

# Determinación de niveles óptimos de fósforo en la recuperación de pasturas degradadas con establecimiento de pastos asociados de *Brachiaria brizantha* y *Centrosema macrocarpum*

## Determination of optimal levels of phosphorus in the recovery of degraded pasture with establishment of associated pasture *Brachiaria brizantha* and *Centrosema macrocarpum*

Beto Pashanasi Amasifuén<sup>1</sup>, Hernando Vásquez Macedo<sup>2</sup> y Roberto Carlos Araujo Cerrutti<sup>2</sup>

Recibido: mayo 2012

Aceptado: junio 2012

### RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza y Experimentación Yurimaguas Granja km 17 de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Zootecnia, en suelos ultisoles, con pasturas de baja producción y bajo valor nutritivo, como consecuencia de su falta de manejo. El objetivo fue determinar el nivel óptimo de fósforo para recuperar pasturas degradadas, utilizando una asociación de *Brachiaria brizantha* y *Centrosema macrocarpum*. Los niveles de fósforo utilizados fueron: 0, 20, 40 y 80 kg/ha, usando roca fosfórica como fuente. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cuatro tratamientos y tres repeticiones. *Brachiaria brizantha* alcanzó la mayor altura de planta de 182 cm con 40 kg de fósforo/ha a los 120 días. La producción de materia verde (t/ha), fue mejor en todos los tratamientos que utilizaron fósforo a los 120 días, obteniéndose una producción de 38,7 y 40,1 t/ha para los tratamientos T2 y T3, que son superiores al testigo T0 (23,4 t/ha). Similar tendencia se observó en la producción de materia seca, donde los tratamientos T2 y T3 (11,80 y 9,70 t/ha, respectivamente) fueron los mejores. *Centrosema macrocarpum* alcanzó una cobertura del 96,8% a los 90 días de establecido en el tratamiento T2, sin diferencias significativas entre tratamientos que recibieron fósforo. Para materia verde y materia seca el tratamiento que sobresalió a los 120 días fue el tratamiento T2 (40 kg de fósforo/ha) con rendimientos de 11,33 t/ha y 3,25 t/ha, respectivamente.

**Palabras claves:** roca fosfórica, materia seca, materia verde, cobertura, *Brachiaria brizantha*, *Centrosema macrocarpum*.

### ABSTRACT

This work was done at the Center for Teaching and Experimentation Yurimaguas Farm Km 17 of the National University of the Peruvian Amazon - Faculty of Animal Breeding, in ultisols soils, with low production pastures and low nutritional value because of their lack of management. The objective was to determine the optimal level of phosphorus to recover degraded pasture, using a *Brachiaria brizantha* and *Centrosema macrocarpum*. Phosphorus levels used were 0, 20, 40 and 80 kg/ha as rock phosphate source. It was used a design of blocks randomized completely random (RCB) with four treatments and three repetitions. *Brachiaria brizantha*, reached the greatest height of 182 cm growth with 40 kg phosphorus/ha to 120 days. The production of green matter (t/ha) was better in all phosphorus treatments used in 120 days, with a production of 38,7 and 40,1 t/ha for T2 and T3, which are higher than the control T0 (23,4 t/ha). Similar trend was observed in dry matter production, where treatments T2 and T3 (11,80 and 9,70 t/ha, respectively), was the best. *Centrosema macrocarpum* coverage reached of 96,8% at 90 days after establishment for treatment

<sup>1</sup> Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Mariscal Cáceres 414, Yurimaguas, Perú. betopashanasi@gmail.com

<sup>2</sup> Facultad de Zootecnia. UNAP. Yurimaguas, Perú.

T2, no significant differences in the treatments with phosphorus. For green matter and dry matter, the treatment that excelled at 120 days was T2 (40 kg of phosphorus/ha) with yields of 11,33 t/ha and 3,25 t/ha, respectively.

