


**Efecto del manejo del suelo y espaciamiento de siembra en el establecimiento de la mezcla de pasto-estrella-púrpura (*Cynodon nlemfuensis* cv. BRS Lua) y maní forrajero (*Arachis pintoii* cv. Belmonte) en área degradada de *Brachiaria brizantha***



Divaney Mamédio <sup>ac\*</sup>

Carlos Maurício Soares de Andrade <sup>b</sup>

Aliedson Ferreira Sampaio <sup>b</sup>

Daniele Rebouças Santana Loures <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universidade Estadual de Maringá .Pós-Graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Maringá, Paraná, Brasil.

<sup>b</sup> Embrapa Acre, Rio Branco, Acre, Brasil.

<sup>c</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia .Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

\* Autor de correspondencia: [divaney.zootecnia@gmail.com](mailto:divaney.zootecnia@gmail.com)

**Resumen:**

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del método de manejo del suelo y dos distancias para el establecimiento de *Cynodon nlemfuensis* cv. BRS Lua en asociación con *Arachis pintoii* cv. Belmonte. Los tratamientos comprendieron dos métodos de manejo del suelo (plantío convencional, con desecación seguida de labranza, y siembra directa, con desecación secuencial con glifosato) y dos distancias de siembra (50 y 100 cm entre las líneas). El diseño experimental fue en bloques aleatorios, dispuestos en parcelas divididas. Ambos métodos de manejo del suelo aseguraron un rápido establecimiento del pasto, con cobertura del suelo superior al 94 % a los 84 días después de la siembra, pero la siembra directa tuvo un costo 7 % menor. La reducción del espaciamiento de 100 cm a 50 cm aceleró la cobertura del suelo y disminuyó la presencia de malezas. La contribución inicial del maní forrajero en la composición botánica fue relativamente pequeña, disminuyendo en promedio 3.8 % 36 días después de la siembra

a menos de 1.2 % a los 84 días. La siembra directa de pasto fue tan eficiente para el establecimiento del pasto asociado como el plantío convencional.

**Palabras clave:** *Arachis pintoi*, *Cynodon nlemfuensis*, Siembra directa, Siembra de estolones, Renovación de pastos.

Recibido:28/07/2018

Aceptado: 10/12/2018

La heterogeneidad del clima, de suelos y de sistemas de producción ganadera en el Brasil requiere de una mayor diversificación de pasturas plantadas a fin de reducir la vulnerabilidad del sector ganadero y promover una mejor adecuación del genotipo al medio ambiente<sup>(1)</sup>. El ejemplo más claro de esta vulnerabilidad es la degradación de millones de hectáreas de pasturas sembradas con *Brachiaria brizantha* cv. Marandu debido a la inundación del suelo en la Amazonia brasileña<sup>(2)</sup>.

Desde la década de los 1960<sup>(3)</sup> se han investigado diversas variedades de pastos *Cynodon* que han demostrado tener una alta productividad y persistencia en diferentes regiones del Brasil. Sin embargo, la adopción de estos pastos ha sido baja porque la mayoría de las variedades no produce semillas viables, y su propagación es vegetativa<sup>(4)</sup>.

Por lo general, en las pasturas se utilizan los métodos convencionales de sembrado, y, sobre todo el sembrado a mano; esto limita la eficiencia del proceso de renovación de las pasturas debido a la menor eficiencia operativa, lo cual eleva los costos asociados con la implementación de pasturas mediante el sembrado de plántulas. Debido a ello, se han preferido las técnicas con un mayor grado de mecanización como un modo de acelerar el proceso de renovación, reducir la fuerza de trabajo empleada en esta actividad y, así, minimizar los costos para el productor. El uso de la siembra directa es un método establecido en la agricultura, si bien no se la utiliza en los sistemas de producción ganadera, por lo que se requieren estudios con diferentes métodos de manejo de los suelos y técnicas más eficientes para el establecimiento de pasturas capaces de incrementar la confiabilidad de los agricultores, así como la tasa de adopción en el Brasil.

En el estado de Acre, el pasto estrella púrpura (*Cynodon nlemfuensis* cv. Lua) ha sido la variedad de *Cynodon* más comúnmente sembrada debido a su productividad, agresividad y alta tolerancia al anegamiento del suelo<sup>(5)</sup>. Esta variedad ha formado mezclas productivas, persistentes y estables con el maní forrajero (*Arachis pintoi* cv. Belmonte), con las cuales el peso vivo anual del ganado bovino aumenta hasta 850 kg ha<sup>-1</sup> según las mediciones<sup>(6)</sup>. Asimismo, se registraron resultados similares en el estado de Paraná con la mezcla de *Cynodon* spp. cv. Coastcross-1 y *Arachis pintoi* cv. Amarillo<sup>(7,8)</sup>.

Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia técnica y económica de la propagación vegetativa del establecimiento de pasturas mixtas de pasto estrella púrpura y maní forrajero utilizando dos métodos de manejo del suelo y dos espaciamientos de siembra.

