

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE UNA PASTURA DE CORTA DURACIÓN BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS DE INOCULACIÓN CON MICORRIZAS Y FERTILIZACIÓN FOSFORADA, EN UN SUELO DE LA REGIÓN PAMPEANA. *PARTE I: EFECTOS SOBRE VARIABLES ESTRUCTURALES*

Oyharzábal, E.¹; Blanco, M. A.¹ y G. Ramos¹

¹ Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Morón

RESUMEN

Se realizó un experimento factorial de biofertilización a la siembra con hongos micorrízicos arbusculares (HMA), sobre una pastura binaria compuesta por *Lolium multiflorum* Lam. (raigrás anual) y *Trifolium pratense* L. (trébol rojo). Se aplicaron 4 tratamientos: testigo (sin fertilizar ni inocular), inoculado con HMA específicos para gramíneas (200 g/50 kg semilla), fertilizado con fosfato diamónico, DAP (0.5 kg/10 m²), e inoculado y fertilizado simultáneamente. El efecto se evaluó durante los años 2011 y 2012, sobre variables estructurales, materia seca y cobertura basal determinadas en distintas fechas. La precipitación total anual en los dos años del experimento fue 701 mm y 1470 mm respectivamente, aunque la media anual es de 1060mm. El ensayo se realizó en un suelo Argialbol con contenido de fósforo de 5 ppm. Las muestras fueron parcelas de 10 m² distribuidas en un diseño completamente aleatorizado (n=3). Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente a través de ANVA realizados para cada variable. La interacción

ABSTRACT

An experience of biofertilization with arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and combined with diammonium phosphate (DAP) was achieved over a pasture. A binary forage mixture composed by *Lolium multiflorum* Lam. (annual ryegrass,Ar) and *Trifolium pratense* L. (red clover,Rc) was seeded with 4 treatments: control (without AMF or DAP), inoculated with AMF specific for grasses (200 g/50 kg seed), fertilized with DAP (0.5 kg/10 m²) and both fertilizers simultaneously. The effect was evaluated on structural variables, dry matter and basal coverage determined at different times during 2011 and 2012. The annual rainfall was 701 mm and 1470 mm respectively, though average annual rainfall is 1060 mm. The experience was performed on an Argialboll soil with 5 ppm of phosphorus contents. The samples were plots of 10 m² distributed under a completely randomized design (n=3). The data obtained for each variable were statistically analyzed using analysis of variance. Interactions between AMF*DAP caused statistically significant

HMA*PDA fue estadísticamente significativa sobre el macollaje del raigrás anual en invierno (2012). El % de MV de Rg, B y MSP resultaron todos elevados producto de la interacción HMA*PDA para la primavera (2011) favoreciendo las especies deseadas. Durante el período invierno-primaveral (2012), los factores HMA o PDA afectaron positivamente las variables estructurales del raigrás anual. Similares efectos se observaron sobre los componentes de la cobertura. El rendimiento (kg MS.ha⁻¹) no presentó diferencias significativas entre tratamientos. Se infiere que, bajo las condiciones de precipitación ocurridas, la interacción HMA*PDA afecta positivamente la sobrevivencia del raigrás anual. Por otra parte, los resultados obtenidos muestran las *fechas* dentro del ciclo productivo como una fuente de variación importante entre las variables estructurales y de cobertura. Se concluye que el uso de los HMA debería complementarse con el manejo de las pautas de defoliación para eficientizar su aplicación.

Palabras clave: *Lolium multiflorum*, *Trifolium pratense*, hongos micorrízicos arbusculares, fosfato diamónico, variables estructurales, materia seca, cobertura basal.

differences on the annual ryegrass tillering during the winter (2012). Green Matter % of Ar and Rc, B y DMF were all significant for AMF*DAP interaction during spring (2011). Over winter-spring period (2012), AMF and/or DAP affected positively structural variables of Annual Raigras. Similar effects were observed over coverage components. On the other hand, responses on yield (kg DM.ha⁻¹) were not observed. In conclusion, the interaction between AMF*DAP generates positive effects on the survival of the annual ryegrass specie, under the occurred precipitation. Furthermore, these results show that *dates* (inside the productive cycle) are a significant source of variation between the structural variables and basal coverage. Finally, it follows that the use of AMF should be complemented with parameters of defoliation in grazing pastures forming an important management tool.

Key words: *Lolium multiflorum*, *Trifolium pratense*, mycorrhizal fungi, diammonium phosphate, structural variables, basal coverage, dry matter.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la actividad ganadera se encuentra limitada en superficie y obligada a su intensificación en ambientes con limitantes que imponen restricciones (Méndez, 2011). En la región Pampeana, cuestiones como los precios poco competitivos y el inevitable avance de la agricultura han llevado a concentrar una gran cantidad de hacienda, obligando a potenciar la productividad y la sustentabilidad de los recursos forrajeros (Sardiña *et al.*, 2009).

Una de las grandes limitantes de los sistemas ganaderos es el bache de producción forrajera que ocurre durante el invierno (Zanoniani y Noël, 2003; Amigone, 2004; Borrajo *et al.*, 2011). Entre los factores que explican la baja productividad se encuentra la baja fertilidad de los suelos (Correa Urquiza, 1998; Romero y Ruiz, 2011), estos suelen presentar una baja disponibilidad de fósforo, que se debe tanto a sus características edáficas como también al prolongado uso agrícola sin la debida reposición del mismo (Berardo y Marino, 2011).

Con el propósito de aumentar la disponibilidad forrajera invernal, Méndez (2011) plantea el uso de verdeos de invierno o pasturas de corta duración de crecimiento otoño-invierno-primaveral, para utilizar forraje de calidad mediante pastoreo directo o por la factibilidad de su uso como reservas. Romero y Ruiz (2011) afirman que los verdeos de invierno desde el mes de mayo y hasta septiembre (de acuerdo con las precipitaciones), producen uno de los forrajes mejor balanceados en sus contenidos nutritivos para animales de altos requerimientos. Sin embargo la demanda de nutrientes para lograr buenos rendimientos y de

buena calidad es muy alta (Ventimiglia *et al.*, 2005) y en la medida que la producción se intensifica, se hace necesaria la adición o reposición de algunos nutrientes (Scheineiter y Bertin, 1998).

La biofertilización a través de la utilización de microorganismos capaces de promover el crecimiento de las plantas (Parodi y Pezzani, 2010), permitiría incrementar los rendimientos y mejorar la fertilidad del suelo (Azcón Aguilar *et al.*, 1979; Frontera, 2010). Entre las diversas opciones de biofertilización, se encuentra la inoculación con "micorrizas". Existen varios tipos de hongos micorrízicos, los que han sido clasificados siguiendo criterios estructurales, funcionales y taxonómicos, destacándose dos tipos principales: ectomicorrizas y endomicorrizas (Harrison, 1997; Parodi y Pezzani, 2010). Los hongos que forman endomicorrizas son microorganismos que pertenecen a la clase Zygomycetes de la familia Endogonaceae (Sagredo, 2002; Noda, 2009), se caracterizan por la formación de hifas, vesículas y arbusculos en el parénquima radicular (Quilambo, 2003). También son denominados como hongos vesículo-arbusculares u hongos micorrízicos arbusculares, HMA (Azcón Aguilar *et al.*, 1979; Quilambo, 2003). Los arbusculos (estructuras ramificadas) son los responsables de la transferencia bidireccional de nutrientes desde el suelo hasta el huésped; las vesículas son estructuras globosas e irregulares que actúan como órganos de reserva de lípidos (Noda, 2009; Parodi y Pezzani, 2010). Las hifas, por otra parte, se extienden varios centímetros por fuera de la raíz (1 a 15 cm) (Quilambo, 2003; Nelson y Mikkelsen, 2008; Grümberg *et al.*, 2012.), esto incrementa la superficie absorbente

del sistema radical y la cantidad de nutrientes absorbidos (Noda, 2009).

Parodi y Pezzani (2010), hallaron en un estudio de HMA sobre gramíneas nativas de pastizales del Uruguay, que hay respuestas favorables a dicha asociación. Por otra parte, Noda (2009) menciona a muchas gramíneas que presentan asociaciones con micorrizas, siendo algunas de ellas: *Andropogon*, *Bromus*, *Festuca*, *Panicum*, *Poa*, *Saccharum*, *Sorghum*, *Sporobolus*, *Stipa* y *Zea mays*, e indica que hay especies de pastos con respuesta positiva a los HMA y otros donde la respuesta es nula. Por otra parte, Frontera (2003) señala que la producción de materia seca y los contenidos de nitrógeno y fósforo en varias especies de gramíneas se han relacionado directamente con el grado de colonización por micorrizas.

