



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

Trabajo Final de Carrera Dúo

Modalidad: Trabajo de Investigación

“PRODUCTIVIDAD DE UN VERDEO DE AVENA SOMETIDO A FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y PASTOREOS EN EL PARTIDO DE CASTELLI”

Alumnos:

Astoreca Marcelo

DNI: 34509959

Legajo N°: 25887/7

E-mail: marceloastoreca@gmail.com

Teléfono: 2241-558219

De Arenaza, Agustín

DNI: 33641980

Legajo N°: 25639/2

e-mail: agustindearenaza@gmail.com

teléfono: 11-64019919

Directora: MSc. Alejandra V. Carbone

Co-directora: Dra. Vilma Luciana Saldua

La Plata, 5 de junio de 2019.

INDICE

RESUMEN	PÁG. 3
INTRODUCCION	PÁG. 4
OBJETIVO GENERAL	PÁG. 11
OBJETIVOS ESPECIFICOS	PÁG. 11
MATERIALES Y METODOS	PÁG. 12
RESULTADOS Y DISCUSION	PÁG. 16
CONCLUSION	PÁG. 29
BIBLIOGRAFIA	PÁG. 31

RESUMEN

Se evaluó la productividad de un verdeo de avena sometido a pastoreo en diferentes momentos desde la siembra y creciendo bajo distintas dosis de fertilizante nitrogenado. El ensayo se realizó en un establecimiento tambero en Castelli (Buenos Aires). La parcela experimental fueron 2 ha sembradas con 100 kg semillas y fertilizadas con 100 kg/ha de fosfato diamónico. A 68 días de siembra (dds) se efectuó el primer corte y posteriormente se dividió el lote en 12 parcelas de 9 m². Se utilizó diseño en bloques dispuestos al azar, donde se establecieron 4 tratamientos (T) con 3 repeticiones. Los T fueron aplicaciones de 0 – 40 - 60 y 80 kgUrea/ha (T1, T2, T3 y T4), respectivamente, luego de cada corte. Se evaluó periódicamente parámetros de crecimiento no destructivos y destructivos previo a cada pastoreo. Se estimó la producción para conocer la disponibilidad de forraje luego de efectuado cada corte y la producción acumulada total. El 2do y 3er corte se efectuó a los 103 y 136 dds y se extrajeron muestras de suelo para evaluar el contenido de N-(NO₃⁻) edáfico. Los datos se analizaron mediante ANOVA, comparando medias por prueba de Tukey ($p < 0.05$). Se pudo observar que T4 registró la mayor producción acumulada total con 6485 KgMS/ha, con diferencias estadísticamente significativas respecto al resto de los T evaluados. Los niveles de N-(NO₃⁻) edáfico registrados a los 103 dds mostró diferencias estadísticamente significativas para T4, con mayor valor respecto a los otros T, manteniéndose la misma tendencia a los 142 dds. Los resultados obtenidos indicaron que la biomasa total del verdeo se incrementó con la fertilización nitrogenada de 80 kgUrea/ha luego de efectuado cada pastoreo en el establecimiento tambero de Castelli.

INTRODUCCIÓN

Importancia a nivel mundial

La avena es el séptimo cereal más cosechado a nivel mundial con rendimientos que alcanzan los 24.450.000 toneladas (t) para el año 2016 (FAO, 2016).

De acuerdo a las estimaciones del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, en la campaña 2012/13 se produjeron 21 millones de t de avena, cifra inferior a los 22,5 millones de t de la temporada anterior, principalmente como resultado de una caída en la producción de Rusia (1,3 millones de t) y una disminución de 0,4 millones de t en la producción de Canadá (Villagran, 2013). Para la temporada 2013/14 se proyectó un retorno de la producción mundial de 22,5 millones de t, gracias a la recuperación productiva de Canadá, un ascenso parcial de casi 1 millón de t de Rusia y un aumento de las producciones de Estados Unidos y Europa (Villagran, 2013). La demanda se mantendría alrededor de 22 millones de t, tal como ha sucedido en las tres últimas campañas, situándose para la temporada 2013/14 por debajo de la producción (Villagran, 2013).

Importancia a nivel nacional

En la República Argentina, en la campaña 2015/16 se sembraron 1.329.000 ha de avena de las cuales 240.000 ha fueron destinadas a la cosecha de granos con un rendimiento de 2.300 kg/ha y una producción de 552.000 t, siendo el resto destinado a pastoreo (1.089.000 ha) (Ministerio de Agroindustrias, 2015).

La avena ocupa un lugar preponderante en nuestro país debido a la extensión de la superficie sembrada y el panorama varietal que presenta. Las especies más difundidas como verdeo de invierno son la avena blanca (*Avena sativa* L.) y la avena amarilla (*Avena byzantina* K.). Esta última es algo más rústica que la blanca y se encuentra difundida por

toda Sudamérica, siendo su principal destino la alimentación animal. A partir de la década del 60 apareció la avena blanca, introducida desde América del Norte, la cual, si bien es usada en alimentación animal, constituye también un grano apto para la alimentación humana. Varios de los nuevos cultivares son producto de cruzamientos inter-específicos entre *A. sativa* y *A. byzantina* (Amigone y Tomaso, 2007).

Debido a la gran versatilidad en su utilización y esta plasticidad explica en buena medida su grado de aceptación por parte de los productores agrícola-ganaderos dado que permite el pastoreo directo durante todos sus estados, el cultivo doble propósito (biomasa y grano), la producción de rollos y fardos, la cosecha de grano para el consumo humano y animal (principalmente equinos), y la producción de semillas (Dumont y Lanuza, 1987). Por sus requerimientos de clima y suelo se adapta perfectamente a nuestra zona, lo que convierte a Argentina en un excelente proveedor de semillas para nuevas siembras y de grano forrajero e industrial (Wehrhahne, 2008).

La industria agroalimentaria la utiliza para la elaboración de avenas arrolladas, harinas, galletitas y cereales para el desayuno. La importancia del grano de avena en alimentación humana se fundamenta en que es el cereal con más alta calidad biológica de proteínas, comparativamente con otros cereales (Frey, 1977). Estos productos poseen una creciente demanda debido a los efectos benéficos para la salud y por ello se requiere una continua especialización de la calidad de los granos destinados a este fin (Conti et al., 2014).

Los cultivos destinados a pastoreo directo se implantan al inicio del otoño, con fecha óptima en marzo, y aquellos destinados a heno o cosecha de granos se siembran entre fines de junio y mediados de julio (Romero y Mattera, 2012). Este verdeo se destaca por su tolerancia al estrés hídrico, elevada tasa de crecimiento inicial y por mantener su calidad en estados reproductivos (Tomaso, 2009).

Las diferencias más notorias entre los cultivares comerciales reside en su velocidad de crecimiento inicial, producción de forraje, rendimiento en grano, capacidad de rebrote, tolerancia al frío y susceptibilidad a roya de la hoja.