El experimento se realizó en un área de 1.6 ha de pastura degradada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu en Senador Guiomard, en el estado de Acre, Brasil (09°52'35"S, 67°25'16"O), de noviembre de 2015 a marzo de 2016. Según la clasificación de Köppen, el clima de la región es húmedo ecuatorial, con una precipitación anual promedio de 1,958 mm, con periodo de lluvias de octubre a abril y una temporada de secas bien definida de junio a agosto. La temperatura anual promedio es de 25.3 °C y la humedad relativa del aire es de aproximadamente el 85 %<sup>(9)</sup>.

El suelo se clasifica como litosol rojo amarillo (oxisol), con las siguientes características: pH (H<sub>2</sub>O)= 5.38; P Mehlich-1=3.12 mg dm<sup>-3</sup>; K Mehlich-1=0,17 cmolc dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>=2.57 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>=0.36 cmolc dm<sup>-3</sup>; H+Al=4.63 cmolc dm<sup>-3</sup>; CTC=7.72 cmolc dm<sup>-3</sup>; materia orgánica=10.35 g kg<sup>-1</sup>; saturación de bases=40.1 % y arcilla=146.4 g kg<sup>-1</sup>.

El diseño experimental fue en bloques aleatorios con cuatro réplicas y tratamientos con arreglo de parcela dividida. Las parcelas medían 40 x 50 m y las subparcelas, 20 x 50 m. Se probaron dos métodos de manejo en las parcelas: plantío convencional (PC) que consistió en desecación de la vegetación con el herbicida glifosato [(Roundup Ultra - Bayer) (1.95 kg ha<sup>-1</sup>)], seguida de dos pases de grada de discos y uno de grada niveladora la víspera del sembrado, y siembra directa (SD), en la cual la vegetación se sometió a desecación secuencial con 1.95 y 0.65 kg ha<sup>-1</sup> de glifosato 70 y 35 días antes de la siembra, respectivamente. En las subparcelas se probaron dos espaciamientos de siembra: 50 y 100 cm entre las hileras.

Se cosecharon estolones de pasto estrella púrpura (*Cynodon nlemfuensis* cv. BRS Lua) y (*Arachis pintoi* cv. Belmonte) maní forrajero y se los preparó para la siembra cortando trozos de aproximadamente 30 cm de longitud. La operación de siembra se llevó a cabo con una sembradora de estolones de 3 hileras enganchada a un tractor. Los estolones de pasto se plantaron en hileras externas, y los estolones de legumbres, en la hilera central.

En el momento de la siembra directa, los residuos superficiales de pasto Marandú presentaron un contenido de agua de 460 g kg<sup>-1</sup> y una masa seca de 2,170 kg ha<sup>-1</sup>. El espaciamiento de siembra de 100 cm se obtuvo con una sola operación de siembra, extendiendo 700 kg ha<sup>-1</sup> de estolones de pasto y 300 kg ha<sup>-1</sup> de estolones de legumbres. Para reducir el espaciamiento de siembra a 50 cm, se realizó una segunda operación de siembra utilizando, por consiguiente, el doble de cantidad de estolones intercalados.

Las pasturas se fertilizaron inmediatamente después de la siembra con 200 kg ha<sup>-1</sup> de NPK 8-28-16 y, después de 30 días, con 100 kg ha<sup>-1</sup> de urea. La maleza fue controlada con una aplicación pre-emergente del herbicida trifluralina [(Trifluralina Nortox - Nortox

S.A.) (1.8 kg a.i. ha<sup>-1</sup> en SD y 0.81 kg a.i. ha<sup>-1</sup> en PC)] y una aplicación postemergente del herbicida bentazon [(Basagran® 600 - BASF S.A.) (1.5 kg a.i. ha<sup>-1</sup>)] 30 días después.

Se evaluó el surgimiento de brotes de ambos forrajes 21 días después de la siembra (dds) contando el número de brotes dentro de un marco de 100 x 100 cm en 15 puntos de muestreo por unidad experimental. Se evaluó la altura de la pastura, la cubierta vegetal y la composición botánica 35, 56 y 84 dds en 12 puntos de muestreo por unidad experimental, utilizando un marco de 100 x 100 cm. En cada unidad de muestreo se tomaron la siguiente medida: la altura de la pastura (cm), medida desde el ras del suelo a la curvatura de la cobertura vegetal, utilizando una regla; cubierta vegetal (%), estimada visualmente, y la composición botánica (%), estimando visualmente la aportación porcentual de cada componente (pasto estrella púrpura, maní forrajero, pasto Marandú y hierbas dicotiledóneas y monocotiledóneas) a la biomasa total<sup>(10)</sup>.

La masa de hierba se evaluó 84 dds. Se recolectaron seis muestras por cada unidad experimental utilizando un marco de 100 x 100 cm. Se recortó la biomasa a una altura de rastrojos de 5 cm, y después se la pesó y secó a 55 °C durante 72 h en un horno de circulación forzada de aire (Tecnal-Brasil, modelo TE-394/7).