Experiencias de Powell y Powell y Daniel, citados por Hall *et al.* (1984) demuestran que la inoculación con HMA ha estimulado el crecimiento de cultivares de *Lolium perenne*. Bolan *et al.* (1987), sugieren que sobre cultivos de *Lolium* y *Trifolium*, se obtuvieron mejores respuestas de inoculación con HMA en los sustratos con baja disponibilidad de fósforo, los autores indican que los HMA son capaces de localizar y utilizar fuentes de fósforo insoluble. Contrariamente, un estudio, sobre la tasa de elongación de hojas de plantas de *Lolium perenne* afectadas por

HMA, no presentó resultados significativos (Kanová *et al.*, 2006).

En este trabajo se planteó la hipótesis del incremento de la producción de materia seca de una pastura compuesta por raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) y trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) a través de la inoculación con HMA y de la fertilización mineral (PDA). El objetivo fue evaluar el efecto de la inoculación con HMA y la fertilización mineral (PDA) sobre la producción de materia seca de una pastura binaria. Para ello se plantearon objetivos particulares, los cuales fueron evaluar la dinámica de las variables estructurales de las especies que integran la asociación durante los dos primeros años desde la siembra y evaluar el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de materia seca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de ensayo y características:

El ensayo se realizó en el establecimiento "La Nacional", situado en los 35°10'33.18" de latitud sur y 59°09'10.78" de longitud oeste. Ubicado en el cuartel IV del partido de Lobos, provincia de Buenos Aires. El suelo es un Argialbol (Visor GeolNTA, 2013); los resultados del análisis se muestra en el Cuadro 1 (Laboratorio Agrícola Solum, Lobos).

| Resultados del Análisis | | Valoración de los parámetros. v Datos complementarios | |
|-----------------------------|-------|---|---------------|
| pH en agua 1:2,5 | 6,23 | pH | Leve. Ácido |
| C.E. (dS/m.) en agua 1:2,5 | 0,078 | C.E. | Normal |
| C.T. (%) | 1,92 | C.T. (%) | Bien provisto |
| M.O. (%) | 3,31 | M.O. (%) | Bien provisto |
| N.T. (%) | 0,184 | N.T. (%) | Bien provisto |
| NO3 0-20 cm (ppm) | 19 | NO3 0-20 cm (ppm) | 11,2 kg/ha |
| P asimil. (ppm) | 5 | P asimil. (ppm) | Bajo |
| Relación C/N: | 10,4 | Relación C/N: | Normal |
| C.l.C. (meq/100g) | 14,2 | Relación K/Mg | 1,0 |
| Ca ⁺⁺ (meq/100g) | 9,1 | Saturación Cálcica | 64 % |
| Mg ⁺ (meq/100g) | 1,92 | Saturación Magnésica | 14 % |
| Na ⁺ (meq/100g) | 0,48 | Saturación Sódica | 3 % |
| K ⁺ (meq/100g) | 1,84 | Saturación Potásica | 13 % |
| H ^o (%) | ----- | Saturación de bases | 94 % |

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 1. Análisis de suelo establecimiento La Nacional

La temperatura media anual es de 15.9 °C, la máxima anual es de 22.0 °C y la mínima anual es de 9.7 °C (Visor GeolINTA, 2013). La precipitación media anual correspondiente a los últimos 32 años es de 1062 mm (AER

INTA Lobos). Durante el período de ensayo se registró, en el año 2011 un total anual de 701 mm (AER INTA Lobos, 2013) y en el 2012, un total de 1470 mm (AER INTA Lobos, 2013); Gráfico 1.

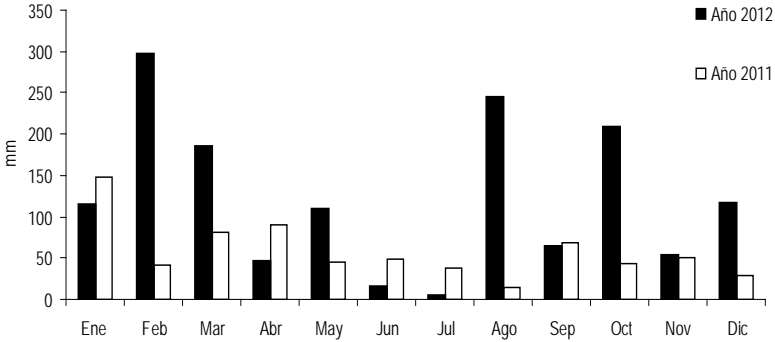


Gráfico 1. Variabilidad interanual de la precipitación correspondiente a los años 2011 (barras blancas) y 2012 (barras negras). Datos proporcionados por la Agencia de Extensión Rural INTA Lobos (2013).

La composición botánica de la pastura implantada fue en un 40 % trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) cultivar Redland II y 60 % de raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.) cultivar Winter Star. La siembra se realizó manualmente y a chorrillo en surcos de 5 m de largo y distanciados a 0.16 m. La

densidad de siembra fue de 800 semillas/m² para el raigrás anual (equivalente a 16 kg/ha) y de 200 semillas/m² para el trébol rojo (equivalente a 5.5 kg/ha). Las especies fueron sembradas en líneas separadas. La fecha de siembra se ubicó a fin de otoño del año 2011. (Imagen 1).



Imagen 1. Parcelas de ensayo. Fecha de captura: septiembre de 2012, luego del primer corte.

El fertilizante biológico utilizado fue un producto comercial de Crinigan®, inoculante para gramíneas compuesto por hongos micorrízicos pertenecientes a la familia Endogonaceae y un soporte inorgánico (Crinigan S.A., 2011). Se aplicó en seco, manualmente al momento de la siembra la fracción equivalente a la dosis de 200 g/50 kg de semilla. El fertilizante químico utilizado fue fosfato diamónico (PDA 18-46-0), aplicado al voleo al momento de la siembra con una dosis de 0.5 kg/parcela (equivalente a 500 kg/ha).

Se realizó labranza convencional para la preparación de la cama de siembra (arado, rastra y motocultivador). Para el control de malezas se realizaron tratamientos de desmalezado manual y químico. Previo a la siembra se aplicó Glifosato (0.5 l/ha). A comienzos del segundo año se aplicó 2-4DB (0.5 l/ha) y Flumetsulam (0.25 l/ha), las malezas predominantes fueron *Avena* sp., *Brassica* sp. y *Carduus* sp.

Diseño experimental y análisis estadísticos: El experimento se realizó utilizando un Diseño Completamente Aleatorizado con un arreglo factorial de 2 x 2 de los tratamientos obtenidos por la combinación de 2 niveles

de inoculación con HMA y 2 niveles de fertilización con PDA, cada tratamiento contó con tres repeticiones. La superficie de cada parcela fue de 10 m². Figura 1.

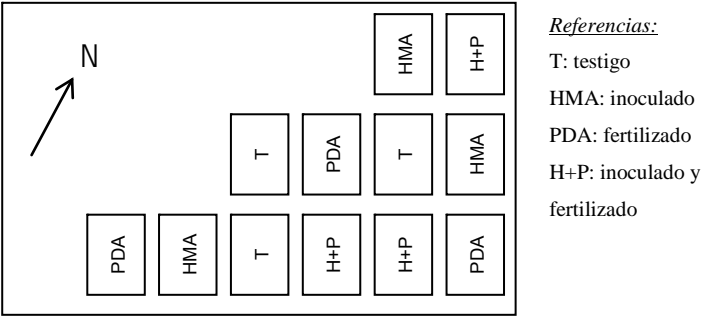


Figura 1: Diagrama de la distribución de las parcelas de ensayo en el terreno (s/E).

Dentro de cada parcela se realizaron determinaciones de las siguientes variables estructurales: densidad de plantas y de macollos de raigrás anual (número de plantas por metro lineal y número de macollos totales por metro lineal) en el año de implantación e identificando las plantas reclutadas al segundo año de implantación. En trébol rojo se determinó la densidad de plantas y de vástagos (número de plantas por metro lineal y número de vástagos totales por metro lineal). Las mediciones fueron tomadas al azar para ambas especies en tres submuestras de 1 metro lineal por cada muestra e indistintamente en cada toma de datos. Las mismas se realizaron entre 7 y 11 oportunidades (fechas).