En Argentina hay tres criaderos con programas de mejoramiento en avena siendo el INTA Bordenave, la Cátedra de Cerealicultura (Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP) y la Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio MAAyP - INTA), todas ubicadas en la provincia de Buenos Aires (Tomaso, 2008). El curso de Cerealicultura como parte del criadero de la FCAYF-UNLP ha trabajado en mejoramiento de avena durante más de 60 años. Actualmente, con la intención de inscribir nuevas líneas promisorias, que se encuentran en filiales avanzadas del plan de mejoramiento de este cultivo, se realizan ensayos comparativos de rendimiento, para evaluar si las mismas superan a las mejores variedades comerciales en aptitud para producción de pasto, grano y comportamiento sanitario.

Manejo de la fertilización en verdeo de avena

En los pastizales de la Pampa Deprimida la principal alternativa que surge para incrementar la producción de forraje es el manejo controlado de la hacienda mediante pastoreo rotativo. A su vez, y considerando las características ambientales y edáficas del establecimiento, se agrega la fertilización. Los principales factores que influyen en la respuesta a la fertilización nitrogenada (FN) son entre otros el nivel de fertilidad edáfica, la dosis utilizada, el momento de aplicación, el contenido hídrico y el cultivo antecesor.

La FN en cultivos anuales de avena en zonas templadas tiene como objetivo principal incrementar los Kg de MS/Ha, comprendido por componentes de crecimiento del forraje, donde se evidencia el aumento de la tasa de elongación foliar, se favorece el rebrote, aumenta la aparición de macollos por planta y el número de hojas desplegadas (García et

al., 2002). El nivel mínimo de N disponible o mineral (nitratos + amonio) ocurre en invierno con las temperaturas más bajas, y el máximo en primavera-verano con las temperaturas más elevadas (Mazzanti et al., 1997). Por lo expuesto anteriormente se deduce que la FN debe ser realizada principalmente a fines de otoño y principios de invierno. La aplicación temprana del N adelanta el crecimiento de las gramíneas y, por lo tanto, el pastoreo, en un momento estratégico en cuanto a la oferta forrajera, logrando de esta manera un aprovechamiento anticipado del cultivo.

En la zona donde se llevó a cabo el ensayo experimental es una práctica habitual la fertilización a la siembra con fosfato di amónico DAP (18-46-00), debido a que la Pampa Deprimida posee suelos deficientes en Fósforo (García et al., 2002).

Descripción de la zona de estudio donde se desarrolló el ensayo

El Partido de Castelli se encuentra ubicado al este de la provincia de Buenos Aires, (36°06'00"S 57°47'00"O). Limita con los partidos de Dolores, Pila, Chascomús y Tordillo. Se encuentra en la Región de la Pampa Deprimida correspondiente a la cuenca inferior del Río Salado, caracterizada por su relieve plano con mínima pendiente, presentando graves y específicos problemas de drenaje en sus suelos.

La zona registra un tradicional sistema de cría bovina, sin embargo, la franja costera constituye una reserva ecológica de humedales de altísima biodiversidad en fauna y flora típica, Reserva Provincial Samborombón.

En la zona no existe una cuenca hidrográfica definida al no poseer ríos ni arroyos con cauce permanente y sus aguas escurren lentamente en direcciones variables hacia lagunas, bañados o sectores con menor nivel. Cuando las aguas adquieren mayor volumen se advierte que esa falta de pendiente no es tan rigurosa, sino que se constata una muy ligera caída hacia el Este, no uniforme, en búsqueda del Río Salado, principal evacuador regional. Posee escurrimiento dificultoso de tipo difuso y poco concentrado.

De acuerdo a los registros de regímenes de precipitaciones mensuales promedio y de distribución de temperaturas mensuales medias, máximas y mínimas del partido de Castelli de 1982 a 2012, el clima dominante es templado húmedo con una precipitación media anual de 910mm distribuidos regularmente a lo largo del año. Las temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales del aire en el Partido de Castelli son de 15,1°C; 21,1°C; y 9,2°C respectivamente. Las medias mensuales abarcan desde 22,2°C en enero hasta los 9°C en julio. Las temperaturas máximas medias mensuales van desde 29,3°C en enero, hasta 14°C en julio. Por último, las temperaturas mínimas medias mensuales se encuentran entre 15,1°C en enero y 4°C en julio. Con un periodo libre de heladas de 160 días y con posibles heladas de 105 días (es.climate-data.org).

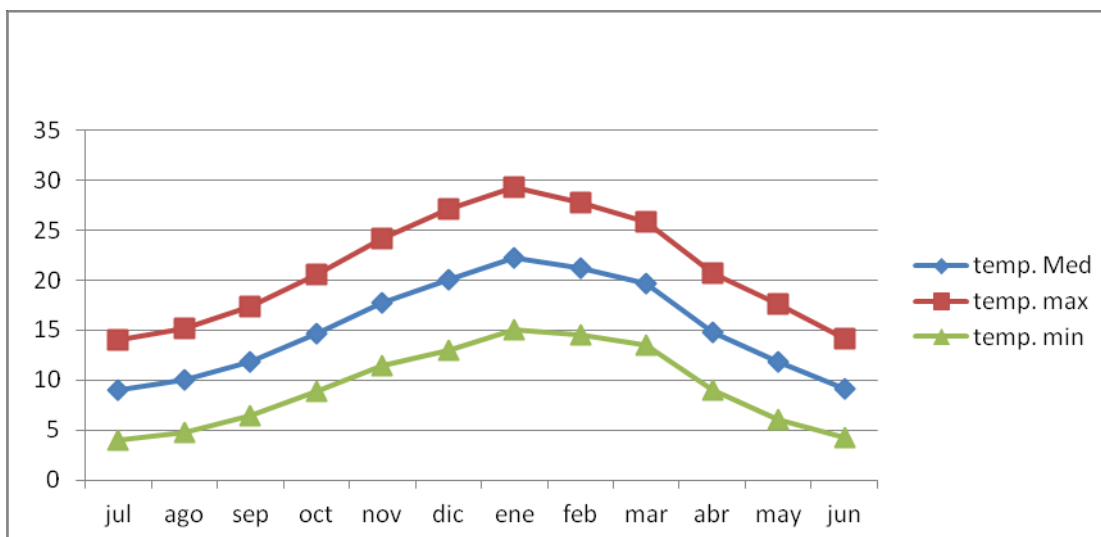


Figura 1: Distribución de temperaturas mensuales medias, máximas y mínimas del partido de Castelli de 1982 a 2012.

El balance hídrico según la metodología de Thornthwaite y Mather (1955) muestra que sólo 3 meses del año presentan déficit hídrico (diciembre, enero y febrero), ya que aunque las precipitaciones son elevadas, las temperaturas altas generan un aumento en la

evapotranspiración (E). Los meses de mayores excesos hídricos comprenden el lapso que va desde junio a septiembre. Debido a que el régimen de precipitaciones es mayor a la evapotranspiración potencial (EP) anual, se infiere que el partido de Castelli es húmedo.