**Key words:** rock phosphate, dry matter, forage, coverage, *Brachiaria brizantha*, *Centrosema macrocarpum*.

## INTRODUCCIÓN

En la Amazonía peruana los pastos naturales y mejorados se establecen en suelos de baja fertilidad natural (ultisoles), con bajo contenido de fósforo disponible (P), valores de pH menores de 5, ácidos y con alta saturación de aluminio.

El contenido de fósforo disponible en el suelo es elemental para el desarrollo de las plantas especialmente para las gramíneas, lo cual hace que su presencia sea indispensable en los pastizales naturales y mejorados. Los pastizales son manejados sin criterios técnicos, tales como: elevada carga animal por unidad de área (5 a 6 unidades/animales/ha), no existe rotación adecuada de potreros, no hay aplicación de fertilizantes para la sostenibilidad del sistema; lo que ocasiona que este se agote a través del tiempo.

Después de algunos años de uso de estas áreas, disminuye la producción de forraje disponible y son invadidas por especies de baja calidad nutritiva, posteriormente predominan malezas, arbustos y árboles de regeneración natural, debido a la disminución de la fertilidad del suelo y su compactación como resultado de la sobrecarga animal por área; y como consecuencia son abandonados por los ganaderos, quienes van en búsqueda de nuevas áreas de bosque primario para reiniciar el ciclo, con altos costos ambientales: deforestación, pérdida de fuentes de agua dulce, pérdida de biodiversidad y suelos agrícolas.

Una estrategia adecuada para la recuperación de estas pasturas, puede ser

la aplicación de fósforo mediante fertilizantes naturales como la roca fosfórica, que es considerada ideal para suelos ácidos con pH por debajo de 5; que pueden cubrir los requerimientos mínimos de fósforo para la implementación de pasturas asociadas de gramíneas y leguminosas.

El fósforo es considerado como un elemento básico para la nutrición de plantas forrajeras ya que desempeña un papel directo en el metabolismo vegetal como conductor de energía y constituyente de compuestos orgánicos indispensables para la síntesis de proteínas, grasas y almidón (Mesa y Hernández, 1989). El fósforo ayuda a que las raíces y la plántula se desarrollen más rápidamente, mejora la eficiencia del uso del agua, mejora la resistencia a las enfermedades en algunos cultivos, acelera la maduración y es vital en la formación de la semilla; todos estos son factores importantes en el rendimiento y en la calidad del cultivo como han reportado Ballard y Butler (1966), Casanova y Gómez (1990), Anderson (1995) y Torrealba et al. (1998).

El presente trabajo de investigación se efectuó con la asociación de las especies *Brachiaria brizantha* y *Centrosema macrocarpum*, sembradas en suelos con pasturas degradadas de cuarenta años de instaladas, bajo diferentes niveles de fósforo.

La excelente adaptación de *Centrosema macrocarpum* a las condiciones ecológicas de Ucayali le confiere un potencial de uso, tanto para producción forrajera (Keller-Grein et al., 1990; Reyes et al., 1997)

como para cultivo de cobertura (Keller-Grein et al., 1990). Sin embargo, la experiencia local a nivel de usuarios ha presentado problemas de establecimiento por bajo vigor inicial y competencia por malezas.

*Brachiaria brizantha* es una de las gramíneas más utilizadas en la región amazónica como pasto, por su rusticidad y adaptación a suelos de mediana a baja fertilidad, y *Centrosema macrocarpum* es una leguminosa adaptada a suelos de baja fertilidad y caracterizada por su producción de materia seca y resistente a la sequía prolongada.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Lugar de ejecución

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza y Experimentación Yurimaguas Granja km 17 de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Zootecnia, ubicado en la carretera Interoceánica Norte km 112, distrito de Yurimaguas, provincia de Alto Amazonas, región Loreto, a una altitud de 184 msnm, latitud sur de 5° 56' y longitud oeste de 76° 05', con una temperatura promedio anual de 26 °C y una precipitación pluvial promedio de 2200 mm/año, con una época de menor precipitación entre los meses de junio y septiembre donde los promedios mensuales están por debajo de los 100 mm.

