



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero
Agrónomo

Modalidad: Proyecto

**Efecto de la fertilización fosforada sobre los caracteres
vegetativos de *Adesmia bicolor* (Leguminosae) en cultivo**

Alumno: Walter Agustín Valdés

DNI N° 34.429.400

Director: Dra. Mónica Grosso

Co-Director: Dra. Rosana Malpassi

Río Cuarto – Córdoba

Diciembre de 2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Efecto de la fertilización fosforada sobre los caracteres vegetativos de *Adesmia bicolor* (Leguminosae) en cultivo

Autor: Walter Agustín Valdés

DNI: 34.429.400

Director: Dra. Mónica Grosso

Co-Director: Dra. Rosana Malpassi

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

Dra. Sara Basconsuelo _____

Dra. María Andrea Amuchastegui _____

Dra. Rosana Malpassi _____

Fecha de Presentación: ____/____/____

Secretario Académico

Agradecimientos

- A mi familia, por ser quienes, a lo largo de toda mi vida, han apoyado y motivado mi formación académica, por la educación que me han brindado, porque creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades.
- A la Universidad Nacional de Río Cuarto, por abrir sus puertas a jóvenes como yo, darme la oportunidad de estudiar, prepararme para un futuro competitivo y formarme como persona de bien.
- A mi Directora y Co-Directora de Tesis, Mónica Grosso y Rosana Malpassi por dedicarme su tiempo y esfuerzo, de manera adecuada, aportándome sus experiencias, conocimientos, capacidades y, por sobre todo, sus amistades, durante la realización de esta investigación.
- A toda la cátedra de Morfología Vegetal, la cual se encargó, en todo momento, de hacerme sentir parte de ella.
- A mis amigos y compañeros de estudio por compartir momentos inolvidables en esta facultad, que me han servido de motivación para poder llevar a cabo este trabajo.
- Al jurado evaluador por el tiempo dedicado en la corrección del trabajo.
- A todas aquellas personas que han hecho posible que este trabajo llegue a buen término. Personas que me brindaron su colaboración recolectando y analizando datos, ayudándome incondicionalmente durante esta investigación. Este es el esfuerzo de un gran equipo de trabajo.

INDICE

	Págs.
Introducción -----	1
Objetivos -----	5
Materiales y métodos -----	6
Resultados y discusión -----	11
Conclusiones -----	27
Bibliografía -----	28
Anexos -----	32

Índice de cuadros

	Págs.
Cuadro 1. Valores iniciales y finales del análisis de suelo de la parcela en estudio _____	11

INDICE DE FIGURAS

	Págs.
Fig. 1. Parcela con <i>Adesmia bicolor</i> en cultivo -----	6
Fig. 2. Determinación de materia orgánica en laboratorio -----	7
Fig. 3. Esquema de la parcela de <i>A. bicolor</i> y diseño del experimento -----	9
Fig. 4. A. <i>Adesmia bicolor</i> en estado vegetativo. B. Muestras de <i>A. bicolor</i> -----	10
Fig. 5. Longitud de foliolos de <i>Adesmia bicolor</i> en cada tratamiento -----	13
Fig. 6. Ancho de foliolo de <i>Adesmia bicolor</i> en cada tratamiento -----	14
Fig. 7. N° de estolones.ha ⁻¹ de <i>Adesmia bicolor</i> en cada tratamiento -----	16
Fig. 8. N° de hojas.ha ⁻¹ de <i>Adesmia bicolor</i> en cada tratamiento -----	18
Fig. 9. Biomasa aérea fresca de <i>Adesmia bicolor</i> en cada tratamiento -----	20
Fig. 10. Biomasa aérea seca de <i>Adesmia bicolor</i> en cada tratamiento -----	21
Fig. 11. Biomasa subterránea fresca de <i>Adesmia bicolor</i> en cada tratamiento -----	23
Fig. 12. Biomasa subterránea seca de <i>Adesmia bicolor</i> en cada tratamiento -----	24

RESUMEN

La región semiárida del centro de Argentina es un área predominantemente ganadera donde, en general, la producción se realiza sobre pastizales naturales. La introducción de una especie perenne forrajera durante el invierno-comienzo de la primavera, periodo crítico para las pasturas, podría mejorar la calidad, cantidad y regulación de la disponibilidad de forraje para el ganado. En regiones semiáridas de Argentina se está evaluando a *Adesmia bicolor* (Leguminosae) como especie forrajera, ya que es una planta herbácea perenne de hábito rastrero, potencialmente productiva y posee una elevada capacidad para fijar nitrógeno. El objetivo de este trabajo es determinar los efectos de distintas dosis de un fertilizante fosforado líquido sobre los caracteres vegetativos de *A. bicolor* durante su ciclo de crecimiento. Dicho fertilizante se aplicó en tres dosis diferentes: tratamiento “I” (control), “II” (50 kg.ha⁻¹) y “III” (100 kg.ha⁻¹). El ensayo se llevó a cabo en una parcela de *Adesmia bicolor*, ubicada en el Campo Experimental de la UNRC. Se realizaron cuatro muestreos durante la etapa vegetativa (20/03/15, 21/05/15, 28/07/15, 30/09/15), en los que se analizaron: longitud y ancho de foliolos; número de estolones, yemas y hojas; biomasa aérea y subterránea. En general, el tratamiento “II” (50 kg.ha⁻¹) es el que produce mayores valores en biomasa subterránea, mostrando diferencias estadísticas significativas a partir de la tercera fecha de muestreo. El tratamiento “II” también muestra mayores valores en producción de estolones, hojas y yemas, longitud y ancho de foliolos, aunque estas diferencias con respecto al control no son estadísticamente significativas. Por lo tanto, 50 kg.ha⁻¹ sería la dosis a recomendar para la producción de *Adesmia bicolor* en un primer año de fertilización. Además sería importante continuar los estudios para evaluar los efectos de la refertilización sobre esta especie y determinar la curva dosis-respuesta.

Palabras clave: *Adesmia bicolor*, fósforo, caracteres vegetativos, forrajera, leguminosa.

Effects of phosphorus fertilization on the vegetative traits of *Adesmia bicolor* (Leguminosae) in culture

ABSTRACT

The semi-arid region of central Argentina is a predominantly livestock production area where, in general, production is carried out on natural pastures. The introduction of a perennial fodder species during winter-early spring, a critical period for pastures, could improve the quality, quantity, and regulation of forage availability for livestock. In semiarid regions of Argentina, *Adesmia bicolor* (Leguminosae) is being evaluated as a forage species, since it is a perennial herbaceous plant of clonal habit, potentially productive and has a high capacity to fix nitrogen. The objective of this work is to determine the effects of different doses of a liquid phosphorus fertilizer on the vegetative characteristics of *A. bicolor* during its growth cycle. This fertilizer was applied in three different doses: treatment "I" (control), "II" (50 kg.ha⁻¹) and "III" (100 kg.ha⁻¹). The test was carried out on a plot of *Adesmia bicolor*, located in the Experimental Field of the UNRC. Four samplings were performed during the vegetative stage (03/20/15, 05/21/15, 07/28/15, 09/30/15), in which the length and width of leaflets, number of stolons, buds and leaves, aerial and underground biomass were analyzed. In general, the treatment "II" (50 kg.ha⁻¹) produces the highest values of underground biomass, showing significant statistical differences after the third sampling date. Treatment "II" also shows higher values of stolon, leaf and bud production, leaflet length and width than the control, although these differences are not statistically significant. Therefore, 50 kg.ha⁻¹ would be the dose to recommend for the production of *Adesmia bicolor* in a first year of fertilization. It would be important to continue the studies to evaluate the effects of refertilization on this species and to determine the dose-response curve.

Key words: *Adesmia bicolor*, phosphorus, vegetative characters, forage, leguminous.

INTRODUCCIÓN

La introducción de una especie perenne forrajera durante el invierno-comienzo de la primavera, periodo crítico para las pasturas, podría mejorar la calidad, cantidad y regulación de la disponibilidad de forraje para el ganado (Berretta, 2003). La introducción de leguminosas forrajeras a la comunidad vegetal es considerada una estrategia amigable para el ambiente, ya que incrementa los niveles productivos de las pasturas debido a la fijación biológica de nitrógeno (Reyno *et al.*, 2006).

El fósforo (P) constituye un elemento clave que, junto a otros factores de manejo, determina la posibilidad de alcanzar la expresión del potencial productivo de esas leguminosas y su adecuada persistencia. Si bien la fertilidad nativa de los suelos de la Región Pampeana era originalmente alta (Sillampää, 1982), la gradual reducción en sus reservas de nutrientes ha modificado dicha situación. Estudios recientes destacan la mayor frecuencia de suelos deficientes en N y P, debido principalmente a la expansión del área agrícola, la disminución en la proporción de pasturas perennes, el crecimiento de los niveles de producción y la continua exportación de nutrientes en los productos cosechados (Hall *et al.*, 1992).

A pesar de que la fertilización es una herramienta muy efectiva para incrementar la cantidad y calidad de los forrajes, estos representan los cultivos menos fertilizados (Torres Dugan y Lemos, 2008). Esto se debe a que la fertilización fosforada representa un costo importante en el establecimiento y mantenimiento de pasturas sembradas (Bordoli, 1998). Por lo tanto, la disponibilidad de métodos adecuados y precisos para la estimación de los niveles de fósforo en el suelo o en la planta constituye una importante herramienta para una correcta toma de decisiones sobre la cantidad de P que se debe aplicar (Bermúdez *et al.*, 1998; Berretta, 2003; Ayala y Bermúdez, 2004; Amadeo, 2014).

La fertilización con fósforo de pasturas naturales y cultivadas afecta también la composición botánica. En condiciones de campos naturales, se ha observado que el agregado de fósforo incrementa la presencia de leguminosas (Mufarrege, 1999). La respuesta de las leguminosas a la adición de P es de mayor magnitud a la observada en otras familias botánicas, debido posiblemente al efecto que tiene el agregado de este nutriente sobre la nodulación y la fijación de N, lo que repercute en una mayor calidad del forraje producido (Boschetti *et al.*, 1998; Fitzimons, 2016). Otro aspecto interesante de destacar es el efecto del P sobre el crecimiento y distribución de las raíces. En suelos deficientes, cerca del 80% de la masa radical se encuentra en los primeros 20 cm de suelo, mientras que en suelos fertilizados esa proporción de raíces alcanza los 50 cm de profundidad (Sanderson y Jones, 1993); esto le confiere mayor resistencia a la sequía debido a un mayor volumen de suelo explorado. El

fertilizante aplicado a la siembra permite su incorporación al suelo y puede ser aprovechado desde el inicio de la pastura, por lo cual es el que mayor respuesta da y el que con mayor eficiencia se utiliza (Quintero *et al.*, 1997). Por el contrario, en las aplicaciones en cobertura se obtienen menores respuestas y menor eficiencia de aprovechamiento, además están sujetas al riesgo de pérdida por movimiento superficial provocado por las lluvias. Es por ello que la fertilización inicial es clave y fundamental en la productividad y en la respuesta económica a la fertilización. Las fuentes y dosis del fertilizante fosfatado, la época de aplicación (ya sea a cada cultivo individual o en secuencia de cultivos), la distribución de las refertilizaciones (según la persistencia productiva esperada), el techo de producción de forraje potencial o de la producción deseada, entre otras, deben ser tenidas en cuenta para definir la utilización y aplicación de los diferentes tratamientos fosfatados en cada circunstancia (Carámbula, 2004).

Las plantas que sufren deficiencias de P reducen la expansión foliar, determinando una menor superficie foliar y un menor número de hojas, junto a un amarillamiento y senescencia prematura de las hojas maduras. El crecimiento aéreo se deprime más que el radical, destinando las plantas una proporción mayor de carbohidratos hacia las raíces. Todo esto resulta en una subutilización de los recursos del ecosistema como la radiación y el agua, lo que determina producciones inferiores de forraje (Boschetti y Quintero, 2005).

En la Universidad Nacional de Río Cuarto hace más de diez años que se está evaluando a *Adesmia bicolor* debido a que, al ser una leguminosa nativa, perenne, herbácea, de ciclo indefinido (Bianco, 2002; Veneciano *et al.*, 2005; Machin, 2011), tolerante a bajos niveles de P en suelo (Dodd y Orr, 1995), constituye una especie con alto potencial para uso forrajero (Berretta, 2003). La plántula de *Adesmia bicolor* es de tipo faneroépigea (Duke y Polhill, 1981), los cotiledones son foliares, expandidos y se comportan como órganos fotosintéticos persistiendo hasta el desarrollo de las hojas siguientes. Los caracteres morfológicos más importantes que inciden en las variantes de ramificación de las especies del género *Adesmia* son: el desarrollo del eje o tallo primario y la dirección de crecimiento de los vástagos. El eje primario en *A. bicolor* crece en una primera fase perpendicular a la superficie del suelo y alcanza aproximadamente 3-5 cm. En la axila de los cotiledones se destacan dos yemas que originan dos vástagos plagiótropos de crecimiento muy rápido. Cada una de estas ramas desarrolla yemas profílicas, de tal manera que en el transcurso de un año, la planta cubre gran parte del suelo. Todas las ramas que son plagiótropas desarrollan raíces adventicias en los nudos, manifestando un típico crecimiento clonal. Este tipo de crecimiento le confiere ventajas en el flujo de fotoasimilados, agua y nutrientes entre los distintos ejes a través de conexiones fisiológicas (estolones), característica que podría ser un factor clave para asegurar la persistencia bajo pastoreo intensivo (Dodd y Orr, 1995; Veneciano *et al.*, 2005). La planta adulta está constituida por numerosos módulos conectados fisiológicamente pero potencialmente independientes. Esta estructura modular incide en la habilidad para

mover y orientar los vástagos hacia los sitios vecinos mostrando una respuesta flexible a los cambios locales del ambiente (Bianco, 2002; Weberling *et al.*, 2002; Veneciano *et al.*, 2005; Pérez, 2017). Durante el segundo año se desarrollan racimos constituidos cada uno de ellos por 10 a 20 flores.

