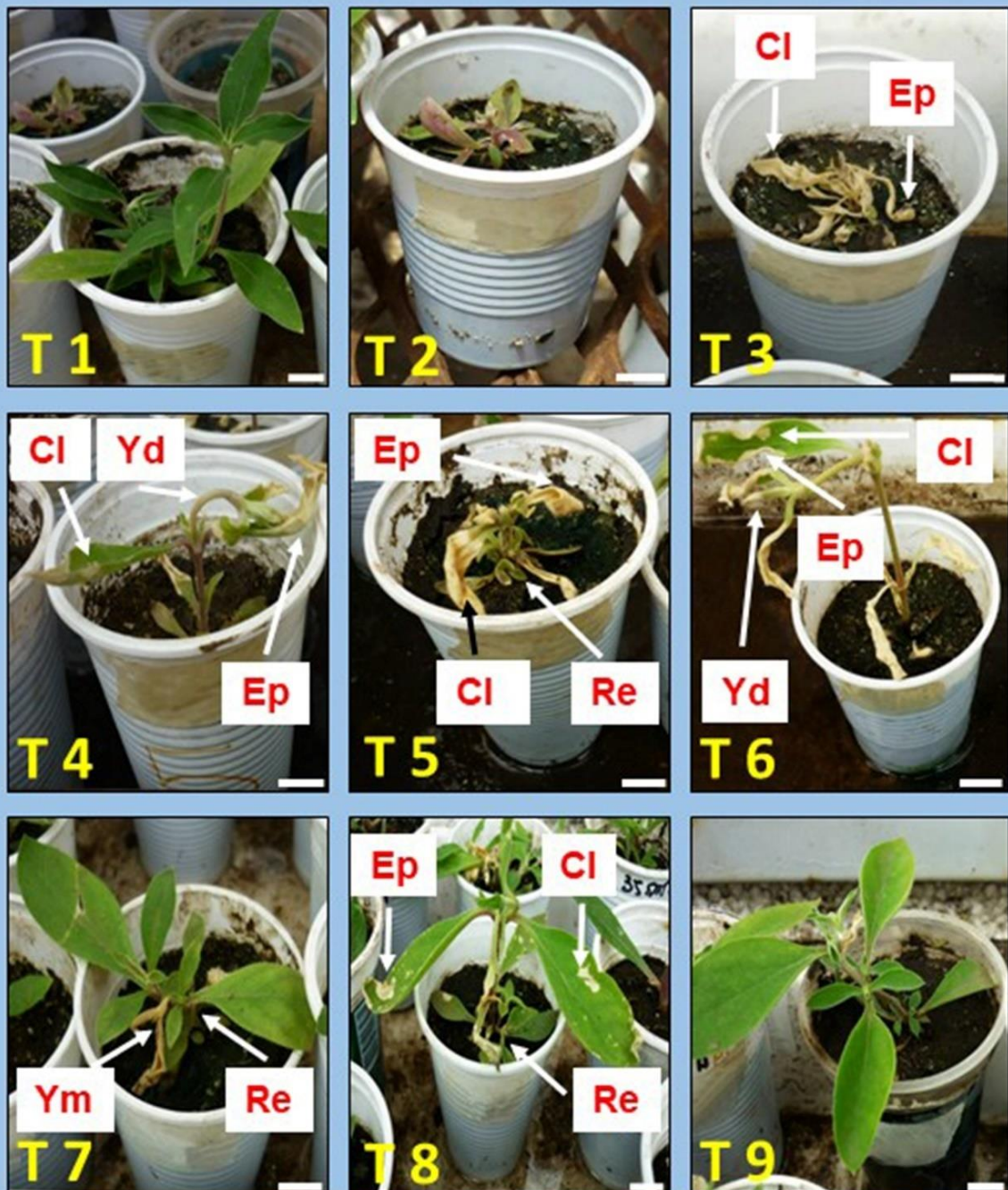


Figura 2. *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. Síntomas de fitotoxicidad a los 16 DDA de los diferentes fitosanitarios. Plantas Control: T1. Leyendas: Cl: Clorosis; Ep: Epinastia; Re: Rebrote de yema axilar; Yd: Yema apical dañada; Ym: Yema apical muerta. Escalas = 1 cm.

Estudio morfológico, organoléptico y fitoquímico del xilopodio

1. Morfología y análisis organoléptico del xilopodio

El xilopodio tiene forma cilindroide (Figura 3 B) a esferoidal (Figuras 3 D) con dimensiones de 2 a 5 cm de largo por 3 a 5 cm de diámetro. Existe una línea externa de separación, bien definida, entre el xilopodio y la raíz (Figura 4). La superficie externa es irregular, algo rugosa, de color gris-levemente verdoso. Puede presentar una superficie mamelonada (Figura 5) o cerebroide (Figura 6 A). La superficie mamelonada está formada por mamelones de 2 a 5 mm de alto por 2 a 6 mm de diámetro (Figura 5). La superficie cerebroide está formada por elementos oblongos de 3 a 5 mm de largo por 1 a 2 mm de ancho y 0,5 a 1,5 mm de alto (Figura 6 B). A su vez, los mamelones y los elementos oblongos, presentan pequeñas vesículas (Figura 6 D) y a veces grietas cuadrangulares y/o poligonales (Figura 6 C).

2. Análisis fitoquímico del xilopodio

La prueba fitoquímica del cloruro férrico fue efectuada en la zona de la raíz y del xilopodio (Figuras 7 A y 8 A). Los resultados obtenidos indican que la raíz presenta un escaso contenido de taninos, pues aplicando cloruro férrico a su extracto acuoso, fue obtenida una coloración pardo clara, es decir, una reacción fitoquímica positiva para taninos (Figura 7 B y 7 C). Sin embargo, en el xilopodio, existe abundante contenido de taninos, pues aplicando cloruro férrico a su extracto acuoso, se obtuvo una coloración pardo oscura, es decir, una reacción fitoquímica positiva para este compuesto (Figura 8 B y 8 C).