Para evaluar la cobertura basal se realizaron 8 estimaciones (fechas) mediante unidades muestrales lineales (Matteucci y Colma,

1982), en submuestras de 1 metro lineal seleccionadas al azar e indistintamente en cada toma de datos. Las observaciones se realizaron sobre la base de 6 componentes preestablecidos de cobertura basal que pudieran interceptar la línea de muestreo, siendo: raigrás anual, trébol rojo, suelo desnudo, material seco en pie, broza y malezas. La cobertura basal (%) para cada situación interceptada se obtuvo sobre la base de la siguiente ecuación:

$$xi = (li / L) . 100$$

Siendo:

i: situación

xi: cobertura (%) de *i*

li: longitud interceptada por cada *i*

L: longitud de la línea muestral (100 cm).

Por otra parte se determinó la Producción de Materia Seca Aérea en dos fechas:

septiembre y noviembre de 2012, para ello se realizó la defoliación total de la superficie de cada parcela cuando la altura promedio del cultivo alcanzaba los 30 cm. Se dejó un remanente al corte de 10 cm, estableciéndose la eficiencia de cosecha en un 66.6 %. Se pesó el forraje obtenido en verde y posteriormente se secó en estufa a 65 °C hasta peso constante para determinar materia seca (MS). Finalmente los datos fueron expresados en kilos de materia seca por hectárea ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Se realizaron los análisis estadísticos empleando ANVA según el Diseño de Parcelas Divididas en el Tiempo para analizar las variables estructurales y la cobertura basal. En todos los casos se verificaron los supuestos de homogeneidad de varianzas aplicando el Test de Levene y de normalidad en forma gráfica encontrándose que no había evidencias de incumplimiento. Para los ANVA de las Parcelas Divididas en el Tiempo se aplicó el ajuste que proponen Huynh y Feldt (1976) para que la prueba F sea válida en aquellos casos en que no se verificaron los supuestos de covarianzas sobre las mediciones sucesivas en el tiempo (Huynh y Feldt, 1970). Para analizar los valores porcentuales de la cobertura basal: raigrás anual, trébol rojo, material seco en pie, broza, suelo desnudo y malezas, fue necesario transformarlos por la media geométrica de los componentes

(Mateu Figueras *et al.*, 2003). Estos análisis estadísticos se hicieron sobre la base del Procedimiento GLM de SAS, SAS (1989).

El análisis estadístico de la PMSA se realizó mediante ANVA para la variable kilos de materia seca ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$) producidos, se utilizó el programa InfoStat (2007). Se verificaron los supuestos de homogeneidad de varianzas aplicando el Test de Levene y de normalidad, sin encontrar evidencias de incumplimiento.

RESULTADOS

Análisis de las variables estructurales:

Se evidenció un efecto de *fechas* en todas las variables estructurales estudiadas ($p \leq 0,0001$), lo que motivó el estudio del efecto producido por cada fuente de variación en cada determinación. En la tabla 1 se sintetizan los resultados obtenidos de los ANVA realizados para cada variable estructural en cada fecha relevada:

- Densidad de plantas de raigrás anual (RG)
- Densidad de macollos
- Densidad de plantas reclutadas
- Densidad de macollos reclutados
- Densidad de plantas de trébol rojo (TR)
- Densidad de vástagos

| Fecha | plantas RG | | macollos RG | | reclutamiento | | m. reclut. | | plantas TR | | vástagos TR | |
|----------|------------|---|-------------|---|---------------|---|------------|---|------------|---|-------------|---|
| | H | P | H | P | H | P | H | P | H | P | H | P |
| 18Sep'11 | | | | | | | | | | | | |
| 30Oct'11 | | | | | | | | | | | | |
| 26Abr'12 | + | | | | | | | | | | | |
| 3May'12 | | | | | | | | | | | | |
| 15May'12 | | | | | | | | | | | | |
| 27May'12 | | + | | | | | + | | | | | |
| 4Jun'12 | | | | | | | + | | | | | |
| 28Jun'12 | + | | + | + | | + | + | | + | | | + |
| 29Jul'12 | + | | + | + | | | | | + | | | + |
| 24Sep'12 | | | + | | | | | | + | | | + |
| 19Nov'12 | + | | + | + | | | | | + | | | + |

Tabla 1. Respuesta de las fuentes de variación [HMA, PDA y HMA*PDA] para las variables estructurales en cada fecha relevada.

Se indica con + cuando la fuente de variación contradice la hipótesis nula ($p \leq 0,05$).

Se presentan diferencias estadísticamente significativas en diferentes momentos del ciclo, siendo más evidentes hacia el período invierno-primaveral, momento en el cual se manifiesta el pico de producción de las especies implantadas. Se destacó que la mayoría de los efectos evidenciados sobre las variables estructurales se atribuyen a la aplicación de HMA o PDA y no a su interacción. Se presentó una única excepción sobre la densidad de macollos del raigrás anual en la fecha 29 de julio

donde se manifestó una interacción de los factores.

Sobre la variable densidad de plantas de raigrás anual se observaron diferencias significativas por efecto de los HMA en las fechas 26 de abril y 19 de noviembre (Gráfico 2 y 3). La aplicación de PDA generó cambios significativos en las fechas 27 de mayo y 28 de junio (Gráficos 4 y 5). Ambos factores generaron diferencias en la fecha 29 de julio (Gráfico 6), sin evidenciarse interacciones.

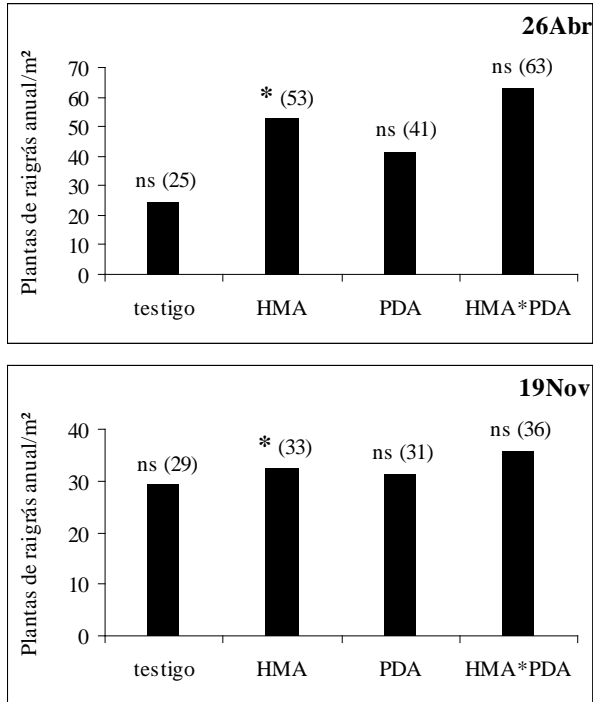


Gráfico 2. (arriba) Distribución de los valores medios de la densidad de plantas de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 26 de abril.

Gráfico 3. (abajo) Distribución de los valores medios de la densidad de plantas de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 19 de noviembre. *Medias con asterisco (*) son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).*

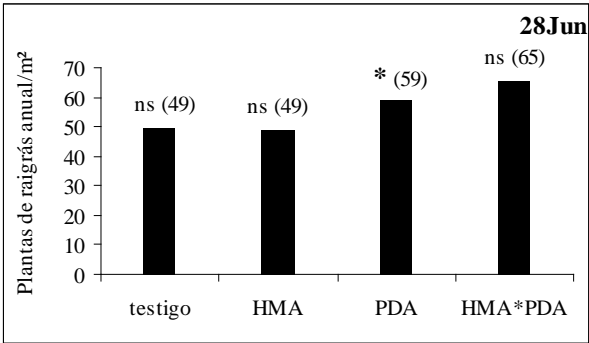
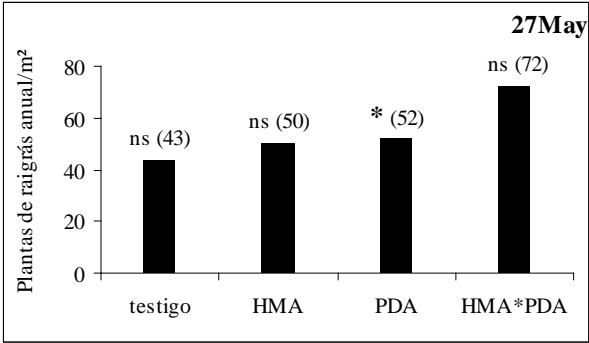


Gráfico 4. (arriba) Distribución de los valores medios de la densidad de plantas de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 27 de mayo.