El fruto es un lomento curvado de aproximadamente 2 cm de longitud, desarticulándose a la madurez en fragmentos transversales monospermos separados unos de otros por ceñiduras visibles externamente. El endocarpo no está adherido al tegumento de la semilla. La semilla es levemente circular de aproximadamente 2,12 mm, la superficie externa es dicrómica y presenta un moteado característico. Los estudios de espermodermis con microscopio electrónico de barrido (MEB) han revelado distintos modelos y constituyen una herramienta de valor sistemático, ya que en *A. bicolor* se observa un reticulado característico. En la región hilar se encuentra el micrópilo, una protuberancia denominada lente y el anillo hilar (Bianco y Kraus, 2005). A la madurez, al desarticularse el lomento polispermo, permanece cubierta por parte del pericarpo, lo cual no representa ningún problema por la falta de adherencia entre ambas partes. La semilla está constituida por un embrión con dos cotiledones rectos, un eje embrionario con una radícula bien definida y un hipo-epicótilo poco desarrollado. El endosperma es muy delgado, cubriendo el embrión y adnato a la testa o tegumento seminal. Estos tegumentos representan algo más que una cubierta protectora. En muchos taxones, y fundamentalmente en las leguminosas, la condición de dormición de la semilla está impuesta por la “dureza” de los tegumentos como consecuencia de que éstos o algunas de sus capas son impermeables al agua y a los gases. En un corte transversal de una semilla madura se observa una capa externa de macroesclereidas y por debajo de ella, la presencia de osteosclereidas que le dan el carácter de “semillas duras”, típico del género *Adesmia* y de la familia Leguminosae (Gunn, 1981; Peretti, 1994; Bianco y Kraus, 2005).

Si bien se ha avanzado en la evaluación de aspectos morfológicos y agronómicos para el establecimiento de esta especie en la región central de Argentina, así como su crecimiento vegetativo, calidad de forraje y eficiencia de fijación biológica de nitrógeno (Veneciano *et al.*, 2005; Bianco y Kraus, 2005; Vileta *et al.*, 2010; Bianco *et al.*, 2012; Bianco, 2014), es importante determinar el efecto de la fertilización fosfatada sobre los caracteres vegetativos de *Adesmia bicolor*.

HIPOTESIS

Adesmia bicolor es capaz de producir mayor número de estructuras vegetativas en respuesta a distintas dosis de fertilizante fosforado.

OBJETIVO GENERAL

Determinar los efectos de distintas dosis de un fertilizante fosforado líquido sobre los caracteres vegetativos de *Adesmia bicolor* en cultivo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar el efecto de tres dosis de fertilizante fosforado líquido sobre el tamaño de los foliolos durante la etapa vegetativa de *Adesmia bicolor*.
2. Evaluar el efecto de tres dosis de fertilizante fosforado líquido sobre la producción de hojas durante la etapa vegetativa de *Adesmia bicolor*.
3. Determinar el efecto de tres dosis de fertilizante fosforado líquido sobre la producción de yemas durante la etapa vegetativa de *Adesmia bicolor*.
4. Evaluar el efecto de tres dosis de fertilizante fosforado líquido sobre la producción de estolones durante la etapa vegetativa de *Adesmia bicolor*.
5. Determinar el efecto de tres dosis de fertilizante fosforado líquido sobre la producción de biomasa aérea y subterránea durante la etapa vegetativa de *Adesmia bicolor*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía y Veterinaria ubicado frente al campus universitario (33°06'23.50'' S; 64°17'54.41'' O), en una parcela de 4 x 15 m que presenta *Adesmia bicolor* en cultivo. En esta parcela, esta especie se encuentra establecida desde hace cinco años, habiendo sido tratada con herbicidas pero no con fertilizantes (Figura 1).



Figura 1. Parcela con *A. bicolor* en cultivo. Campo experimental de la UNRC. Año 2015.

Previamente a la aplicación del fertilizante fosforado, se tomaron 10 muestras de suelo al azar (entre 0 a 0,20 cm de profundidad) representativas de la parcela para determinar pH, porcentaje de materia orgánica, concentración de P y humedad.

Para la determinación de pH, se pesó 1 g de suelo de cada parcela y se agregaron 10 ml de agua destilada. Se agitó y se dejó reposar por 10 min. Se ajustó el potenciómetro con las soluciones amortiguadoras y se midió el pH de las soluciones de suelo. La determinación de materia orgánica se realizó mediante el método de oxidación (Figura 2). Se pesaron 0,5 g de la muestra a analizar, previamente tamizada con una malla de 0,5 mm y se la introdujo en un erlenmeyer de 250 ml. Luego se añadió 5 ml de $Kr_2O_7K_2$, imprimiendo al erlenmeyer un movimiento de giro permanente para lograr un íntimo contacto suelo – solución. Seguidamente, se añadió 10 ml de SO_4H_2 concentrado y 4 gotas del indicador N-

fenilantranílico, se agitó y mezcló adecuadamente. Finalmente se valoró la solución con sal de Mhor 0,1 N hasta alcanzar un viraje rojo vinoso a verde brillante (Nelson y Sommers, 1982). Para determinar porcentaje de materia orgánica se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MO} = \text{ml de } \text{K}_2\text{O}_7\text{K}_2 \times (1 - T/S) \times 1,34$$

donde:

- S: ml de disolución ferrosa consumidos en la valoración en blanco.
- T: ml de disolución ferrosa consumidos en la valoración de la muestra.

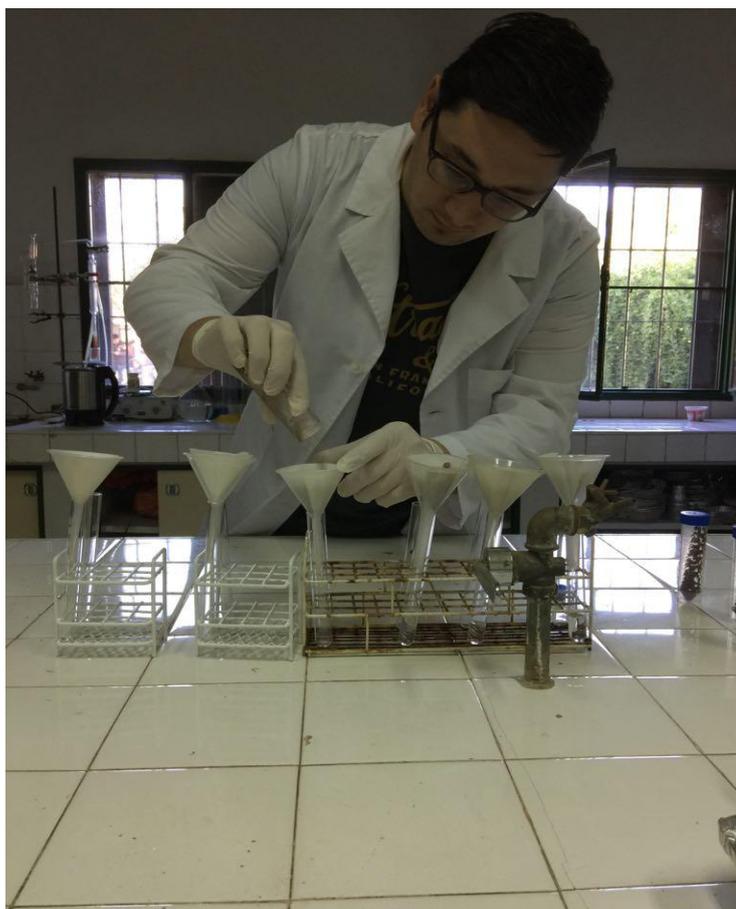


Figura 2. Determinación de materia orgánica en laboratorio de análisis de suelo (FAV-UNRC). Año 2016.

La humedad del suelo fue calculada por la diferencia de peso entre una misma muestra húmeda y después de haberse secado en la estufa hasta obtener un peso constante. Para determinarla se pesó 1 g de muestra, luego se colocó la misma dentro de la estufa a 80°C durante 24 hs. Posteriormente se retiró de la estufa y se la colocó dentro de un desecador para que se enfríe. Luego de pesada se calcularon los porcentajes de humedad en el suelo por la diferencia de pesos, según la siguiente fórmula:

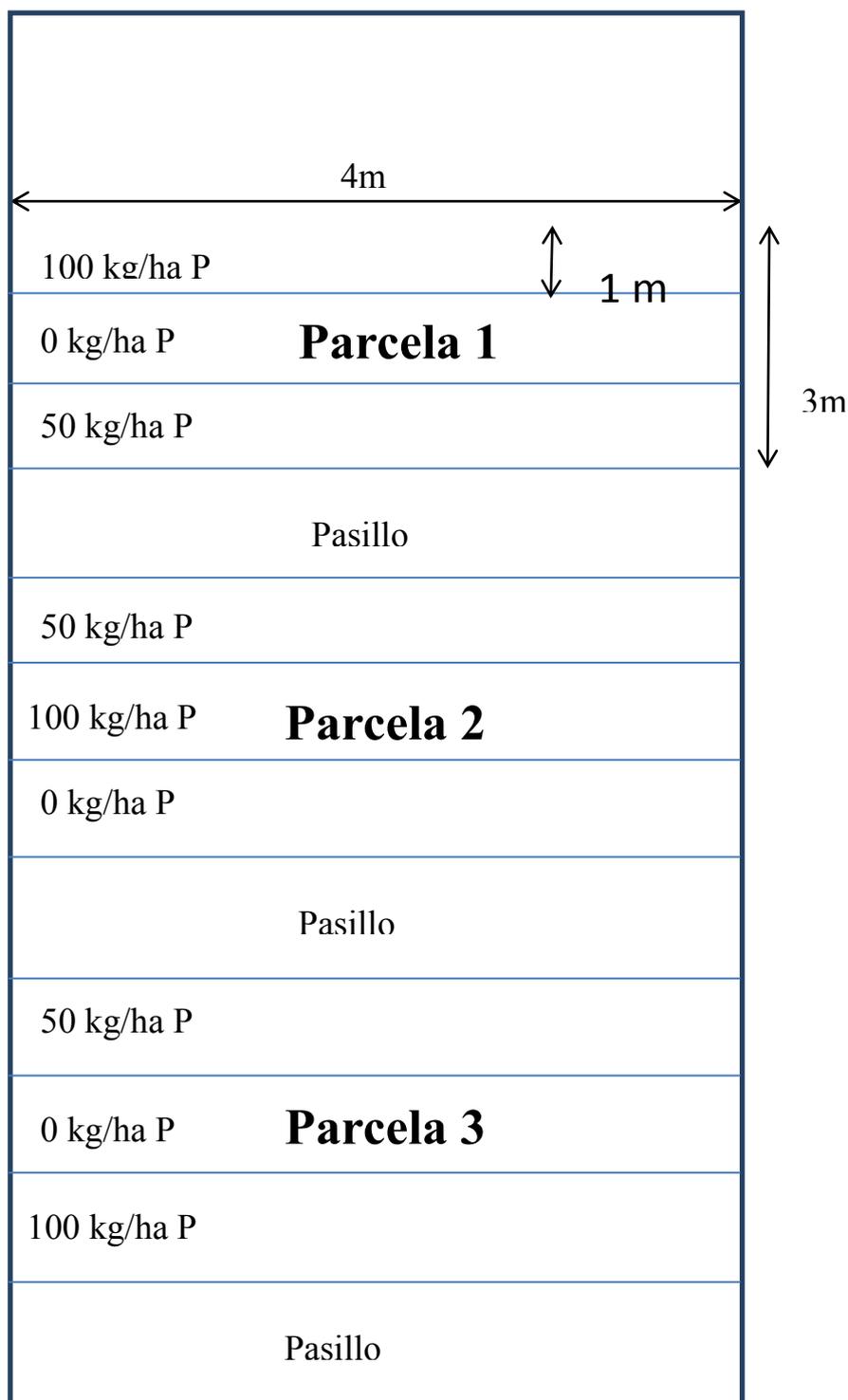
$$\% \text{ Humedad del suelo} = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) / \text{Peso inicial} * 100$$

Para determinar el P disponible se empleó la metodología de Bray y Kurtz 1 (Bray y Kurtz, 1945). Se pesaron 2,85 g de suelo y se colocaron en un erlenmeyer de 50 ml, se agregó 20 ml de solución extractiva de fluoruro de amonio en medio ácido (mezcla de NH_4F 0,03N y HCl 0,025N) y se agitó enérgicamente por 5 min. Finalizada la agitación, se filtró con papel de filtro. Se tomó una alícuota de 2 ml del filtrado y se transfirió a un tubo de ensayo. Después de haber reservado 1 ml para enjuagar la pipeta, se añadió 5 ml de agua destilada y 2 ml de molibdato amónico, mezclando la solución. Finalmente se agregó 1 ml de cloruro estañoso recién diluido y se mezcló inmediatamente. Luego de unos 5 a 6 min y antes de transcurridos 20 min, se midió el color fotométricamente a una longitud de onda de 660 nm. Paralelamente se preparó un blanco. Para el cálculo, se consideró una curva estándar incluyendo 2 ml de la solución de extracción en el rango de 0,1 a 1 μg de $\text{P}\cdot\text{ml}^{-1}$ (Marbán y Ratto, 2005).

El diseño del experimento fue de bloques completos al azar con tres repeticiones y submuestras de diferente n. En cada repetición, se distribuyeron al azar las siguientes dosis de fertilizante:

1. Tratamiento I: 0 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de P (control)
2. Tratamiento II: 50 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de P
3. Tratamiento III: 100 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de P

La aplicación se realizó con un equipo pulverizador de parcelas, según el diseño de bloques al azar (Figura 3). El fertilizante utilizado (Fasil 1006), es líquido y presenta una densidad de 1.26, pH 2.2, 4.8% de nitrógeno total, 3.7% de nitrógeno amoniacal y nitratos, 22.6% de fósforo total y 4.9% de sulfuros.



UNRC

Figura 3. Esquema de la parcela con *A. bicolor* en cultivo mostrando el diseño del experimento. Campo experimental de la UNRC. Año 2015.

En cada bloque por tratamiento se determinó en una superficie de 0,0625 m² el n° de estolones, yemas, hojas, longitud y ancho de 50 folíolos, biomasa aérea y subterránea producida por *A. bicolor*. Se llevaron a cabo cuatro muestreos durante la etapa vegetativa (20/03/15, 21/05/15, 28/07/15 y 30/09/15), (Figura 4).



