

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**  
**Facultad de Agronomía y Veterinaria**

**Trabajo Final Presentado para Optar al Grado de Ingeniero**  
**Agrónomo**

**Modalidad: Proyecto**

**Respuesta de los caracteres reproductivos de *Adesmia bicolor***  
**(Leguminosae) en cultivo a la fertilización fosforada**

**Alumno: Tomás Poliotto**

**DNI: 36.576.044**

**Directora: Dra. Rosana Malpassi**

**Co-directora: Dra. Sara Basconsuelo**

**Río Cuarto – Córdoba**

**Junio de 2017**



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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**Respuesta de los caracteres reproductivos de *Adesmia bicolor*  
(Leguminosae) en cultivo a la fertilización fosforada**

Autor: Tomás Poliotto  
DNI: 36576044

Directora: Dra. Rosana Malpassi  
Co-Directora: Dra. Sara Basconsuelo

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

Lic. Mercedes Ibáñez \_\_\_\_\_

Dra. Mónica Groso \_\_\_\_\_

Dra. Rosana Malpassi \_\_\_\_\_

Fecha de Presentación: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Secretario Académico

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y mi hermana, por todo el apoyo, consejos y paciencia brindados en todos mis años de estudio.

A mi doctor, Jorge Ferraris, que sin su intervención y cuidados difícilmente estaría en este lugar hoy.

A Rosana Malpassi, mi directora de tesis, persona de la que aprendí infinidad de cosas. Por estar presente en todo el trayecto de mi carrera brindándome su más sincero apoyo ante cualquier dificultad presentada.

A Sara Basconsuelo, co-directora de mi tesis que se brindó a mí de la misma manera que mi directora sin diferencia alguna.

A toda la cátedra de Morfología Vegetal, la cual se encargó, en todo momento, de hacerme sentir parte de ella.

Al jurado evaluador por el tiempo dedicado en la corrección del trabajo.

A María José Ganum Gorriz, coordinadora de la carrera, la cual estuvo siempre dispuesta a ayudarme ante cualquier inconveniente académico.

Al laboratorio de suelos de la FAV por el tiempo y la confianza brindada a mí.

## INDICE

	Págs.
Introducción -----	1
Objetivos -----	5
Materiales y métodos -----	6
Resultados -----	12
Discusión -----	18
Conclusiones -----	21
Bibliografía -----	22
Anexo -----	28

## INDICE DE FIGURAS

	Págs.
Fig. 1. Parcela con <i>Adesmia bicolor</i> en cultivo. -----	6
Fig. 2. Toma de muestras de suelo en la parcela de <i>A. bicolor</i> -----	7
Fig. 3. Determinación de materia orgánica en laboratorio -----	8
Fig. 4. Esquema de la parcela de <i>A. bicolor</i> y diseño del experimento-----	9
Fig. 5. A. <i>Adesmia bicolor</i> en floración. B. <i>A. bicolor</i> en fructificación -----	10
Fig. 6. Producción de flores por racimo de <i>A. bicolor</i> en cada tratamiento ----	13
Fig. 7. Producción de flores por m <sup>2</sup> de <i>A. bicolor</i> en cada tratamiento -----	14
Fig. 8. Producción de frutos por racimo de <i>A. bicolor</i> en cada tratamiento ----	15
Fig. 9. Producción de frutos por m <sup>2</sup> de <i>A. bicolor</i> en cada tratamiento -----	16
Fig.10. Plántulas de <i>A. bicolor</i> obtenidas en el ensayo de germinación -----	17

## INDICE DE CUADROS

Págs.

Cuadro 1. Valores iniciales y finales del análisis de suelo de la parcela -----	12
---	----

## RESUMEN

En la región árida-semiárida central de Argentina la producción de forraje es fundamentalmente en pastizales naturales. Dentro de la fracción de leguminosas existen varias especies con aptitud forrajera destacable. Varios autores señalan a *Adesmia bicolor*, herbácea perenne, como una especie con potencialidad forrajera sobresaliente. Si bien se ha avanzado en el conocimiento de algunas características agronómicas, aún no existe estudio alguno acerca del efecto de la aplicación de fertilizantes fosforados. Considerando esto, se planteó como objetivo del trabajo: determinar el efecto de la fertilización con fósforo (P) sobre los caracteres reproductivos de dicha especie. Para evaluar esto, se realizaron tres tratamientos, en bloques completos al azar con submuestras de diferente número según la variable analizada, en los que se aplicaron diferentes dosis de fertilizante fosforado líquido: Tratamiento I: 0 kg.ha<sup>-1</sup> de P (control), II: 50 kg.ha<sup>-1</sup> de P y III: 100 kg.ha<sup>-1</sup> de P. en una parcela con *A. bicolor* en cultivo. Para el análisis de la respuesta a la dosis de P se determinó la cantidad de flores y frutos producidos por hectárea y por racimo y la capacidad germinativa de las semillas producidas por estos. Previo a la prueba de poder germinativo (PG), a la mitad de las muestras de semilla cosechadas en cada tratamiento se les aplicó escarificación con agua hirviendo durante 1 min. Los resultados obtenidos demuestran que existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para afirmar que *A. bicolor* es capaz de producir mayor número de estructuras reproductivas con la dosis de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de P. En cuanto al PG, el tratamiento "II" con escarificación es el que se diferencia del resto de los tratamientos, este presenta un PG de 10,67 y 25,33% para las condiciones sin y con escarificación, respectivamente. El tratamiento "I", 5,33 y 14,67%, respectivamente, mientras que el tratamiento "III", 5,33 y 13,33%, respectivamente.

**Palabras clave:** *Adesmia bicolor*, forrajera, fertilización, fósforo, flores, frutos, semillas.

## **Response of reproductive characters of *Adesmia bicolor* (Leguminosae) fertilized with phosphorus**

### **ABSTRACT**

In the central arid-semiarid region of Argentina forage production is mainly from natural pastures. Within the legume fraction there are several species with remarkable forage ability. Several authors point to *Adesmia bicolor*, perennial herbaceous, as a species with outstanding forage potential. Although there has been progress in the knowledge of some agronomic characteristics, there are still no studies about the effect of the application of phosphorus fertilizers. Taking this into consideration, the main objective of this work is to determine the effect of fertilization with phosphorus (P) on the reproductive traits of *A. bicolor*. In order to assess this, were three treatments, complete randomized blocks with subsamples of different number according to the analyzed variable, in which different doses of liquid phosphor fertilizer were applied: treatment I: 0 kg.ha<sup>-1</sup> of P (control), II: 50 kg.ha<sup>-1</sup> of P and III: 100 kg.ha<sup>-1</sup> of P in a plot with *A. bicolor* in cultivation. For the analysis of the response to the dose of P, flowers and fruits number produced in a known surface as well as flower number in each raceme were determined and the germination potencial (GP) of the seeds produced by these. Prior to germination test, half of the harvested seed samples in each treatment applied you scarification with water boiling for 1 minute. The results obtained show that there are statistical difference between treatments to assert that *A. bicolor* is able to produce a greater number of reproductive structures with a dose of 50 kg.ha<sup>-1</sup> of P, and that there are no significant differences between Treatments I and III. As for the GP, the treatment "II" with scarification is the one that differentiates from the rest of the treatments, this one shows a GP of 10,67 and 25,33% for the conditions without and with scarification, respectively. Treatment "I", 5,33 and 14,67%, respectively, while treatment "III", 5,33 and 13,33%, respectively.