### Metodología

#### Preparación del terreno

Se utilizó un pastizal natural degradado de cuarenta años de establecido aproximadamente, con dominancia de *Brachiaria decumbens* y especies nativas

como *Paspalum conjugatum* y *Homolepsis aturensis*. La preparación del terreno se efectuó en dos fases:

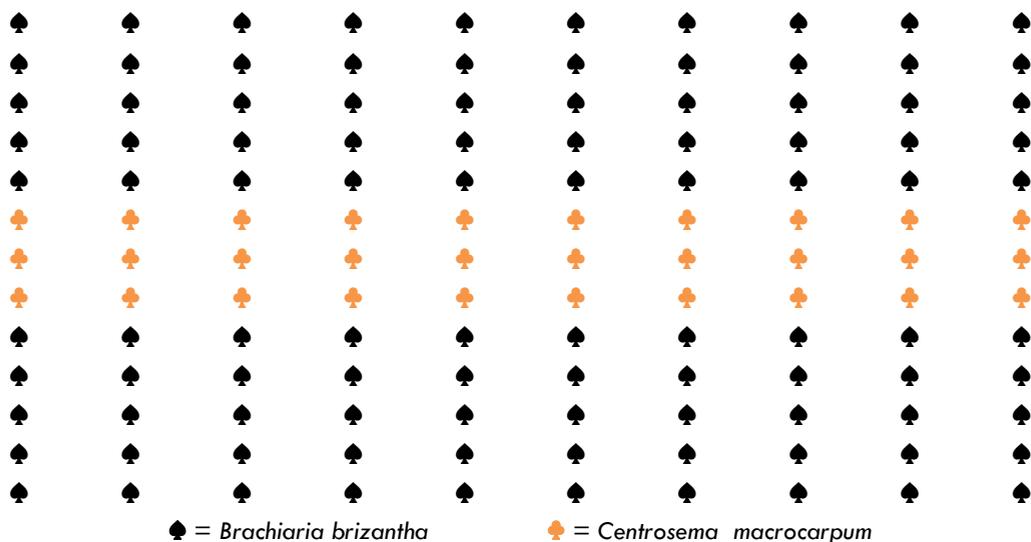
- Remoción del suelo con arado de disco hasta una profundidad de 20 cm.
- Mullido del suelo con rastra mediana.

#### Aplicación de fertilizantes

La roca fosfórica se aplicó en dos fracciones; la primera al momento de la remoción del suelo con arado de disco y la segunda después del mullido, en la modalidad de voleo en forma uniforme en todas las parcelas experimentales con fertilización. También se aplicaron 100 kg/ha de Magnecal en todos los tratamientos, con excepción del testigo. La aplicación se hizo al momento del mullido del suelo.

#### Siembra y distanciamiento

- La siembra se realizó quince días después de la aplicación de la roca fosfórica y Magnecal.
- En cada hoyo se sembró de 6 a 8 semillas de *Brachiaria brizantha* y 3 a 4 semillas de *Centrosema macrocarpum*.
- El distanciamiento de siembra para *Brachiaria brizantha* fue de 1 x 0,5 m entre plantas e hileras y para *Centrosema macrocarpum* de 1 x 0,5 m entre plantas e hileras en todos los tratamientos.
- La asociación gramínea/leguminosa fue la siguiente: 5 filas de *Brachiaria brizantha* y 3 filas de *Centrosema macrocarpum* como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Distribución espacial de la asociación *Brachiaria brizantha* y *Centrosema macrocarpum* en la parcela experimental.

**Tabla 1.** Niveles de fósforo (P) aplicado en los tratamientos experimentales.

Tratamiento	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Roca fosfórica
	kg/ha		
0	0	0	0
1	20	45,8	162,6
2	40	91,6	325,2
3	80	183,2	650,4

**Tabla 2.** Resultados de análisis de suelo antes y después de los 150 días de conducido el ensayo.

Tratamiento	M.O. %	Ca meq/100	Mg meq/100	P meq/100	N %
Inicio	5,08	3,02	0,36	8,38	1,76
T0	3,51	2,19	0,29	8,33	1,25
T1	3,30	1,36	0,27	7,56	1,46
T2	3,31	1,12	0,20	7,05	1,54
T3	3,05	0,98	0,19	5,96	1,45

### Tratamientos

El ensayo tuvo 4 tratamientos y 3 repeticiones, como se muestra en la tabla 1.