Figura 4. *Adesmia bicolor* en estado vegetativo (28/07/15). A. Parcela del cultivo. B. Muestra de cada tratamiento. Campo experimental. UNRC.

Este último material extraído fue secado en estufa a 60°C hasta lograr peso constante para determinar el peso seco aéreo y subterráneo.

Los datos fueron analizados estadísticamente de acuerdo al diseño de bloques completos al azar con submuestras, y para las variables en las que se detectaron diferencias significativas, se procedió a efectuar LSD-Fisher con Infostat 2017/P.1 (Steel y Torrie, 1988; Di Rienzo *et al.*, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El suelo de la parcela en la que se realizó el ensayo presenta un valor inicial de pH de 7,2, 3,15% de materia orgánica, 8 ppm de P y 7,43% de humedad. La condición final del suelo, luego de finalizada la etapa de muestreo del ensayo, no registra variaciones en los niveles de pH, P y materia orgánica, mientras que el contenido de humedad se incrementa a 16,5% en todos los tratamientos.

Cuadro 1: Valores iniciales y finales del análisis de suelo de la parcela experimental. UNRC. Años 2015-2016.

Profundidad de muestreo (0-20 cm)	Inicio del experimento	Final del experimento		
		0 kg P.ha ⁻¹	50 kg P.ha ⁻¹	100 kg P.ha ⁻¹
P en disolución	0,114	0,114	0,113	0,113
P (ppm)	8	8	7,9	7,9
M.O. (%)	3,15	3,15	3,13	3,16
pH	7,2	7	7,8	7,3

Las leguminosas perennes pueden aportar hasta 300 kg.ha⁻¹.año⁻¹ de N a través del proceso de fijación biológica de N atmosférico, por lo tanto el balance de este nutriente en pasturas bien manejadas siempre es positivo. Distinto es el caso del P porque, en ausencia de fertilización, los niveles disponibles tienden a decrecer afectando la productividad y la vida útil de la pradera (Díaz Zorita y Melgar, 1997). La fertilidad nativa de los suelos de la Región Pampeana era originalmente alta (Sillampää, 1982), pero la expansión del área agrícola, la disminución en la proporción de pasturas perennes, el crecimiento de los niveles de producción y la continua exportación de nutrientes en los productos cosechados ha provocado una gradual reducción en sus reservas de nutrientes (Hall *et al.*, 1992). Esto es lo que se puede observar en la parcela donde se realizó el ensayo, en la que el nivel actual está muy por debajo de las concentraciones que presentan otros suelos de la zona (15-18 ppm de P) que no fueron manejados de la misma manera (Poliotto, 2017). Asimismo, se puede advertir que el agregado de P al comenzar el estudio no fue suficiente para corregir los niveles bajos que se detectaron al inicio del experimento.

Longitud de folíolos de *Adesmia bicolor*

Durante la primera fecha de muestreo (20/03/15), la longitud media de los folíolos en plantas que recibieron el tratamiento “I” es de 0,71 cm, en las del tratamiento “II” de 0,70 cm y en las del tratamiento “III”, 0,72 cm (Figura 5A). El análisis de la varianza no muestra diferencias estadísticamente significativas ($p=0,974$) entre los distintos tratamientos.

En la segunda fecha de muestreo (21/05/15), la longitud media de los folíolos tampoco muestra diferencias estadísticamente significativas ($p=0,8024$), siendo de 0,66 cm en individuos del tratamiento “I” y “II”, mientras que en los del tratamiento “III” de 0,68 cm (Figura 5B).

En la tercera fecha de muestreo (28/07/15), la longitud media de los folíolos en plantas correspondientes al tratamiento “I” fue de 0,65 cm, en el tratamiento “II”, 0,72 cm, y en el tratamiento “III”, 0,70 cm (Figura 5C). A pesar de que estos resultados no muestran diferencias estadísticamente significativas ($p=0,3396$), se puede advertir mayor longitud en folíolos correspondientes a los tratamientos fertilizados. Esto revertiría el efecto de las bajas temperaturas propias del mes de julio. En plantas no fertilizadas (control) tiende a disminuir el tamaño de los folíolos, mientras que las fertilizadas presentan longitudes similares a las encontradas durante el mes de marzo.

Durante la cuarta fecha de muestreo (30/09/15), *A. bicolor* se encuentra muy próxima al estadio reproductivo. La longitud media de los folíolos en las plantas del tratamiento “I” es de 0,70 cm, en las del tratamiento “II”, 0,80 cm y en las del tratamiento “III” 0,74 cm (Figura 5D). Estas medias muestran diferencias significativas ($p=0,0256$), siendo el Tratamiento “II” estadísticamente diferente a los tratamientos “I” y “III” (ver Anexo).

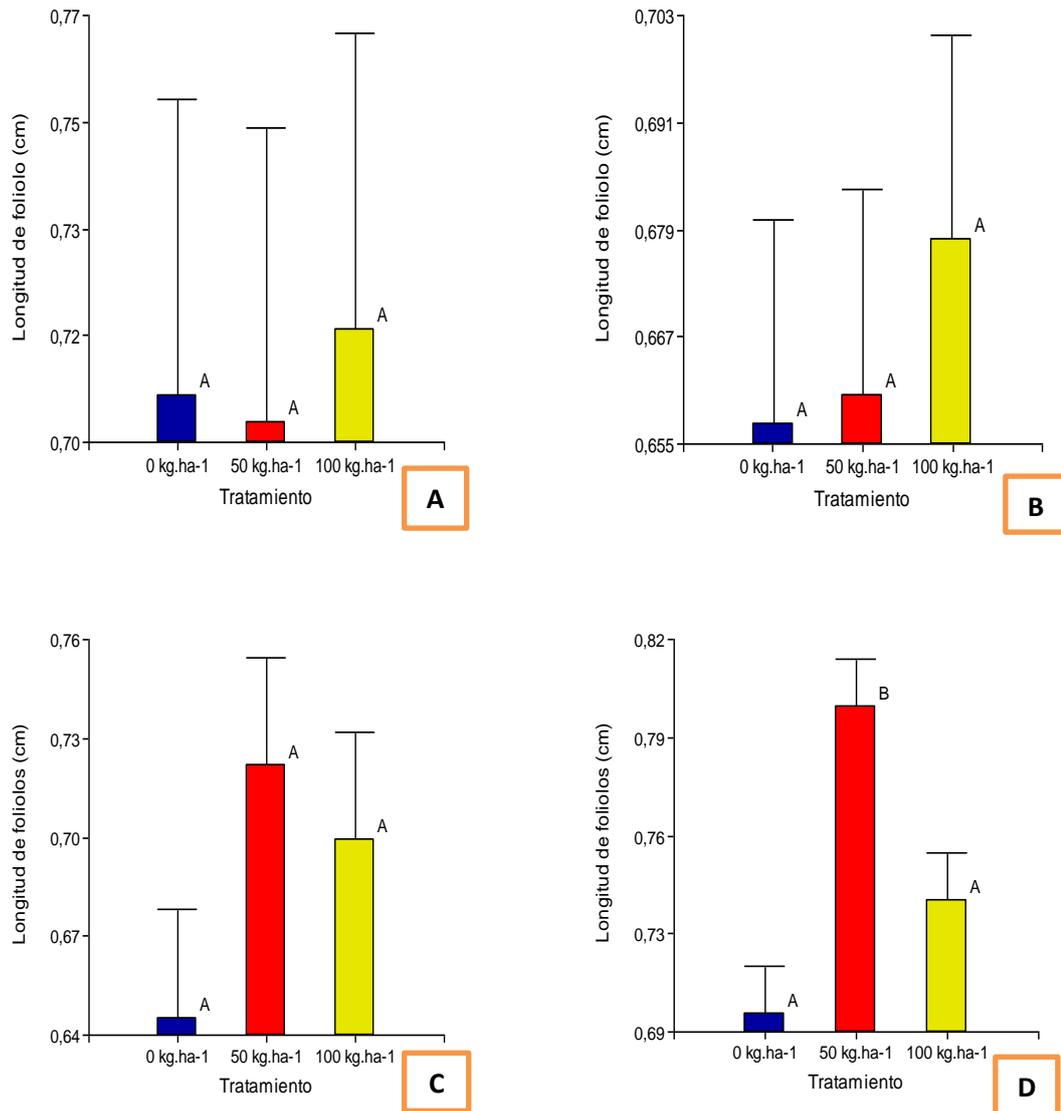


Figura 5. Longitud de folíolos de *A. bicolor* en cada tratamiento para las diferentes fechas de muestreo. A. 20/03/15. B. 21/05/15. C. 28/07/15. D. 30/09/15. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Ancho de folíolos de *Adesmia bicolor*

Durante la primera fecha de muestreo (20/03/15), el ancho medio de los folíolos en plantas del tratamiento “I” es de 0,31 cm, para el tratamiento “II” de 0,30 cm y del tratamiento “III”, 0,33 cm (Figura 6A). El análisis de la varianza no muestra diferencias estadísticamente significativas entre estos valores ($p = 0,7371$).

Durante la segunda fecha de muestreo (21/05/15), el ancho medio de los folíolos en el tratamiento “I” es de 0,23 cm, en el tratamiento “II” 0,24 cm, mientras que el tratamiento

“III” presenta un valor de 0,26 cm. Estas diferencias entre tratamientos no son estadísticamente significativas ($p=0,5834$) (Figura 6B).

En la tercera fecha de muestreo (28/07/15) se observa que el ancho medio de los folíolos en el tratamiento “I” es de 0,24 cm, en el tratamiento “II”, 0,26 cm y en el tratamiento “III”, 0,26 cm (Figura 6C). En esta fecha de muestreo tampoco se observan diferencias estadísticamente significativas ($p=0,4167$).

Para la cuarta y última fecha de muestreo (30/09/15), el valor medio del tratamiento “II” (0,36 cm) se diferencia significativamente del tratamiento “I” (0,32 cm), aunque no con respecto al tratamiento “III” (0,33 cm) (Figura 6D) (ver Anexo).

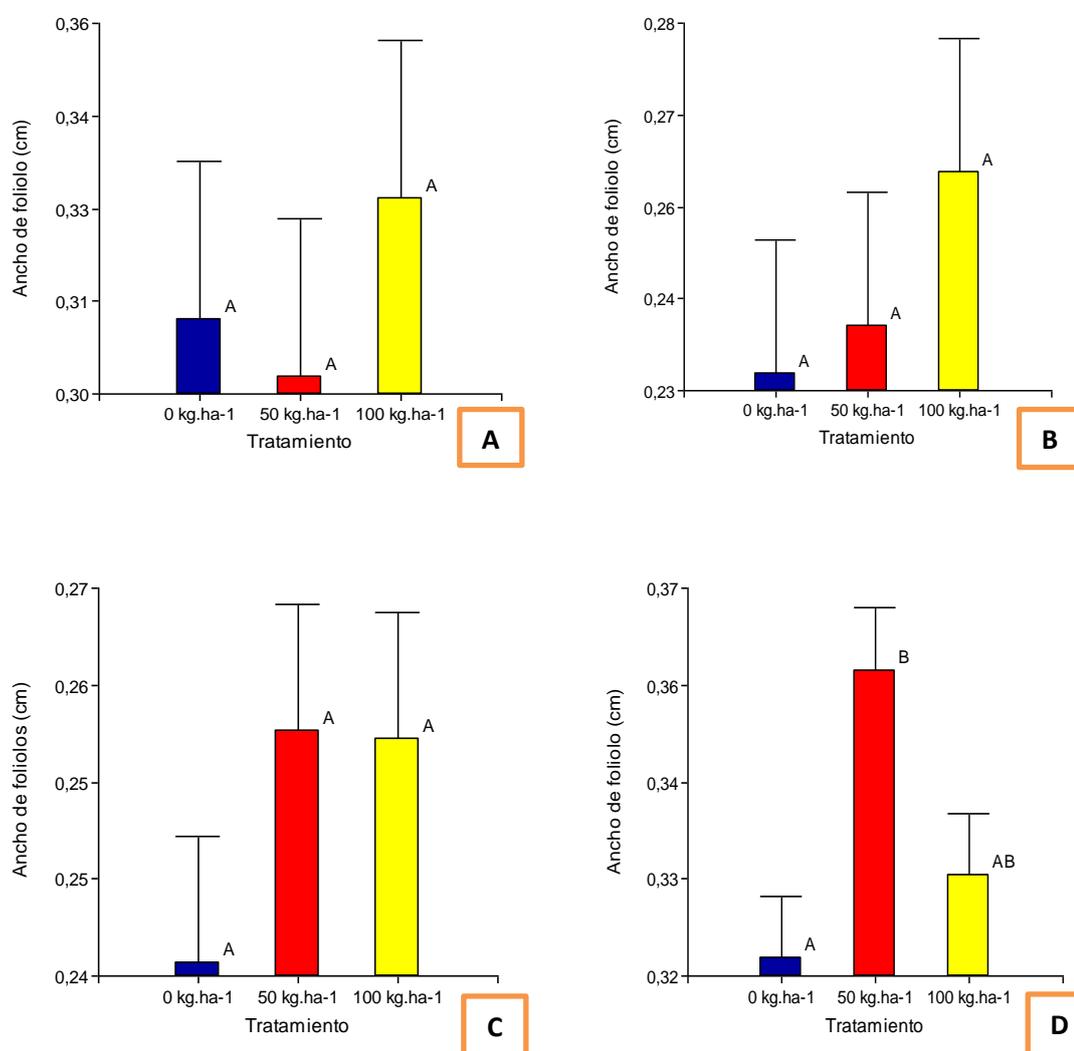


Figura 6. Ancho de folíolos de *A. bicolor* en cada tratamiento para las diferentes fechas de muestreos. A. 20/03/15. B. 21/05/15. C. 28/07/15. D. 30/09/15. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Producción de estolones en *Adesmia bicolor*

Durante la primera fecha de muestreo (20/03/15), las plantas correspondientes al tratamiento "I" producen una media de 3.093.333,33 estolones.ha⁻¹, las correspondientes al tratamiento "II", 2.026.666,67 estolones.ha⁻¹ y las plantas del tratamiento "III", 2.880.000 estolones.ha⁻¹ (Figura 7A). Si bien existen diferencias entre los tratamientos, estas no son estadísticamente significativas ($p= 0,6760$).