**Key words:** *Adesmia bicolor*, forage, fertilization, phosphorus, flowers, fruits, seeds.



## INTRODUCCIÓN

En la región árida-semiárida central de Argentina la producción de forraje se basa fundamentalmente en pastizales naturales. Debido al manejo irracional, estos recursos han experimentado en los últimos años un deterioro manifiesto. La introducción de leguminosas forrajeras nativas, como alternativa para la producción ganadera, es considerada como una estrategia amigable para el ambiente, ya que incrementa los niveles productivos de las pasturas por el agregado de nitrógeno (N) fijado biológicamente (Reyno *et al.*, 2006). Además de esto, si el forraje está disponible en períodos críticos, como invierno y comienzos de primavera en los que normalmente es escaso, incidiría directamente en el incremento de la cantidad, calidad y regulación de la disponibilidad de alimento para el ganado (Berretta, 2003).

Para garantizar la persistencia de una pastura es necesario asegurar la producción de semillas, para lo cual es esencial la corrección de los bajos niveles de fósforo (P) en el suelo. La fertilización con P es importante tanto para el establecimiento y rendimiento del forraje en el primer año, como para el mantenimiento de un alto nivel productivo. Además, en una pastura de consociación es una condición necesaria para la persistencia de la fracción leguminosa (Berretta, 2003, 2005).

El P es, luego del N, el nutriente que en mayor medida limita el crecimiento y desarrollo de los cultivos (Vance *et al.*, 2000). La falta de este nutriente afecta a la producción de biomasa y rendimiento de los cultivos a través de alteraciones provocadas en el crecimiento de las hojas, afectando los procesos de interceptación y conversión de la radiación solar incidente, de esta forma se produce una disminución en la cantidad y tamaño de frutos (Satorre *et al.*, 2010). El P además de contribuir al desarrollo vegetativo, mejora las condiciones del suelo y la rizósfera (Vance *et al.*, 2000). Cabe destacar que en el caso particular de los pastizales naturales no es de relevancia la producción de semillas, pero sí lo es para que las especies se perpetúen en el tiempo mediante la regeneración por esta vía.

Cuando se fertiliza un pastizal natural con P, la producción de forraje incrementa aproximadamente un 60% en comparación con uno sin fertilizar, y en invierno este valor puede llegar al 100% (Berretta, 2003). Asimismo, la proporción de leguminosas en el tapiz conjuntamente con la producción de N fijado por ellas incrementa y la digestibilidad de la materia orgánica del forraje es mayor (Bermúdez *et al.*, 1998; Berretta, 2003, 2005; Ayala y Bermúdez, 2004; Amadeo, 2014). Los requerimientos de P son tan importantes para el crecimiento de la leguminosa en sí misma, como para la fijación de N. Esto se demostró en trébol blanco y en lotus, ya que las concentraciones de P son más altas en las plantas noduladas, que en las que disponen de nitrógeno mineral (Carámbula, 2004).

Risso y Berretta (2001) concluyen que la tasa de crecimiento diaria de un pastizal natural en el período otoñal es mayor en una situación fertilizada con P respecto a una sin aplicación. El crecimiento diario en una pastura fertilizada con P supera los 15 kg MS/ha/día, mientras que en un suelo sin fertilización apenas alcanza los 10 kg MS/ha/día. En el invierno el crecimiento de especies como *Adesmia bicolor*, *Paspalum dilatatum* y *Poa sp.* en pastizales fertilizados con P es superior a los valores promedio registrados a lo largo de 15 años (Berretta y Bemhaja, 1998). El máximo crecimiento de las especies anteriormente mencionadas obtenido sin fertilización fue de 19 kg MS/ha/día, mientras que bajo fertilización fue de 35 kg MS/ha/día. El contenido de proteína del forraje producido por estos pastizales también se modificó por la aplicación de P. En invierno, este valor alcanzó un 14,3% en las pasturas fertilizadas, mientras que en las sin fertilización es del 10%; en primavera se registró 17,3 y 12%, respectivamente y en verano disminuyó a un 10,6 y 9%, respectivamente (Risso y Berretta, 2001).

Teniendo en cuenta la importancia de conservar los recursos naturales sin degradarlos, pensando en el desarrollo sostenible en términos económicos, ecológicos y sociales, la fertilización con P le devolvería al campo parte de lo que ha perdido por actividad de pastoreo, favoreciendo el mantenimiento de la biodiversidad animal y vegetal de la pastura natural (Berretta, 2003). El principal destino del P aplicado con fertilización es el inorgánico, existiendo una tendencia a incrementarse las fracciones lábiles de P, independientemente de la fuente empleada (Picone *et al.*, 2007)

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).

Independientemente de la fuente empleada existe una importante respuesta al nivel de aplicación inicial de fósforo, tanto en el primer año, como durante todo el período considerado (efecto residual). A pesar de ese efecto residual, se registra una significativa respuesta a las sucesivas aplicaciones anuales (Risso *et al.*, 2002).

El estudio de la morfología, fisiología, estrategias de persistencia y asociaciones en la cadena trófica a nivel del suelo, de las leguminosas nativas con potencial forrajero permite preservar y mejorar las pasturas naturales, proteger el suelo de la erosión y degradación (Berretta, 2001).

En el centro de Argentina, se han realizado diversos estudios en Leguminosas nativas. En estos se analizan la taxonomía y la distribución de las especies que viven en esta región, sus formas de crecimiento y anatomía, los caracteres reproductivos y la eficiencia de fijación

biológica de nitrógeno (Bianco y Kraus, 1996, 1998; Basconsuelo *et al.*, 1997, 2002; Bianco *et al.*, 1998; Bianco y Weberling, 1999; Kraus *et al.*, 2001; Basconsuelo *et al.*, 2002, 2011; Bianco, 2002; Weberling *et al.*, 2002; Kraus *et al.*, 2003; Kraus y Bianco, 2005; Kraus *et al.*, 2007; Kraus y Basconsuelo, 2009; Vileta *et al.*, 2010; Bianco *et al.*, 2012; Bianco, 2014). Como resultado de estos estudios, hace aproximadamente 15 años se seleccionó a *Adesmia bicolor* (Poiret), ya que es una leguminosa nativa, perenne, herbácea, de ciclo indefinido, con alta eficiencia de fijación biológica de N y excelente calidad nutricional (Bianco, 2002; Berretta, 2003; Kraus y Bianco, 2005; Veneciano *et al.*, 2005; Vileta *et al.*, 2010; Machín, 2011; Bianco *et al.*, 2012; Fitzimons, 2016; Pérez, 2017).

Entre las características de *A. bicolor* que determinan su potencial como especie forrajera se puede destacar el tipo de plántula faneroepígea (Duke y Polhill, 1981) y un típico crecimiento clonal. La primera característica contribuye a una buena implantación del cultivo y el tipo de crecimiento le confiere ventajas en el flujo de fotoasimilados, agua y nutrientes entre los distintos ejes a través de los estolones, característica que podría ser un factor clave para asegurar la persistencia bajo pastoreo intensivo (Dodd y Orr, 1995; Veneciano *et al.*, 2005; Pérez, 2017). 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).