Asimismo, al agitar el extracto acuoso del xilopodio, fue observada la formación de una columna de espuma que sugiere la presencia de saponinas (Figura 9). Estos resultados indican que la presencia de abundantes taninos y saponinas en el xilopodio, protegen a dicho órgano del ataque de agentes biológicos fúngicos y xilófagos, otorgando durabilidad y resistencia a la pudrición, como fue documentado por (Trujillo, 1992; González Laredo, 1996; Ramos León, 2014; Carbone et al., 2019).

Sin embargo, la raíz presenta escaso contenido de taninos y ausencia de saponinas permitiendo que éste órgano subterráneo sea atacado por agentes biológicos, tal como puede observarse en la Figura 9. Fue observada la presencia de larvas de gusanos del suelo (Figura 9) formando galerías en las raíces de *G. perennis* indicando que este órgano es sensible al ataque de agentes patógenos.

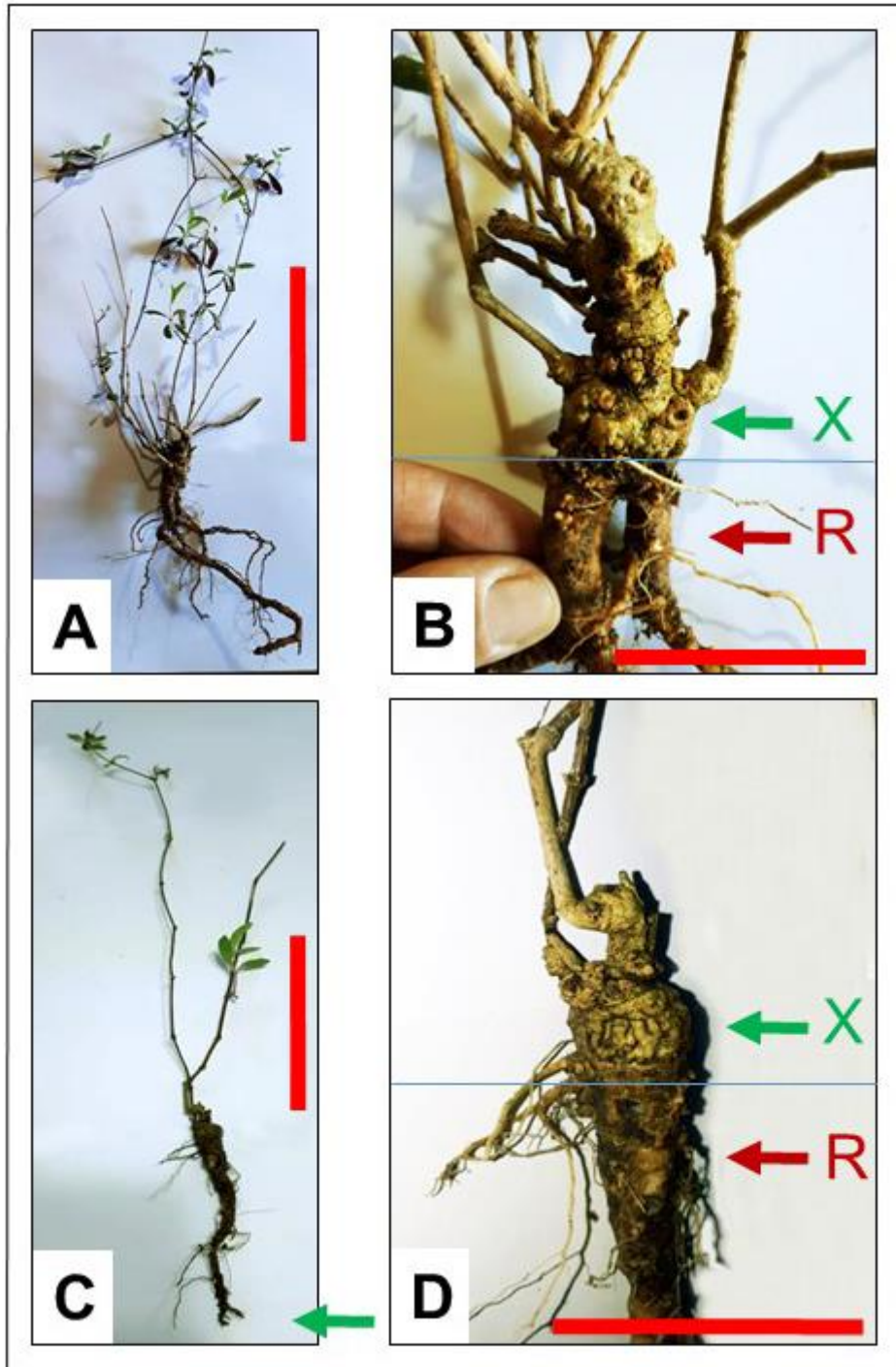


Figura 3. *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A y C, Vista general de la planta entera; B y D, Vista del xilopodio (X) y de la raíz (R). Escalas: A y B = 10 cm; C y D = 5 cm.