En la segunda fecha de muestreo, el número de estolones medio aumenta con respecto a la fecha anterior, arrojando los siguientes datos: para el tratamiento "I" 7.253.333,33 estolones.ha⁻¹, para el tratamiento "II" es de 9.120.000 estolones.ha⁻¹. En el tratamiento "III" producen 8.053.333,33 estolones.ha⁻¹ (Figura 7B). En el análisis de la varianza no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p= 0,2002$).

Durante la tercera fecha de muestreo (28/07/15) el valor medio del tratamiento "II" (9.120.000 estolones.ha⁻¹) se diferencia significativamente del tratamiento "III" (6.453.333,33 estolones.ha⁻¹), aunque este último no es significativamente diferente con respecto al tratamiento "I" el cual presenta 7.680.000 estolones.ha⁻¹ (Figura 7C); (ver Anexo).

En la cuarta fecha de muestreo (30/09/15), se puede observar que el valor medio del tratamiento "I" es de 7.573.333,33 estolones.ha⁻¹, para el tratamiento "II" es de 10.933.333,33 estolones.ha⁻¹ y el tratamiento "III" arroja un resultado de 6.400.000 estolones.ha⁻¹ (Figura 7D). Si bien existen diferencias entre los tratamientos, estas no son estadísticamente significativas ($p= 0,1229$). Si se compara la producción de estolones de la cuarta fecha con respecto a la anterior, solo el tratamiento "II" produjo un aumento considerable, mientras que los dos restantes se mantuvieron constantes.

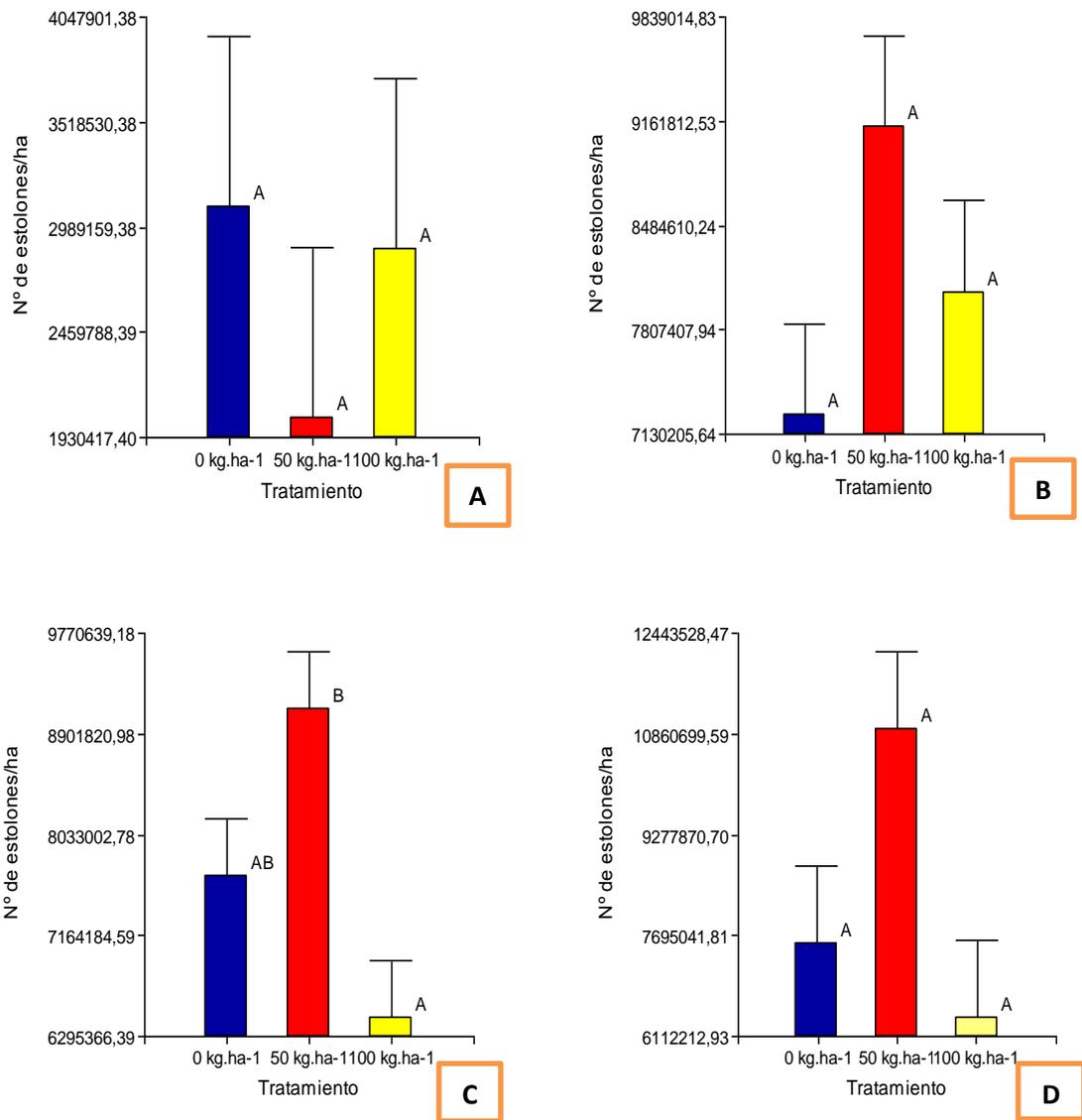


Figura 7. Número de estolones por hectárea de *A. bicolor* en cada tratamiento para las diferentes fechas de muestreos. A. 20/03/15. B. 21/05/15. C. 28/07/15. D. 30/09/15. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Los datos obtenidos en este trabajo permiten afirmar que hay una tendencia (no manifestada estadísticamente) a la dosis de 50 kg.ha⁻¹ de P contribuye a mantener e incluso incrementar la producción de estolones durante el otoño-invierno y que a mayores dosis de fertilizante, como por ejemplo 100 kg.ha⁻¹ de P, no se producen mayores respuestas. Luscher *et al.* (2001) sostienen que es muy importante el mantenimiento de la red de estolones y raíces vivas durante el invierno para el posterior crecimiento en primavera. Esta situación puede ser observada en las plantas tratadas con la dosis de 50 kg.ha⁻¹, ya que el mantenimiento de los estolones observado durante el otoño-invierno permite al cultivo producir mayor biomasa una vez comenzada la primavera.

Producción de hojas en *Adesmia bicolor*

Durante la primera fecha de muestreo, las plantas correspondientes al tratamiento “I” producen una media de 20.000.000 hojas.ha⁻¹, las del tratamiento “II”, 13.760.000 hojas.ha⁻¹ y las plantas del tratamiento “III”, 27.093.333,33 hojas.ha⁻¹ (Figura 8A). Si bien existen diferencias entre los tratamientos, estas no son estadísticamente significativas ($p=0,6133$).

En la segunda fecha de muestreo (21/05/15), se observó que la media para el tratamiento “I” es de 50.826.666,67 hojas.ha⁻¹, para el tratamiento “II”, 84.480.000 hojas.ha⁻¹ y para el tratamiento “III”, 54.186.666,67 hojas.ha⁻¹ (Figura 8B). En el análisis de la varianza no se observan diferencias estadísticamente significativas ($p=0,2145$).

Durante la tercera fecha de muestreo (28/07/15), el tratamiento “II” (84.533.333,33 hojas.ha⁻¹) es significativamente diferente a la media del tratamiento “I” (69.760.000 hojas.ha⁻¹), pero no a la del tratamiento “III” (73.440.000 hojas.ha⁻¹) (Figura 8C) (ver Anexo).

En la cuarta fecha de muestreo (30/09/15), se observa que la media para el tratamiento “I” es de 85.280.000 hojas.ha⁻¹, para el tratamiento “II” 179.290.000 hojas.ha⁻¹ y del tratamiento “III” es de 113.866.666,67 hojas.ha⁻¹ (Figura 8D).

En el análisis de la varianza no se observan diferencias estadísticamente significativas ($p=0,1436$).

Wachendorf *et al.* (2001b) estudiaron la dinámica de crecimiento del trébol blanco y establecen que el área foliar es una variable clave en la determinación del comportamiento del trébol blanco durante el invierno y la estación de crecimiento subsiguiente. Los resultados obtenidos en este trabajo permiten coincidir con los autores mencionados, debido a que se puede observar que la mayor área foliar presentada por las plantas fertilizadas de *Adesmia bicolor* durante el invierno, es uno de los factores que les permite presentar mayor crecimiento que las plantas control durante el comienzo de la primavera.

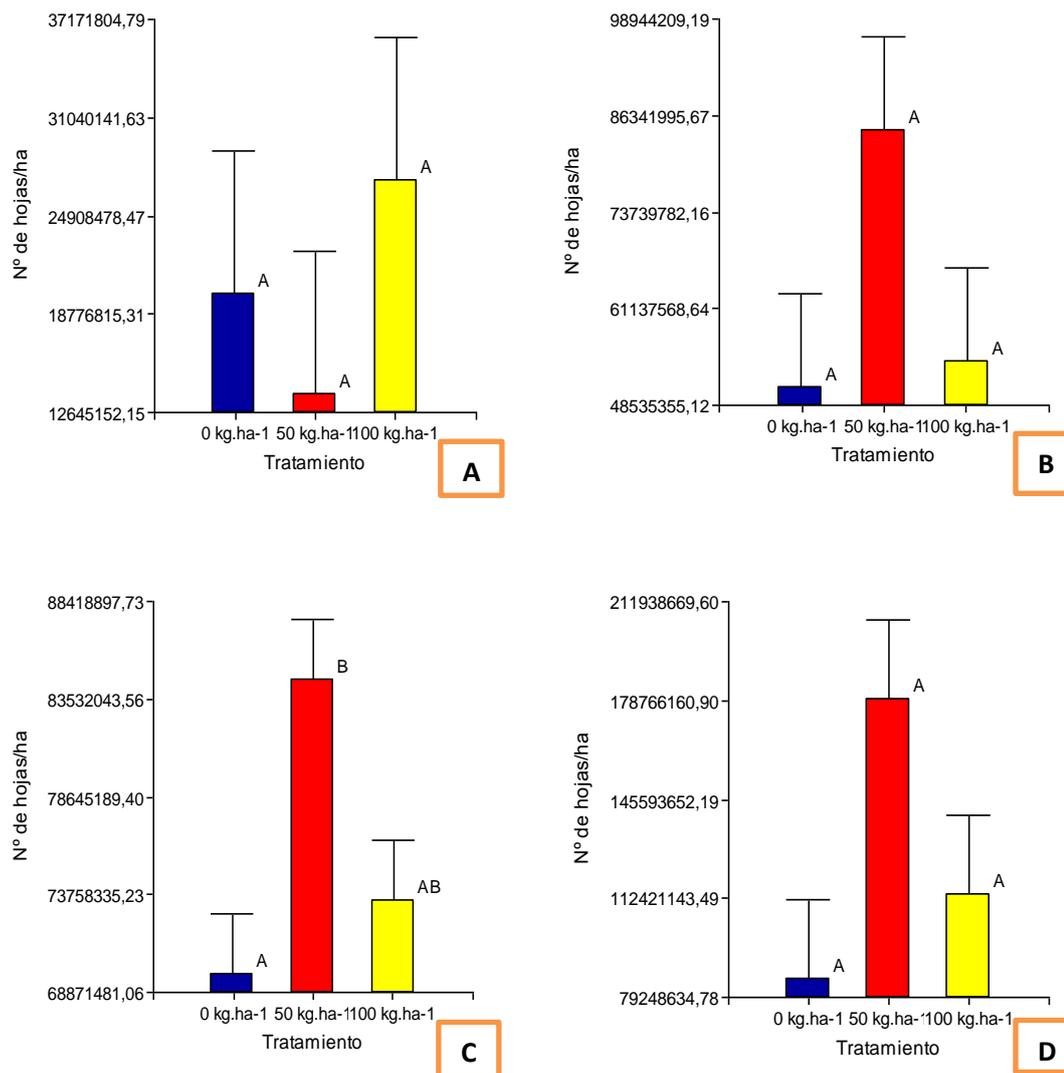


Figura 8. Número de hojas por hectárea de *A. bicolor* en cada tratamiento para las distintas fechas de muestreo. A. 20/03/15. B. 21/05/15. C. 28/07/15. D. 30/09/15. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Producción de yemas de *Adesmia bicolor*

La producción de yemas por hectárea también fue evaluada y arroja datos similares a producción de hojas en todas las fechas de muestreos. Esto se debe a que *A. bicolor* presenta una filotaxis alterna espiralada, con el desarrollo de una yema por axila, por lo tanto los datos coinciden. Wachendorf *et al.* (2001a) destacan la importancia que presenta la sobrevivencia de yemas axilares y estolones al final de invierno para que la planta pueda afrontar el crecimiento rápido en la primavera siguiente. Asimismo, Collins *et al.* (1991) sugieren que la disponibilidad de un gran número de puntos de crecimiento en la primavera temprana facilita el rápido re-establecimiento del entramado de estolones. Por lo tanto, los

resultados de este estudio hacen pensar que las plantas de *A. bicolor* tratadas con 50 kg P.ha⁻¹ estarían mejor preparadas para producir las mayores tasas de crecimiento propias de la primavera.

La mayor producción de estructuras vegetativas de *A. bicolor* en respuesta al agregado de P coincide con lo propuesto por Díaz Zorita y Melgar (1997), quienes observan que esta respuesta sólo se puede evidenciar si el suelo se encuentra con deficiencias de este nutriente, siempre que no existan limitaciones más intensas en algún otro componente del rendimiento vegetal. En general, se observa que los niveles de P edáficos se relacionan estrecha y positivamente con la productividad de pasturas con base de leguminosas.

Biomasa fresca aérea en *Adesmia bicolor*

En el primer muestreo (20/03/15), los datos obtenidos no presentan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p=0,7392$). El valor medio de biomasa fresca aérea para el tratamiento "I" es el mayor de todos, siendo este de 1638,40 kg.ha⁻¹, luego el tratamiento "III", 1568,53 kg.ha⁻¹ y en tercer lugar el tratamiento "II" de 975,47 kg.ha⁻¹ (Figura 9A).