Gráfico 5. (abajo) Distribución de los valores medios de la densidad de plantas de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 28 de junio. *Medias con asterisco (*) son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).*

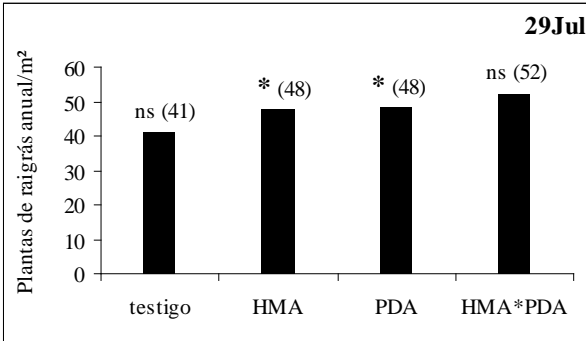


Gráfico 6. Distribución de los valores medios de la densidad de plantas de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 29 de julio. *Medias con asterisco (*) son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).*

Sobre la variable densidad de macollos de raigrás anual se observaron diferencias significativas por efecto de ambos factores y por su interacción. En las primeras siete determinaciones no se evidenciaron cambios, por el contrario en las últimas cuatro fechas sí se evidenciaron diferencias: en la fecha 29 de julio (Gráfico

7a y 7b) se manifestó un cambio por efecto de la interacción de los factores, y también por efecto de la aplicación de HMA y PDA, repitiéndose el efecto de estos últimos en las fechas 28 de junio y 19 de noviembre (Gráficos 8 y 9). Además en la fecha 24 de septiembre (Gráfico 10) se observó efecto de los HMA solamente.

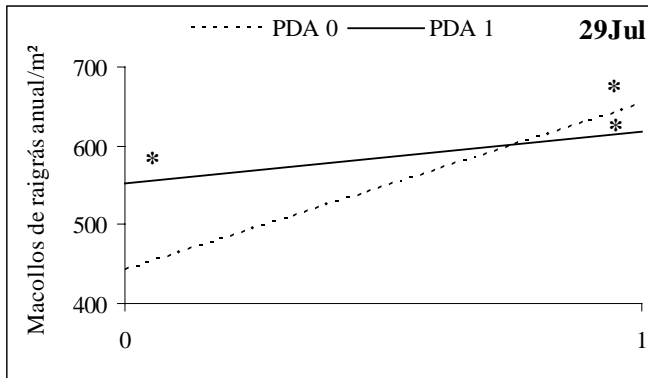
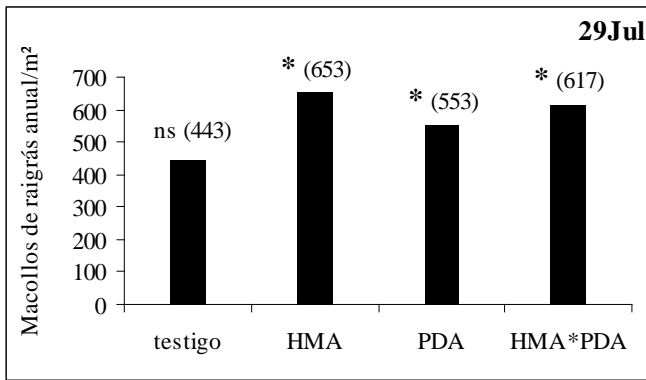


Gráfico 7a. (arriba) Distribución de los valores medios de la densidad de macollos de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 29 de julio.

Gráfico 7b. (abajo) Relación entre los dos niveles de HMA [0 y 1] y los dos niveles de PDA [0 y 1] resultante en la variable densidad de macollos de raigrás anual en la fecha 29 de julio.

Medias con asterisco (*) son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

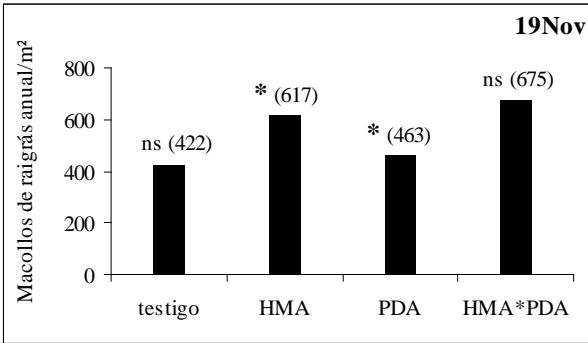
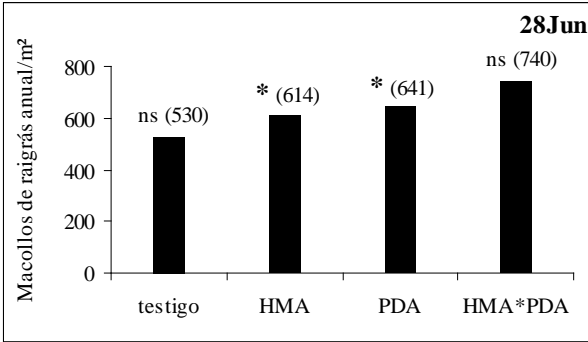


Gráfico 8. (arriba) Distribución de los valores medios de la densidad de macollos de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 28 de junio.

Gráfico 9. (abajo) Distribución de los valores medios de la densidad de macollos de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 19 de noviembre.

Medias con asterisco (*) son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

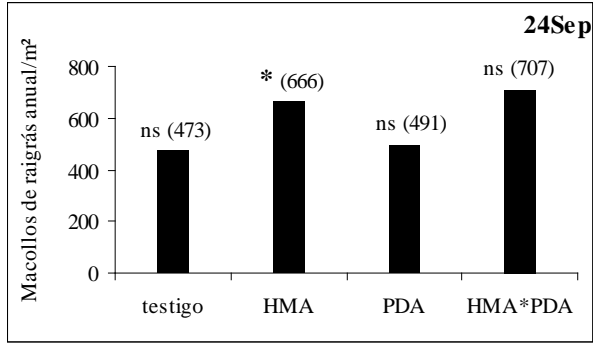


Gráfico 10. Distribución de los valores medios de la densidad de macollos de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 24 de septiembre.
Medias con asterisco () son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).*

Sobre la variable densidad de plantas reclutadas de raigrás anual se evidenció una diferencia significativa en la fecha 28 de junio por efecto del PDA (Gráfico 11). No se evidenció efecto alguno en las demás fechas.

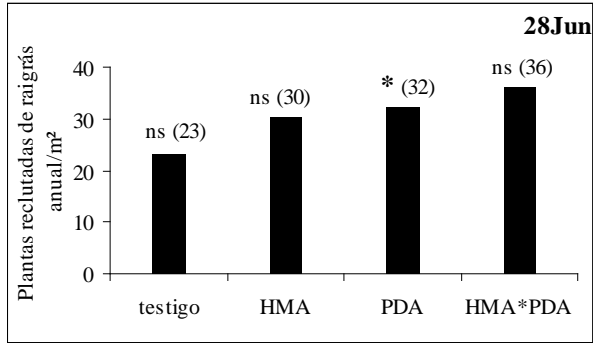


Gráfico 11. Distribución de los valores medios de la densidad de plantas reclutadas de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 28 de junio.
Medias con asterisco () son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).*

Sobre la densidad de macollos reclutados de las plantas de raigrás anual se observaron diferencias estadísticamente significativas por la aplicación de HMA en la fecha 27 de mayo (Gráfico 12) y en las fechas 4 de

junio y 28 de junio se encontraron efectos significativos por la aplicación de HMA y PDA (Gráfico 13 y 14), sin manifestarse interacciones.

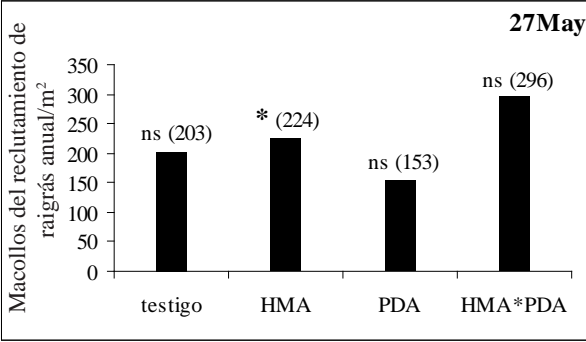


Gráfico 12. Distribución de los valores medios de la densidad de macollos del reclutamiento de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 27 de mayo. Medias con asterisco (*) son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

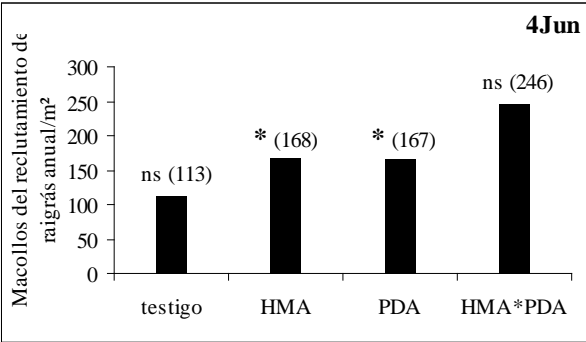


Gráfico 13. Distribución de los valores medios de la densidad de macollos del reclutamiento de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 4 de junio.