Tabla 1: Balance hidrológico zonal.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
EP	124	103	89	54	33	20	20	27	41	58	85	112	766
PP	72	96	97	88	79	63	54	60	78	60	82	83	912
PP-EP	-52	-7	8	34	46	43	34	33	37	2	-3	-29	
Σ - (P - EP)	-84	-91									-3	-32	
Almacenaje	226	221	229	263	300	300	300	300	300	300	297	269	
Δ Almacenaje	-43	-5	8	34	37	0	0	0	0	0	-3	-28	
ER	115	101	89	54	33	20	20	27	41	58	85	111	754
Exeso					9	43	34	33	37	2			158
Deficiencia	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12

Fuente: INTA Chascomús.

Sistema productivo de la zona

Inicialmente, Castelli y sus alrededores se caracterizaron por la actividad ganadera, principalmente por sus pastizales naturales y las propiedades edáficas. En la última década tuvo un incremento la producción láctea y la agricultura, debido a los avances tecnológicos y aparición de diferentes híbridos que llevaron a la posibilidad de implantación de cultivos de mayor valor forrajero, adaptables a las propiedades y características de los suelos (Ministerio de Agroindustria, 2015).

Descripción del establecimiento

El establecimiento tambero se encuentra ubicado en el Partido de Castelli, a 12 km de la ciudad cabecera del partido. El mismo cuenta con una superficie total de 450 ha pertenecientes al Sr. Marcelo Astoreca. De la superficie total, 174 ha están destinadas a la producción de leche, las cuales se encuentran divididas en 15 lotes. La estructura

forrajera del establecimiento está compuesta por pasturas de primer, segundo, tercer y cuarto año, verdeos de invierno y de verano.

Dentro de los verdeos invernales, 35 ha se destinarán al cultivo de avena donde se desarrollará el ensayo. Las vacas en producción son suplementadas con alimento balanceado compuesto por afrechillo de maíz, expeler y cáscara de soja, sal, conchilla y núcleo vitamínico, diferenciando el lote de punta y de baja con 9 kg y 6 kg, respectivamente. También se realiza la suplementación con silo de maíz.

Manejo de verdeos en el establecimiento

El consumo de verdeos de invierno, se realiza a través de pastoreos rotativos diarios estableciéndose parcelas. El ingreso de los animales es aproximadamente a los 45 días de sembrado el cultivo, decidiéndose por disponibilidad de recursos y los descansos son de 20 a 60 días. El tipo de pastoreo es por franjas diarias estimando la disponibilidad, donde se realizan cambios diariamente para ajustar la superficie de las siguientes parcelas según el estado en que quedo la parcela anterior.

Suelos del establecimiento

Se distinguen 3 series de suelos: Pila (Pi), Castelli (Cas) y Los Naranjos (LNj), (INTA CARTA DE SUELOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA 3757 - O2 - DOLORES). El ensayo experimental de este trabajo se realizó en la serie Los Naranjos, la cual se corresponde con un suelo *Hapludol Thapto Árgico, Fina, illítica, térmica* (Soil Taxonomy, 2010). Tiene, según INTA, una capacidad de uso Ilw, siendo de carácter agrícola, caracterizado por la implantación de pasturas artificiales y diferentes cultivos. Generalmente son de color pardo oscuro, profundo, que se encuentra en un paisaje de lomas acordonadas al pie de las lagunas y lomas planas extendidas, con relieve normal

en la Subregión Pampa Deprimida Sector Oriental, en posición de loma, moderadamente bien drenado, no alcalino, no salino.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la producción de biomasa o materia seca de un verdeo de avena en diferentes momentos desde la siembra (dds), bajo distintas dosis de fertilizante nitrogenado y sometido a cortes que simulan el pastoreo en un establecimiento tambero en el partido de Castelli.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la producción de materia seca o biomasa de un verdeo de avena a los 30-68-103 y 136 dds.

- Estimar la producción total del verdeo luego de ser sometido a pastoreos y a fertilización nitrogenada diferenciada.

- Relevar y analizar diferentes variables edáficas a los 30 días después de la siembra.

- Realizar la determinación de $N-(NO_3^-)$ con posterioridad a cada corte que simula el pastoreo del establecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayo de calidad de las semillas

Previo a la siembra fue realizado el análisis de calidad de las semillas variedad Maná (Buck) en el laboratorio del INFIVE-CONICET (FCAyF- UNLP).

Se determinó el peso de mil granos (PMG), el porcentaje de impurezas (% I), el poder germinativo (PG), la energía germinativa (EG), la emergencia (E) y la energía de emergencia de plántulas (EP) según las normas ISTA, 2016. Dichas determinaciones fueron realizadas por triplicado en muestras de 100 semillas tomadas al azar.

El PG es el porcentaje de semillas que germina en condiciones de buena disponibilidad de temperatura y humedad y que dará origen a una plántula normal cuando se coloca en condiciones ambientales óptimas para su crecimiento (Borrajo, 2010). La EG es el tiempo que tarda en germinar el 50% del total de las semillas germinadas expresado en horas. Este parámetro representa la velocidad de germinación y la rapidez de la semilla para formar una plántula sana de crecimiento normal, en condiciones controladas.

La E indica la cantidad de plántulas que logran emerger de semillas sembradas a 3 cm de profundidad en tierra tamizada y a 25 C. Se considera E cuando sale a la superficie el coleoptilo o los cotiledones no tocan el suelo (en caso de semillas de gramíneas y leguminosas, respectivamente).

La EP es el tiempo (expresado en días) que demora en emerger el 50% de las plántulas emergidas. El mismo constituye un parámetro muy útil ya que aporta información del comportamiento de las semillas en condiciones de campo y permite ajustar la cantidad de semillas a sembrar por unidad de superficie.

Diseño experimental del ensayo a campo

Es importante mencionar que el plan de fertilización, la elección de la variedad de avena y los momentos de pastoreos se realizaron según el manejo convencional que se lleva a cabo en el establecimiento, que cuenta con la supervisión del Ing. Agr. Enrique Delpech (Prof. UNMdP-INTA Balcarce). En función del plan de manejo productivo del establecimiento, se sembraron 100 kg/ha de semillas variedad Maná (Buck), con un distanciamiento entre líneas de 0,19m y se fertilizó a la siembra con 100kg ha⁻¹ de Fosfato diamónico (DAP: 18:46:0). La elección del cultivar se efectuó por la buena producción de forraje y excelente producción de grano, con un ciclo de 87 días desde germinación a panojamiento. Constituye el material más precoz de los cultivares difundidos actualmente con excelente resistencia al frío, al pisoteo y muy buen rebrote, con buenos comportamientos a roya de la hoja (*Puccinia coronata*) y roya del tallo (*P. graminis*).