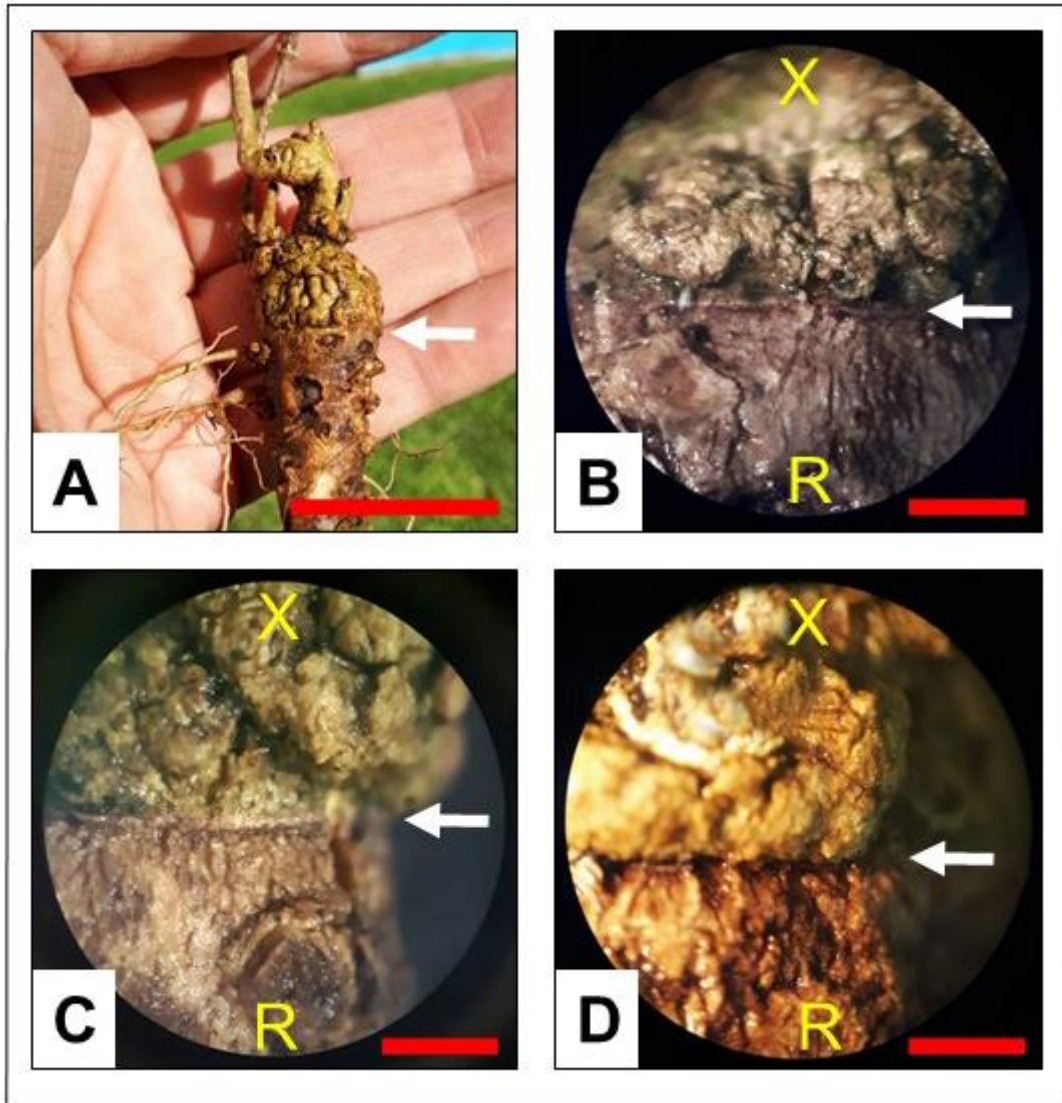


Figura 4. *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A, Vista general del xilopodio y de la raíz; B, C y D, Vista en detalle de la línea divisoria entre La raíz (R) y el xilopodio (X). Escalas: A = 5 cm; B, C y D = 5 mm.