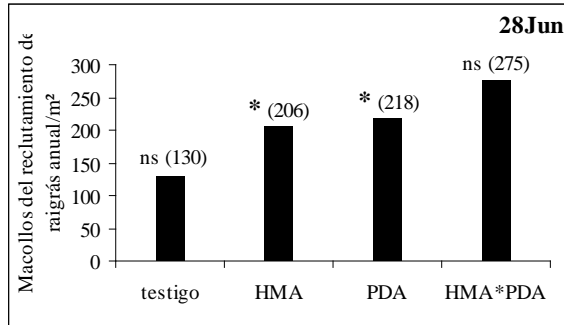


Gráfico 14. Distribución de los valores medios de la densidad de macollos del reclutamiento de raigrás anual por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 28 de junio. Medias con asterisco (*) son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Sobre la densidad de plantas de trébol rojo se manifestaron diferencias estadísticamente significativas en las últimas cuatro determinaciones (28 de junio, 29 de julio, 24 de septiembre y 19

de noviembre) donde la aplicación de PDA causó efectos positivos (Gráficos 15 a 18). No hubo evidencias por la aplicación de HMA ni por la interacción de estos con el PDA.

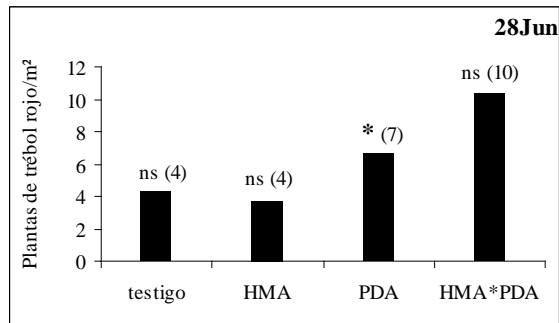


Gráfico 15. Distribución de los valores medios de la densidad de plantas de trébol rojo por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 28 de junio.

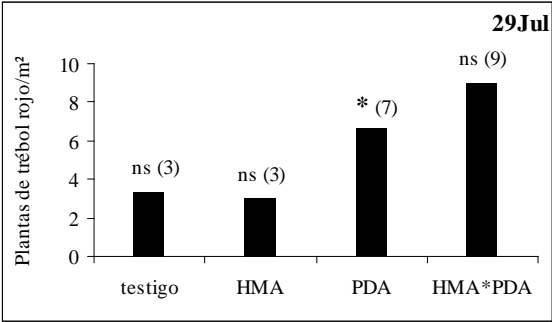


Gráfico 16. Distribución de los valores medios de la densidad de plantas de trébol rojo por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 29 de julio.

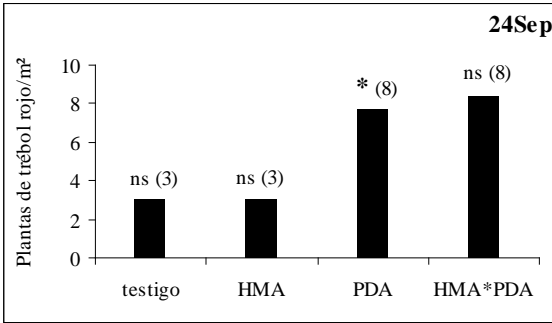


Gráfico 17. Distribución de los valores medios de la densidad de plantas de trébol rojo por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 24 de septiembre.

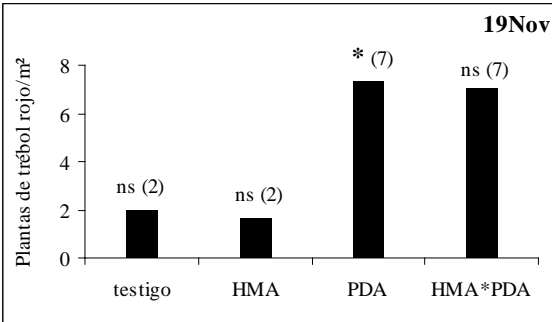


Gráfico 18. Distribución de los valores medios de la densidad de plantas de trébol rojo por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 19 de noviembre.
Medias con asterisco () son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).*

Las respuestas obtenidas sobre la densidad de vástagos fueron similares a las obtenidas sobre la densidad de plantas de trébol rojo. Se observaron diferencias significativas por efecto del PDA en las últimas cuatro

determinaciones (Gráficos 19 a 22), sin manifestarse efectos significativos por la aplicación de HMA o por la interacción de los factores.

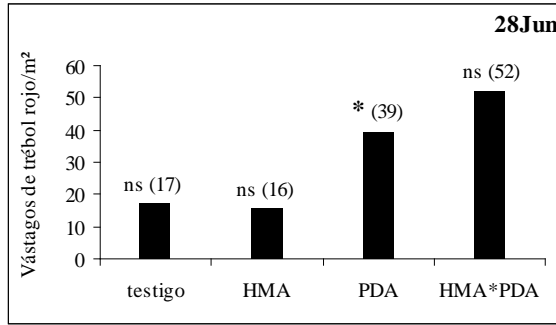


Gráfico 19. Distribución de los valores medios de la densidad de vástagos de trébol rojo por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 28 de junio.

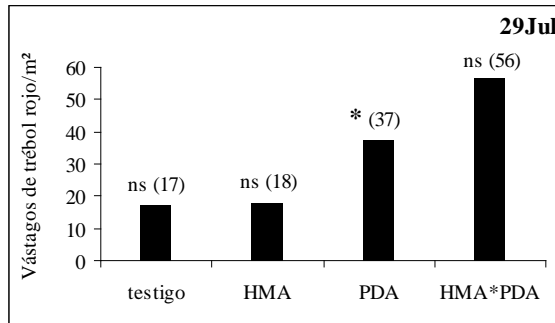


Gráfico 20. Distribución de los valores medios de la densidad de vástagos de trébol rojo por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 29 de julio.

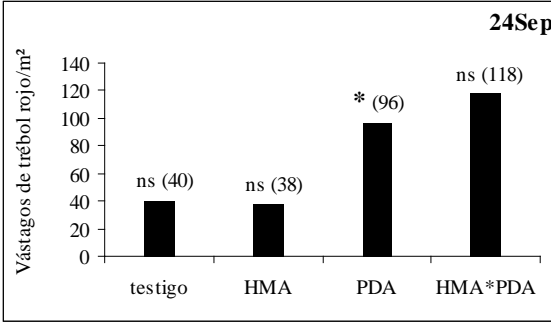


Gráfico 21. Distribución de los valores medios de la densidad de vástagos de trébol rojo por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 24 de septiembre.

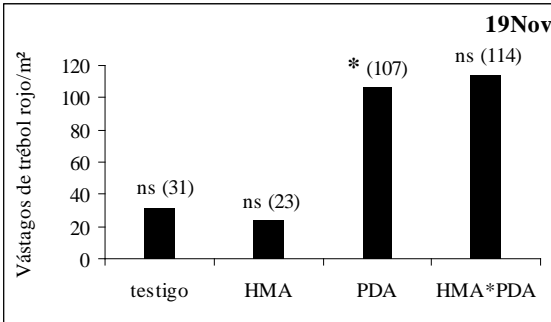


Gráfico 22. Distribución de los valores medios de la densidad de vástagos de trébol rojo por tratamientos [testigo; HMA; PDA; HMA*PDA] en la fecha 19 de noviembre.
Medias con asterisco () son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).*

Análisis de la cobertura basal y su dinámica:

Los ANVA realizados sobre los componentes de la cobertura basal también manifestaron un efecto de fechas ($p \leq ,0001$): (Tabla 2)

- Raigrás anual, material verde (RG)
- Trébol rojo, material verde (TR)
- Material seco en pie (MSP)
- Broza (B)
- Suelo desnudo (SD)
- Malezas (Mz)

| Fecha | RG | | TR | | MSP | | B | | SD | | Mz | |
|----------|----|---|----|---|-----|---|----|---|----|---|----|---|
| | H | P | H* | P | H | P | H* | P | H | P | H* | P |
| 18Sep'11 | | | | | | | | | | | | |
| 30Oct'11 | + | | + | | + | | | | + | | | |
| 26Abr'12 | | | | | | | + | | | | | |
| 27May'12 | | | | | | | | | + | | | + |
| 28Jun'12 | | | | | | | | | | | | |
| 29Jul'12 | | | | | | | | | | | | |
| 24Sep'12 | | | + | | | | + | | | | | + |
| 19Nov'12 | + | | | | + | | | | | | | |

Tabla 2. Respuesta de las fuentes de variación [HMA, PDA y HMA*PDA] sobre los componentes de la cobertura basal en cada fecha relevada.