Entre los caracteres reproductivos de *A. bicolor* se puede mencionar que durante el segundo año se desarrollan racimos de unas 10 a 20 flores cada uno. El fruto originado de la fecundación de la flores es un lomento curvado de 2 cm de longitud aproximadamente, dehiscente a la madurez, el cual se separa en fragmentos transversales monospermos. La semilla es circular de aproximadamente 2,12 mm, con superficie moteada. En muchos taxones y fundamentalmente en las leguminosas, la condición de dormición de la semilla está impuesta por la “dureza” del tegumento como consecuencia de que éste o algunas de sus capas son impermeables al agua y a los gases (Peretti, 1994; Kraus y Bianco, 2005). Cuando se registra un elevado porcentaje de semillas duras, se requiere algún tratamiento especial para asegurar una germinación rápida y uniforme. En general, en las investigaciones realizadas en especies del género *Adesmia*, los pretratamientos más eficaces son la escarificación con lija, ácido sulfúrico y alternancia de temperaturas extremas, encontrándose variantes según la especie estudiada (Medeiros y Nabinger, 1996; Montardo *et al.*, 2000; Tedesco *et al.*, 2001; Dias Suñé *et al.*, 2002; Parera y Ruiz, 2003). Tedesco *et al.* (2001) citan para *A. bicolor*, la escarificación mecánica como un método fácil, rápido y eficaz, logrando un porcentaje de germinación del 83%. A pesar de haber intentado en numerosas oportunidades con esta técnica, nuestro equipo de investigación no obtuvo estos

resultados, siendo el pasaje por agua hirviendo durante 1 min, el método que logró el mayor porcentaje de germinación.

Aunque se ha avanzado en el conocimiento de algunas características morfológicas y agronómicas para el establecimiento de esta especie en cultivo, restan todavía varios aspectos que son necesarios evaluar. Entre ellos, el efecto de la aplicación de fertilizantes fosforados sobre la producción de materia seca vegetativa y reproductiva. Si bien *A. bicolor* ha sido señalada como especie tolerante a bajos niveles de P en suelo (Dodd y Orr, 1995), sería importante determinar el efecto de la fertilización fosforada sobre el cultivo de esta especie.

## **HIPÓTESIS**

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

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto de la fertilización con fósforo sobre los caracteres reproductivos de *Adesmia bicolor* en cultivo.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar el efecto de tres dosis de fertilizante con fósforo sobre la producción de flores y frutos de *A. bicolor* en cultivo.
2. Determinar el efecto de tres dosis de fertilizante con fósforo sobre la producción y poder germinativo de semillas de *A. bicolor* en cultivo.

## 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). La parcela de 4 x 15 m presenta un cultivo de *Adesmia bicolor* establecido desde hace 5 años. Este cultivo fue tratado con herbicidas pero nunca fue fertilizado (Fig. 1).



Fig. 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 (Fig. 2).



Fig. 2. Toma de muestras de suelo en la parcela de *A. bicolor*. Campo experimental de la UNRC. Año 2015.

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 (Fig. 3). 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  $\text{Kr}_2\text{O}_7\text{K}_2$ , imprimiendo al erlenmeyer un movimiento de giro permanente para lograr un íntimo contacto suelo – solución, seguidamente, se añadió 10 ml de  $\text{SO}_4\text{H}$  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:

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

Donde

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

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



Fig. 3. Determinación de materia orgánica en laboratorio de análisis de suelo (FAV-UNRC). Año 2016.

Para determinar el P disponible se empleó la metodología de Bray y Kurtz 1. Se pesaron 2,85 g de suelo y se colocaron en un erlenmeyer de 50 ml, se agregó 20 ml solución extractiva de fluoruro de amonio en medio ácido (mezcla de  $\text{NH}_4\text{F}$  0,03N y  $\text{HCl}$  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  $\mu\text{g}$  de  $\text{P}\cdot\text{ml}^{-1}$  (Marbán y Ratto, 2005).

La humedad del suelo fue determinada por diferencia de peso de una muestra húmeda y después de haberse secado en estufa hasta alcanzar peso constante. Para dicha determinación se pesó 1 g de muestra, luego se colocó la muestra en una estufa a  $80^\circ\text{C}$  durante 24 hs. Se retiró la muestra de la estufa y se colocó dentro de un desecador para que se enfríe. Se pesó la muestra y de esta manera se determinaron los porcentajes de humedad en el suelo por diferencia de pesos, según la siguiente fórmula:



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

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 kg.ha<sup>-1</sup> de P (control).
2. Tratamiento II: 50 kg.ha<sup>-1</sup> de P.
3. Tratamiento III: 100 kg.ha<sup>-1</sup> de P.

La Fig. 4 muestra el diseño del experimento. La fuente de P utilizada fue líquida, su nombre comercial es “Fásil 1006” y presenta una densidad 1,26, pH 2,2, fósforo total 22,6%. La aplicación se realizó con un equipo pulverizador de parcelas.

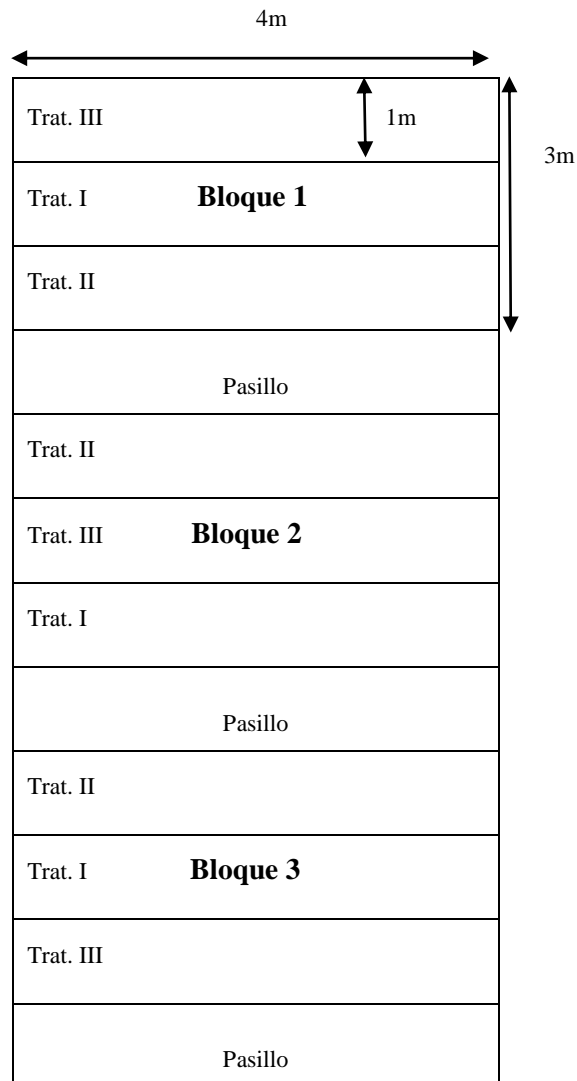


Fig. 4. Esquema de campo del ensayo de *Adesmia bicolor* en cultivo con el detalle del diseño del experimento. Campo experimental de la UNRC. Año 2015.

Se realizaron dos muestreos, uno durante la etapa de floración del cultivo (4/11/2015) y el restante durante la fructificación (7/1/2016) (Fig.5). Se seleccionaron como submuestras tres áreas de superficie conocida ( $0,0625 \text{ m}^2$ ) por tratamiento y por bloque en las que se determinaron la cantidad de flores producidas. Además, se tomaron para medir la producción de flores y frutos 10 racimos elegidos al azar como submuestras. Cuando el cultivo llegó a fructificación plena, se cuantificaron los frutos y semillas producidos en tres áreas de idéntica superficie ( $0,0625 \text{ m}^2$ ), siguiendo el mismo método que en la etapa anterior.