Se midieron los niveles relativos de clorofila en las hojas del pasto estrella púrpura 70 dds utilizando un (modelo SPAD-502 Plus, marca Minolta Corporaton, Japón). Se realizaron lecturas en las primeras 15 láminas foliares completamente expandidas por cada unidad experimental.

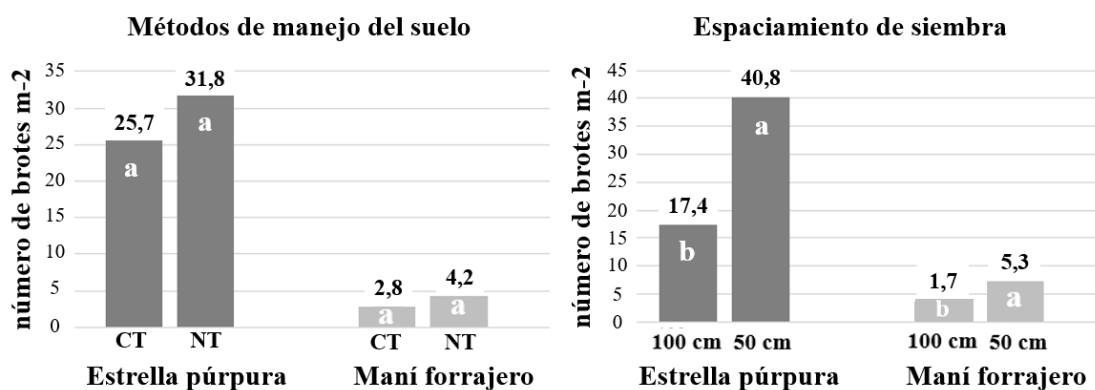
Se evaluaron los coeficientes técnicos y los costos de los servicios durante el experimento para cada modalidad de renovación de las pasturas. Los costos de los servicios mecanizados se calcularon con base en el costo total de operación por hora trabajada del conjunto sembradora-tractor, utilizando una hoja de cálculo electrónica<sup>(11)</sup>. Se recolectaron los precios de los insumos en el mercado de Rio Branco, AC, en la primera mitad del año 2016

Se probaron los datos de la normalidad del error (Shapiro-Wilk test)<sup>(12)</sup> y homogeneidad de la varianza (prueba de Bartlett)<sup>(13)</sup>. Previamente, se sometieron datos porcentuales de la composición de la cobertura vegetal a la transformación del arcoseno. Se sometieron los datos al análisis de varianza utilizando el programa PROC GLM de SAS<sup>(14)</sup>. Se desplegaron interacciones significativas ( $P < 0.05$ ) utilizando la declaración SLICE. Las medias del tratamiento se calcularon utilizando la declaración 'LSMEANS'<sup>(14)</sup> y se realizaron comparaciones usando la prueba F ( $P < 0.05$ ). Se desplegaron las interacciones significativas ( $P < 0.05$ ) utilizando la declaración 'SLICE'.

Los métodos de manejo del suelo no tuvieron ningún efecto ( $P > 0.05$ ) en el surgimiento de brotes de pasto estrella púrpura y maní forrajero (Figura 1). Sin embargo, ambos forrajes presentaron un surgimiento superior de brotes ( $P < 0.05$ ) cuando se sembraron con un espaciamiento de 50 cm. Las pasturas establecidas mediante SD presentaron una

cubierta vegetal superior ( $P<0.05$ ) 84 dds. La cobertura vegetal durante el periodo experimental fue mayor ( $P<0.05$ ) cuando utilizó un espaciamiento de siembra de 50 cm, en particular 35 dds (Figura 2).

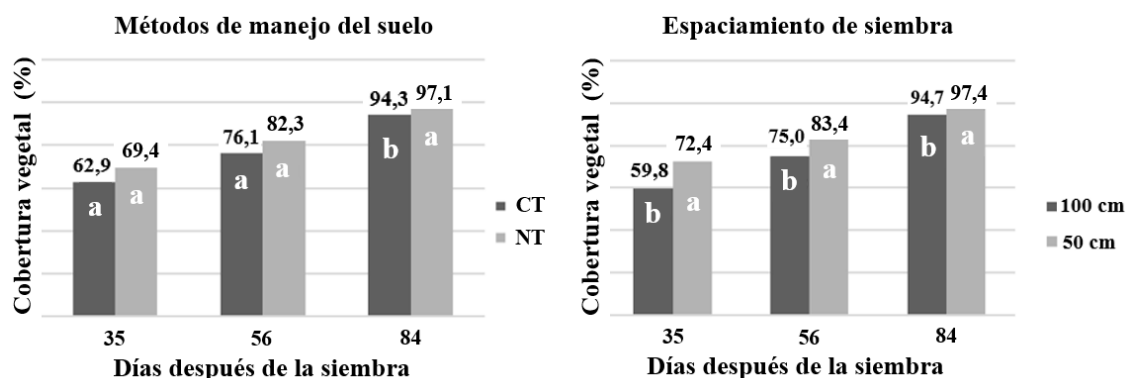
**Figura 1:** Surgimiento de brotes (número de brotes  $m^{-2}$ ) de *Cynodon nlemfuensis* cv. BRS Lua y *Arachis pintoi* cv. Belmonte 21 días después de la siembra según los métodos de manejo del suelo y el espaciamiento de siembra



CT – plantío convencional; NT – siembra directa.