Se indica con + cuando la fuente de variación contradice la hipótesis nula ($p \leq 0,05$).

En el análisis de la cobertura basal se observan tres momentos: los efectos causados en la primera primavera (octubre de 2011), en el otoño del segundo año (abril-mayo de 2012) y en la segunda primavera (septiembre-noviembre de 2012).

Se observaron cambios sobre el material verde de raigrás anual y trébol rojo, el material seco en pie y la broza en la primera primavera (30 de octubre de 2011), donde se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas por efecto de la interacción de los factores sobre el material verde y la broza. Asimismo los HMA favorecieron la cobertura de raigrás anual (material verde). Sobre el material seco en pie hubo efectos causados por la aplicación de fósforo. Hacia el otoño del segundo año (abril – mayo) hubo evidentes diferencias significativas sobre la cobertura de broza

por efecto del fósforo y por efecto de los HMA sobre el suelo desnudo y las malezas presentes (principalmente gramíneas). En la segunda primavera (septiembre – noviembre de 2012) se manifestaron diferencias estadísticamente significativas sobre el raigrás anual (material verde), el material seco en pie y la broza por efecto de los HMA. También hubo efectos causados por la aplicación de PDA sobre la cobertura de trébol rojo (material verde) y sobre las malezas presentes. No se manifestaron efectos causados por la interacción de factores.

Se complementaron los resultados de los análisis estadísticos realizados para cada componente de la cobertura basal, representando gráficamente los valores medios resultantes por tratamiento en cada determinación (Gráfico 23, 24, 25 y 26).

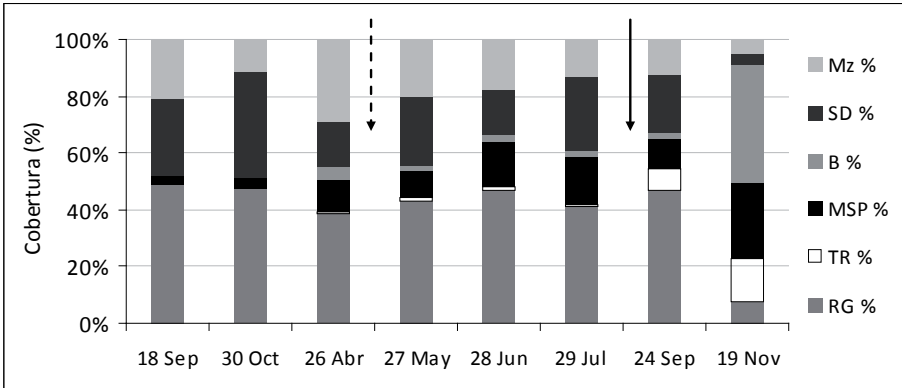


Gráfico 23: Valores medios de cobertura basal (%) obtenidos en cada determinación sobre el tratamiento testigo [Mz: malezas, SD: suelo desnudo, B: broza, MSP: material seco en pie, TR: trébol rojo, RG: raigrás anual]. Flecha de puntos indica momento de aplicación de herbicida; flecha continua indica momento de defoliación.

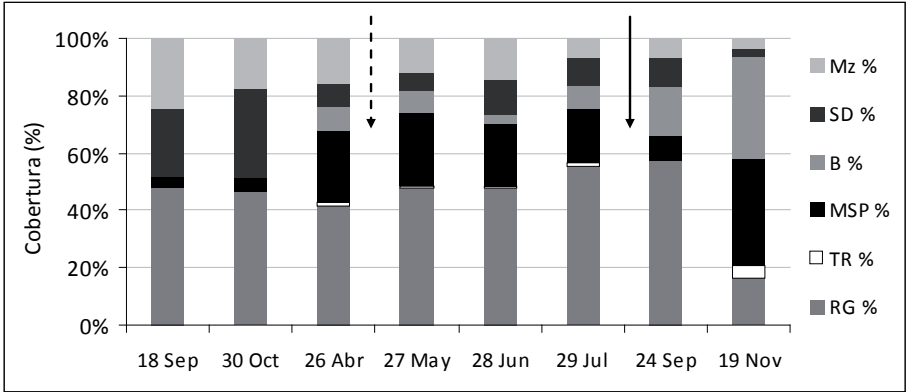


Gráfico 24: Valores medios de cobertura basal (%) obtenidos en cada determinación sobre el tratamiento con HMA [Mz: malezas, SD: suelo desnudo, B: broza, MSP: material seco en pie, TR: trébol rojo, RG: raigrás anual]. Flecha de puntos indica momento de aplicación de herbicida; flecha continua indica momento de defoliación.

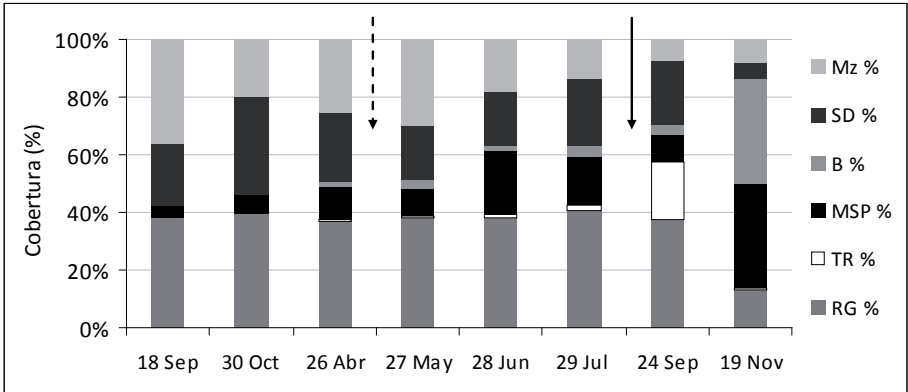


Gráfico 25: Valores medios de cobertura basal (%) obtenidos en cada determinación sobre el tratamiento con PDA [Mz: malezas, SD: suelo desnudo, B: broza, MSP: material seco en pie, TR: trébol rojo, RG: raigrás anual]. Flecha de puntos indica momento de aplicación de herbicida; flecha continua indica momento de defoliación.

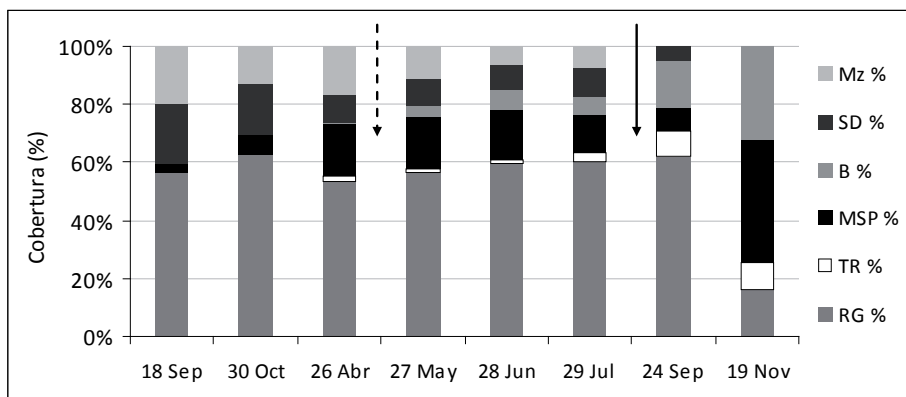


Gráfico 26: Valores medios de cobertura basal (%) obtenidos en cada determinación sobre el tratamiento conjunto HMA*PDA [Mz: malezas, SD: suelo desnudo, B: broza, MSP: material seco en pie, TR: trébol rojo, RG: raigrás anual]. Flecha de puntos indica momento de aplicación de herbicida; flecha continua indica momento de defoliación.

Los resultados de la dinámica de la cobertura basal en el tiempo manifestaron las siguientes características:

- Dominancia de raigrás anual (material verde) en la composición botánica del cultivo en todos los tratamientos.
- Cambios en la composición botánica de las pasturas en todos los tratamientos durante las primeras determinaciones, reflejado en los altos porcentajes de suelo desnudo y malezas presentes. No obstante, los valores de raigrás anual (material verde) se mantuvieron constantes en cada tratamiento, a excepción de la última fecha (19 de noviembre).
- Además del cambio en la composición botánica mencionado, se observó una disminución del % de verde correspondiente a las especies implantadas y aumento de los % de material seco en pie y % broza en la última fecha en todos los tratamientos.
- Se observó un claro efecto de la aplicación del herbicida a fin de mayo, sobre la cobertura de malezas.
- Disminución progresiva del % de suelo desnudo que es acompañado por un aumento del % de material seco en pie y por el % de broza en todos los tratamientos.
- Se observó una disminución del material seco en pie y un aumento del material verde (raigrás y trébol) en todos los tratamientos, luego de la defoliación (24 de septiembre).