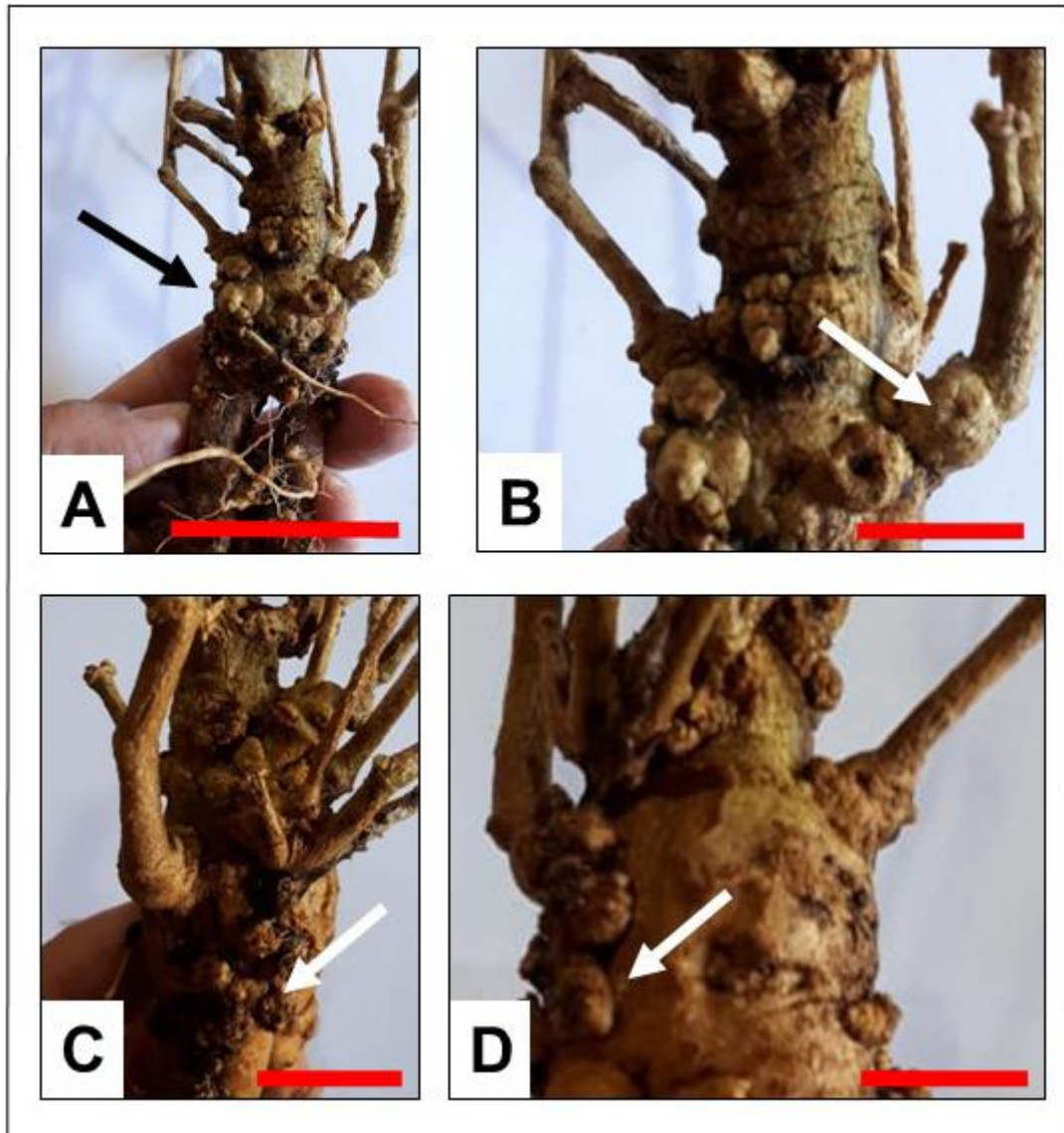


Figura 5. *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A, Aspecto general de la superficie irregular mameliforme del xilopodio; B, C y D, Detalle de los mamelones. Escalas: A y C = 5 cm, B y D = 1 cm.

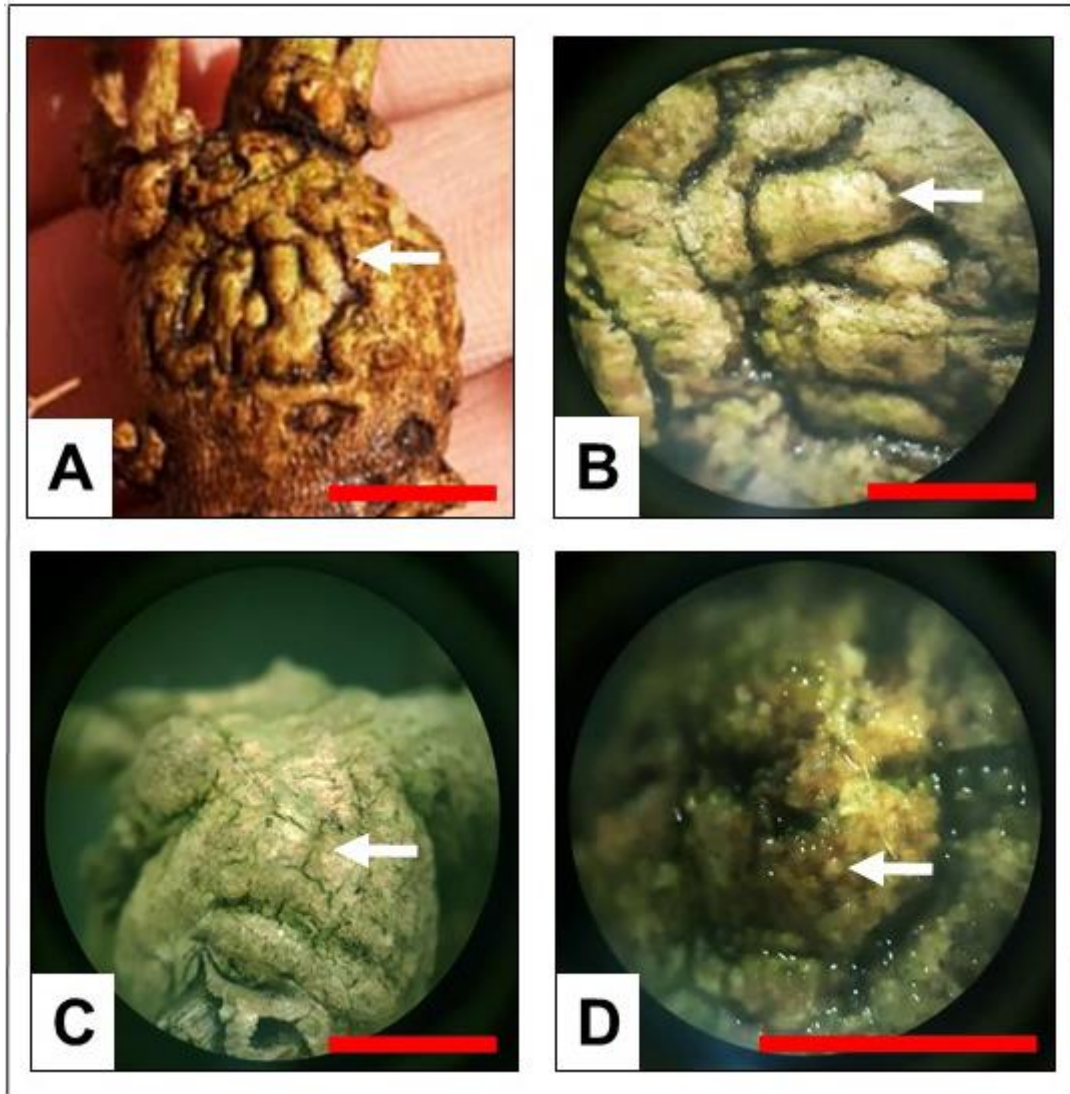


Figura 6. *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A, Aspecto general del xilopodio mostrando una superficie cerebroide algo rugosa; B, Detalle de la superficie irregular del xilopodio mostrando una formada por elementos oblongos; C, Detalle de la superficie agrietada y verrucosa de un elemento oblongo; D, Estructuras verrucosas. Escalas: A = 1 cm, B = 5 mm, C y D = 5 mm.