Fig. 5. A. *Adesmia bicolor* en floración. B. *A. bicolor* en fructificación.

Para evaluar el PG, luego de cosechar las semillas producidas en cada uno de los tratamientos, se tomaron 6 muestras de 50 semillas correspondientes a cada tratamiento. Tres muestras fueron distribuidas sobre una capa uniforme de arena húmeda, contenida en una bandeja plástica, y cubiertas con una capa de 1-2 cm de sustrato, sin presionar. Por otro lado, las tres restantes, previamente a ser colocadas en bandejas con arena, se las colocó en agua hirviendo durante 1 min (escarificación). El sustrato empleado fue arena de río esterilizada. Estas bandejas fueron colocadas en una cámara de germinación a 25°C con buena disponibilidad de agua. Durante el tiempo que duró el ensayo el sustrato se mantuvo constantemente húmedo para satisfacer los requerimientos de las semillas, la humedad no debe ser excesiva pues ello perjudica la simiente. El riego se realizó con agua destilada. El poder germinativo se determinó según normas ISTA (Peretti, 1994).

Luego de 20 días, se cuantificaron las plántulas normales y anormales producidas. Se consideraron plántulas normales a aquellas cuyo aspecto pone de manifiesto su capacidad para continuar el desarrollo normalmente, presentando en buen estado los órganos esenciales, como raíces, cotiledones, epicótilo, hipocótilo, entre otros, para su ulterior crecimiento. Por otro lado, se consideró plántulas anormales a las que no pueden desarrollar una planta normal por presentar uno o varios defectos en dichos órganos.

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). El PG se analizó de acuerdo al diseño en bloques completos al azar con un arreglo factorial entre el factor escarificado y el factor dosis de P.

## RESULTADOS

El suelo de la parcela en donde se realizó el ensayo presentó 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 registró variaciones en los niveles de pH, P y materia orgánica, mientras que el contenido de humedad se incrementó a 16,5% en todos los tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro N°1: Valores iniciales y finales del análisis de suelo de la parcela experimental. UNRC. 2015/16.

PROFUNDIDAD DE MUESTREO ( 0-20 cm)	Inicio del experimento	Final del experimento		
		0 kg P.ha <sup>-1</sup>	50 kg P.ha <sup>-1</sup>	100 kg P.ha <sup>-1</sup>
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

En el primer muestreo (4/11/2015), *A. bicolor* se encontraba en etapa de floración temprana, por lo que los racimos no habían desarrollado el número máximo de flores. El análisis de varianza mostró diferencia estadísticamente significativa ( $p = 0,0041$ ) entre los tratamientos de P para el número de flores por racimo (Anexo A). En este momento, los racimos pertenecientes al tratamiento “I” registraban un número promedio de  $3,1 \pm 2,16$  flores, los correspondientes al tratamiento “II”  $4,63 \pm 1,88$  y los del tratamiento “III”  $3,67 \pm 2,04$ . Cabe mencionar que en la prueba de LSD Fisher ( $\alpha = 0,05$ ) todos los tratamientos variaron de forma significativa (Fig. 6).

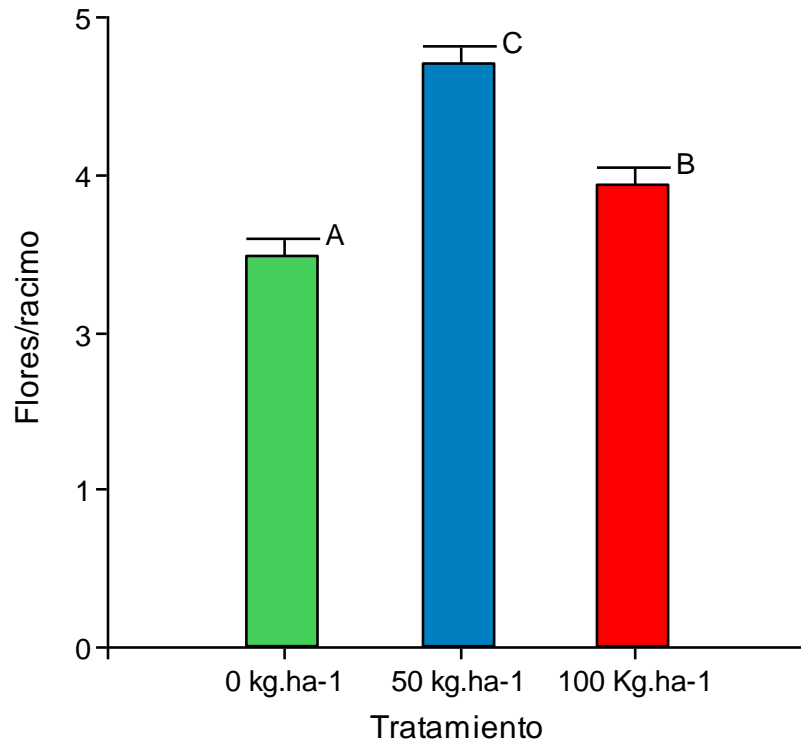


Fig. 6. Producción de flores por racimo de *A. bicolor* en cada tratamiento al 4/11/2015. Letras diferentes sobre las barras muestran diferencias estadísticamente según prueba LSD Fisher ( $p < 0,05$ ).

El análisis de varianza para la variable número de flores por  $m^2$  mostró diferencias significativas ( $p = 0,0571$ ) entre los tratamientos para la dosis de P. Si bien el p-valor de rechazo con el que se realizó el análisis de varianza fue de 0,05, se consideró estadísticamente significativo a aquellos valores menores a un p-valor de 0,1 puesto que las especies forrajeras en general tienen un crecimiento y desarrollo heterogéneo, siendo el p-valor de 0,1 aceptado y representativo.

Según la prueba de LSD Fisher ( $\alpha = 0,05$ ), el valor medio del tratamiento "II" ( $858,67 \pm 520,74$  flores. $m^{-2}$ ) se diferenció significativamente del correspondiente al tratamiento "I" ( $376,89 \pm 287,01$  flores. $m^{-2}$ ) y no con el correspondiente al tratamiento "III" ( $488,89 \pm 409,96$  Flores. $m^{-2}$ ) (Fig. 7), (Anexo B).

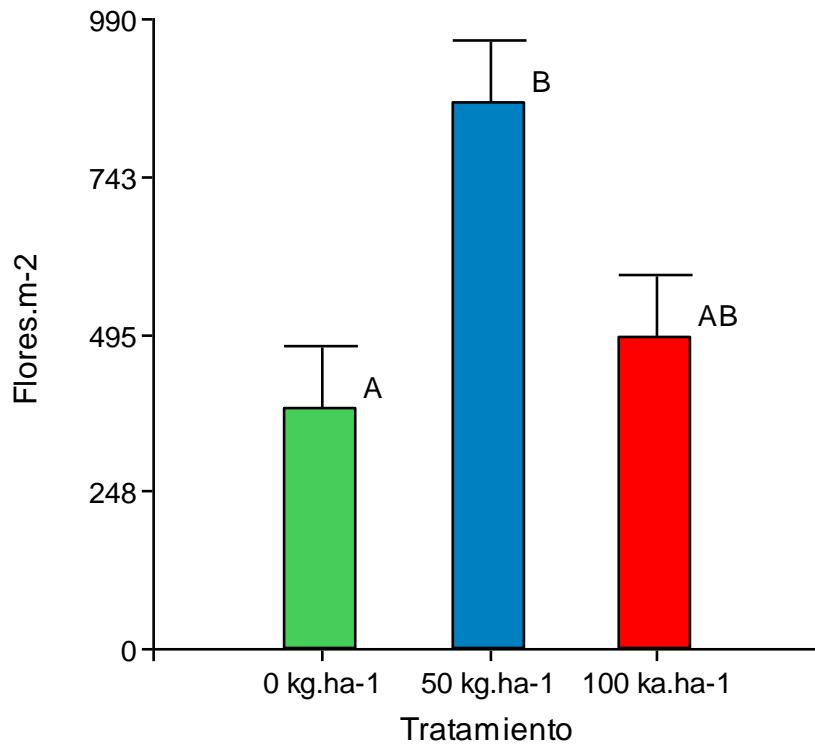


Fig. 7. Producción de flores por m<sup>2</sup> de *A. bicolor* en cada tratamiento al 4/11/2015. Letras diferentes sobre las barras muestran diferencias significativas según prueba LSD Fisher ( $p < 0,05$ ).