<sup>ab</sup> Las medias seguidas por las mismas letras, para cada forraje y cada variable del estudio, no son significativamente diferentes ( $P<0.05$ ).

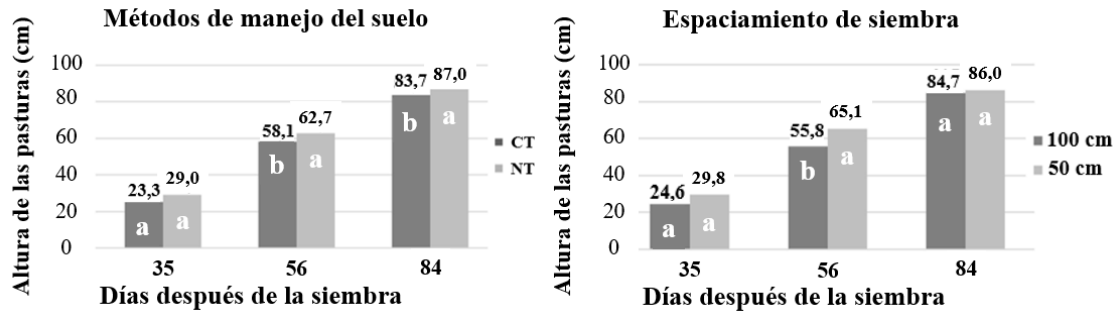
**Figura 2:** Evolución de la cobertura vegetal (%) durante el periodo de establecimiento de *Cynodon nlemfuensis* cv. BRS Lua y *Arachis pintoi* cv. Belmonte afectada por los métodos de manejo del suelo y el espaciamiento de siembra



<sup>ab</sup> Las medias seguidas por las mismas letras para cada fecha y variable del estudio no son diferentes significativamente ( $P<0.05$ ).

La pastura fue más alta en la SD que en el PC durante el periodo de establecimiento 56 y 84 dds y también, con un espaciamiento de siembra de 50 cm, 56 dds (Figura 3).

**Figura 3:** Evolución de la altura de las pasturas (cm) durante el periodo de establecimiento de *Cynodon nlemfuensis* cv. BRS Lua y *Arachis pintoi* cv. Belmonte, afectada por los métodos de manejo del suelo y por el espaciamiento de siembra



<sup>ab</sup> Las medias seguidas por las mismas letras para cada fecha y variable del estudio no son diferentes significativamente ( $P<0.05$ ).

Se monitoreó la composición química 35, 56 y 84 dds, y hubo una interacción significativa ( $P<0.05$ ; Tabla 1) entre el método de manejo del suelo y el espaciamiento de siembra sólo para el porcentaje de hierbas monocotiledóneas 56 dds y pasto estrella morado 84 dds. De modo que estas interacciones se desplegarán en el Cuadro 2, después de la presentación de los efectos principales en el Cuadro 1.

La siembra directa aportó un mayor porcentaje ( $P<0.05$ ; Cuadro 1) de pasto Marandú 35 dds y también un porcentaje mayor ( $P<0.05$ ) de hierbas monocotiledóneas durante del periodo de establecimiento, si bien 56 dds el efecto fue significativo sólo con el espaciamiento de siembra de 100 cm (Cuadro 2). Las pasturas sembradas con PC presentaron un mayor porcentaje de pasto estrella púrpura 56 dds (Cuadro 1).

El porcentaje de pasto púrpura fue mayor durante el periodo de establecimiento cuando el espaciamiento de siembra se redujo de 100 a 50 cm (Cuadro 1), si bien 84 dds este efecto fue significativo solamente en la SD (Cuadro 2). La reducción del espaciamiento de siembra también incrementó el porcentaje de maní forrajero 84 dds (Cuadro 1). En cambio, el mayor espaciamiento favoreció el reclutamiento de pasto Marandú 84 dds y de hierbas monocotiledóneas 35 dds (Cuadro 1), también 56 dds, cuando se lo asoció a la SD (Cuadro 2).

**Cuadro 1:** Influencia de los métodos de manejo del suelo y del espaciamiento de la siembra en la composición botánica de las pasturas