En la segunda fecha de muestreo (21/05/15), la biomasa fresca aérea media del tratamiento "I" es de 1846,40 kg.ha⁻¹, para el tratamiento "II" 3332,80 kg.ha⁻¹ y del tratamiento "III" 2147,73 kg.ha⁻¹ (Figura 9B). El análisis de la varianza no muestra diferencias estadísticamente significativas entre estos valores ($p=0,1753$).

Para la tercera fecha de muestreo (28/07/15), la biomasa fresca aérea media para el tratamiento "I" es de 1901,33 kg.ha⁻¹, del tratamiento "II" es de 3173,87 kg.ha⁻¹ y para el tratamiento "III" es de 2520,40 kg.ha⁻¹ (Figura 9C). El análisis de la varianza en esta fecha de muestreo tampoco muestra diferencias estadísticamente significativas entre los valores de biomasa fresca ($p=0,2303$).

En el cuarto muestreo, el tratamiento "II" es el que presenta la mayor cantidad de biomasa fresca aérea, siendo el valor medio producido de 7304 kg.ha⁻¹ (Figura 9D). Este valor no es estadísticamente diferente con respecto a los restantes tratamientos ($p=0,2268$). Continuando con la tendencia observada en las fechas de muestreo anteriores, el tratamiento "III" es el que arroja el segundo valor medio más alto, siendo este de 4960 kg.ha⁻¹. El "I" presenta un valor medio de 4366,93 kg.ha⁻¹.

Si bien en las distintas fechas de muestreo no se encuentran diferencias significativas, se puede observar que existe una tendencia en los datos que muestra que el tratamiento "II" posee los mayores valores de biomasa en la mayoría de las fechas analizadas.

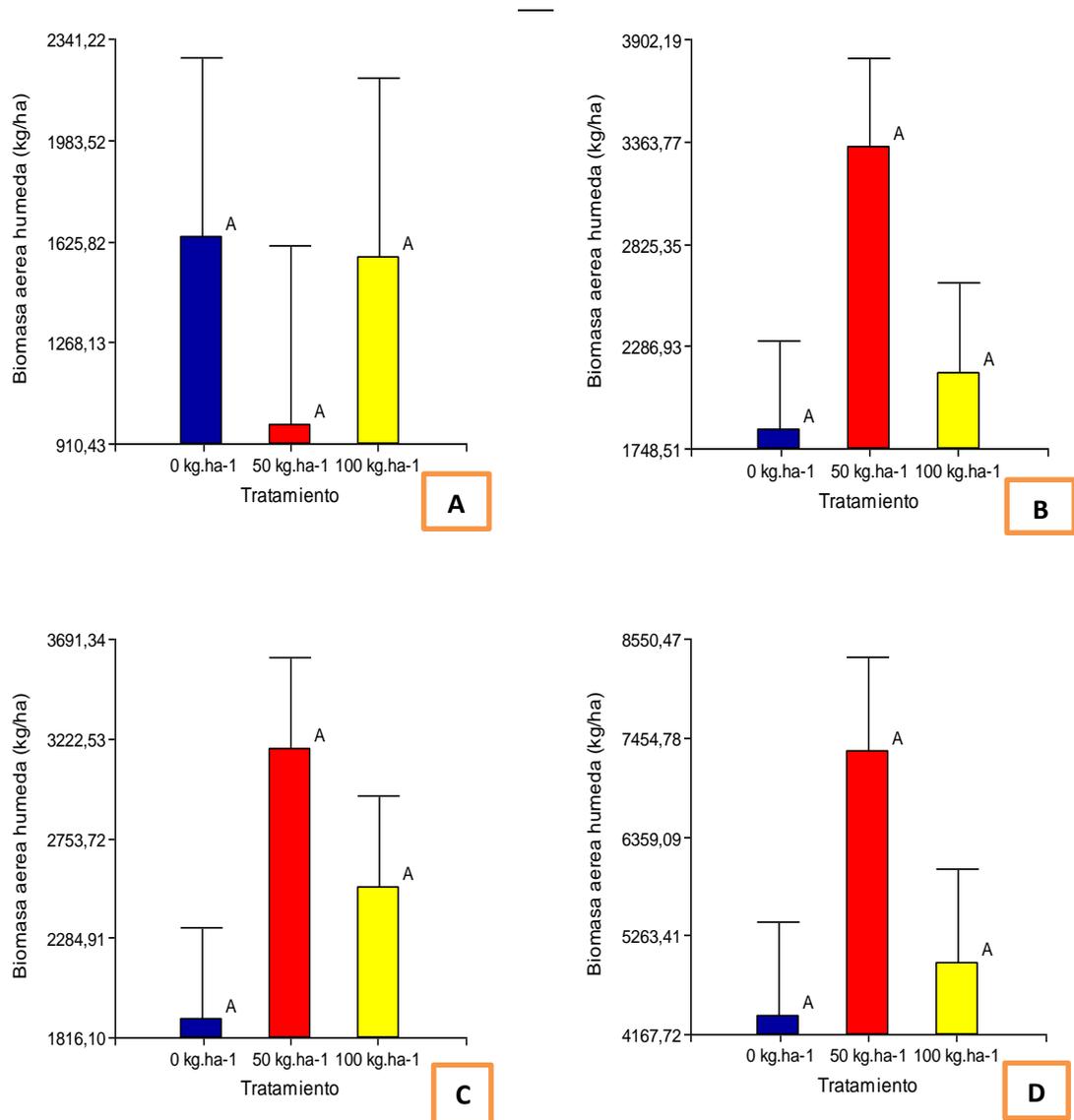


Figura 9. Biomasa aérea fresca de *A. bicolor* en cada tratamiento para las diferentes fechas de muestros. A. 20/03/15. B. 21/05/15. C. 28/07/15. D. 30/09/15. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Biomasa seca aérea en *Adesmia bicolor*

En el primer muestreo (20/03/15), los datos obtenidos no presentan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p = 0,6746$). El valor medio de biomasa seca aérea para el tratamiento “III” es el mayor de todos, siendo este de $377,60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, luego el tratamiento “I” de $329,07 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y en tercer lugar el “II”, $170,67 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Figura 10A).

En la segunda fecha de muestreo (21/05/15), el tratamiento “II” es el que presenta una mayor biomasa seca aérea siendo el valor medio de $1141,87 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, mientras que el tratamiento “I” arroja un valor medio de $586,13 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y el “III” es el que produce la menor

cantidad de biomasa seca aérea, siendo esta de 513,07 kg.ha⁻¹ (Figura 10B). Estos datos no presentan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p=0,2487$).

En el tercer muestreo (28/07/15) se observa que el tratamiento “II” (1087,47 kg.ha⁻¹) es significativamente diferente a la media del tratamiento “I” (594,13 kg.ha⁻¹) y no a la del tratamiento “III” (808 kg.ha⁻¹) ($p=0,1089$). Ver Anexo. (Figura 10C).

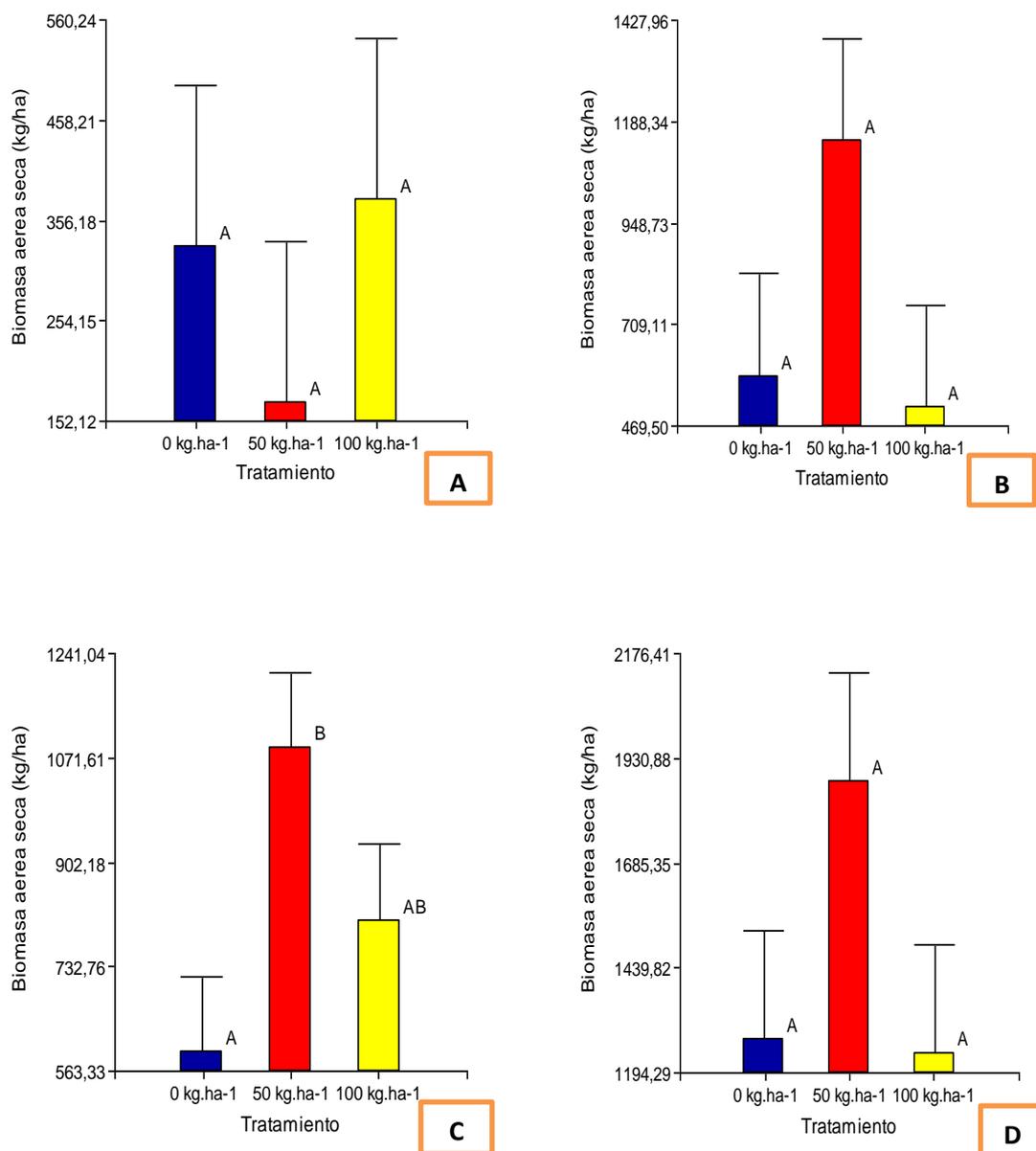


Figura 10. Biomasa seca aérea de *A. bicolor* en cada tratamiento para las diferentes fechas de muestreos. A. 20/03/15. B. 21/05/15. C. 28/07/15. D. 30/09/15. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

En la cuarta fecha de muestreo (30/09/15), el tratamiento “II” es el que presenta una mayor biomasa seca aérea siendo el valor medio de 1875,73 kg.ha⁻¹, mientras que el tratamiento “I” arroja un valor medio de 1272,53 kg.ha⁻¹ y el “III” es el que produce la menor cantidad de biomasa seca aérea, siendo esta de 1238,93 kg.ha⁻¹ (Figura 10D). Estos datos no presentan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Biomasa subterránea fresca en *Adesmia bicolor*

En el primer muestreo (20/03/15), la biomasa subterránea fresca media correspondiente a cada tratamiento no presenta diferencias estadísticamente significativas ($p=0,7906$). El tratamiento “I” es el que mayor producción presenta, siendo esta de 1653,33 kg.ha⁻¹, luego el tratamiento “III” con un valor de 1542,40 kg.ha⁻¹ y en tercer lugar el “II” con 1019,20 kg.ha⁻¹ (Figura 11A).

En la segunda fecha de muestreo (21/05/15), el tratamiento “III” es el que presenta la mayor biomasa subterránea fresca con un valor de 3226,13 kg.ha⁻¹, mientras que el tratamiento “II” arroja un valor medio de 2878,40 kg.ha⁻¹ y el “I” 2229,33 kg.ha⁻¹ (Figura 11B). Los datos obtenidos no presentan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p=0,5449$).

Durante la tercera fecha de muestreo (28/07/15), el tratamiento “II” es el que presenta una mayor biomasa subterránea fresca siendo el valor medio de 4531,20 kg.ha⁻¹, mientras que el tratamiento “I” arroja un valor medio de 3617,07 kg.ha⁻¹ y el “III” 3422,40 kg.ha⁻¹ (Figura 11C). Los datos obtenidos no presentan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p=0,1030$).

En el cuarto muestreo (30/09/15), el tratamiento “II” arroja el mayor valor medio de biomasa subterránea fresca, siendo de 7264 kg.ha⁻¹, luego nuevamente el tratamiento “I” ocupa el segundo lugar, produciendo 4877,33 kg.ha⁻¹ y en último lugar el tratamiento “III” con 4705,60 kg.ha⁻¹ (Figura 11C). Estos valores son estadísticamente diferentes ($p=0,0664$), (ver Anexo).