El lote tuvo una superficie total de 2ha., demarcando luego de la siembra las 12 parcelas experimentales, que tuvieron una superficie de 9 m². Se realizaron 4 tratamientos con tres repeticiones, y el diseño experimental fue en bloques dispuestos al azar. Los tratamientos realizados se mencionan a continuación:

Tratamientos:

T1: sin fertilización.

T2: fertilización con 40kg ha⁻¹ de Urea (46:0:0) luego de cada pastoreo.

T3: fertilización con 60kg ha⁻¹ de Urea (46:0:0) luego de cada pastoreo.

T4: fertilización con 80kg ha⁻¹ de Urea (46:0:0) luego de cada pastoreo (Plan de fertilización del establecimiento).

Las fertilizaciones mencionadas fueron efectuadas luego de realizados los cortes con tijera en las parcelas experimentales, simulando los pastoreos en el momento en que entraban los animales al lote.

Se efectuaron las determinaciones de diferentes variables en el verdeo y en el suelo:

En el verdeo:

- Se estimó la producción parcial a los 30-68-103 y 136 dds. Se calculó la producción total mediante la sumatoria de las producciones parciales del verdeo. Para efectuar dicha determinación se arrojaron 4 aros con una superficie de 0,25m² en cada parcela experimental para estimar la producción de materia seca aérea por hectárea (MS/ha). Una vez extraídas las muestras contenidas dentro de la superficie de los aros, se llevaron a estufa a 60°C hasta peso seco constante durante 3 días, para determinar peso seco de las mismas. Estos resultados fueron utilizados para calcular la disponibilidad de forraje expresado en kg MS ha⁻¹.

- Los componentes de Rendimiento analizados fueron: número de macollos, número de hojas expandidas del macollo principal, hojas expandidas por macollo y altura de planta. Estos fueron determinados *in situ* el mismo día de la toma de muestras.

-Se estimaron los siguientes índices: Tasa de Crecimiento (TC) del verdeo (kg MS.ha⁻¹. día⁻¹) y Receptividad del verdeo (RV) (expresado en número de cabezas por ha).

En el suelo:

A 30 dds se tomó la primera muestra del perfil del suelo en cada parcela experimental con barreno a una profundidad de (0-20, 20-40 y 40-60 cm). Se determinaron los parámetros que se mencionan a continuación:

-pH actual: se determinó tomando 20 g de suelo seco y agregándole 50 ml de agua destilada para mantener una relación suelo: agua de 1:2,5. Transcurridos 60 minutos se determinó el pH con un peachímetro digital, en las muestras provenientes de las tres profundidades.

-Carbono fácilmente oxidable: se llevó a cabo sólo en el estrato de 0-20 cm, mediante el método de Walkley-Black modificado a través de un tamiz de 0,5 mm.

-Fósforo (ppm): se llevó a cabo en el estrato de 0-20 cm, mediante la técnica de Bray-Kurtz.

-N-(NO₃⁻): se basó en la extracción del amonio por equilibrio de la muestra de suelo con KCl 2N y la determinación de este ion por destilación por arrastre de vapor en presencia de MgO y aleación de Devarda. Luego las muestras se titularon con H₂SO₄ de concentración conocida. Los resultados se expresaron en ppm de N-NO₃⁻.

A los 103 y 142 dds se realizó únicamente la determinación N-(NO₃⁻), debido a que los otros parámetros analizados anteriormente no manifiestan modificaciones en cortos periodo de tiempo. Por lo tanto, el 24 de mayo y 26 de junio (103 y 142 dds), respectivamente, fueron extraídas muestras del perfil del suelo (0-20, 20-40 y 40-60 cm de profundidad) de cada parcela experimental que habían recibido las fertilizaciones nitrogenadas diferenciales.

Se evaluó los niveles de Nitrato total que proviene de la suma de cada sección de suelo analizada. Estas determinaciones fueron llevadas a cabo según metodologías SAMLA (2004) en el laboratorio del curso de Edafología (FCAYF, UNLP).

Los datos obtenidos fueron analizados por ANOVA, comparando medias por Test de Tukey usando el programa Statistica Stat. Soft. Inc. (2005) versión 7.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad de las semillas

Los valores obtenidos de PMG fue 38,782 gr. con un porcentaje de impurezas de 5,35%. El PG y la EG registraron valores del 95% y de 22 horas, respectivamente. El % E fue de 90% y el VE fue de 6 días.

Análisis verdeo

Los parámetros de crecimiento no destructivos del verdeo a los 30 y 68 dds se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros de crecimiento de verdeo de avena variedad Maná sembrado el 10/2/2017 y fertilizado a la siembra con 100 Kg DAP/ha.

Tratamiento: 100 Kg/ha DAP	30 DDS	68 DDS
Altura (cm)	47,8 ± 5,4	71,6 ± 6,8
Número de hojas expandidas del macollo principal	2,6 ± 0,6	4 ± 1,2
Número de macollos	2,3 ± 0,3	4 ± 0,5
Número de hojas expandidas por macollo	3,3 ± 0,4	14,4 ± 1,2
Índice de verdor (unidades Spad)	40.7 ± 1,5	39 ± 2,4

A los 103 dds se pudo observar diferencias estadísticamente significativas en la altura de plantas con mayores registros en los tratamientos que recibieron 40 y 80 kg Urea/ha. El T3 (60 kg Urea/ha) fue el que manifestó el menor valor y el tratamiento control (0 kg

Urea/ha) tuvo un comportamiento intermedio sin diferencias estadísticamente significativas respecto a las plantas fertilizadas con las diferentes dosis de urea (Tabla 3).

El número de hojas del macollo principal registró incrementos significativos en los tratamientos fertilizados con las diferentes dosis de urea (T2, T3 y T4) respecto al control sin fertilizar (T1). La misma tendencia se pudo observar en el número de macollos.

El número de hojas por macollo se incrementó en el tratamiento que recibió la mayor dosis de urea (T4) con diferencias estadísticamente significativas respecto a los otros tratamientos evaluados. La misma respuesta se observó en el índice de verdor que tuvo el mayor registro en T4, con diferencias estadísticas respecto al resto de los tratamientos (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros de crecimiento del verdeo de avena variedad Maná a los 103 dds luego de aplicada la fertilización nitrogenada a los 68 dds.

Tratamiento	Altura (cm)	Nro de hojas del macollo principal	Nro de macollos	Nro de hojas por macollo	Índice de Verdor (Spad)
0 Kg Urea	56,93 ab	21,25 c	8,60 c	3,00 b	32.83 c
40 Kg Urea	60,03 a	30,44 ab	10,30 bc	3,00 b	35.66 b
60 Kg Urea	52,02 b	34,80 a	12,30 ab	3,07 b	36.25 b
80 Kg Urea	59,83 a	36,55 a	14,50 a	3,46 a	38.67 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

A los 136 dds se efectuó la última determinación de los parámetros de crecimiento del verdeo, tanto destructivos como no destructivos y se realizó el tercer y último corte.