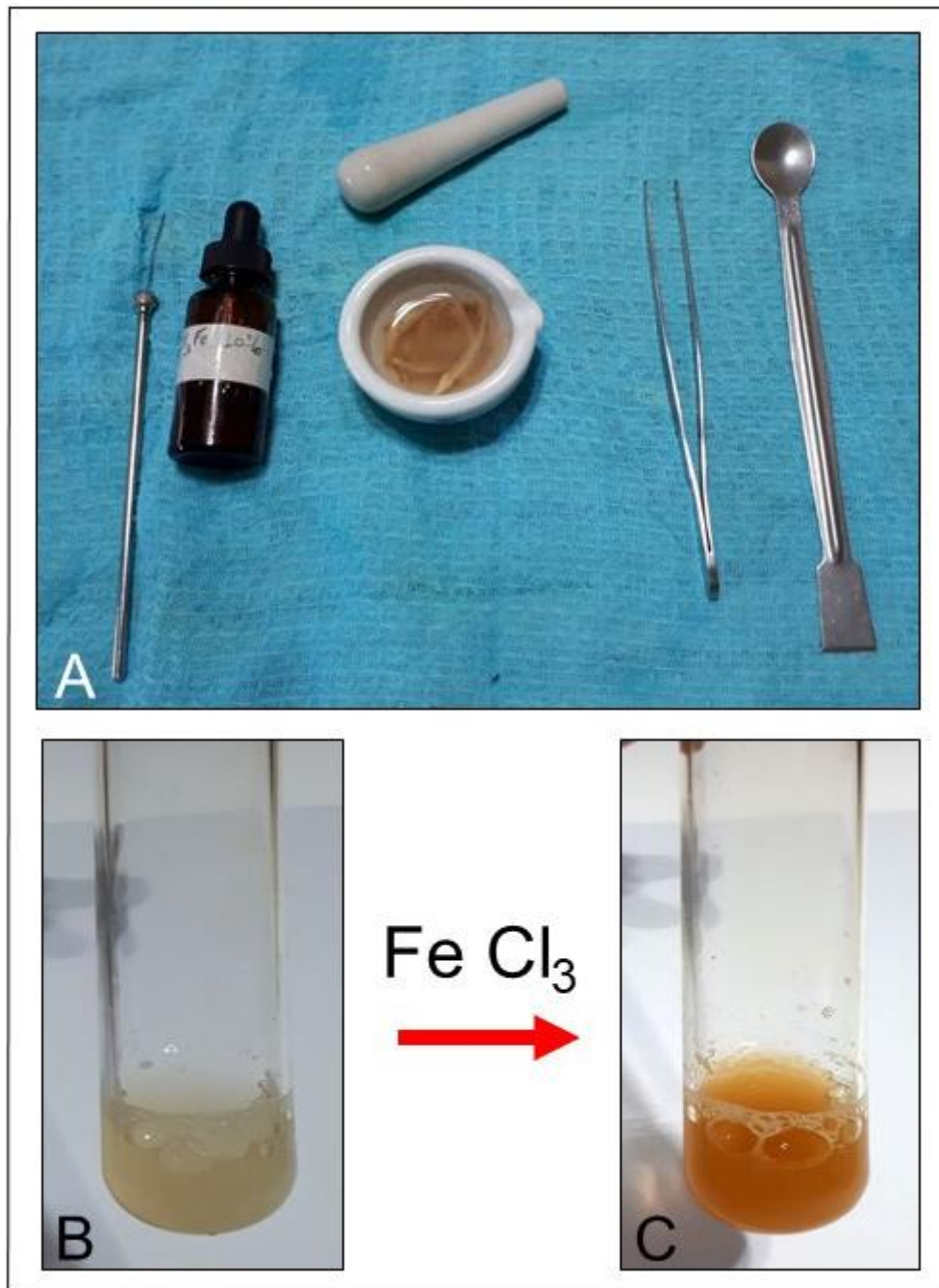


Figura 7. *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A. Se observan algunos elementos de trabajo utilizados para llevar a cabo la prueba fitoquímica de presencia de taninos; B. Extracto acuoso de raíz; C. Reacción fitoquímica positiva del extracto acuoso de raíz con una solución de cloruro férrico, indicando un color pardo que evidencia la presencia de taninos.