- La cobertura del raigrás anual (material verde) presentó valores superiores en el tratamiento conjunto (HMA*PDA), con valores superiores al 50 % (figura 26). En la última fecha (19 de noviembre), estos valores fueron reemplazados por el material seco en pie y la broza debido a cambios fenológicos de las especies.
- La proporción de malezas fue similar en todos los tratamientos, a excepción del tratamiento conjunto (HMA*PDA).
- Mayor proporción de suelo desnudo en los tratamientos testigo y fertilizado con PDA (figuras 25 y 27) respecto a los tratamientos con HMA y mixto (figuras 26 y 28).

Análisis de la producción de materia seca (kg MS/ha):

En el cuadro de ANVA (tabla 3) se presentan los resultados obtenidos sobre el rendimiento en kg de MS/ha de la pastura sometida a la fertilización con HMA, PDA y ambos fertilizantes juntos.

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| Modelo | 0.82 | 3 | 0.27 | 2.9 | 0.1018 |
| HMA | 0.35 | 1 | 0.35 | 3.77 | 0.0882 |
| PDA | 0.45 | 1 | 0.45 | 4.78 | 0.0603* |
| HMA*PDA | 0.01 | 1 | 0.01 | 0.14 | 0.716 |
| Error | 0.75 | 8 | 0.09 | | |
| Total | 1.57 | 11 | | | |

Tabla 3. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) para la variable kg MS.ha⁻¹ ($p \leq 0,05$).

Las respuestas de los tratamientos sobre la producción de MSA no presentaron diferencias estadísticamente significativas. No obstante se puede apreciar una

tendencia (*p-valor = 0,0603, cercano a 0,05) a un posible efecto por la aplicación de fósforo sobre esta variable del rendimiento.

| Tratamiento | Rendimiento acumulado (kg MS.ha⁻¹) |
|--------------------|--|
| testigo | 1823 ± 409 |
| HMA | 2100 ± 385 |
| PDA | 2143 ± 107 |
| HMA*PDA | 2553 ± 220 |

Tabla 4. Valores medios (± desvío estándar) de rendimiento de la pastura obtenidos en cada tratamiento.

Sin embargo, entre los rendimientos promedios obtenidos (tabla 4), se contrastan los valores logrados en el tratamiento con HMA y PDA aplicados conjuntamente (2553 kg MS.ha⁻¹) respecto al tratamiento sin fertilizantes (1823 kg MS.ha⁻¹). Se destacan estas diferencias con un sentido de importancia agronómica aunque no se manifiesten diferencias estadísticamente significativas, probablemente debido al efecto de la sequía que influyó en el año de implantación (2011).

DISCUSIÓN

En primera instancia y como un factor muy importante que moderaron los resultados del experimento, se menciona el régimen de precipitación ocurrido durante los dos años de ensayo (figura 1 en Materiales y métodos), este tuvo una fuerte influencia sobre los resultados hallados. El período de implantación estuvo ligado a la ocurrencia de precipitaciones que ocasionaron la saturación periódica del suelo justamente durante la etapa de emergencia y establecimiento de las plantas, el cual fue seguido por un período de déficit hídrico que afectaría la sobrevivencia de las plántulas alcanzadas en el período anterior.

Las lluvias fueron poco frecuentes y acumuladas en pocos días (no se dispone de registros diarios de precipitación). El registro de precipitación en 2011 fue de 701 mm (AER INTA Lobos, 2013), 361 mm por debajo del promedio anual y del segundo año (2012) de 1470 mm (AER INTA Lobos, 2013), 408 mm por encima del promedio anual. Fue durante este período cuando se

evidenciaron algunos cambios sobre las variables estructurales de la productividad primaria.

A pesar de los posibles efectos causados por las precipitaciones, los HMA y el PDA mostraron efectos positivos sobre la dinámica de las variables estructurales del raigrás anual en momentos específicos del crecimiento de la pastura, dentro del segundo año de implantación. Se promueve el aumento de la densidad de plantas en el invierno y aumenta el macollaje en la época invierno-primaveral.

Contrariamente, no se manifestaron variaciones significativas sobre la Producción de materia seca total y en general fue baja (entre 1800 y 2500 kg MS.ha⁻¹) respecto de la esperada, lo que se podría atribuir, en parte, a efectos causados por la disponibilidad de humedad en el suelo. Passioura, citado por Colabelli *et al.* (1998) afirma que las plantas responden al déficit hídrico con cambios morfológicos y fisiológicos que les permiten disminuir la pérdida de agua y mejorar su consumo. El déficit hídrico afecta negativamente la expansión del área foliar (Colabelli *et al.*, 1998), y afecta el rendimiento de materia seca (Duru y Ducrocq, 2000).

Además de la influencia del stress hídrico en la baja producción de materia seca obtenida, en el análisis de la dinámica de la cobertura basal se detectan en el segundo período, cambios estructurales que no fueron acompañados por un manejo de defoliación adecuado. Avanzado el ciclo se observan, en todos los tratamientos, valores de material seco en pie por encima del 20 %, valores altos respecto a los valores obtenidos de las especies deseadas en verde (en raigrás anual apenas supera el

60% a fin de ciclo). Claramente se observa también que posteriormente a la defoliación (24 de septiembre) los valores de material seco en pie disminuyen y en simultáneo aumentan los valores de raigrás anual y trébol rojo en verde. Estas respuestas sugieren una relación de la producción de materia seca asociada a la frecuencia de defoliación, que está íntimamente relacionada a efectos sobre las variables morfológicas y estructurales de la pastura. Varios autores (Briske *et al.*, 1991; Scheneiter y Bertin, 1995; Lemaire y Chapman, 1996; Colabelli *et al.*, 1998), sostienen que el régimen de defoliación afecta directamente la producción de la pastura.

Un ajuste en la frecuencia de la defoliación hubiera generado posiblemente un aumento en la eficiencia de cosecha (Colabelli *et al.*, 1998) e impactado sobre el crecimiento de las plantas. Durante el ensayo realizado no se modificaron las pautas de defoliación propuestas; un ajuste en el régimen de la defoliación que acompañara los cambios estructurales ocurridos seguramente hubiera generado cambios sobre la producción de materia seca con valores superiores a los obtenidos.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se sugiere que si la frecuencia de defoliación hubiera sido mayor, las respuestas a los factores hubieran sido superiores sobre la producción de materia seca y se hubieran reducido las altas pérdidas de material por senescencia.

Gran parte de la bibliografía consultada sostiene que los efectos de los HMA son claramente superiores en aquellos suelos

con bajo contenido de fósforo disponible (Azcón Aguiar *et al.*, 1979; Bolan *et al.*, 1987; Nelson y Mikkelsen, 2008; Parodi y Pezzani, 2010). Contradictoriamente, Noda (2009) afirma que en aquellos suelos con presencia de fósforo se logra una exitosa asociación mutualista entre los HMA y las plantas. En este ensayo se observaron interacciones de ambos factores (HMA*PDA) en la época invernal sobre el macollaje de las plantas de raigrás anual de un año de edad. También sobre tres de los componentes de la cobertura basal: raigrás anual, trébol rojo y broza, en la primera primavera. El resto de los resultados significativos observados sobre las variables estructurales y de cobertura basal fueron atribuidos a la aplicación de HMA o a la aplicación de PDA. La aplicación de PDA además, favoreció el stand de plantas de trébol rojo y la aparición de vástagos en el período invierno-primaveral.

Los efectos favorables generados sobre las variables estructurales posiblemente repercutieron sobre la dinámica de la cobertura basal, incluso con respuestas relacionadas a la interacción de los factores, como se mencionó en el párrafo anterior. El PDA afectaría a los dos componentes de la pastura y los HMA aumentarían la capacidad competitiva de la gramínea al incrementar su macollaje. De acuerdo con Noda (2009), de alguna manera los HMA podrían jugar un rol complementario con fertilizantes ricos en fósforo con respuestas favorables sobre las variables estructurales afectando la cobertura.

CONCLUSIONES

Aunque la hipótesis básica no pudo ser confirmada bajo las condiciones de precipitación dadas en este ensayo, el análisis de las variables estructurales relacionado a la cobertura basal y la producción de materia seca aérea, permitió concluir que habría resultados positivos en la utilización de HMA y PDA en momentos específicos del crecimiento de la pastura:

Tanto los HMA como el PDA favorecieron el establecimiento de raigrás anual, observado en la densidad de plantas y macollos en la etapa invierno-primaveral; y el macollaje en el otoño siguiente de plantas reclutadas. Los HMA utilizados (específicos para gramíneas) no afectan las variables estructurales de la leguminosa.