### Muestreo de suelo

Antes de la preparación del terreno, se

realizó un muestreo general del suelo de toda el área experimental, hasta una profundidad de 20 cm, para la obtención de una muestra compuesta, y luego a los 90 y 150 días después de la siembra en todos los tratamientos. Los resultados finales se muestran en la tabla 2.

**Tabla 3.** Altura promedio (cm) de *Brachiaria brizantha* a diferentes niveles de fósforo.

Niveles de fósforo	Días después del establecimiento			
	60	90	120	150
T0 = 00	59,81 d	98,420 c	166,30 c	179,67 a
T1 = 20	72,54 c	126,84 b	172,30 b	173,43 b
T2 = 40	76,46 b	134,18 a	182,00 a	169,04 c
T3 = 80	83,20 a	136,78 a	179,00 a	166,96 c

\*Letras diferentes presentan diferencias estadísticas entre ellas ( $P < 0,05$ ) a la prueba de Duncan.

### Parámetros evaluados

Los parámetros evaluados fueron: altura de planta, producción de materia verde y seca de *Brachiaria brizantha*, cobertura de suelo, producción de materia verde y seca de *Centrosema macrocarpum*.

### Diseño estadístico

El experimento tuvo un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones (Vásquez, 1991). Para la prueba de Duncan ( $P < 0,05$ ) se utilizó el programa S.A.S.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ***Brachiaria brizantha***

#### Altura de planta

A los 60 días de establecidas las pasturas, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos, tal como se muestra en la tabla 3. El T3 (80 kg/ha) fue el más significativo en comparación con el testigo (tratamiento T0) en un 39,1% y en menor porcentaje con los tratamientos T2 y T1, con 27,1 y 21,3% respectivamente.

A los 90 días del establecimiento, no existe diferencia estadística ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos que incluyen mayores niveles

de fósforo (T3 y T2), pero hay diferencia estadística entre estos tratamientos y el T1 y el testigo. Este resultado muestra que existe una relación directa entre niveles de fósforo y altura de planta. Similar tendencia se observa a los 120 días de establecimiento.

A partir de los 120 días, las plantas de *Brachiaria brizantha* que recibieron mayores niveles de fósforo (T3 y T2), empezaron a decrecer en altura, probablemente por la estimulación de este a sus floraciones, tal como lo manifiesta Tume (2005); sucediendo lo contrario con el testigo (T0) que recién a partir de los 150 días aparecieron sus inflorescencias.

#### Materia verde

A los 60 días de establecidas las pasturas, se hallaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos en cuanto a la producción de materia verde de *Brachiaria brizantha*. La mayor diferencia se presentó entre el T3 (15,32 t/ha) y el T0 (4,10 t/ha) con 273,7 %. Los tratamientos que recibieron fósforo, tuvieron mayor producción de materia verde, lo cual demuestra que el fósforo es un elemento esencial para el desarrollo de las plantas tal como lo manifiestan Ballard y Butler (1966), Casanova y Gómez (1990), Anderson (1995) y Torrealba et al. (1998).

**Tabla 4.** Producción de materia verde (t/ha/corte) de *Brachiaria brizantha* a diferentes niveles de fósforo.

Tratamiento (kg P/ha)	Materia verde (t/ha/corte)		
	60 días	120 días	150 días
T0 = 00	4,10 c	23,44 b	38,7 b*
T1 = 20	7,14 c	36,33 a	48,11 a
T2 = 40	11,73 b	38,67 a	45,31 ab
T3 = 80	15,32 a	40,11 a	45,46 ab

\*Letras diferentes presentan diferencias estadísticas entre ellas ( $P < 0,05$ ) a la prueba de Duncan.