Por otro lado, respecto a los frutos producidos por racimo por *A. bicolor*, el análisis de la varianza evidenció diferencias estadísticas significativas ( $p = 0,0298$ ) entre las dosis de P. Según la prueba de LSD Fisher, el valor medio de frutos arrojado por racimo del tratamiento “II” es de  $5,2 \pm 2,01$ , el cual varió significativamente respecto al valor correspondiente de los tratamientos “I” ( $3,57 \pm 1,22$ ) y “III” ( $4,03 \pm 1,52$ ) (Fig. 8), (Anexo C).

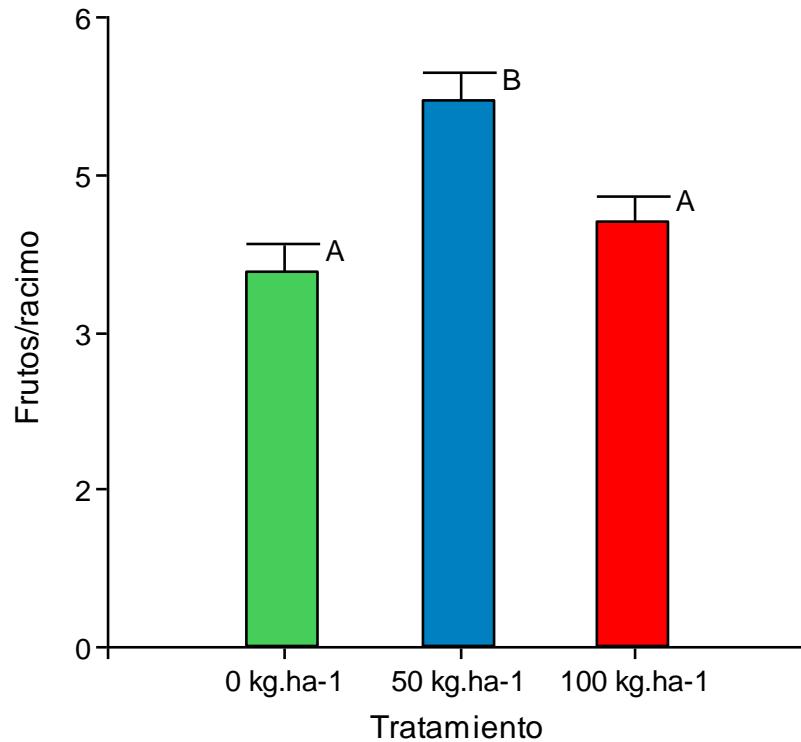


Fig. 8. Producción de frutos por racimo de *A. bicolor* en cada tratamiento al 7/1/2016. Letras diferentes sobre las barras muestran diferencias significativas según prueba LSD Fisher ( $p < 0,05$ ).

El análisis de varianza para la variable número de frutos por  $m^2$  mostró diferencias significativas ( $p = 0,0601$ ) entre los tratamientos para la dosis de P. Si bien el p-valor de rechazo con el que se realizó el análisis de varianza fue de 0,05, se consideró estadísticamente significativo a aquellos valores menores a un p-valor de 0,1 teniendo las mismas consideraciones descriptas en la variable flores por  $m^2$ . Según la prueba de LSD Fisher ( $\alpha = 0,05$ ), el tratamiento “II” (media igual a  $1095,11 \text{ frutos.m}^{-2} \pm 306,63$ ) fue significativamente diferente a la media del tratamiento “I” ( $424,89 \pm 100,59 \text{ frutos.m}^{-2}$ ) y no a la del tratamiento “III” ( $755,56 \pm 218,76 \text{ frutos.m}^{-2}$ ) (Fig. 9), (Anexo D).

La falta de concordancia entre número de flores y frutos por racimo y superficie se debe a que las flores fueron muestreadas previo a la floración plena.

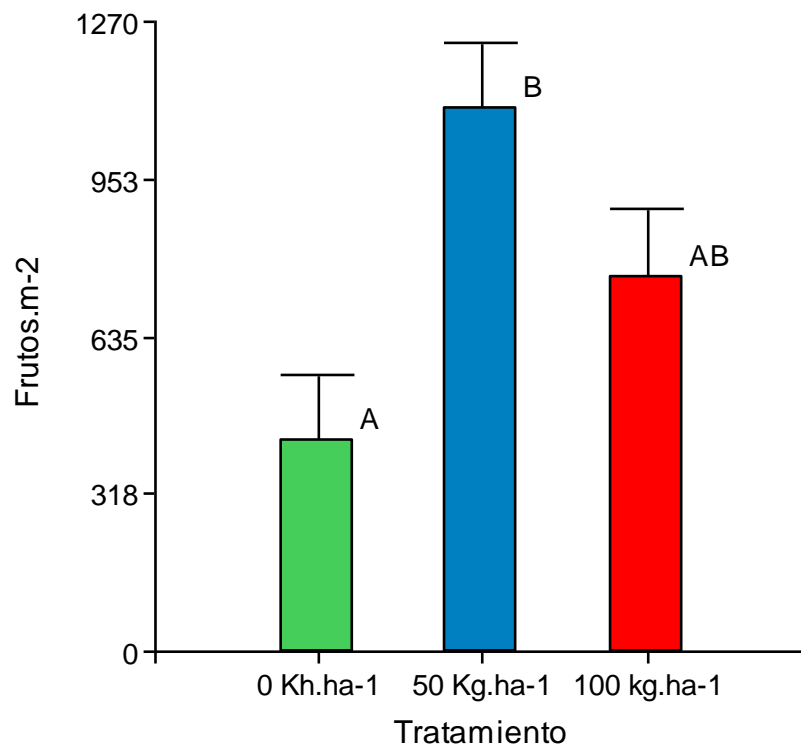


Fig. 9. Producción de frutos por m<sup>2</sup> de *A. bicolor* en cada tratamiento al 7/1/2016. Letras diferentes sobre las barras muestran diferencias estadísticamente significativas según prueba LSD Fisher ( $p < 0,05$ ).

El PG de las semillas producidas por *A. bicolor*, es decir su capacidad para germinar y originar una plántula normal que sea capaz de seguir su ciclo de vida, presentó según el análisis de varianza diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ( $p = 0,022$ ). Además según la prueba de LSD Fisher la media del tratamiento “II” (18%) se diferenció estadísticamente de los tratamientos “I” y “III” con valores de 10 y 9,33 % respectivamente.