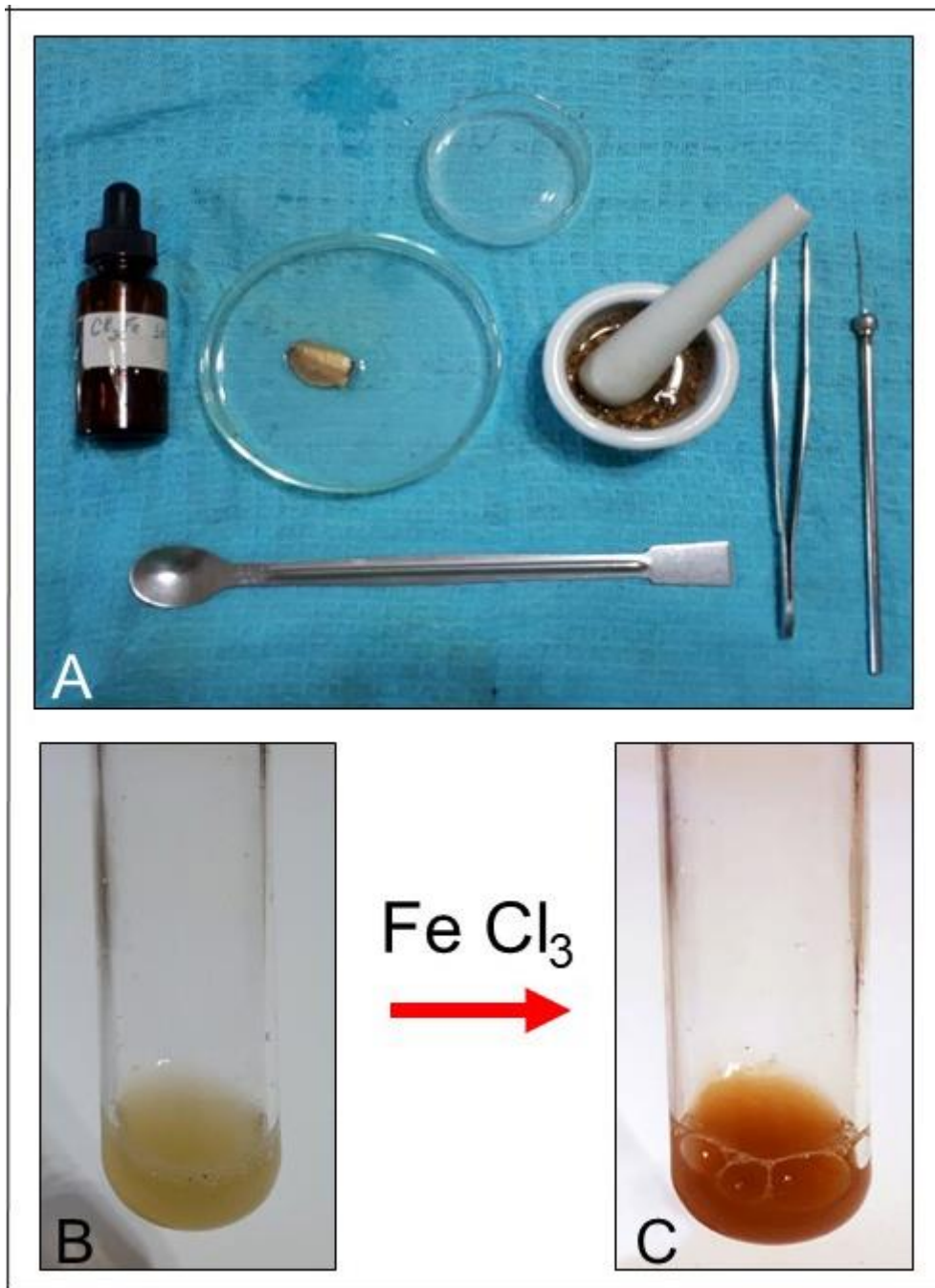


Figura 8. *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. A, Se observan algunos elementos de trabajo utilizados para llevar a cabo la prueba fitoquímica de presencia de taninos; B, Extracto acuoso de xilopodio; C, Reacción fitoquímica positiva del extracto acuoso de xilopodio con una solución de cloruro férrico, indicando un color pardo oscuro que evidencia la presencia de taninos.

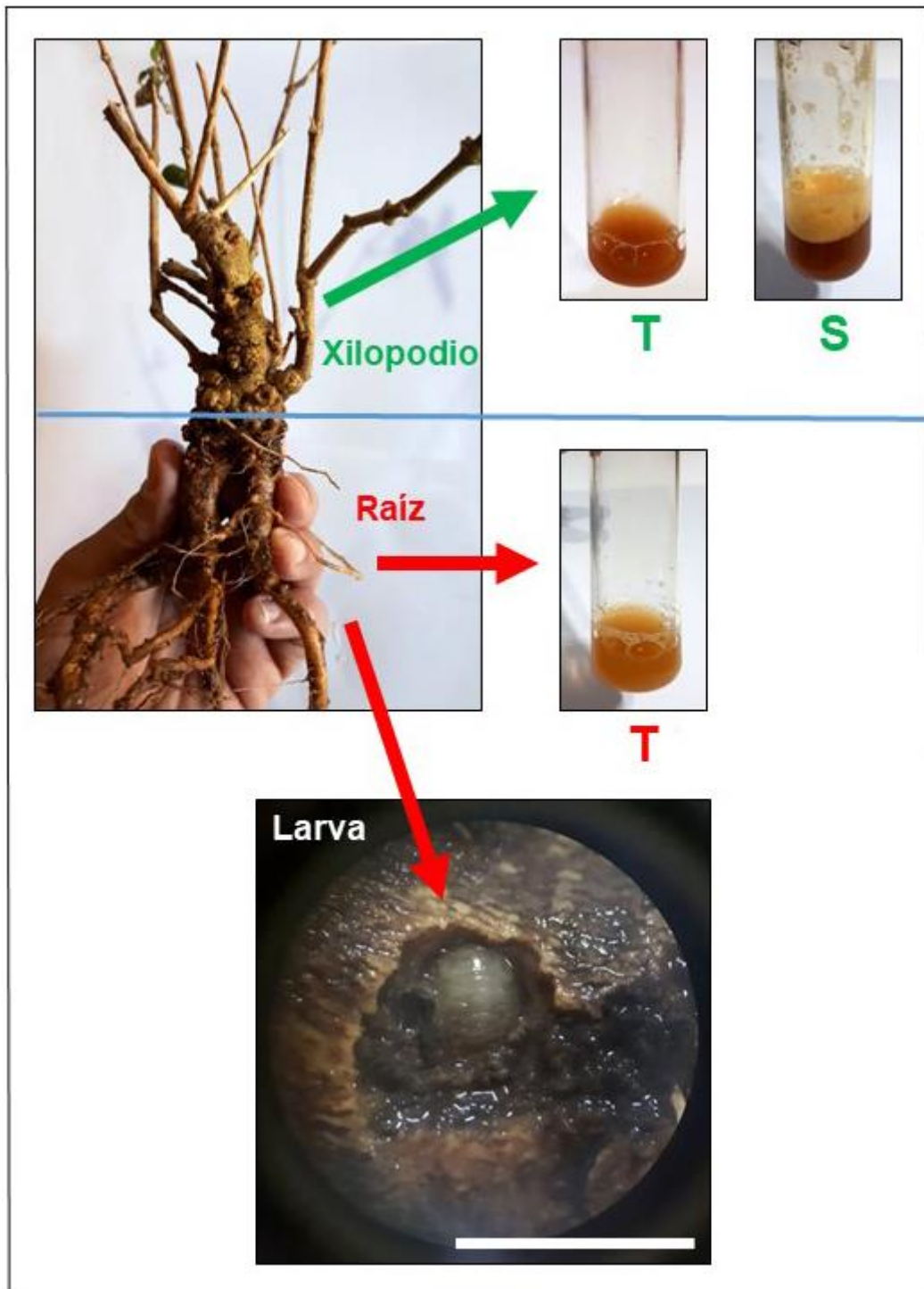


Figura 9. *Gomphrena perennis* “flor de papel” proveniente de la localidad de Marcos Juárez. Xilopodio con presencia de Taninos (T) y saponinas (S); Raíz con escaso tanino y sin saponinas, lo que permite el ataque por ciertas larvas. Escalas: = 1 cm

Conclusiones

Gomphrena perennis presenta una estructura subterránea compleja, compuesta por el xilopodio y un conjunto de raíces tuberosas, que le permite rebrotar y generar nuevos vástagos aéreos luego de la estación adversa o posteriormente al estrés ejercido por la aplicación de fitosanitarios. Este órgano de reserva confiere carácter perennifolio a la especie, que, además, posee la capacidad de sintetizar elevadas tasas de compuestos carbonados y generar, en estadios iniciales de crecimiento, un órgano subterráneo con suficientes reservas para sobrellevar situaciones adversas.