<b>Componentes botánicos (%)</b>					
<b>Componente</b>	<b>Métodos de manejo del suelo</b>		<b>Espaciamiento de siembra (cm)</b>		<b>EEM</b>
	<b>PC</b>	<b>SD</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	
<b>35 días después de la siembra</b>					
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	88.36 a	83.11 a	83.18 b	88.28 a	2.159
<i>Arachis pintoii</i>	3.54 a	4.09 a	3.59 a	4.04 a	0.586
<i>Brachiaria brizantha</i>	2.00 b	3.00 a	3.18 a	1.82 a	0.468
Hierbas dicotiledóneas	3.14 a	3.39 a	4.12 a	2.41 a	0.705
Hierbas monocotiledóneas	2.96 b	6.42 a	5.93 a	3.45 b	1.111
<b>56 días después de la siembra</b>					
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	85.02 a	75.66 b	77.08 b	83.60 a	1.803
<i>Arachis pintoii</i>	1.52 a	2.77 a	1.92 a	2.37 a	0.374
<i>Brachiaria brizantha</i>	3.28 a	5.10 a	4.83 a	3.55 a	0.514
Hierbas dicotiledóneas	3.19 a	3.48 a	2.85 a	3.82 a	0.412
Hierbas monocotiledóneas	-	-	-	-	-
<b>84 días después de la siembra</b>					
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	-	-	-	-	-
<i>Arachis pintoii</i>	0.73 a	1.62 a	0.87 b	1.47 a	0.190
<i>Brachiaria brizantha</i>	4.77 a	7.19 a	8.31 a	3.65 b	1.142
Hierbas dicotiledóneas	4.55 a	4.04 a	4.90 a	3.70 a	0.513
Hierbas monocotiledóneas	4.59 b	8.42 a	8.69 a	4.33 a	1.075

EEM – error estándar de la media. PC= plantío convencional; SD= siembra directa.

<sup>ab</sup> Las medias de cada componente botánico seguidas de letras iguales no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).**Cuadro 2:** Efecto de la interacción entre los métodos de manejo del suelo y el espaciamiento de siembra

<b>Hierbas monocotiledóneas 56 dds (%)</b>			
<b>Métodos de manejo del suelo</b>	<b>Espaciamiento de siembra</b>		<b>EEM</b>
	<b>100 cm</b>	<b>50 cm</b>	
Plantío convencional	8.6 Ba	5.3 Aa	1.2817
Siembra directa	18.0 Aa	8.0 Ab	
<b><i>Cynodon nlemfuensis</i> cv. BRS Lua 84 dds (%)</b>			
<b>Métodos de manejo del suelo</b>	<b>Espaciamiento de siembra</b>		<b>SEM</b>
	<b>100 cm</b>	<b>50 cm</b>	
Plantío convencional	82.7 Aa	88.0 Aa	2.1477
Siembra directa	69.0 Bb	85.7 Aa	

EEM – error estándar de la media.

Las medias seguidas de las mismas letras, mayúsculas en las columnas y minúsculas en las filas, no son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

No hubo interacción ( $P>0.05$ ) entre el método de manejo del suelo y el espaciamiento de siembra para la masa vegetal 84 dds, con un efecto significativo ( $P<0.05$ ) solamente para el espaciamiento de siembra (Cuadro 3). La productividad de las pasturas fue 20 % mayor cuando se sembró con un espaciamiento de 50 cm.

Hubo interacción entre el método de manejo del suelo y el espaciamiento de siembra en los niveles relativos de clorofila (valores del índice SPAD) en las hojas del pasto estrella púrpura, puesto que se obtuvo un valor inferior de SPAD en SD con un espaciamiento de 100 cm (Cuadro 4).

**Cuadro 3:** Efecto del método de manejo del suelo y espaciamiento de siembra sobre la MV - masa vegetal (*Cynodon nlemfuensis* cv. BRS Lua y *Arachis pintoi* cv. Belmonte) 84 días después de la siembra

Variable	Métodos de manejo del suelo		Espaciamiento de siembra (cm)		EEM
	PC	SD	100	50	
MV (kg ha <sup>-1</sup> )	4,960 a	5,259 a	4,634 b	5,585 a	116.39

EEM = error estándar de la media; PC= plantío convencional; SD= siembra directa.

<sup>ab</sup> Las medias seguidas de las mismas letras en la fila correspondiente a cada variable del estudio no son significativamente diferentes ( $P<0.05$ ).

**Cuadro 4:** Valores de SPAD en las láminas foliares de *Cynodon nlemfuensis* cv. BRS Lua 70 días después de la siembra

Métodos de manejo del suelo	Espaciamiento de siembra (cm)		EEM
	100	50	
Plantío convencional	29.7 Aa	29.7 Aa	0.2156
Siembra directa	28.1 Bb	29.1 Aa	

EEM – error estándar de la media.

Las medias seguidas de letras iguales, mayúsculas en las filas y minúsculas en las columnas, no son significativamente diferentes ( $P<0.05$ ).

En términos prácticos, el método de manejo del suelo tuvo relativamente poca influencia en el establecimiento de la pastura, el cual fue adecuado con ambos métodos, pues la cobertura vegetal rebasó el 94% 84 dds. Sin embargo, la SD ejerció una influencia positiva en la altura de la pastura y en la cubierta vegetal al final del periodo de establecimiento. Este efecto parece estar relacionado con un surgimiento óptimo de brotes en los estolones después de la siembra. En la SD, el efecto de los residuos en la superficie del suelo puede reducir la temperatura y la pérdida de agua a través de la evaporación, disminuyendo así la deshidratación, e incrementar la supervivencia de las plantas después de la siembra, como lo demostraron Gasparim *et al*<sup>(15)</sup> y Furlani *et al*<sup>(16)</sup>. Es más, se observó que en la SD se abrieron surcos menos profundos y se enterró una proporción menor de los estolones, debido a una estructura del suelo más firme. En un estudio con pasto bermuda Tifton 85 (*Cynodon* spp.), el enterramiento parcial de los estolones mejoró el porcentaje de brotación en comparación con el enterramiento total<sup>(17)</sup>.