En cuanto al análisis de la varianza de la variable escarificación, este determinó diferencias estadísticamente representativas ( $p = 0,001$ ) entre los tratamientos. Por otro lado, la prueba de LSD Fisher demostró que las medias entre los tratamientos “con” y “sin” escarificación (17,78 y 7,11% respectivamente) son diferentes estadísticamente (Anexo E). La Fig. 10 muestra las plántulas normales y anormales encontradas en el ensayo de PG.





Fig. 10. Plántulas de *A. bicolor* obtenidas en el ensayo de germinación. A. Normal. B. Raíz primaria atrapada en cubierta seminal. C. Hipocótilo curvado. D. Raíz primaria hendida. E. Raíz primaria ahilada. F. Hipocótilo curvado.

## DISCUSIÓN

Para lograr que las especies introducidas se mantengan en la pasturas es necesario que florezcan y produzcan semillas, de manera de asegurar su regeneración en el año siguiente, pasando parte del verano en forma vegetativa y parte como semillas. En este proceso es esencial la corrección de los bajos niveles de P en el suelo. La fertilización con P es importante tanto para el establecimiento y rendimiento del forraje en el primer año, como para el mantenimiento de un alto nivel productivo. Además, es una condición necesaria para la persistencia de la fracción leguminosa (Berretta, 2003, 2005). En general se acepta que el número de granos a la madurez queda definido por la tasa de crecimiento en el período previo a la floración. En dicha etapa se da una competencia importante por fotoasimilados entre la semilla y los órganos vegetativos que influye sobre la supervivencia o grado de desarrollo floral (Satorre *et al.*, 2010).

Las leguminosas perennes pueden aportar hasta 300 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de N a través del proceso de fijación biológica de N atmosférico, por lo tanto el balance de este nutriente en dichas pasturas bien manejadas, siempre es positivo. Distinto es el caso del P porque en ausencia de fertilización con este nutriente, los niveles disponibles tienden a decrecer afectando la productividad y la vida útil de la pradera (Diaz Sorita y Melgar, 1997).

El nivel de P del suelo de la parcela donde se realizó este experimento fue bajo, ya que el valor crítico de P para la zona es de 15-18 ppm de P. Los resultados obtenidos en este trabajo en cuanto a la producción de estructuras reproductivas de *Adesmia bicolor* confirmaron lo propuesto por Diaz Sorita y Melgar (1997), quienes observaron que la respuesta a la fertilización con P solo 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. Los niveles de P edáficos se relacionan estrecha y positivamente con la productividad de pasturas con base de leguminosas. Por otro lado, el contenido de materia orgánica del suelo de la parcela presentó un valor aceptable, teniendo en cuenta que Echeverría y García (2009) determinaron un valor promedio para la región en donde se encuentra la parcela de 2%.

Picone *et al.* (2007) llevaron a cabo un experimento en el cual se aplicaron 30 kg. ha<sup>-1</sup> de P a un cultivo de soja y observaron un efecto significativo del tratamiento fertilizado, presentando éste 12 kg. ha<sup>-1</sup> de P lábil más respecto al control. Este mayor nivel de P indica una mayor cantidad de P biológicamente disponible, lo cual es consistente con la tendencia de una concentración mayor de P-Bray en las parcelas fertilizadas. Esta condición no se puede constatar en el presente trabajo, ya que al contrario el nivel de P-Bray se mantuvo invariable en los Tratamientos I, II y III.

Numerosos son los ensayos de fertilización fosforada y producción forrajera que se han realizado en especies pertenecientes a la familia Leguminosas. En todos ellos, los tratamientos fertilizados superan ampliamente al no fertilizado en producción total de materia seca (MS), no presentando diferencias entre las fuentes evaluadas (Bermúdez *et al.*, 1998). Asimismo, Berardo (1998) encontró una importante respuesta de alfalfares puros a la fertilización fosfatada, con una eficiencia promedio de  $180 \text{ kg MS.kg}^{-1}$  de P, manifestando una tendencia lineal respecto a la dosis de P. La refertilización con  $50 \text{ kg P.ha}^{-1}$  mejoró la producción respecto de la dosis de  $50 \text{ kg P.ha}^{-1}$  a la siembra. Estos estudios permitieron estimar el umbral crítico de respuesta para la fertilización fosfatada de alfalfa en  $26 \text{ mg/kg}$  de fósforo soluble (Bray 1). En *A. bicolor* existe una coincidencia parcial con este estudio, debido a que la mayor respuesta se registra con una dosis de  $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  de fertilizante fosforado, siendo menor la respuesta con la dosis de  $100 \text{ kg.ha}^{-1}$ .

En relación a la producción de semillas, Caruzo Vara y Vela Alvarado (2003) observaron que *Centrosema macrocarpum* (Leguminosae) presentaban gran parte de los racimos florales que no llegaban a llenarse, atribuyéndose estos bajos rendimientos a la falta de nutrientes en el suelo, siendo el factor más limitante el P. Estos autores estudiaron el efecto de la fertilización con P en el rendimiento de biomasa y semilla en *C. macrocarpum*, con el objetivo de poder incrementarlo a través de una fertilización fosforada adecuada, para esto aplicaron dosis crecientes de P. Ellos determinaron que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos estudiados para ambas variables. El tratamiento de  $150 \text{ kg/ha P}_2\text{O}_5$  (dosis más alta en el ensayo) produjo  $12 \text{ flores m}^{-2}$ , así como  $93 \text{ kg.ha}^{-1}$  de semilla. De esta manera concluyen que existe una tendencia lineal significativa para ambas variables, indicando un efecto importante del P en rendimiento de semillas, debido a que es un elemento esencial en la reproducción de las especies. Si bien los resultados de este experimento concuerdan con los obtenidos en *C. macrocarpum* en cuanto a la mayor producción de estructuras reproductivas en respuesta a la fertilización con P, difieren respecto a la tendencia lineal, ya que con la dosis de  $50 \text{ kg.ha}^{-1}$  se registró el mayor número de flores y frutos, decreciendo estos con el aumento de dosis a  $100 \text{ kg.ha}^{-1}$ .

Las semillas usualmente poseen mecanismos de dormancia que previenen su germinación en condiciones no favorables para el establecimiento de la plántula (Fenner, 1985). En las leguminosas forrajeras la presencia de una cubierta impermeable le confiere la característica de semilla dura (Taylor, 2005). La dureza de las semillas tienen dos roles ecológicos significativos, asegurar la supervivencia de la especie en ausencia de resiembra natural a través del desarrollo de bancos de semillas en el suelo, y prevenir la germinación del banco de semillas fuera de la estación normal de crecimiento. Esto se debe a que sólo las semillas blandas pueden germinar luego de una lluvia, por lo tanto el momento en el que se den las lluvias en relación con el de ablandamiento de la semilla tendrá una importancia

mayor o menor en la persistencia de la leguminosa. Muchos autores concuerdan que el patrón de ablandamiento de semillas debería ser considerado en programas de mejoramiento de leguminosas forrajeras, particularmente para ambientes donde pueden ocurrir pérdidas sustanciales de semillas debido a las precipitaciones estivales escasas (Do Canto *et al.*, 2014). Como el patrón de ablandamiento de semillas de leguminosas forrajeras nativas, como *Adesmia bicolor* y *A. securigerifolia*, es prácticamente desconocido como así también su efecto sobre la germinación, Do Canto *et al.* (2014) se propusieron determinar los mismos. Para ello, las semillas fueron colocadas en la superficie del suelo simulando una resiembra natural. Los tratamientos consistieron en diferentes períodos de exposición al ambiente, los cuales fueron determinados según el momento en que las semillas eran recogidas del suelo. Al finalizar el experimento, encontraron diferencias importantes en el porcentaje de semillas duras en función del patrón de ablandamiento, logrando reducir así este porcentaje a un 15% en *A. bicolor*. Si bien en este ensayo las condiciones de ablandamiento no son conocidas, se evidencia que el impacto del ablandamiento o escarificado sobre el porcentaje de germinación en dicha especie es muy importante. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el presente ensayo, en donde en el tratamiento “con escarificado” se registró un mayor porcentaje de germinación respecto al “sin escarificado” o control. Además de esto, se puede afirmar que una dosis de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de P también contribuye a incrementar dicho porcentaje y que a mayores dosis de fertilizante, como por ejemplo 100 kg.ha<sup>-1</sup> de P, no se producen mayores respuestas, siendo el porcentaje de semillas germinadas, en esta situación, igual a una dosis de 0 kg.ha<sup>-1</sup> de P.