En la Tabla 4 puede observarse que no se registraron diferencias significativas en la altura de las plantas ni en el índice de verdor entre los tratamientos evaluados.

El número de hojas del macollo principal manifestó una tendencia mayor en el tratamiento T3 (60 kg Urea/ha) sin diferencias significativas del resto de los tratamientos evaluados.

El número de macollos fue significativamente mayor en T2 (40 kg Urea/ha) respecto al resto de los tratamientos, y el número de hojas por macollo no manifestó diferencias significativas pero tuvo menor registro en el tratamiento que recibió la mayor dosis de urea (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros de crecimiento del verdeo de avena variedad Maná a los 136 dds. A los 68 y 103 dds se efectuó el primer y segundo corte. Luego de efectuados los mismos se realizó la FN 0-40-60 y 80 kg Urea/ha.

Tratamiento	Altura (cm)	Nro de hojas del macollo principal	Nro de macollos	Nro de hojas por macollo	Indice de Verdor (Spad)
0 Kg Urea	37,43 a	15,67 a	6,60 b	2,93 ab	45.10 a
40 Kg Urea	38,87 a	16,70 a	8,35 a	2,83 ab	49.08 a
60 Kg Urea	37,63 a	18,95 ab	5,40 b	2,87 ab	45.95 a
80 Kg Urea	37,67 a	16,70 a	5,76 b	2,53 b	44.78 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según prueba de Tukey($p < 0,05$).

La producción (kg MS/ha) a los 103 dds no registró incrementos estadísticamente significativos entre los tratamientos evaluados (Figura 2).

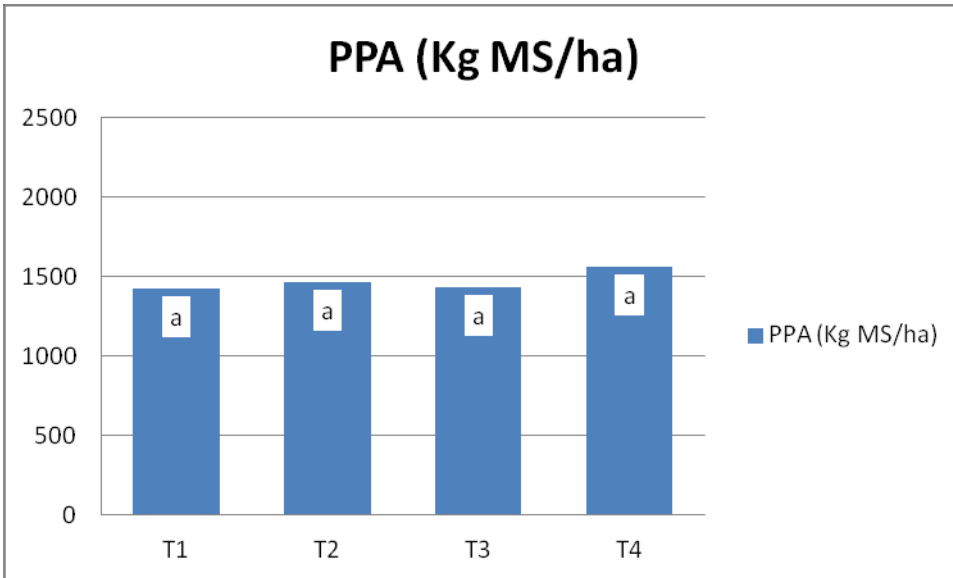


Figura 2. La producción de biomasa (kg MS/ha) del verdeo de avena variedad Maná a los 103 dds. La siembra se realizó el 10/2/2017 y se fertilizó con 100 kg DAP/ha.

La producción (kg MS/ha) a los 136 dds registró incrementos estadísticamente significativos en el tratamiento que recibió la mayor dosis de urea evaluada (T4) respecto a los otros tratamientos evaluados (Figura 3).

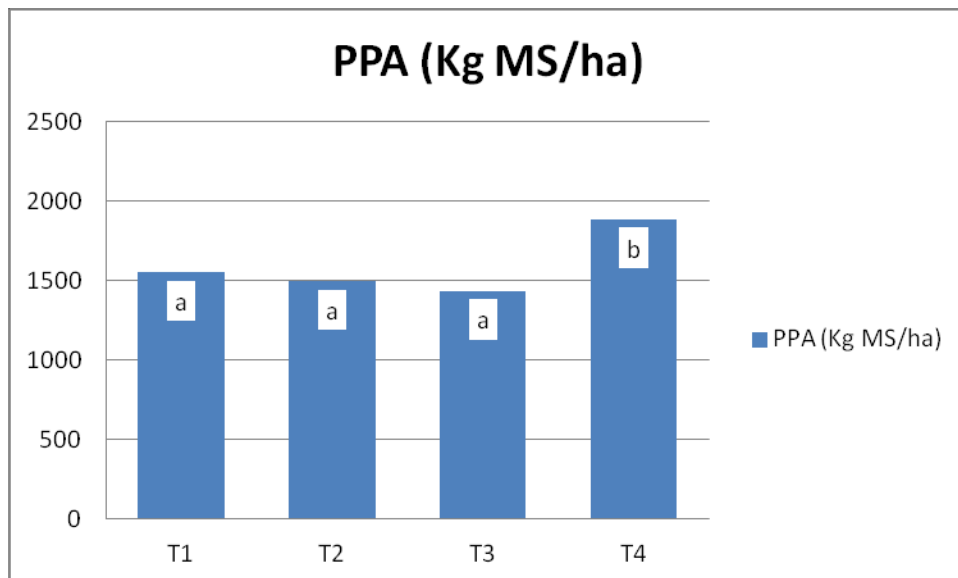


Figura 3. La producción (kg MS/ha) del verdeo de avena variedad Maná a los 136 dds. La siembra se realizó el 10/2/2017 y se fertilizó con 100 kg DAP/ha. A los 68 y 103 dds se efectuó el primer y segundo corte simulando el pastoreo. Luego de cada corte se efectuaron los tratamientos de FN 0-40-60 y 80 Kg Urea/ha.

La producción (kg MS/ha) acumulada por períodos (68-103-136) en el verdeo sometido a FN diferenciada luego de efectuados los dos primeros cortes se presenta en la Figura 4. Se pudo observar que la fertilización con 80 kg Urea/ha registró la mayor producción acumulada total con 6485 kg MS/ha. Este tratamiento manifestó diferencias estadísticamente significativas respecto al resto de los tratamientos evaluados. El control tuvo una producción acumulada total de 6017 kg MS/ha mientras que T2 y T3 (40 y 60 kg Urea/ha), respectivamente, registraron 6000 y 5914 kg MS/ha, con valores menores al tratamiento control.