Los resultados obtenidos en este trabajo señalan que para lograr el control eficaz de plantas de *G. perennis* es necesario recurrir a la aplicación de una combinación de herbicidas que posean diferentes modos de acción, en mezcla con tensioactivo, coadyuvante y Sulfato de Amonio que aseguren la correcta absorción y traslado de los mismos, y que posean cierta residualidad para poder ejercer su efecto sobre el órgano subterráneo frenando su formación y acumulación de reservas.

La presencia de taninos en dicho órgano de perpetuidad le confiere resistencia al ataque de patógenos y organismos xilófagos constituyendo una estrategia de perpetuidad exitosa ante situaciones adversas.

Agradecimientos

Numerosas actividades enmarcadas en este trabajo final de carrera fueron realizadas en el marco del ASPO, requiriendo numerosos encuentros sincrónicos con el alumno tesista para avanzar en la realización y redacción del mismo.

Los resultados del ensayo fisiológico de dosis - respuesta fueron enviados para su publicación en la Revista Malezas el 25 de septiembre de 2020: "Eficacia de diferentes

fitosanitarios para el control de *Gomphrena perennis* L.(Amaranthaceae)" cuyos autores son Carbone, A.; Hernández, M.P. y Scardino, M.

Agradezco al Instituto de Fisiología Vegetal (INFIVE-CONICET) donde pude llevar a cabo los ensayos experimentales que forman parte de este trabajo.

Agradezco a las siguientes personas que han sido de fundamental importancia, tanto en la realización de este trabajo, como durante toda esta etapa universitaria:

- A mi Directora de Tesis Alejandra Carbone y mi co-Director Marcelo Hernandez, por toda su ayuda y dedicación.

- A mi tío Marcelo Sacco y su empresa SAYME AGROPECUARIA, por facilitarme los productos químicos necesarios para poder desarrollar este trabajo.

- A mi familia en general, por todo su esfuerzo y estímulo para que yo pueda concluir con mi carrera universitaria.

- A mi novia Yamila, que ha sido un apoyo fundamental e incondicional estos últimos cuatro años.

Bibliografía

ACOSTA J, CARBONE A & PERRETA M (2018). *Gomphrena perennis* L. En: Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo III. Ed: O. Fernández, E. Leguizamón y H. Acciaresi. Coeditor: C. Villamil. 1ra Ed. Bahía Blanca: Ediuns. ISBN: 978-987-655-193-9. Pp. 415-425.

ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS: ALAM (1974). Resumen del panel sobre métodos para la evaluación de ensayos en control de malezas en Latinoamérica. Revista de la Asociación Latinoamericana de Malezas. II Congreso de ALAM, Cali, Colombia. Pp. 6-12.

ASEGA A & CARVALHO M (2004). Fructan metabolising enzymes in rhizophores of *Vernonia herbacea* upon excision of aerial organs. *Plant Physiol. Biochem.* 42: 313- 319.

- BAKER H (1974). The evolution of Weeds. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:1-24.
- BUKOVAC M (1976). Herbicide entry into plants. In: *Herbicides: Physiology, Biochemistry, Ecology*. Vol. I (ed. By Audus L.J.). Academic Press, New York. Pp. 335-364.
- BURKART A (1987). *Flora Ilustrada de Entre Ríos*. Tomo III, Argentina. Colección Científica de INTA, Buenos Aires.
- CARBONE A (2015). Caracterización morfo-anatómica de dos poblaciones de *Gomphrena perennis* L. y su posible relación con la sensibilidad al herbicida glifosato. Tesis Magister Scientiae. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/48707>
- CARBONE A, FERNANDEZ F, HERNANDEZ M & ARAMBARRI A (2019). Morphoanatomy, histochemistry and crystals of the underground system of *Baccharis notoserigila* (Asteraceae). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 54 (4): 519-532. DOI: <http://dx.doi.org/10.31055/18512372.v54.n4.24930>.
- CASAFE (Cámara de la Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes de la República Argentina) (2007). *Guía de Productos Fitosanitarios para la República Argentina*, Edición 2007. Tomo 1: Generalidades – Herbicidas – Fertilizantes.
- CRUZ-HIPOLITO H, OSUNA M, DOMINGUEZ-VALENZUELA J, ESPINOZA N & DE PRADO R (2011). Glyphosate tolerance by *Clitoria ternatea* and *Neonotonia wightii* plants involves differential absorption and translocation of the herbicide. *Plant Soil* 10:1104-1108.
- FACCINI D & PURICELLI E (2007). Eficacia de herbicidas según las dosis y el estado de crecimiento de malezas presentes en un suelo en barbecho. *Agriscientia* 24: 29-35.
- FACCINI D & PURICELLI E (2010). Efecto de la dureza del agua y del sulfato de amonio sobre la eficacia de herbicidas de barbecho químico en *Carduus acanthoides* y *Conyza bonariensis*. *Revista Investigaciones Facultad de Ciencias Agrarias UNR. Ciencias Agronómicas*, Pp.13-16.
- FIGUEIREDO-RIBEIRO R, DIETRICH S, CHU E, CARVALHO M, VIEIRA C & GRAZIANO T (1986). Reserve carbohydrates in underground organs of native Brazilian plants. *Rev. Bras. Bot.* 9: 159-166.