## CONCLUSIONES

Luego de haber comparado los resultados de los tres tratamientos, se concluye que *Adesmia bicolor* es capaz de producir mayor número de estructuras reproductivas con una dosis de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante fosforado. Además, no se registraron diferencias estadísticamente significativas en la producción de flores y frutos entre los tratamientos 0 kg.ha<sup>-1</sup> y 100 kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante fosforado.

Todos los caracteres reproductivos estudiados (producción de flores, frutos y semillas) de *A. bicolor* en cultivo registran el mismo patrón de respuesta a la dosis de fertilizante fosforado.

Las semillas producidas por *A. bicolor* muestran un incremento en el porcentaje de germinación con la dosis de 50 kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante y escarificadas respecto a 0 kg.ha<sup>-1</sup> y 100 kg.ha<sup>-1</sup>, en los cuales no se observaron dichos incrementos.

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 reproductivas de *Adesmia 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, o a diferentes condiciones climáticas.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AMADEO, C.A. 2014. Fertilización de campo natural y praderas cultivadas. En: [www.elsitioagricola.com/articulos/amadeo/Fertilizacion de Campo Natural.asp](http://www.elsitioagricola.com/articulos/amadeo/Fertilizacion%20de%20Campo%20Natural.asp)  
Consultado: 05/03/2016.
- 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: 89-95.
- BASCONSUELO, S.; R. MALPASSI; T. KRAUS; C. BIANCO y F. WEBERLING. 1997. Growth forms of species of *Galactia* genus (Leguminosae) in southern Córdoba Province. Argentina. *Beit. Biol. Pflanzen* 70:1-13.
- BASCONSUELO, S.; F. WEBERLING y T. KRAUS. 2002. Transition zone between root and stem vascular system in seedlings of members of the tribe Phaseoleae (Fabaceae). *Feddes Repert.* 113(3-4):224-230.
- BASCONSUELO, S.; M. GROSSO; M.G. MOLINA; R. MALPASSI; T. KRAUS y C. BIANCO. 2011. Comparative root anatomy of papilionoid Legumes. *Flora* 206:799-807.
- BERARDO, A. 1998. Fertilización de pasturas en invernada: planteos de alta producción. **5to Seminario de Actualización Técnica**. AAPRESID. 220 p.
- 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**. Resultados experimentales 1997-1998. Serie de Actividades de Difusión 172, INIA Treinta y Tres, Uruguay. p. 13-19.
- BERRETTA, E.J. 2001. *Ecophysiology and management responses of the subtropical grasslands of Southern South America*. International Grassland Congress. Sao Paulo, Brazil: 22 pp.

- BERRETTA, E.J. 2003. Uruguay: Perfiles del recurso pastura-forraje. En: [www.produccionanimal.com.ar](http://www.produccionanimal.com.ar). Consultado: 14/10/2016.
- BERRETTA, E.J. 2005. Producción y manejo de la defoliación en campos naturales de basalto. **Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural**. INIA, Montevideo, Uruguay. p: 61-73.
- BERRETTA, E. y M. BEMHAJA. 1998. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de basalto de la unidad Queguay Chico. **Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto**. Serie Técnica 102, INIA, Montevideo, Uruguay. p: 11-20.
- 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 F. WEBERLING. 1999. A new species of the genus *Adesmia* DC. (Fabaceae) from southern Córdoba, Argentina. *Feddes Repert.* 110: 515-520.
- BIANCO, C.A. y T.A. KRAUS. 1996. Las especies de *Lathyrus* silvestres y cultivadas del sur de la provincia de Córdoba. R. Argentina. *Rev. UNLP* 9: 33-48.
- BIANCO, C.A. y T.A. KRAUS. 1998. El género *Senna* (Leguminosae-Caesalpinioideae) en el sur de la provincia de Córdoba. R. Argentina. *Rev. Multequina* 7:1-15.
- BIANCO, C.A.; M.A. GROSSO; T.A. KRAUS y F. WEBERLING. 1998. Growth forms in species of *Rhynchosia* genus (Leguminosae) in southern Córdoba. Argentina. *Beit. Biol. Pflanzen* 71:1-12.
- 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.
- 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: 127-131.

- CARUZO VARA, E. y J. VELA ALVARADO. 2003. Niveles de fertilización con roca fosfórica en el rendimiento de biomasa y semilla en *Centrosema macrocarpum*. INIA Pucallpa. 6-7.
- DIAS SUÑE, A.D.; L.B. FRANKE y T.G. SAMPAIO. 2002. Efectos del condicionamiento osmótico en la calidad fisiológica de las semillas de *Adesmia latifolia*. *Rev. Bra. Sementes*. 24:18-23.
- DIAZ SORITA. M. y R. MELGAR. 1997. *La fertilización de cultivos y pasturas*. 1 ra ed. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina. 4: 166-170.
- 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](http://www.infostat.com.ar).
- DO CANTO, J.; R. REYNO; D. REAL; C. REVELL. 2014. Patron de ablandamiento de semillas de leguminosas forrajeras. En: Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del basalto. Serie Técnica 217, INIA, Montevideo, Uruguay. 1: 21-26.
- 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.
- ECHEVERRIA, H.E. y F.O. GARCIA. 2015. *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos*. 2da ed. Ed. INTA, Buenos Aires, Argentina. 150 p.
- FENNER, M. 1985. *Seed ecology*. Ed. Chapman and Hall, Londres, Gran Bretaña. 151p.
- 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. 40p.



- ISTA. 2008. International rules for seed testing. The International Seed Testing Association. Bassersdorf, Suiza.
- KRAUS, T.A. y C.A. BIANCO. 2005. Desarrollo y estructura de la semilla y el fruto de *Adesmia bicolor* (Fabaceae). *Phyton*: 71-77.
- KRAUS, T.A. y S. BASCONSUELO. 2009. Root secondary growth in *Rhynchosia edulis* Griseb. (Fabaceae): origin of cambia and their products. *Flora* 204:1-10.
- KRAUS, T.A.; C.A. BIANCO; E. HAMPP; M. GROSSO; S.C. BASCONSUELO y R.N. MALPASSI. 2001. Densidad de raíces de soja en siembra directa y labranza reducida sobre Haplustoles típicos. *Rev. FAVE*. 15: 23-33.
- KRAUS, T.A.; C.A. BIANCO y F. WEBELING. 2003. Root system morphology of Fabaceae species from central Argentina. *Wulfenia* 10:61-72.
- KRAUS, T.; M. GROSSO; S. BASCONSUELO; C. BIANCO. y R. MALPASSI. 2007. Estudios morfo-anatómicos del sistema de propagación de *Hoffmannseggia glauca* (Fabaceae). *Plant Biol.* 9(6):705-712.
- 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. 215 p.
- MEDEIROS, R.B. y C. NABINGER. 1996. Superación de dormancia en semillas de especies forrajeras. *Rev. Bra. Sementes* 18: 193-199.
- MONTARDO, D. P.; F. P. CRUZ; J. H. SILVA; L. EGGERS; I. BOLDRINI y M. DALL'AGNOL. 2000. Efeito de dois tratamentos na superação da dormancia de cinco especies de *Adesmia* DC. *Rev. Ci. Rural* 1: 1-7.
- 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. p: 539-579.