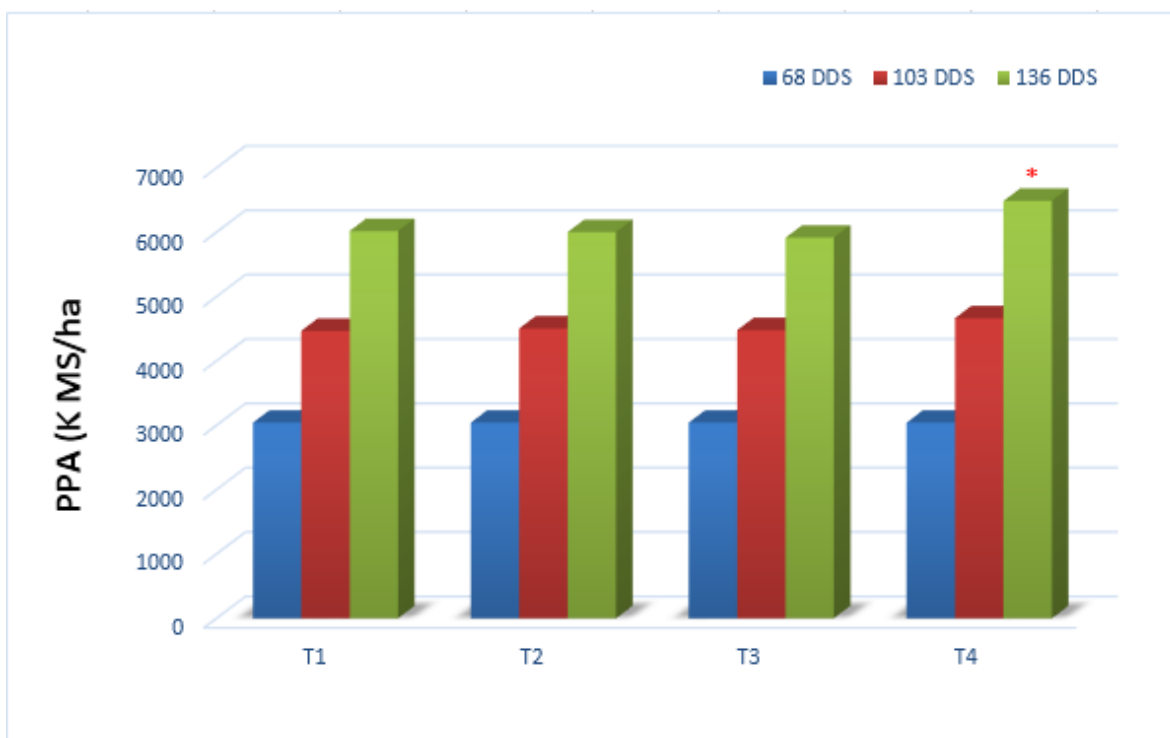


Figura 4. La producción parcial (68 -103 y 136 dds) del verdeo de avena variedad Maná sembrado el 10/2/2017 y fertilizado con 100 kg DAP/ha. A los 68, 103 y 136 ddss se efectuaron el primer, segundo y tercer y último corte. Luego de cada corte se efectuaron los tratamientos de FN 0-40-60 y 80 kg Urea/ha. (*) El asterisco indica diferencia significativa en la biomasa acumulada entre tratamientos

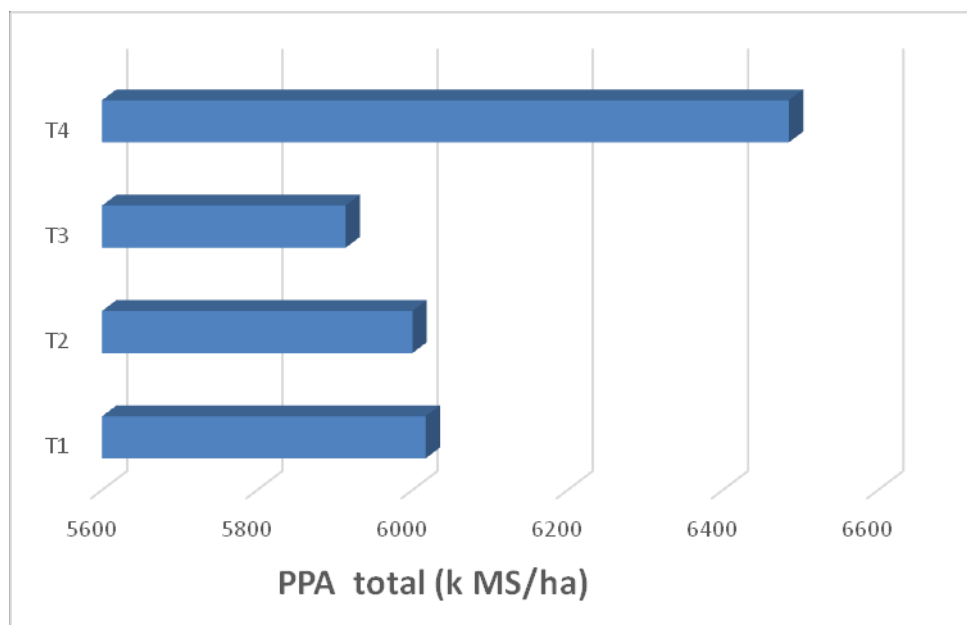


Figura 5. La producción total del verdeo de avena variedad Maná sembrado el 10/2/2017 y fertilizado con 100 kg DAP/ha. A los 136 dds se finalizó el cultivo luego de efectuados tres cortes. Luego de cada corte se efectuó los tratamientos de FN 0-40-60 y 80 Kg urea/ha.

El agregado de la mayor dosis de urea luego de cada pastoreo (T4) incrementó de manera significativa la producción acumulada total a los 136 dds (Figura 4 y 5). Estas diferencias estadísticas se registraron respecto al resto de los tratamientos evaluados.

El aumento en la producción acumulada total en T4 fue de 468 kg MS/ha respecto al tratamiento control (T1). Los tratamientos que recibieron las dosis de 40 y 60 kgUrea/ha no manifestaron incrementos en la producción acumulada total respecto al control.

El agregado de 80 kgUrea/ha (T4), es el tratamiento que responde al plan de fertilización que se efectúa normalmente en el establecimiento tambero, bajo la supervisión técnica del Ing. Agr. Delpech. Se observó que el mismo registró incrementos significativos en la disponibilidad de forraje verde en los tiempos establecidos de pastoreo respecto a los otros tratamientos evaluados en este trabajo.

Los resultados obtenidos en este trabajo son mayores a los informados por Pautasso et al. (2013), quienes trabajando con un verdeo de avena observaron que el primer corte ronda el 40 % de la producción acumulada en ensayos realizados en Diamante (provincia de Entre Ríos).

La producción de biomasa del verdeo de avena obtenido en este trabajo arrojó valores similares a los registrados por Amigone et al. (2012) en ensayos realizados en Marcos Juárez (provincia de Córdoba) durante las campañas 2010/2011 donde evaluaron la productividad de diferentes variedades comerciales de avena.