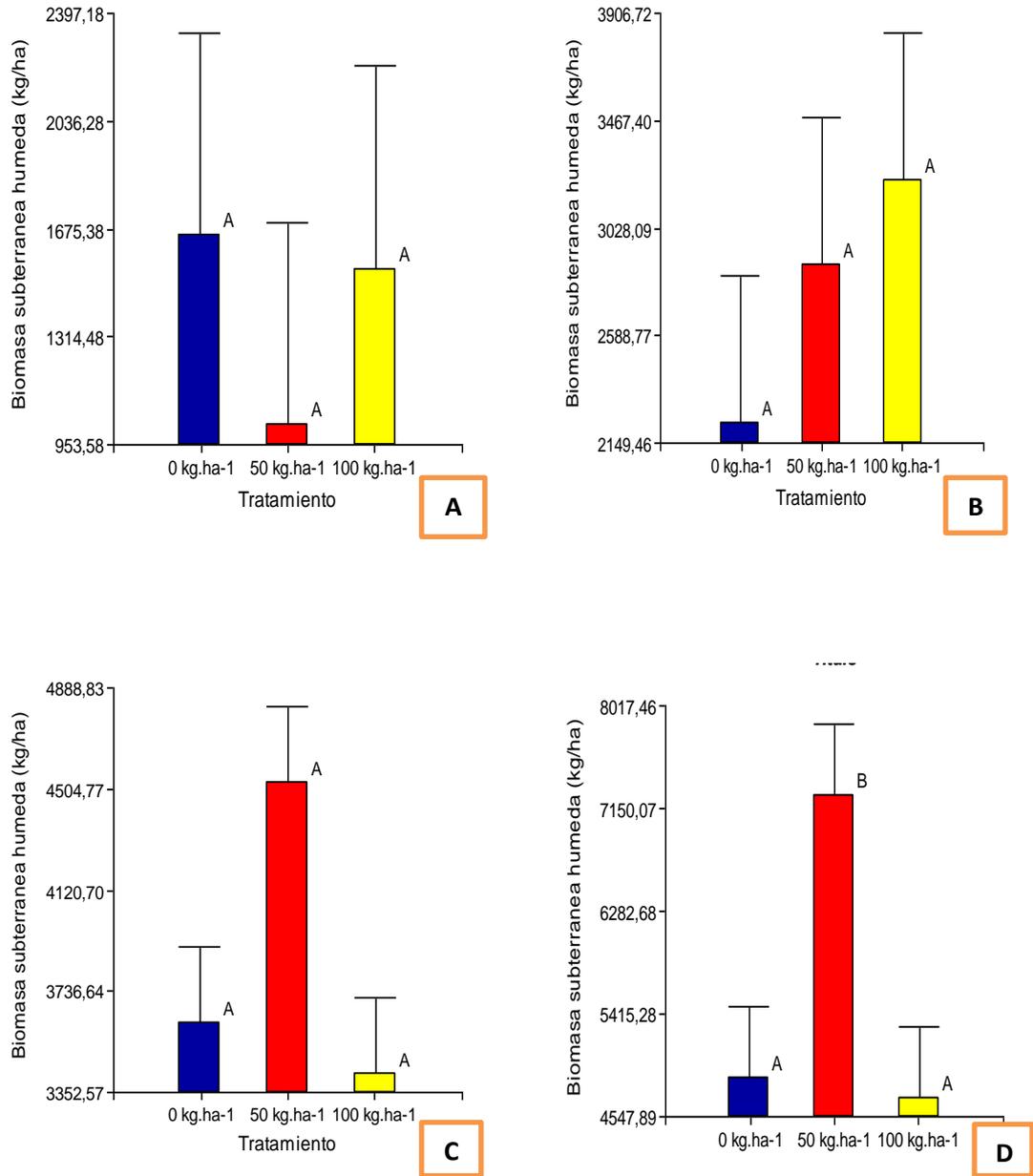


Figura 11. Biomasa subterránea fresca de *A. bicolor* en cada tratamiento para las diferentes fechas de muestreo. A. 20/03/15. B. 21/05/15. C. 28/07/15. D. 30/09/15. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Biomasa seca subterránea en *Adesmia bicolor*

En el primer muestreo (20/03/15), la biomasa seca subterránea correspondiente a cada tratamiento no presenta diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,7974$). El valor medio de biomasa subterránea para el tratamiento “I” es de $411,20 \text{ kg.ha}^{-1}$, para el tratamiento “II” y “III” $223,47 \text{ kg.ha}^{-1}$ y $411,73 \text{ kg.ha}^{-1}$ respectivamente (Figura 12A).

En la segunda fecha de muestreo (21/05/15), el tratamiento “II” es el que presenta la mayor biomasa seca subterránea con un valor de 1224,53 kg.ha⁻¹, mientras que el tratamiento “I” arroja un valor medio de 1174,40 kg.ha⁻¹ y el “III” es el que produce la menor cantidad de biomasa subterránea, siendo esta de 987,73 kg.ha⁻¹ (Figura 12B). Los datos obtenidos no presentan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p=0,7175$).

En el tercer muestreo (28/07/15) se observa que el tratamiento “II” (1760,53 kg.ha⁻¹) fue significativamente diferente al tratamiento “I” (1457,07 kg.ha⁻¹) y al tratamiento “III” (1279,47 kg.ha⁻¹) ($p=0,0076$), (Figura 12C). Ver anexo.

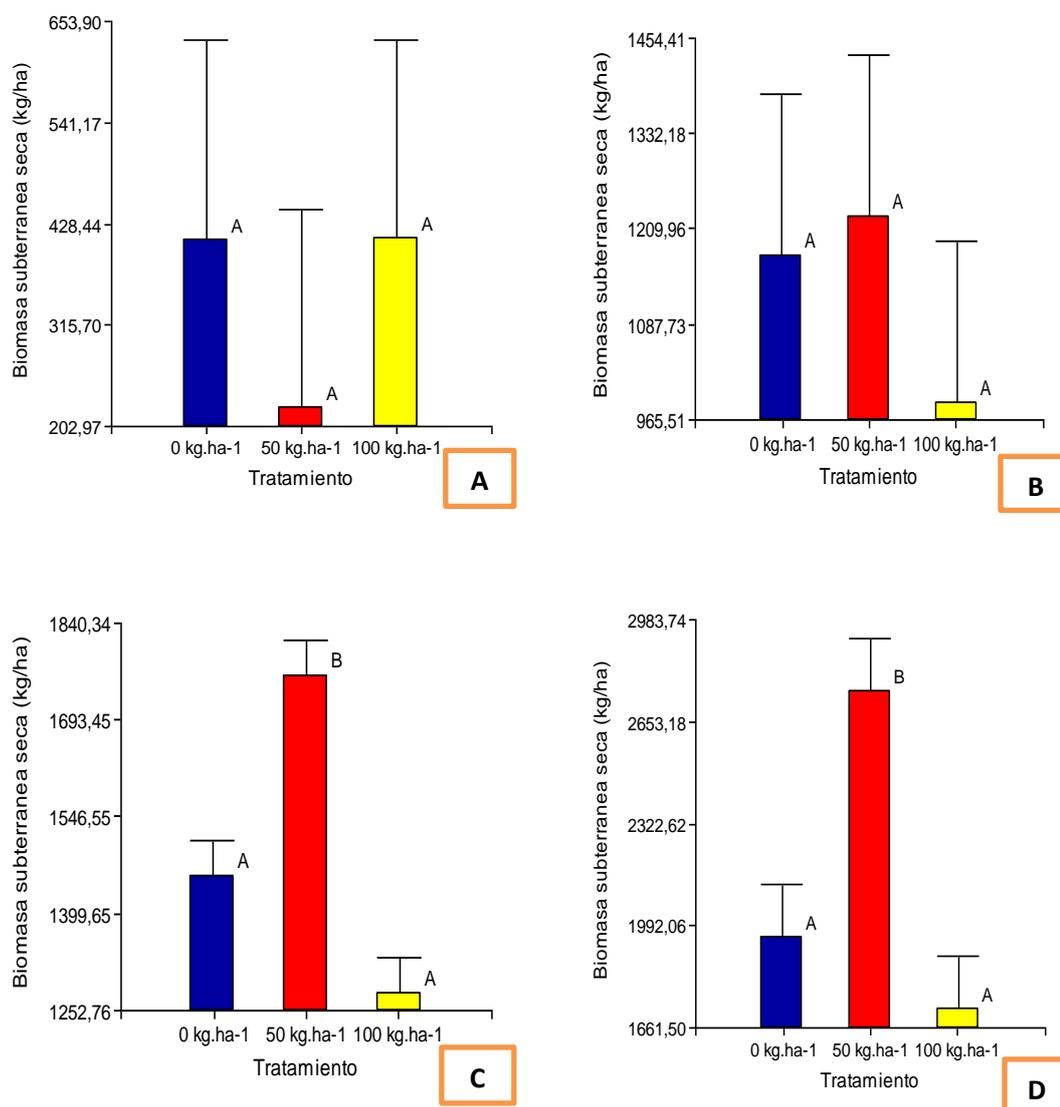


Figura 12. Biomasa seca subterránea de *A. bicolor* en cada tratamiento para las distintas fechas de muestreo. A. 20/03/15. B. 21/05/15. C. 28/07/15. D. 30/09/15. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticamente significativas según test LSD Fisher ($p\leq 0,05$).

En el cuarto muestreo (30/09/15), el tratamiento “II” presenta el mayor valor medio de biomasa subterránea, siendo de 2751,80 kg.ha⁻¹, luego nuevamente el tratamiento “I” ocupa el segundo lugar, produciendo una biomasa subterránea media de 1952,53 kg.ha⁻¹ y en último lugar el tratamiento “III” presenta un valor medio de 1721,60 kg.ha⁻¹ (Figura 12D). Estos datos obtenidos son estadísticamente diferentes (p= 0,0283, ver Anexo).

El mejoramiento de las pasturas en base a leguminosas requiere forzosamente que al momento de la siembra se incorpore fósforo en los suelos (Carámbula, 2004). Al respecto, en la mayoría de los estudios realizados, incluido este trabajo, se registra una respuesta muy importante a la aplicación inicial de fósforo, mostrando incrementos destacados y progresivos en materia seca a medida que las dosis de fósforo son mayores, particularmente en los suelos sin historia de fertilización fosforada.

Como se puede observar en los datos obtenidos en este estudio, a medida que progresa la etapa vegetativa de *A. bicolor*, prácticamente todas las variables estudiadas exhiben mejores resultados en respuesta a la dosis de 50 kg.ha⁻¹ de fertilizante fosforado. Esto concuerda con el estudio realizado por Bermúdez *et al.* (1998), en el cual observan que la producción anual del forraje total de *Lotus*, *Trifolium repens* y *A. bicolor* presenta una clara y significativa respuesta frente a la fertilización durante el primer año. En el caso particular de lotus cv El Rincón, la producción anual de materia seca alcanza los máximos valores en el primer año con el agregado de 55 y 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. También se podrían comparar con lo observado por Ayala y Bermúdez (2004) en *Lotus*, quienes determinan que la producción de la leguminosa muestra ajustes de tipo lineal con respuestas de 51 y 65,7 kg de biomasa seca por cada kg de P₂O₅ aplicado en los tratamientos fertilizados a la siembra con 30 y 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente.

Berretta (2003) sostiene que la fertilización con P es importante tanto para el establecimiento y rendimiento de forraje en el primer año, como para el mantenimiento de un alto nivel productivo, y es una condición necesaria (aunque no el único factor) para la persistencia de la fracción leguminosa. Este autor aconseja que las dosis de fertilizante no deben ser inferiores a 40 kg/ha de P₂O₅, aunque en el caso de trébol blanco (*Trifolium repens*) se debe utilizar al menos 60 kg.ha⁻¹. Con los datos obtenidos, la dosis recomendada para *A. bicolor* sería de 50 kg.ha⁻¹, ya que es la que produce los mejores resultados en cada una de las variables analizadas. Sin embargo, este estudio debería continuar con la determinación de la curva dosis-respuesta.

Por otro lado, Bordoli (1998) determinó que las bajas temperaturas reducen la disponibilidad de P en el suelo ya que enlentecen el pasaje de P lábil a P en solución, retrasando la difusión del P, lo que reduce la tasa de absorción de las plantas y producen menor mineralización de P orgánico que podría contribuir a mantenerlo en la solución. Este

efecto de la temperatura también se observa en que los requerimientos invernales de la planta son mayores que los requerimientos de todo el año. Berreta (2003) establece que la tasa de crecimiento diario (TCD) en otoño es mayor en el campo fertilizado, llegando en invierno a cerca de 100 por ciento superior al campo no fertilizado. En este estudio, el agregado de P por medio de la fertilización puede haber ayudado a las plantas tratadas con 50 kg.ha⁻¹ a mantener la producción de biomasa durante el otoño-invierno, de modo que al llegar la primavera puede crecer a mayores tasas en comparación con el control. Contrariamente a lo esperado, el agregado de doble cantidad de fertilizante no provoca mayores efectos.

Si bien el presente trabajo representa sólo el primer año de fertilización, es suficiente para observar un aumento significativo de la producción de hojas, estolones y biomasa, especialmente de la subterránea. Aunque no es estadísticamente significativo sería interesante continuar este estudio en los años siguientes para evaluar el efecto de la refertilización sobre la producción de *A. bicolor*.

CONCLUSIONES

Luego de haber comparado los resultados de los tres tratamientos se concluye que *A. bicolor* podría ser capaz de producir mayor número de estructuras vegetativas cuando se aplica una dosis de $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fósforo líquido durante el primer año de fertilización.

La biomasa subterránea de *A. bicolor* en cultivo es la variable que muestra los mejores resultados cuando se aplica esta dosis, registrando diferencias significativas a partir de fines de invierno-comienzos de primavera.

Luego de realizar este experimento, se advierte la necesidad de continuar con el estudio de los efectos de la fertilización fosforada sobre la producción de estructuras vegetativas de *A. bicolor*. Sería muy importante contar con información sobre la respuesta de esta especie potencialmente forrajera a la fertilización fosforada en suelos con distintos niveles de P, a refertilizaciones y a diferentes condiciones climáticas.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- AMADEO, C.A. 2014. Fertilización de campo natural y praderas cultivadas. En: https://docslide.net/documents/fertilizacion-de-campo-natural-y-praderas_cultivadas.html. Consultado: 15-06-2016.
- AYALA, W. y R. BERMÚDEZ. 2004. Estrategias de fertilización para mejoramientos de *Lotus pedunculatus*. **Seminario de Actualización Técnica: Fertilización fosfatada de pasturas en la región Este**. INIA, Uruguay. p: 89-95.
- BERMÚDEZ, R.; M. CARÁMBULA y W. AYALA. 1998. Estudio comparativo de diferentes fuentes y dosis de fósforo sobre el comportamiento productivo de un mejoramiento extensivo con trébol blanco y Lotus. **Jornada Anual de Producción Animal**. INIA-Treinta y Tres, Uruguay. p: 13-19.
- BERRETTA, E.J. 2003. Uruguay: Perfiles del recurso pastura-forraje. En: www.produccionanimal.com.ar. Consultado: 11-10-2016.
- BIANCO, C.A. 2002. *Growth forms, taxonomy, distribution and uses of Adesmia species (Leguminosae) in Central Argentina*. Ed. Cramer J., Stuttgart, Alemania. 156p.
- BIANCO, C.A. y T.A. KRAUS. 2005. Desarrollo y estructura de la semilla y el fruto de *Adesmia bicolor* (Poir.) DC. (Fabaceae). *Phyton* 54:71-77.
- BIANCO, L. 2014. Rhizobial infection in *Adesmia bicolor* (Fabaceae) roots. *Arch. Microbiol.* 196(9):675-679.
- BIANCO, L.; J. ANGELINI; A. FABRA y R. MALPASSI. 2012. Diversity and symbiotic effectiveness of indigenous rhizobia-nodulating *Adesmia bicolor* in soils of Central Argentina. *Curr. Microbiol.* 66:174-184.
- BORDOLI, J.M. 1998. Fertilización de pasturas de leguminosas y mezclas de gramíneas y leguminosas. **Jornada de Fertilización en cultivos y pasturas**. INTA Concepción del Uruguay- Entre Ríos, Argentina. p: 1-9.
- BOSCHETTI, N.G.; C.E. QUINTERO; J.E. MAYER; M.R. BARRERA y R.A. BENAVIDEZ. 1998. Evaluación del estado nutricional de pasturas de alfalfa utilizando el análisis de tejido vegetal. *Revista Científica Agropecuaria, FCA, UNER* 2:13-20.
- BOSCHETTI N.G. y C.E. QUINTERO. 2005. Manejo del fósforo en pasturas. En: http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/09-manejo_del_fosforo_en_pasturas.pdf. Consultado: 10-11-2016.