GONZALEZ LAREDO R (1996). Preservación de la madera con taninos. *Madera y Bosques*, Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México, 2 (2): 67-73.

GROSSMANN K (2003). Mediation of herbicide effects by hormone interactions. *J Plant Growth Regul.* 22: 109-122.

HEAP IM (2011). International Survey of Herbicide Resistant Weeds. Disponible en: <http://www.weedscience.org>. Último acceso:15-06-2019.

HERBICIDE RESISTANT PLANTS COMMITTEE (1998). "HERBICIDE RESISTANCE" AND "HERBICIDE TOLERANCE" DEFINED. *Weed Technol.* 12: 789.

HESS E (1985). Herbicide absorption and translocation and their relationship to plant tolerances and susceptibility. In: *Weed Physiology*, Vol. II (ed. by Duke S.). CRC Press, Boca Raton, FL. 191-214.

HULL H, DAVIS D & STOLZENBERG G (1982). Actions of adjuvant on plant surface. In: *Adjuvant for Herbicide* (Ed. by Hodgson R.). Weed Science Society of America, Lawrence, K.S. Pp. 26-67.

KORWAR P, BEKNAL A, PATIL B., et al. (2010). A study on phytochemical investigation of *Drynaria quercifolia* Linn rhizome. *International Journal of Pharmaceutical Science and Research*,1: 148-158.

LABRADA R & PARKER C (1996). El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas. En: "Manejo de malezas para países en desarrollo". Labrada, R.; Caseley, J. y Parker, C. Roma. FAO. 403 pp.

LEGUIZAMON ES (2008). Historia de la agricultura y el control de malezas en la Argentina (material didáctico FCA-UNR).

MARZOCCA A, MARSICO O & DEL PUERTO O (1976). Manual de malezas. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 564 pp.

MC WHORTER C (1980). The physiological effects of adjuvants on plants. In: *Weed Physiology: Herbicide Physiology*. Vol. II (ed. by Duke S.O.) CRC Press, Boca Raton, FL, 141-158.

- NISENSOHN L & TUESCA D (2001). Especies de malezas asociadas al nuevo modelo productivo de la región. Cátedra de Malezas, Facultad Ciencias Agrarias. UNR.
- NISENSOHN L, TUESCA D, ANGELOTTI P & BONIFAZI S (2007). “*Portulaca gilliesii* Hook. y *Gomphrena perennis* L.: Especies con tolerancia al herbicida glifosato”. Revista Agromensajes de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNR. ISSN:16698584.
- PENGUE W (2003). El Glifosato y la dominación del ambiente. Revista Biodiversidad, sustento y culturas. Disponible en: <http://www.biodiversidadla.org/content/view/full/7636>. Último acceso: 27/07/2019.
- PLAYUK J (2016). Estudio morfo-anatómico de *Gomphrena perennis*, maleza tolerante al glifosato. Tesis de grado Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Disponible: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/57485/Documento_completo.pdf-PDFA1b.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- PURICELLI E & TUESCA D (2005). Efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbechos de secuencias de cultivos resistentes a glifosato. Agriscientia 22:69-78.
- PURICELLI E & FACCINI E (2009). Efecto de la dosis de glifosato sobre la biomasa de malezas de barbecho al estado vegetativo y reproductivo. Planta Daninha, Vicosa, M-G. 27:303-307.
- RACHID M (1974). Traspiracao e sistemas subterraneos da vegetacao de verao dos campos Cerrados de Emas. Boletim da Faculdade de Filosofia Ciencias e Letras da Universidade de Sao Paulo, 80 (botánica) 5: 5-140.
- RAINERO H (2008). Problemática del manejo de malezas en sistemas productivos actuales. Boletín de Divulgación Técnica Nro. 3. INTA-EEA Manfredi. Argentina. 4 pp.
- RAMOS LEON HM (2014). Durabilidad natural de tres especies forestales a la acción de dos hongos xilófagos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales, Lima, Perú. 82 pp.
- SANTIER S & CHAMEL A (1992). Penetration of glyphosate and diuron into and through isolated plant cuticles. Weed Res. 32: 337-347.

- SCHREIBER L, KIRSCH T & RIEDERER M (1996). Transport properties of cuticular waxes of *Fagus sylvatica* L. and *Picea abies* (L.) Karst: Estimation of size selectivity and tortuosity from diffusion coefficients of aliphatic molecules. *Planta* 198: 104-109.
- SCHREIBER L, SKRABS M, HARTMANN K, et al (2001). Effect of humidity on cuticular water permeability of isolated cuticular membranes and leaf disks. *Planta* 214: 274-282.
- TERTULIANO M & FIGUEIREDO-RIBEIRO R (1993). Distribution of fructose polymers in herbaceous species of Asteraceae from the cerrado. *New Phytol.* 123: 741-749.
- TUESCA D, PURICELLI E & PAPA JC (2011). A long term study of weed flora shifts in different tillage Systems. *Weed Res.* 41:369-382.
- TRUJILLO CF (1992). Índice de resistencia de la madera de cinco especies forestales a la acción de 2 hongos xilófagos Tesis, Escuela de Post – Grado 94 p.
- VIJN I & SMEEKENS S (1999). Fructan: more than a reserve carbohydrate? *Plant Physiol.* 120: 351-359.
- WANAMARTA G & PENNER D (1989). Foliar absorption of herbicides. *Weed Sci.* 4: 215-231.
- WEBSTER T & SOSNOSKIE L (2010). Loss of glyphosate efficacy: a changing weed spectrum in Georgia cotton. *Weed Sci.* 58:73-79.
- WU H, PRATLEY J, LEMERLE D & HAIG T (2001). Allelopathy in wheat (*Triticum aestivum*). *Ann Appl Biol* 139: 1-9.
- ZIMDAHL R (1993). *Fundamentals of Weeds Science*. Academic Press. San Diego, California. Pp. 15-39.
- ZULOAGA F, MORRONE F & BELGRANO M (eds.) (2008). Catálogo de las plantas vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107, 3 Vol., 3486 pp.