En nuestro trabajo se registraron valores de producción similares a los obtenidos por Amigone (2004) en la zona de Marcos Juárez (provincia de Córdoba). Este autor trabajó con diferentes variedades de avena de ciclo corto y largo que fueron fertilizadas con diferentes dosis de urea. Dichas fertilizaciones arrojaron incrementos de forraje en las variedades de ciclo largo fundamentalmente.

En la Tabla 5 se presenta la Tasa de Crecimiento del verdeo (kg MS/día) en los diferentes tratamientos evaluados. Se presentan los valores correspondientes de crecimiento en los diferentes lapsos de tiempo hasta efectuado el pastoreo. El primer período corresponde

desde la siembra hasta los 68 dds (primer corte) donde todos los tratamientos contaron con la fertilización de base de 100 kg DAP/ha. El segundo período es de 35 días y transcurre desde los 68 a los 103 dds (segundo corte) con fertilización nitrogenada diferenciada. El tercer período es de 33 días y comprende desde los 103 a los 136 dds (tercer y último corte) con fertilización nitrogenada diferenciada.

Tabla 5. Tasa de Crecimiento del verdeo (kg MS/ha.día) en los diferentes tratamientos evaluados y en los períodos correspondientes a cada corte. El primer corte se realizó a los 68 dds, el segundo corte a los 35 días de realizado el primero (103 dds) y el tercero a los 33 días de realizado el segundo (136 dds).

Tratamiento	68 DDS	103 DDS	136 DDS
0 KgUrea/ha	44,70	40,74 a	46,97 a
40 KgUrea/ha	44,70	41,85 a	45,31 a
60 KgUrea/ha	44,70	41,04 a	43,51 a
80 KgUrea/ha	44,70	44,64 b	57,06 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Se puede observar en la Tabla 5 que el verdeo en el período comprendido entre los 68 a 103 dds ve incrementada su TC (kg MS/ha.día) cuando recibió fertilización nitrogenada

con diferencias estadísticamente significativas en T4 (80 kgUrea/ha) respecto a las otras dosis de fertilización evaluadas.

En el período comprendido entre los 103 a 136 dds (tercer y último corte) se registró un incremento significativo en la TC en T4 respecto al resto de los tratamientos ensayados. La mayor dosis de fertilizante nitrogenado fue eficaz para incrementar la acumulación de forraje, y de esta manera sobrellevar el desgaste producido en el verdeo por los pastoreos intensivos a los que se vio sometido.

Generalmente los verdeos son asignados en lotes empobrecidos, siendo la fertilización nitrogenada una estrategia para incrementar la producción de forraje, e indirectamente, enriquecer el potrero. Resulta importante realizar una adecuada nutrición nitrogenada que aumente el contenido de biomasa, constituyendo un factor determinante en la productividad, siempre que la disponibilidad de agua y de otros nutrientes no sean limitantes (Amigone, 2004). Las mejores respuestas han sido obtenidas cuando la disponibilidad inicial de nitratos es baja (< 60 ppm en zona húmeda) y el agua útil no sea limitante. Es importante prestar especial atención al estado fenológico del verdeo en el primer pastoreo, el que debe realizarse cuando las plantas están en pleno macollaje, y evitar hacerlo cuando sean palpables algunos nudos del tallo (encañazón). Si por algún motivo el primer pastoreo se posterga demasiado y encaña, finaliza la vida útil del verdeo.

La Receptividad del verdeo (RV) (expresado en número de cabezas por ha), se estimó mediante la fórmula que se muestra a continuación:

$$R: \frac{TC \text{ (kgMS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}) \times IC \text{ (\%)}}{\text{Consumo diario (KgMS} \cdot \text{día}^{-1})}$$

RV: TC diario del verdeo x IC (Índice de cosecha) / Consumo diario de verdeo (kg MS/día)

El consumo diario del verdeo se estimó de acuerdo a la dieta de la vaca en ordeño y calculando el consumo de materia seca en función de los litros de leche producidos por día y al peso del animal. Estimando un índice de cosecha del 60%.

$$\text{CMS (kg MS/día)} = 0,022 \times \text{Peso vivo} + 0,2 \times \text{litros de leche}$$

$$\text{CMS (kg MS/día)} = 0.022 \times 625 + 0,2 \times 26,26$$

$$\text{CMS (kg MS/día)} = 19,002$$

Dieta de la vaca en ordeño (kg MS/día):

Silaje de maíz: 20 kg/día x 35% MS: 7 kg MS/día

Alimento balanceado: 10 kg/día x 88% MS: 8,8 kg MS/día

Avena: 18 kg/día x 16% MS: 2,88 kg MS/día

Los resultados obtenidos de la RV se calcularon en los diferentes períodos de tiempo de corte y para cada tratamiento de fertilización. Los mismos se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Receptividad del verdeo (número de cabezas/ha.día) en los diferentes tratamientos evaluados y en los períodos correspondientes a cada corte (68, 103 y 136 dds).

Tratamiento	Período a 68 DDS	68 a 103 DDD	103 a 136 DDS
0 KgUrea/ha	9.31	8.48	9.78 a
40 KgUrea/ha	9.31	8.71	9.43 a

60 KgUrea/ha	9.31	8.55	9.06 a
80 KgUrea/ha	9.31	9.3	11.88 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según prueba de Tukey($p < 0,05$).

Los resultados obtenidos indicaron que la fertilización nitrogenada más elevada (T4) incrementó significativamente la RV un 27,60% respecto al tratamiento control en el período comprendido entre los 103 a 136 dds (Tabla 6). En el período de los 68 a 103 dds no se vió incrementada la RV en T4 respecto al control sin fertilización.

Queda demostrado que la fertilización con 80 kgUrea/ha incrementó la RV en el período comprendido entre los 103 a 136 dds.

Análisis de muestras de suelo

Tabla 7. Variables edáficas: P- MO- CO- pH y N total en muestras de suelo correspondientes a 48 dds de un verdeo de avena sembrado el 10/02/17 y fertilizado a la siembra con 100 kg DAP/ha.

Muestra	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm	Total
Fósforo (P)	56,5 ppm			
Materia Orgánica (MO)	5,13 %			
Carbono Orgánico (CO)	2,98 %			
pH	6,02	6,15	6,52	
Nitrógeno (NO₃ y NH₄⁺)	78,56 ppm	59,59 ppm	40,63 ppm	178,78 ppm

Tabla 8. Contenido de Nitrato Total (NO_3^- y NH_4^+) en muestras de suelo extraídas de las parcelas experimentales con FN diferenciada a 103 y 142 dds del verdeo de avena.

Tratamiento	24 de mayo: 103 DDS	26 de junio: 142 DDS
	Nitrato total (ppm)	Nitrato Total (ppm)
0 Kg Urea	167,62 b	152,80 b
40 Kg Urea	190,04 b	146,50 b
60 Kg Urea	221,68 b	146,50 b
80 Kg Urea	352,00 a	373,40 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes según prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Como puede observarse los niveles de Nitrato Total registrados a los 103 dds registraron diferencias estadísticamente significativas para el tratamiento que recibió la mayor dosis de urea luego de efectuado cada corte (T4). El tratamiento control (T1) que no recibió urea, y aquellos que recibieron 40 y 60 kg Urea/ha (T2 y T3), respectivamente, tuvieron menor contenido de Nitrato total sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos (Tabla 8).