La reducción del espaciamiento de siembra de 100 a 50 cm, junto con el uso del doble de estolones, incrementó en más del doble el surgimiento de brotes de pasto estrella morado y maní forrajero y aceleró la cubierta vegetal hasta 56 dds. Sin embargo, la diferencia en la cobertura vegetal desapareció al final del periodo de establecimiento.

En pasturas de *Brachiaria* degradadas, la presencia de un banco de semillas grande y activo y la agresividad de sus plántulas impide que sea remplazado por otros forrajes<sup>(18)</sup>. El protocolo de control de hierbas utilizado en este estudio fue eficaz para reducir el reclutamiento de pasto Marandú y hierbas monocotiledóneas. La desecación previa con glifosato en el PC y la desecación secuencial en la SD, asociada con el uso del herbicida trifluralina, concurren para prevenir el rebrote del pasto Marandú y el surgimiento de sus semillas. Como resultado, la composición botánica medida 84 dds demostró que el pasto Marandú constituye sólo entre un 4 y un 8 %. La siembra convencional, que asoció los métodos mecánicos y químicos de control de hierbas, fue más eficaz para controlar el pasto Marandú y las hierbas monocotiledóneas (sobre todo *Cyperaceae*), en comparación con la SD, en la que solamente se utilizaron métodos químicos. La labranza con grada de discos contribuye a enterrar las semillas de las hierbas, reduciendo su infestación potencial. En la SD, los residuos en la superficie del suelo también contribuyen a reducir el surgimiento de hierbas. Sin embargo, el mayor surgimiento de hierbas fue observado a lo largo de los surcos en los que ocurrió movilización de la tierra y se enterraron residuos.

El herbicida trifluralina puede ser retenida por los residuos, incluso en aquellos casos en que llueve poco después de la aplicación<sup>(19)</sup>, lo cual reduce su eficacia. Sin embargo, se registra la formulación utilizada en este estudio para la SD y el PC, con una dosis más elevada para la SD a fin de compensar la retención por los residuos superficiales.

La reducción del espaciamiento de siembra de 100 a 50 cm disminuyó la presencia de pasto Marandú y de hierbas monocotiledóneas. El herbicida bentazon redujo la presencia de hierbas dicotiledóneas en todos los tratamientos, y la principal especie encontrada fue *Calopogonium mucunoides*, una legumbre forrajera que crece espontáneamente en el área<sup>(20)</sup>.

Al final del periodo de establecimiento, el pasto estrella púrpura representaba más del 80% de la composición botánica en todos los tratamientos, excepto en la SD con espaciamiento de 100 cm, la cual favoreció la infestación por juncos. La participación del maní forrajero en la composición botánica fue escasa, disminuyendo de aproximadamente 3.8% en promedio 35 dds a 1.3% 84 dds. Esto puede atribuirse al incremento en la tasa de siembra del pasto estrella morado en relación con el maní forrajero (2:1), la menor eficiencia de brotación de los estolones de maní forrajero, el establecimiento más rápido de pasto estrella púrpura y también el efecto de la fertilización con nitrógeno (N) 30 dds, lo que favorece la competencia del pasto contra la legumbre. 21 dds, la relación entre los brotes de pasto y los de las legumbres fue de 7.5:1 en un espaciamiento de 50 cm, y de 10:1 en un espaciamiento de 100 cm. Esto indica que la eficiencia de brotamiento del pasto estrella púrpura fue entre tres y cinco veces mayor que la del maní forrajero.

Solamente se utilizaron estolones maduros para ambas plantas. De modo que esta diferencia en eficiencia de brotamiento puede ser inherente a estas plantas, pero también puede estar relacionada con el grado al cual el material de siembra es enterrado en el suelo en el momento de plantarlo. Como ya se mencionó, el enterramiento completo del estolón reduce la eficiencia de brotación. Se advirtió una mayor proporción de estolones de maní forrajero completamente enterrados que de estolones de pasto estrella púrpura. Se plantó maní forrajero en la hilera central y, dado que la sembradora de estolones no era de hileras independientes, puede haber habido una profundización mayor de los surcos centrales. La preparación de los estolones también puede haber influido, dado que los estolones de maní forrajero fueron cortados a menor altura que los de pasto estrella púrpura. Estos aspectos ameritan mayor investigación.

Esto también correspondería con la tasa de siembra de estolones (1:1). Aun así, debe haber una predominancia de los pastos debido a que se establecen más rápido. El ralentizar el establecimiento del pasto estrella púrpura para reducir su competencia contra el maní forrajero puede tener consecuencias negativas para el control de las hierbas<sup>(21)</sup>. Así, podría ser preferible aceptar una proporción inicial de legumbres más baja a una pastura infestada de hierbas difíciles de controlar. Esta mezcla ha demostrado una alta compatibilidad en Acre. El predominio de una especie tiende a ser temporal, y la proporción suele estabilizarse con el tiempo en una tercera parte de maní forrajero y dos tercios de pasto estrella púrpura<sup>(5)</sup>.