- BRAY, R.H. y L.T. KURTZ. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Sci.* 59:39-45.
- CARÁMBULA, M. 2004. Fertilización fosfatada. 5. Conclusiones integradoras. **Seminario de Actualización Técnica: Fertilización Fosfatada de Pasturas en la Región Este.** INIA Treinta y Tres-Estación Experimental del Este, Montevideo, Uruguay. p: 127-131.
- COLLINS, R.P.; M.J. GLENDINING e I. RHODES. 1991. The relationships between stolon characteristics, winter survival and annual yields in white clover (*Trifolium repens* L.). *Grass and Forage Science* 46:51-61.
- DIAZ ZORITA, M. y R. MELGAR. 1997. *La fertilización de cultivos y pasturas.* 1^{ra} ed. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. 166-170p.
- DI RIENZO, J.A.; F. CASANOVES; M.G. BALZARINI; L. GONZALEZ; M. TABLADA y C.W. ROBLEDO. 2017. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. En: www.infostat.com.ar. Consultado: 15-05-17.
- DODD, M.B. y S.J. ORR. 1995. Seasonal growth, phosphate response, and drought tolerance of 11 perennial legume species grown in a hill-country soil. *New Zeal. J. Agric. Res.* 38:7-20.
- DUKE, J. y R. POLHILL. 1981. Seedlings of Leguminosae. En: *Advances in Legume Systematics.* Royal Botanical Gardens, Kew, London. p: 941-949.
- FERNANDEZ GRECCO, R.; A.E. MAZZANTI y H. ECHEVERRIA. 1995. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento de forraje de un pastizal natural de la pampa deprimida bonaerense. **19º Congreso Argentino de Producción Animal.** Mar del Plata, Argentina. p: 173-176.
- FERNANDEZ GRECCO, R. 2007. Fertilización nitrogenada sobre promoción de campo natural: ¿Buena inversión? En: www.produccion-animal.com.ar. Consultado: 09-05-2016.
- FITZIMONS, D. 2016. *Efecto de la fertilización fosfatada sobre la fijación biológica de nitrógeno de Adesmia bicolor (Leguminosae) en cultivo.* Tesis de grado. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 40 p.
- GUNN, C.R. 1981. Seeds of Leguminosae. In: *Advances in Legume Systematics.* Polhill, R. M. y P. H. Raven (Eds). Part 2. Royal Botanic Garden, Kew, London. 913-925p.
- HALL, A. J.; C.M. REBELLA; C.M. GHERSA y J.P. CULOT. 1992. Field-crop systems of the pampas. In: Pearson, C.J. (ed.), *Field Crop Ecosystems.* Elsevier, Holanda. 413-450p.

- LUSCHER, A.; B. STAHELI; R. BRAUN y J. NOSBERGER. 2001. Leaf area, competition with grass, and clover cultivar: Key factors to successful overwintering and fast regrowth of white clover (*Trifolium repens* L.). *Annals of Botany* 88:725-735.
- MACHÍN, M.P. 2011. Manejo y conservación de pasturas naturales de Basalto. Reedición. Programas de servicios agropecuarios MGAP-BID. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca-Programa Ganadero. Instituto Plan Agropecuario.
- MARBAN, L. y S. RATTO. 2005. *Tecnologías de análisis de suelo*. AACs. 215p.
- MUFARREGE, D. 1999. Los minerales en la alimentación de vacunos para carne en la Argentina. Trabajo de Divulgación Técnica Estación Experimental Agropecuaria INTA Mercedes, Corrientes Argentina. p: 57-64.
- NELSON, D.W. y L.E. SOMMERS. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. En: *Methods of soil analysis, chemical and microbiological properties*. A.L. PAGE, R.H. Miller y D.R. Keeney (eds.). American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison. p: 539-579.
- PERETTI, A. 1994. *Manual para análisis de semillas*. Ed. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, Argentina. 237p.
- PÉREZ, V. 2017. *Fenología y producción de biomasa de Adesmia bicolor en cultivo*. Tesis de grado. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina. 22 p.
- POLIOTTO, T. 2017. *Respuesta de los caracteres reproductivos de Adesmia bicolor (Leguminosae) en cultivo a la fertilización fosforada*. Tesis de grado. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina. 19 p.
- QUINTERO, C.E.; N.G. BOSCHETTI y R.A. BENAVIDEZ. 1997. Efecto residual y refertilización fosfatada de pasturas implantadas en Entre Ríos (Argentina). *Ciencia del Suelo* 15:1-5.
- REYNO, R.; M. JAURENA; D. REAL; M. ZARZA; R. MÉROLA; A. VIANA; M. DALLA RIZZA y C.A. LABANDERA. 2006. Evaluación de Leguminosas forrajeras promisorias en la zona de areniscas. *INIA Tacuarembó* 2:57-60.
- RODRIGUEZ PALMA, R.M.; A.E. MAZZANTI; M.G. AGNUSDEI; R. FERNANDEZ GRECCO y P. ALBANESE. 1997. Fertilización nitrogenada y productividad animal en pastizales de la Pampa Deprimida Argentina. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17:1-164.
- SANDERSON, M. y J. JONES. 1993. Stand dynamics and yield components of alfalfa as affected by phosphorus fertility. *Agron. J.* 85:241-246.

- SILLAMPAÀ, M. 1982. *Micronutrients and the nutrient status of soils*. FAO Soils Bulletin 48. ONU, Roma, Italia. 444p.
- STEEL, R. y J.H. TORRIE. 1988. *Bioestadística: principios y procedimientos*. 2da ed. Ed. McGraw-Hill, México. 622p
- TORRES DUGGAN, M. y J. LEMOS. 2008. Influencia de la fertilización con nitrógeno y azufre sobre la producción de forraje de raigrás anual. **XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo**. San Luis, Argentina. p: 22-24.
- VENECIANO, J.H.; C.A. FRASINELLI; T.A. KRAUS y C.A. BIANCO. 2005. *Domesticación de especies forrajeras*. Ed. Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. 60p.
- VILETA, D.; L. BIANCO; M. GROSSO y R. MALPASSI. 2010. Biological nitrogen fixation by *Adesmia bicolor* and *A. macrostachya*, potential forage species for arid and semi-arid environments. *Interciencia* 35:120-125.
- WACHENDORF, M.; R.P. COLLINS; J. CONNOLLY; A. ELGERSMA; M. FOTHERGILL; B.E. FRANKOW-LINDBERG; A. GHESQUIERE; A. GUCKERT; M.P. GUINCHARD; A. HELGADOTTIR; A. LUSCHER; T. NOLAN; P. NYKANEN-KURKI; J. NOSBERGER; G. PARENTE; S. PUZIO; I. RHODES; C. ROBIN; A. RYAN; B. STAHELI; S. STOFFEL y F. TAUBE. 2001a. Overwintering of *Trifolium repens* L. and succeeding growth: Results from a common protocol carried out at twelve European Sites. *Annals of Botany* 88:669–682.
- WACHENDORF, M.; R.P. COLLINS; A. ELGERSMA; M. FOTHERGILL; B.E. FRANKOW-LINDBERG; A. GHESQUIERE; A. GUCKERT; M.P. GUINCHARD; A. HELGADOTTIR; A. LÜSCHER; T. NOLAN; P. NYKANEN-KURKI; J. NOSBERGER; G. PARENTE; S. PUZIO; I. RHODES; C. ROBIN; A. RYAN; B. STAHELI; S. STOFFEL; F. TAUBE y J. CONNOLLY. 2001b. Overwintering and growing season dynamics of *Trifolium repens* L. in mixture with *Lolium perenne* L.: a model approach to plant-environment interactions. *Annals of Botany* 88:683–702.
- WEBERLING, F.; T. KRAUS; C. BIANCO y R. MALPASSI. 2002. Variación y estrategias adaptativas de los sistemas de ramificación de Fabáceas herbáceas. *Feddes Repert.* 113:342-353.

ANEXO

Análisis estadístico en cada fecha de muestro para los diferentes caracteres vegetativos

Longitud de foliolos en *Adesmia bicolor*

a- 20-03-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de foliolo (cm)	450	0,31	0,30	17,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,12	8	0,39	25,31	<0,0001
Bloque	1,57	2	0,79	50,95	<0,0001
Tratamiento	0,02	2	0,01	0,03	0,9740
(Bloque*Tratamiento)					
Bloque*Tratamiento	1,53	4	0,38	24,81	<0,0001
Error	6,80	441	0,02		
Total	9,92	449			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,19826

Error: 0,3824 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
50 kg.ha-1	0,70	150	0,05	A
0 kg.ha-1	0,71	150	0,05	A
100 kg.ha-1	0,72	150	0,05	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

b- 21-05-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de foliolo (cm)	450	0,22	0,20	13,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,98	8	0,12	15,36	<0,0001
Bloque	0,62	2	0,31	39,13	<0,0001
Tratamiento	0,04	2	0,02	0,23	0,8024
(Bloque*Tratamiento)					
Bloque*Tratamiento	0,32	4	0,08	9,99	<0,0001
Error	3,50	441	0,01		
Total	4,48	449			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09030

Error: 0,0793 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
0 kg.ha-1	0,66	150	0,02	A
50 kg.ha-1	0,66	150	0,02	A
100 kg.ha-1	0,68	150	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

c- 28-07-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de foliolos (cm)	450	0,36	0,35	9,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,15	8	0,14	31,19	<0,0001
Bloque	0,03	2	0,02	3,71	0,0252
Tratamiento	0,47	2	0,23	1,43	0,3396
(Bloque*Tratamiento)					
Bloque*Tratamiento	0,65	4	0,16	35,27	<0,0001
Error	2,03	441	4,6E-03		
Total	3,18	449			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,12923

Error: 0,1625 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
0 kg.ha-1	0,65	150	0,03	A
100 kg.ha-1	0,70	150	0,03	A
50 kg.ha-1	0,72	150	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

d- 30-09-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Longitud de foliolos (cm)	450	0,30	0,29	9,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,03	8	0,13	23,40	<0,0001
Bloque	0,21	2	0,11	19,40	<0,0001
Tratamiento	0,69	2	0,34	10,50	0,0256
(Bloque*Tratamiento)					
Bloque*Tratamiento	0,13	4	0,03	5,93	0,0001
Error	2,43	441	0,01		
Total	3,47	449			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,05802

Error: 0,0328 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
0 kg.ha-1	0,70	150	0,01	A
100 kg.ha-1	0,74	150	0,01	A
50 kg.ha-1	0,80	150	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ancho de foliolos de *Adesmia bicolor*

a- 20-03-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho de foliolo (cm)	450	0,23	0,22	19,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,52	8	0,07	16,64	<0,0001
Bloque	0,11	2	0,06	14,07	<0,0001
Tratamiento	0,06	2	0,03	0,33	0,7371
(Bloque*Tratamiento)					
Bloque*Tratamiento	0,36	4	0,09	22,54	<0,0001
Error	1,74	441	3,9E-03		
Total	2,26	449			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09555

Error: 0,0888 gl: 4

Tratamiento	Medias n	E.E.	
50 kg.ha-1	0,30 150	0,02	A
0 kg.ha-1	0,31 150	0,02	A
100 kg.ha-1	0,33 150	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

b- 21-05-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho de foliolo (cm)	450	0,21	0,20	21,80

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,34	8	0,04	14,76	<0,0001
Bloque	0,06	2	0,03	11,35	<0,0001
Tratamiento	0,06	2	0,03	0,62	0,5834
(Bloque*Tratamiento)					
Bloque*Tratamiento	0,21	4	0,05	18,21	<0,0001
Error	1,26	441	2,8E-03		
Total	1,59	449			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,07303

Error: 0,0519 gl: 4

Tratamiento	Medias n	E.E.	
0 kg.ha-1	0,23 150	0,02	A
50 kg.ha-1	0,24 150	0,02	A
100 kg.ha-1	0,26 150	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

c- 28-07-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho de foliolos (cm)	450	0,07	0,05	21,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	8	0,01	3,85	0,00
Bloque	8,4E-04	2	4,2E-04	0,15	0,86
Tratamiento (Bloque*Tratamiento)	0,03	2	0,02	1,10	0,4167
Bloque*Tratamiento	0,06	4	0,01	4,92	0,00
Error	1,27	441	2,9E-03		
Total	1,36	449			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,03823

Error: 0,0142 gl: 4

Tratamiento	Medias n	E.E.
0 kg.ha-1	0,24 150	0,01 A
100 kg.ha-1	0,26 150	0,01 A
50 kg.ha-1	0,26 150	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

d- 30-09-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho de foliolo (cm)	450	0,14	0,13	14,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,18	8	0,02	9,28	<0,0001
Bloque	0,01	2	0,01	2,39	0,0926
Tratamiento (Bloque*Tratamiento)	0,12	2	0,06	5,58	0,0696
Bloque*Tratamiento	0,04	4	0,01	4,58	0,0012
Error	1,06	441	2,4E-03		
Total	1,24	449			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,03366