Los registros de Nitrato Total correspondientes al 26 de junio (142 dds) manifiestan la misma tendencia observada el 24 de mayo. El T4 manifestó el mayor contenido de Nitrato total con valores de 373,4 ppm estadísticamente significativos respecto a los otros tratamientos evaluados. Es importante destacar que los valores registrados de Nitrato Total en el Control (T1) y en aquellas parcelas que recibieron urea a razón de 40 y 60 kg/ha (T2 y T3, respectivamente) fueron muy cercanos entre sí y sin diferencias

significativas entre ellos. Los valores registrados en estos tratamientos representan menos del 50% del Nitrato total medido en T4 (Tabla 8).

CONCLUSIÓN

La producción de biomasa del verdeo de avena se vio incrementada cuando se fertilizó con 80 kgUrea/ha luego de cada corte.

Este aporte de fertilizante nitrogenado significó un incremento de más del 50% de Nitrato total al suelo respecto al tratamiento control y de aquellos que recibieron aportes de menores dosis nitrogenadas. Se puede inferir que dicho aporte de nitrógeno le aporta al cultivo el suficiente suministro nutricional para afrontar los pastoreos y rebrotar con mayor fuerza.

Las condiciones ambientales en las que se desarrolló el verdeo fueron las habituales para la zona y la época del año sin que se manifiesten registros térmicos adversos, como tampoco hubo restricciones de agua en el perfil del suelo. Estas variables son importantes para determinar la productividad del verdeo.

➤ CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo hace una contribución al conocimiento regional del comportamiento de un verdeo de avena de la variedad Maná implantado en un establecimiento tambero ubicado en la zona de Castelli. La finalidad del mismo es indagar en la dinámica del crecimiento y la acumulación de forraje bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada. Esto implica contemplar los numerosos componentes del sistema productivo, como ser las variables edáficas, la elección de la especie y cultivar, las condiciones climáticas, los períodos de pastoreo, las dosis de fertilizante nitrogenado a incorporar, la carga animal del establecimiento como el tiempo de permanencia en cada franja, entre los más relevantes. Dado que el sistema es dinámico y variable deberá estar sometido a ajustes de manera

continua y permanente, y por ello es imprescindible el monitoreo de variables climáticas, edáficas y de la genética que se seleccione para el objetivo a seguir.

Sin embargo, es importante resaltar que en las condiciones naturales del verdeo el Índice de cosecha (IC) fue menor al 50% ya que las parcelas estaban sobredimensionadas, permitiendo mucha selección y pisoteo por parte de los animales, dejando un elevado remanente de verdeo luego del pastoreo. En nuestro ensayo experimental los cortes fueron efectuados con tijera de manera homogénea, dejando como remanente un puño de altura asegurando un mayor IC y eficiencia de uso del verdeo.

BIBLIOGRAFÍA

- Amigone, M.A. 2004.** Verdeos de invierno. Sugerencias para la correcta elección de cultivares, implantación y aprovechamiento. INTA Marcos Juárez. <http://www.a-campo.com/httpdocs/espanol/INTA/verdeos04.pdf>
- Amigone, M. y Tomaso J.C. 2007.** Principales características de especies y cultivares de verdeos invernales. INTA EEA Marcos Juárez. 1 - 3 pp.
- Conti, V.; Moreyra, F.; Vallati, A. y Gimenez, F. 2014.** Biotecnología aplicada al mejoramiento de cereales menores en Argentina. INTA EEA. Bordenave. 1-3 pp.
- Dumont, J.C. y Lanuza, A.F. 1987.** Producción y composición química de la avena (*Avena sativa* L.) en diferentes estados de desarrollo. Agricultura Técnica 50:1-6.
- Frey, J. 1977.** Protein of oats. Z. Pflanzenzucht 78: 185-215.
- Garcia, F.; Micucci, F.; Rubio, G.; Ruffo, M. y Deverede, I. 2002.** Fertilización de Forrajes en la región Pampeana. Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdeos. 5-19pp.
- Garcia F.; Micucci F.; Rubio G.; Ruffo M. y Deverede I. 2002.** Fertilización de Forrajes en la región Pampeana. Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdeos. Pag 29.
- Mazzanti, A.; Marini, M.A.; Lattanzi, F.; Echeverría, H. y Andrade, F. 1997.** Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y la calidad de forraje de avena y raigrás anual en el sudeste bonaerense. Boletín Técnico INTA- EEA Balcarce. 28 p.
- Guerrero García, G. 1998.** Cultivos Herbáceos Extensivos. Ed. Mundi-Prensa. España. 194 pp.

Romero, L. y Mattera, J. 2012. Planificar para el frío. Verdeos de invierno: avena y raigrás anual. INTA – EEA Rafaela. 1-5 pp. En: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-verdeos_avena_raigras2012.pdf.

SAMLA. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca - Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. 2004. SAMLA (Sistema de Apoyo Metodológico de Laboratorios de Análisis de Suelos y Aguas).

Thorntwaite, C.W. y Mather, J.R. 1955. The water balance. Drexel Institute of Technology, Centerton NJ (EUA). 104 p.

Tomaso J.C. 2009. Documento base cadena avena. Programa Nacional Cereales. Documento base. PMP 2009-2011. INTA. p. 39-44.

Tomaso, J.C. 2008. Cereales menores de invierno. Mejoramiento Genético de Avena, Cebada Cervecera, Centeno y Cebada Forrajera Producción y Utilización en la Argentina. 55 – 77 pp.

Villagrán, M. 2013. Oficina de estudios y políticas agrarias (ODEPA). En: <http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/publicaciones/doc/11938.pdf>

Wehrhahne, L. 2008. Avenas para grano 2008. Agro Barrow N°40. 1-3 pp.

Páginas de Internet consultadas:

Borrajo, 2010. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-n_462_borrajo.pdf. Último acceso: Julio 2018.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Dirección de Estadística. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Última visita: 26/4/2018.

INTA. Estación Experimental Agropecuaria Chascomús. 2016. Memoria técnica y consulta de registros meteorológicos mensuales e históricos. Último acceso: Agosto 2017.

ISTA. <https://www.seedtest.org/upload/cms/user/NormadeAcreditacinISTApaaAnlisisyMuestreo deSemillas-V6.0.pdf>. Ultimo acceso: agosto 2018.

Ministerio de Agroindustria. 2015. Caracterización de la producción bovina. Ultimo acceso: Julio 2017.

Soil Taxonomy. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf
Ultimo acceso: Julio 2018.

Statistica 7.1. Stat Soft Inc. 1984.