El iniciar el primer pastoreo cuando la cubierta vegetal ha alcanzado el 80% en lugar del 100% como ocurrió en este estudio también podría reducir la competitividad inicial del pasto sin comprometer el control de las hierbas. Además, la fertilización de la capa superior con nitrógeno solamente debe utilizarse con la SD, dado que la liberación de N de la materia orgánica del suelo es más elevada con el PC<sup>(22)</sup>.

Se ha utilizado el contenido relativo de clorofila (valor de SPAD) en las hojas de la planta para inferir el estado de N de las plantas<sup>(23)</sup>. En este estudio, se esperaban valores mayores de SPAD en el pasto estrella púrpura con el PC, debido al efecto de la labranza del suelo y a la incorporación de los residuos de pasto Marandú, los cuales podrían estimular la descomposición de la materia orgánica y la liberación de nitrógeno, que con la SD. Sin embargo, se observaron valores menores de SPAD solamente cuando se plantó el pasto estrella en SD con un espaciamiento de 100 cm. Esto puede indicar que en este tratamiento se da una mayor competencia por el nitrógeno con las hierbas monocotiledóneas. La fertilización con nitrógeno ( $45 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) también contribuyó a reducir las diferencias entre los tratamientos.

Los métodos novedosos de establecimiento de pasturas deben ser juzgados con base en su eficiencia técnica y económica. La siembra directa requiere de una mayor inversión en insumos, pero ahorra en servicios, en particular en aquellos que tienen que ver con las operaciones de labranza en el PC (Cuadro 5). En general, la SD ahorra el equivalente de

15 kilogramos de ganado bovino por hectárea en comparación con el PC. La reducción del espaciamiento de siembra de 100 cm a 50 cm puede incrementar el costo de la renovación de las pasturas en más de un 30 %, debido a que los gastos de cosecha, transporte y siembra de estolones son mayores.

**Cuadro 5:** Estimación de costos del establecimiento de una pastura mixta con *Cynodon nlemfuensis* cv. BRS Lua y *Arachis pintoi* cv. Belmonte, según el método de manejo del suelo y el espaciamiento de siembra

Costo por ha	Plantío convencional		Siembra directa	
	Espaciamiento de siembra (cm)		Espaciamiento de siembra (cm)	
	100	50	100	50
Servicios, R\$	847.21	1,260.00	530.28	943.06
Insumos, R\$	614.00	660.00	817.00	863.00
Total, R\$	1,461.21	1,920.00	1,347.28	1,806.06
Total, kg <sup>1</sup>	180.0	235.5	165.0	222.0

<sup>1</sup>Costo total estimado en arrobas (kg) de ganado bovino, citado en R\$ 8.13 en marzo de 2016 en Rio Branco, AC.

Fuente: Andrade *et al*(2016).

El método más barato (SD con espaciamiento de 100 cm) presentó la menor eficiencia técnica, permitiendo una mayor recolonización por el pasto Marandú y las hierbas monocotiledóneas. La inversión total para la renovación de las pasturas sembrando una mezcla de pasto estrella púrpura y maní forrajero se tradujo en 15 kilogramos de ganado bovino, con un rango de 165 a 240 kilogramos por hectárea. Estos métodos son más costosos que el establecimiento de pasturas utilizando semillas de pasto en Acre, las cuales históricamente han variado entre 120 y 180 kilogramos por hectárea<sup>(24)</sup>.

Las pasturas de *Brachiaria brizantha* degradadas pueden renovarse sembrando una mezcla de pasto estrella púrpura y maní forrajero tanto con PC como con SD. En la SD, el sembrar 2,000 kg ha<sup>-1</sup> de estolones con un espaciamiento de 50 cm acelera el establecimiento de la pastura e incrementa la eficacia del control de hierbas. Si se reduce el espaciamiento entre las hileras de 100 a 50 cm, se incrementa el costo de la renovación de la pastura en más del 30 %. El uso de dos partes de pasto estrella púrpura por una parte de maní forrajero no garantiza el establecimiento de la legumbre, lo que conduce a un predominio temprano del pasto. El maní forrajero se establece más lentamente que el pasto estrella púrpura. Habría que probar las técnicas de plantar mayores cantidades de maní forrajero y anticipar el primer pastoreo con el objeto de reducir el predominio inicial del pasto.

## Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a los organismos de desarrollo CAPES y CNPq por haber otorgado la beca, y al propietario de la Granja Iquiri, Joaquim Pedro Ribeiro do Valle Filho.

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses en relación con el trabajo presentado.