- PARERA, C. y M. RUIZ. 2003. *Adesmia subterranea* Clos germination physiology and presowing treatments. *J. Range Manage.* 56: 273-276.
- PERETTI, A. 1994. *Manual para análisis de semillas*. Ed. Hemisferio Sur S.A., Buenos Aires, Argentina. 237 p.
- PEREZ, 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, Río Cuarto, Argentina. 22p
- PICONE, L.; I. CAPOZZI; E. ZAMUNER; H. ECHEVERRIA; y H. SAINZ ROZAS. 2007. Transformaciones de fósforo en un molisol bajo sistemas de labranza contrastantes. En: [www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185020672007000200001&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S185020672007000200001&script=sci_arttext&tlng=pt). Consultado: 05/04/2017.
- 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.
- RISSO, D.F.; y E.J. BERRETTA. 2001. Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos de Uruguay. En: Boletín de Divulgación 76. INIA Tacuarembó, Montevideo, Uruguay. 182 p.
- RISSO, D.F.; A. MORÓN y A. ZARZA. 2002. Fuentes y niveles de fósforo para mejoramiento de campos en suelos de la región del cristalino. En: *Mejoramientos de campos en la región de cristalino: fertilización, producción de carne de calidad y persistencia productiva*. Serie técnica N°129. Uruguay, Montevideo: INIA: 115-151.
- SATORRE, E.; R. BENECH ARNOLD; G. SLAFER; E. DE LA FUENTE; D. MIRALLES; M.OTEGUI y R. SAVIN. 2010. *Producción de granos, bases funcionales para su manejo*. 2da ed. Ed. FAUBA, Buenos Aires, Argentina. 783p.
- STEEL, R. y J.H. TORRIE. 1988. *Bioestadística: principios y procedimientos*. 2da ed. Ed. McGraw-Hill, México. 622p.
- TAYLOR, G.B. 2005. Hardseededness in Mediterranean annual pasture legumes in Australia: A review. *Aust. J. Agric. Res.*56: 645-661.

- TEDESCO, S.; M. STEFANELLO; M. SCHIFINO-WITTMANN; A. BATTISTIN & M. DALL'AGNOL. 2001. Superação de dormência em sementes de espécies de *Adesmia* DC. (Leguminosae). *Revista Brasileira de Agrociência*. 7: 89-92.
- VANCE, C.P.; P.H. GRAHAM y D.L. ALLAN. 2000. Biological nitrogen fixation. Phosphorus: a critical future need. En: *Nitrogen Fixation: From Molecules to Crop Productivity*. Pedrosa, F.O.; M. Hungria; M.G. Yates; W.E. Newton. Ed. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. P. 506–514.
- 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. 60 pp.
- 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.
- 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. A. Flores.racimo<sup>-1</sup>. B. Flores.m<sup>-2</sup>. C. Frutos.racimo<sup>-1</sup>. D. Frutos. m<sup>-2</sup>. E. Poder germinativo UNRC. 2016.

### A) Análisis de la varianza (fecha de muestreo 4/11/2015)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Flores/racimo	90	0,32	0,25	47,83

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	126,80	8	15,85	4,80	0,0001
Bloque	88,27	2	44,13	13,36	<0,0001
Tratamiento	36,07	2	18,03	29,24	0,0041
Bloque*Tratamiento	2,47	4	0,62	0,19	0,9447
Error	267,60	81	3,30		
Total	394,40	89			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,56295**

Error: 0,6167 gl: 4

Tratamiento Medias n E.E.

0 Kg.ha-1	3,10	30	0,14	A
100 Kg.ha-1	3,67	30	0,14	B
50 kg.ha-1	4,63	30	0,14	C

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

### B) Análisis de la varianza (fecha de muestreo 4/11/2015)

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Flores.m-2	27	0,76	0,65	46,41

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4036058,07	8	504507,26	7,09	0,0003
Bloque	2532826,07	2	1266413,04	17,79	0,0001
Tratamiento	1144168,30	2	572084,15	6,37	0,0571
Bloque*Tratamiento	359063,70	4	89765,93	1,26	0,3214
Error	1281024,00	18	71168,00		
Total	5317082,07	26			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=392,13762**

Error: 89765,9259 gl: 4

Tratamiento Medias n E.E.

0 kg.ha-1	376,89	9	99,87	A
100 ka.ha-1	488,89	9	99,87	A B
50 kg.ha-1	858,67	9	99,87	B

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

C) **Análisis de la varianza** (fecha de muestro 7/1/2016)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Frutos/racimo	90	0,21	0,13	38,01

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	56,60	8	7,07	2,69	0,0112
Bloque	5,27	2	2,63	1,00	0,3719
Tratamiento	42,47	2	21,23	9,58	0,0298
Bloque*Tratamiento	8,87	4	2,22	0,84	0,5020
Error	213,00	81	2,63		
Total	269,60	89			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,06732**

Error: 2,2167 gl: 4

Tratamiento Medias n E.E.

0 kg.ha-1	3,57	30	0,27	A
100 kg.ha-1	4,03	30	0,27	A
50 kg.ha-1	5,20	30	0,27	B

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

D) **Análisis de la varianza** (fecha de muestro 7/1/2016)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Frutos.m2	27	0,89	0,84	18,63

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2878255,41	8	359781,93	18,03	<0,0001
Bloque	199926,52	2	99963,26	5,01	0,0186
Tratamiento	2021508,74	2	1010754,37	6,16	0,0601
Bloque*Tratamiento	656820,15	4	164205,04	8,23	0,0006
Error	359253,33	18	19958,52		
Total	3237508,74	26			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=530,36638**

Error: 164205,0370 gl: 4

Tratamiento Medias n E.E.

0 Kh.ha-1	424,89	9	135,07	A
100 kg.ha-1	755,56	9	135,07	A B
50 Kg.ha-1	1095,11	9	135,07	B

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

E) **Análisis de la varianza** (fecha de muestro 7/1/2016)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PG (%)	18	0,84	0,73	39,66

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1288,89	7	184,13	7,56	0,0025
bloque	460,44	2	230,22	9,45	0,0050
Escarificado	512,00	1	512,00	21,02	0,0010
Dosis P	279,11	2	139,56	5,73	0,0220
Escarificado*Dosis P	37,33	2	18,67	0,77	0,4901
Error	243,56	10	24,36		
Total	1532,44	17			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,18364**

Error: 24,3556 gl: 10

Escarificado Medias n E.E.

s/escarificado 7,11 9 1,65 A

c/escarificado 17,78 9 1,65 B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,34864**

Error: 24,3556 gl: 10

Dosis P Medias n E.E.

100 kg.ha-1 9,33 6 2,01 A

0 kg.ha-1 10,00 6 2,01 A

50 kg.ha-1 18,00 6 2,01 B

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