Se manifestaron efectos por interacción entre HMA y PDA en la cobertura basal, sobre los componentes de raigrás anual, trébol rojo y broza, en la primavera del primer año de ensayo.

La interacción entre factores (HMA y PDA) incrementa el espacio ocupado por especies deseadas, reflejado en el efecto positivo sobre la cobertura basal durante el

primer año de implantación.

Los HMA favorecieron las variables estructurales en momentos específicos del crecimiento de la pastura.

No se manifestaron interacciones entre los HMA y el PDA sobre las variables estructurales, excepto sobre la densidad de macollos de raigrás anual en el invierno.

Los altos valores obtenidos en la mayoría de las variables estructurales de la gramínea en el tratamiento mixto (HMA*PDA), respecto al resto de los tratamientos, fueron atribuidos a los HMA o al PDA, y no a su interacción.

El PDA incrementa la densidad de plantas y vástagos de trébol rojo en el período invierno-primaveral. La aplicación de PDA tiende a favorecer el rendimiento de la pastura compuesta.

Finalmente se concluye que el uso de los HMA podría ser una herramienta complementaria de manejo que afecta los procesos de producción de las pasturas en momentos específicos dentro del ciclo, combinado además con un régimen de defoliación que optimice la eficiencia de utilización del recurso forrajero.

BIBLIOGRAFÍA

- Amigone, M.A. 2004. Verdeos de invierno. El raigrás como alternativa. Revista La Chacra. 879: 18-20.
- Azcón Aguilar, C., R. Azcón y J.M. Barea. 1979. Endomycorrhizal fungi and Rhizobium as biological fertilisers for Medicago sativa in normal cultivation. Nature Journal. 279: 325-327.
- Berardo, A. y M.A. Marino. 2001. Fertilización fosfatada. Revista AgroMercado. Cuadernillo Forrajeras. Nº 55: 11-14.
- Bolan, N.S., A.D. Robson, y N.J. Barrow. 1987. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhiza on the availability of iron phosphates to plants. Australia. Plant and Soil Journal. 99: 401-410.

- Borrajo, C.I., P. Barbera, D. Bendersky, R. Pizzio, M. Ramírez C. Maidana, P. Zapata, R. Ramírez y J.R. Fernández. 2011. Verdeos de invierno en Corrientes. Comunicaciones EEA INTA Mercedes, Corrientes. Ed. INTA. Serie técnica N° 49. p. 39.
- Briske, D.D. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. An ecological perspective. *Grazing Management: an ecological perspective*. Ed. Rodney K., Heitschmidt y J. W. Stuth. 19 p.
- Colabelli, M., M. Agnusdei, A. Mazzanti y M. Labreveux. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. *Boletín Técnico N° 148*. SAGPyA e INTA Centro Regional BA Sur.
- Correa Urquiza, A. 1998. Fertilización de Raigrás. *Revista AgroMercado. Cuadernillo Forrajeras*. N° 19: 53-54.
- Duru, M. y H. Ducrocq. 2000. Growth and senescence of successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. *Annals of Botany* 85: 635-643.
- Frontera, G.M. 2010. Utilización de biofertilizantes con micorrizas en pasturas. *Revista Producción*. May/Jun. pp. 74-75.
- Grümbert, B., C. Conforto, C. Pérez Brandán, A. Rovea, M. Boxler, S. Rodríguez Grastorf, J. Minteguiaga, C. Luna, J. Meriles, y S. Vargas Gil. 2012. La fertilización inorgánica y los hongos micorrízicos en el cultivo de maíz. XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo - XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Argentina. IPNI. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica* 8: 22-26.
- Hall, J.R., P.D. Johnstone, y R. Dolby. 1984. Interactions between endomycorrhizas and soil nitrogen and phosphorus in the growth of ryegrass. *Invenmay Agricultural Research Centre, New Zealand. New Phytologist Journal*. 97: 447-453.
- Harrison, J.M. 1997. The arbuscular mycorrhizal symbiosis: An underground association. *Trends in Plant Science Journal*. 2(2): 54-60.
- Huynh, H y L.S. Feldt. 1970. Conditions under Which Mean Square Ratios in Repeated Measurements Designs Have Exact F-Distributions, *Journal of the American Statistical Association*, 65: 1582-1589.
- Huynh, H y L.S. Feldt. 1976. Estimation of the Box Correction for Degrees of Freedom from Sample Data in the Randomized Block and Split Plot Designs, *Journal of Educational Statistics*, 1: 69-82.
- INTA. 1980-2012. Registro de precipitaciones. Agencia de Extensión Rural de Lobos.
- Kavanová, M., A.A. Grimoldi, F.A. Lattanzi y H. Schnyder. 2006. Phosphorus nutrition and mycorrhiza effects on grass leaf growth. P status- and size-mediated effects on growth zone kinematics. *Plant, Cell and Environment Journal*. 26: 511-520.
- Lemaire G. y D. Chapman. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. *The Ecology and Management of Grazing Systems*. Ed. J. Hodgson y A.W. Illius. CAB International. 7 p.
- Mateu Figueras, G., J.A. Martín Fernández, V. Pawlowsky Glahn y C. Barceló Vidal. 2003. El problema del análisis estadístico de datos composicionales. 27° Congreso Nacional de Estadística e Investigación, Lleida. 9 p.

- Matteucci, S.D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. En Medición de cobertura, Capítulo III: Atributos y variables. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. p. 44 – 46.
- Méndez, D. 2011. Avances en raigrás. Red de evaluación de cultivares de raigrás. Comunicaciones EEA INTA General Villegas. Año 2, N° 2. 36p.
- Nelson, N. y R. Mikkelsen. 2008. Meeting the phosphorus requirement on organic farms. IPNI. Better Crops Journal. 92(1): 12-14
- Noda, Y. 2009. Las micorrizas: una alternativa de fertilización ecológica en los pastos. Publicación Técnica. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba. 10 p.
- Parodi, G. y F. Pezzani. 2010. Micorrizas arbusculares en dos gramíneas nativas (*Nassella neesiana* y *Coelorhachis selloana*) de un pastizal natural de Uruguay. Profundización en Ecología. Universidad de la República, Facultad de Ciencias. Uruguay. 28 p.
- Quilambo, O.A. 2003. The vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. African Journal of Biotechnology. 2(12):539-546.
- Romero, N. y M.A. Ruíz. 2011. Verdeos de invierno: perfiles nutricionales. Ediciones INTA. EEA INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”. 19 p.
- Sagredo, A.T. 2002. Presencia de hongos micorrízicos arbusculares en plantas silvestres de suelos salinos en el estado de Colima. Tesis de Maestría. J.G. Aguirre López y J. Fariás Larios. Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Colombia. 124 p.
- Sardiña, C., I. Ceconi y R. Bandera. 2009. Fertilización nitrogenada y respuesta productiva de festuca (*Festuca arundinacea*) y agropiro (*Thynopirum ponticum*). Memoria Técnica 2009-2010. EEA INTA General Villegas. pp. 83-85.
- SAS. 1989. SAS/STAT User´s Guide, Version 6, Fourth Edition, Volume 2.
- Scheneiter, J.O. y O.D. Bertin. 1995. Manejar con cuidado. Campo y tecnología, INTA. 4(23): 56-59.
- Scheneiter, J.O. y O.D. Bertin. 1998. Producción de forraje y cultivos forrajeros en el norte de la provincia de Buenos Aires. INTA EEA Pergamino. Revista de Tecnología Agropecuaria III (7). 45 p.
- Ventimiglia, L., H. Carta, S. Rillo y P. Richmond. 2005. Raigrás anual: resultados de tres años de fertilización nitrogenada. Proyecto Regional Ganadero del Centro Regional Buenos Aires Norte 2001 – 2004, Ed. INTA. Investigación: forrajeras. p. 70-74.
- Zanoniani, R.A. y S. Noëll. 2003. Verdeos de invierno. Publicaciones UEDY, Uruguay. Pasturas, EEMAC, Fac. de Agronomía, Uruguay. 5 p.

Sitios web:

BelAgro Servicio en Agroinsumos. <http://www.belagro.com.ar/index.php>

Fecha de consulta: Mayo de 2012

CRINIGAN S.A. <http://www.crinigan.com>

Fecha de consulta: Marzo de 2011

INTA. Visor GeoINTA. http://geointa.inta.gov.ar/visor/?p=model_suelos

Fecha de consulta: Abril de 2013.