## Literatura citada:

1. Valle CB, Simeão RM, Barrios SCL. Seleção e melhoramento de plantas forrageiras. In: Reis RA, Bernardes TF, Siqueira GR. Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros. 1st ed. Jaboticabal: M. de L. Brandel-ME; 2013:349-366.
2. Pedreira BC, Pitta RM, Andrade CMS, Dias-Filho MB. Degradação de pastagens de Braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) no Estado de Mato Grosso. 1st ed. Sinop (MT): Embrapa Agrossilvipastoril; 2014.
3. Aronovich S, Rocha GL. Gramíneas e leguminosas forrageiras de importância no Brasil Central Pecuário. Inf Agropec 1985;11(132):3-13.
4. Pedreira CGS. Gênero *Cynodon*. In: Fonseca DM, Martuscello JA. Plantas forrageiras. 1st ed. Viçosa: UFV;2010:78-130.
5. Andrade CMS, Assis GML, Fazolin M, Gonçalves RC, Sales MFL, Valentim JF, Estrela JLV. Grama-estrela-roxa: gramínea forrageira para diversificação de pastagens no Acre. 1st ed. Rio Branco (AC): Embrapa Acre; 2009.
6. Andrade CMS, Ferreira AS, Casagrande DR. Uso de leguminosas em pastagens: potencial para consórcio compatível com gramíneas tropicais e necessidades de manejo de pastejo [Anais]. Simpósio sobre Manejo de Pastagem. Piracicaba, SP. 2015:27.
7. Paris W, Cecato U, Branco AF, Barbero LM, Galbeiro S. Produção de novilhas de corte em pastagem de Coastcross-1 consorciada com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada. Rev Bras Zootec 2009;38(1):122-129.
8. Barbero LM, Cecato U, Lugão SMB, Gomes JAN, Limão VA, Abrahão JJS, Roma CFC. Produção animal e valor nutritivo da forragem de pastagem de coastcross consorciada com amendoim forrageiro. Arq Bras Med Vet Zootec 2010;62(3):645-653.
9. Duarte AF. Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971-2000. Rev Bras Meteorol 2006;21(3b):308-317.

10. Whalley RDB, Hardy MB. Measuring botanical composition of grasslands. In: t'Mannetje L, Jones RM. Field and laboratory methods for grassland and animal production research. 1st ed. Londres: CABI Publishing; 2000:67-102.
11. CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Estimativa do custo operacional de tratores agrícolas. São Paulo: CATI. 2016. [http://www.cati.sp.gov.br/portal/produtos-e-servicos/publicacoes/acervo-tecnico/acervo/administracao\\_rural/custo\\_operacional\\_maquinas.xlt](http://www.cati.sp.gov.br/portal/produtos-e-servicos/publicacoes/acervo-tecnico/acervo/administracao_rural/custo_operacional_maquinas.xlt). Access June 29, 2016.
12. Shapiro SS, Wilk MB. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 1965;52(3/4):591-611.
13. Bartlett MS. Tests of significance in factor analysis. *Br J Stat Psychol* 1950;3(2):77-85.
14. SAS - Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., SAS User's Guide, Cary, USA: SAS Institute Inc.; 2003.
15. Gasparim E, Ricieri RP, Silva SDL, Dallacort R, Gnoatto E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. *Acta Sci Agron* 2005;27(1):107-115.
16. Furlani CEA, Gamero CA, Levien R, Silva RPD, Cortez JW. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. *Rev Bras Ciênc Solo* 2008;32(1):375-380.
17. Baseggio M, Newman YC, Sollenberger LE, Fraisse C, Obreza T. Stolon type and soil burial effects on 'tifton 85' bermudagrass establishment. *Crop Sci* 2014;54(5):2386-2393.
18. Rodrigues LRA, Rodrigues TJD. Estabelecimento dos capins do gênero *Cynodon* em áreas de *Brachiaria* spp [Anais]. Workshop sobre o Potencial Forrageiro do Gênero *Cynodon*. Juiz de Fora, MG. 1996:1.
19. Rodrigues BN, Lima J, Yada IFU, Fornarolli DA. Influência da cobertura morta no comportamento do herbicida trifluralin. *Planta Daninha* 1998;16(2):163-173.
20. Valentim JF, Carneiro JC. *Pueraria phaseoloides* e *Calopogonium mucunoides* [Anais]. Simpósio sobre Manejo de Pastagem. Piracicaba, SP. 2000:17.
21. Miranda EM, Saggin Jr OJ, Silva EMR. Amendoim forrageiro: importância, usos e manejo. 1st ed. Seropédica (RJ): Embrapa Agrobiologia; 2008.
22. Borghi E, Crusciol CAC. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. *Pesq Agropec Bras* 2007;42(2):163-171.

23. Guimarães SL, Santos CSA, Silva EMB, Polizel AC, Batista ÉR. Nutritional characteristics of marandu grass (*Brachiaria brizantha* cv. marandu) subjected to inoculation with associative diazotrophic bacteria. Afr J Microbiol Res 2016;10(24):873-882.
24. Andrade CMS, Santos DM, Ferreira AS, Valentim JF. Técnicas de plantio mecanizado de forrageiras estoloníferas por mudas. 1st ed. Rio Branco (AC): Embrapa Acre; 2016.