Error: 0,0110 gl: 4

Tratamiento	Medias n	E.E.
0 kg.ha-1	0,32 150	0,01 A
100 kg.ha-1	0,33 150	0,01 A B
50 kg.ha-1	0,36 150	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Producción de estolones en *Adesmia bicolor*

a- 20-03-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de estolones/ha	9	0,33	0,00	55,75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4420266666666,67	4	1105066666666,67	0,50	0,7407
Tratamiento	1911466666666,67	2	95573333333,33	0,43	0,6760
Bloque	2508800000000,00	2	1254400000000,00	0,57	0,6068
Error	8840533333333,33	4	2210133333333,33		
Total	13260800000000,00	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3370176,24288

Error: 2210133333333,3335 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
50 kg.ha-1	2026666,67	3	858318,77	A
100 kg.ha-1	2880000,00	3	858318,77	A
0 kg.ha-1	3093333,33	3	858318,77	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

b- 21-05-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de estolones/ha	9	0,62	0,24	12,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6923377777777,78	4	1730844444444,44	1,62	0,3248
Tratamiento	526222222222,22	2	263111111111,11	2,47	0,2002
Bloque	1661155555555,56	2	83057777777,78	0,78	0,5177
Error	426097777777,77	4	1065244444444,44		
Total	1118435555555,60	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2339742,23397

Error: 1065244444444,4436 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
0 kg.ha-1	7253333,33	3	595887,14	A
100 kg.ha-1	8053333,33	3	595887,14	A
50 kg.ha-1	9120000,00	3	595887,14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

c- 28-07-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de estolones/ha	9	0,97	0,94	11,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	97598577777777,80	4	24399644444444,40	33,51	0,0025
Tratamiento	10689422222222,20	2	53447111111111,11	7,34	0,0459
Bloque	86909155555555,60	2	43454577777777,80	59,68	0,0011
Error	29127111111111,12	4	728177777777,78		
Total	10051128888889,00	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1934470,38784

Error: 72817777777,7791 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
100 kg.ha-1	6453333,33	3	492672,23	A	
0 kg.ha-1	7680000,00	3	492672,23	A	B
50 kg.ha-1	9120000,00	3	492672,23		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

d- 30-09-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de estolones/ha	9	0,81	0,61	25,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	74353777777777,80	4	18588444444444,40	4,15	0,0986
Tratamiento	33217422222222,20	2	16608711111111,10	3,70	0,1229
Bloque	41136355555555,60	2	20568177777777,80	4,59	0,0922
Error	17931377777777,80	4	44828444444444,45		
Total	92285155555555,60	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4799767,60257

Error: 44828444444444,4473 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
100 kg.ha-1	6400000,00	3	1222408,07	A	
0 kg.ha-1	7573333,33	3	1222408,07	A	
50 kg.ha-1	10933333,33	3	1222408,07	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Producción de hojas de *Adesmia bicolor*

a- 20-03-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de hojas/ha	9	0,48	0,00	76,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	886914844444444,00	4	221728711111111,00	0,92	0,5313
Tratamiento	267030755555556,00	2	13351537777778,00	0,55	0,6133
Bloque	619884088888889,00	2	309942044444444,00	1,29	0,3705
Error	96415857777778,00	4	241039644444444,00		
Total	185107342222220,00	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=35195538,50958

Error: 24103964444444,4060 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
50 kg.ha-1	13760000,00	3	8963623,61 A
0 kg.ha-1	20000000,00	3	8963623,61 A
100 kg.ha-1	27093333,33	3	8963623,61 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

b- 21-05-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de hojas/ha	9	0,62	0,23	33,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	284683377777780,00	4	711708444444444,00	1,60	0,3298
Tratamiento	2061522488888890,00	2	1030761244444440,00	2,32	0,2145
Bloque	785311288888889,00	2	392655644444445,00	0,88	0,4812
Error	1778153244444440,00	4	444538311111111,00		
Total	462498702222220,00	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=47796706,62435

Error: 44453831111111,1250 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0 kg.ha-1	50826666,67	3	12172897,64 A
100 kg.ha-1	54186666,67	3	12172897,64 A
50 kg.ha-1	84480000,00	3	12172897,64 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

c- 28-07-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de hojas/ha	9	0,99	0,98	6,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14218285511111100,00	4	3554571377777780,00	131,91	0,0002
Tratamiento	35485582222222,00	2	17742791111111,00	6,58	0,0543
Bloque	13863429688888900,00	2	693171484444440,00	257,24	0,0001
Error	10778737777777,00	4	2694684444444,30		
Total	14326072888888900,00	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=11767855,66800

Error: 2694684444444,2773 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
0 kg.ha-1	69760000,00	3	2997045,46	A	
100 kg.ha-1	73440000,00	3	2997045,46	A	B
50 kg.ha-1	84533333,33	3	2997045,46	B	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

d- 30-09-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
N° de hojas/ha	9	0,78	0,55	36,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29308372311111100,00	4	7327093077777780,00	3,45	0,1289
Tratamiento	13935290155555600,00	2	6967645077777780,00	3,28	0,1436
Bloque	15373082155555600,00	2	7686541077777780,00	3,62	0,1268
Error	8501770711111110,00	4	2125442677777780,00		
Total	3781014302222200,00	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=104512460,87585

Error: 212544267777778,2500 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
0 kg.ha-1	85280000,00	3	26617304,38	A	
100 kg.ha-1	113866666,67	3	26617304,38	A	
50 kg.ha-1	179290000,00	3	26617304,38	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Biomasa fresca aérea en *Adesmia bicolor*

a- 20-03-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa aerea fresca	9	0,28	0,00	79,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1922491,73	4	480622,93	0,39	0,8056
Tratamiento	796090,03	2	398045,01	0,33	0,7392
Bloque	1126401,71	2	563200,85	0,46	0,6602
Error	4881179,31	4	1220294,83		
Total	6803671,04	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2504,23892

Error: 1220294,8267 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
50 kg.ha-1	975,47	3	637,78 A
100 kg.ha-1	1568,53	3	637,78 A
0 kg.ha-1	1638,40	3	637,78 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

b- 21-05-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa aerea fresca	9	0,73	0,47	33,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7329752,18	4	1832438,04	2,75	0,1756
Tratamiento	3704569,74	2	1852284,87	2,78	0,1753
Bloque	3625182,44	2	1812591,22	2,72	0,1797
Error	2667667,91	4	666916,98		
Total	9997420,09	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1851,31049

Error: 666916,9778 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0 kg.ha-1	1846,40	3	471,49 A
100 kg.ha-1	2147,73	3	471,49 A
50 kg.ha-1	3332,80	3	471,49 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

c- 28-07-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa aerea fresca	9	0,92	0,84	29,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26248503,25	4	6562125,81	11,71	0,0176
Tratamiento	2429603,31	2	1214801,65	2,17	0,2303
Bloque	23818899,95	2	11909449,97	21,25	0,0074
Error	2241881,39	4	560470,35		
Total	28490384,64	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1697,14792

Error: 560470,3467 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0 kg.ha-1	1901,33	3	432,23 A
100 kg.ha-1	2520,40	3	432,23 A
50 kg.ha-1	3173,87	3	432,23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

d- 30-09-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa aerea fresca	9	0,75	0,50	32,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39192416,71	4	9798104,18	2,98	0,1578
Tratamiento	14472424,68	2	7236212,34	2,20	0,2268
Bloque	24719992,04	2	12359996,02	3,76	0,1207
Error	13160918,47	4	3290229,62		
Total	52353335,18	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4112,03194

Error: 3290229,6178 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0 kg.ha-1	4366,93	3	1047,26 A
100 kg.ha-1	4960,00	3	1047,26 A
50 kg.ha-1	7304,00	3	1047,26 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Biomasa seca aérea en *Adesmia bicolor*

a- 20-03-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa aerea seca	9	0,34	0,00	97,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	167421,72	4	41855,43	0,52	0,7300
Tratamiento	70267,45	2	35133,72	0,43	0,6746
Bloque	97154,28	2	48577,14	0,60	0,5911
Error	323088,50	4	80772,12		
Total	490510,22	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=644,27923

Error: 80772,1244 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
50 kg.ha-1	170,67	3	164,09 A
0 kg.ha-1	329,07	3	164,09 A
100 kg.ha-1	377,60	3	164,09 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

b- 21-05-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa aerea seca (kg/ha)..	9	0,60	0,19	56,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1040955,16	4	260238,79	1,47	0,3579
Tratamiento	709567,72	2	354783,86	2,01	0,2487
Bloque	331387,45	2	165693,72	0,94	0,4631
Error	705822,15	4	176455,54		
Total	1746777,32	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=952,27202

Error: 176455,5378 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
100 kg.ha-1	513,07	3	242,53 A
0 kg.ha-1	586,13	3	242,53 A
50 kg.ha-1	1141,87	3	242,53 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

c- 28-07-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa aerea seca (kg/ha)	9	0,95	0,90	25,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3399570,77	4	849892,69	18,80	0,0074
Tratamiento	367218,35	2	183609,17	4,06	0,1089
Bloque	3032352,43	2	1516176,21	33,53	0,0032
Error	180870,83	4	45217,71		
Total	3580441,60	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=482,05617

Error: 45217,7067 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0 kg.ha-1	594,13	3	122,77 A
100 kg.ha-1	808,00	3	122,77 A B
50 kg.ha-1	1087,47	3	122,77 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

d- 30-09-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa aerea seca (kg/ha)	9	0,81	0,62	30,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3312994,99	4	828248,75	4,21	0,0963
Tratamiento	770493,44	2	385246,72	1,96	0,2552
Bloque	2542501,55	2	1271250,77	6,46	0,0558
Error	786650,45	4	196662,61		
Total	4099645,44	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1005,31990

Error: 196662,6133 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
100 kg.ha-1	1238,93	3	256,04 A
0 kg.ha-1	1272,53	3	256,04 A
50 kg.ha-1	1875,73	3	256,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Biomasa subterránea fresca en *Adesmia bicolor*

a- 20-03-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa subterránea fresca	9	0,22	0,00	83,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1513568,71	4	378392,18	0,27	0,8810
Tratamiento	688169,53	2	344084,76	0,25	0,7906
Bloque	825399,18	2	412699,59	0,30	0,7568
Error	5519951,64	4	1379987,91		
Total	7033520,36	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2663,06040

Error: 1379987,9111 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
50 kg.ha-1	1019,20	3	678,23 A
100 kg.ha-1	1542,40	3	678,23 A
0 kg.ha-1	1653,33	3	678,23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

b- 21-05-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa subterránea fresca	9	0,64	0,27	37,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7597883,16	4	1899470,79	1,75	0,2997
Tratamiento	1535816,25	2	767908,12	0,71	0,5449
Bloque	6062066,92	2	3031033,46	2,80	0,1736
Error	4330246,26	4	1082561,56		
Total	11928129,42	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2358,68355

Error: 1082561,5644 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
0 kg.ha-1	2229,33	3	600,71 A
50 kg.ha-1	2878,40	3	600,71 A
100 kg.ha-1	3226,13	3	600,71 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

c- 28-07-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa subterránea fresca	9	0,98	0,95	12,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	40751637,62	4	10187909,40	41,00	0,0017
Tratamiento	2102972,30	2	1051486,15	4,23	0,1030
Bloque	38648665,32	2	19324332,66	77,77	0,0006
Error	993970,63	4	248492,66		
Total	41745608,25	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1130,05650

Error: 248492,6578 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
100 kg.ha-1	3422,40	3	287,80 A
0 kg.ha-1	3617,07	3	287,80 A
50 kg.ha-1	4531,20	3	287,80 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

d- 30-09-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa subterránea fresca	9	0,89	0,78	18,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34359768,18	4	8589942,04	8,07	0,0338
Tratamiento	12271080,68	2	6135540,34	5,76	0,0664
Bloque	22088687,50	2	11044343,75	10,37	0,0261
Error	4259069,72	4	1064767,43		
Total	38618837,90	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2339,21831

Error: 1064767,4311 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
100 kg.ha-1	4705,60	3	595,75 A
0 kg.ha-1	4877,33	3	595,75 A
50 kg.ha-1	7264,00	3	595,75 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Biomasa seca subterránea en *Adesmia bicolor*

a- 20-03-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa subterránea seca	9	0,24	0,00	110,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	187562,67	4	46890,67	0,32	0,8534
Tratamiento	70688,43	2	35344,21	0,24	0,7974
Bloque	116874,24	2	58437,12	0,40	0,6965
Error	589673,81	4	147418,45		
Total	777236,48	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=870,40084

Error: 147418,4533 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
50 kg.ha-1	223,47	3	221,67 A
0 kg.ha-1	411,20	3	221,67 A
100 kg.ha-1	411,73	3	221,67 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

b- 21-05-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa subterránea seca	9	0,39	0,00	31,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	333389,94	4	83347,48	0,64	0,6597
Tratamiento	93432,04	2	46716,02	0,36	0,7175
Bloque	239957,90	2	119978,95	0,93	0,4667
Error	517426,63	4	129356,66		
Total	850816,57	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=815,33816

Error: 129356,6578 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
100 kg.ha-1	987,73	3	207,65 A
0 kg.ha-1	1174,40	3	207,65 A
50 kg.ha-1	1224,53	3	207,65 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

c- 28-07-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa subterránea seca	9	0,99	0,99	6,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6203398,26	4	1550849,56	183,35	0,0001
Tratamiento	355058,92	2	177529,46	20,99	0,0076
Bloque	5848339,34	2	2924169,67	345,71	<0,0001
Error	33834,10	4	8458,52		
Total	6237232,36	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=208,49262

Error: 8458,5244 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
100 kg.ha-1	1279,47	3	53,10 A
0 kg.ha-1	1457,07	3	53,10 A
50 kg.ha-1	1760,53	3	53,10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

d- 30-09-15

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa subterránea seca	9	0,93	0,86	13,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4789347,86	4	1197336,96	13,52	0,0136
Tratamiento	1753469,45	2	876734,72	9,90	0,0283
Bloque	3035878,41	2	1517939,20	17,13	0,0109
Error	354357,14	4	88589,28		
Total	5143705,00	8			

Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=674,73614

Error: 88589,2844 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.
100 kg.ha-1	1721,60	3	171,84 A
0 kg.ha-1	1952,53	3	171,84 A
50 kg.ha-1	2751,80	3	171,84 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)