**Tabla 5.** Producción de materia seca (t/ha/corte) de *Brachiaria brizantha* a diferentes niveles de fósforo.

Tratamiento (kg P/ha)	Materia seca (t/ha/corte)		
	60 días	120 días	150 días
T0 = 00	0,82 c	6,56 b	9,10 a
T1 = 20	1,27 cb	9,39 ab	9,77 a
T2 = 40	1,96 b	11,80 a	10,61 a
T3 = 80	2,95 a	9,70 a	10,87 a

\*Letras diferentes presentan diferencias estadísticas entre ellas ( $P < 0,05$ ) a la prueba de Duncan.

La producción de materia verde (t/ha) a los 120 días fue similar en todos los tratamientos que recibieron fósforo, no encontrándose diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre ellos; sin embargo, tuvieron diferencias estadísticamente superiores ( $P < 0,05$ ) en relación con el testigo. La diferencia entre tratamiento con mayor diferencia numérica, el T3 (40,11 t/ha) y el testigo (23,44 t/ha) fue de 16,67 t/ha (71,1%), tal como se muestra en la tabla 4.

A los 150 días se observó que el T1 (48,11 t/ha) sobresale ligeramente en la producción de materia verde, pero no presenta diferencias estadísticas significativas con los tratamientos que recibieron fósforo, solo con el testigo (38,70 t/ha). Este hecho podría explicarse por el nivel bajo de fósforo en comparación con los tratamientos 2 y 3, que determina una menor velocidad de desarrollo de *Brachiaria brizantha*, por lo que a esta

edad, todavía no alcanza la época de producción de semillas, por lo tanto presenta una mayor producción de materia verde. Los tratamientos que recibieron mayor cantidad de fósforo (T2 y T3) se lignificaron a menor tiempo, probablemente debido la acción del fósforo que estimuló la maduración de los pastos, tal como lo reportaron Ballard y Butler (1966), Casanova y Gómez (1990), Anderson (1995) y Torrealba et al. (1998); consecuentemente, las aplicaciones de fósforo permiten disponer de forraje para el ganado a menor tiempo. En el tratamiento que no hubo aplicación de fósforo, la producción de forraje verde fue más lento.

#### Materia seca

A los 60 días se observa diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos tal como se muestra en la tabla 5, donde el T3 (2,95 t/ha) fue

**Tabla 6.** Cobertura promedio (%) de *Centrosema macrocarpum* por tratamientos a diferentes edades.

Tratamiento (kg P/ha)	Cobertura (%)			
	30 días	60 días	90 días	120 días
T0 = 00	17,44c	51,44c	80,00b	100,00a*
T1 = 20	27,56b	71,17b	90,67a	100,00a
T2 = 40	34,67a	82,94a	96,83a	100,00a
T3 = 80	31,67ab	68,00b	89,94a	100,00a

\* Letras diferentes presentan diferencias estadísticas entre ellas ( $P < 0,05$ ) a la prueba de Duncan.

estadísticamente superior a todos los tratamientos; pero no se encontró diferencia estadística entre el T1 (1,27 t/ha) y el T2 (1,96 t/ha). La diferencia estadística de producción de materia seca entre el tratamiento con mayor nivel de fósforo T3 (80 kg/ha) y el testigo T0 fue de +259,8%, y en relación con los tratamientos T1 y T2 de 50,5 y 132,2% respectivamente. Esto nos demuestra que las gramíneas responden muy bien a la aplicación de fósforo en nuestra Amazonía, tal como nos refieren Ensminger et al. (1967), Alegre y Chumbimune (1992), Gighuru y Sánchez (1988), Toledo (1982), Fenster y León (1979) y Vela (1991), incluso en niveles de 20 kg/ha.

Los tratamientos T1, T2 y T3 (9,39, 11,80 y 9,70 t/ha respectivamente), son estadísticamente similares ( $P > 0,05$ ) a los 120 días, sin embargo el T2 y T3 mostraron diferencias estadísticas significativas ( $P < 0,05$ ) en comparación con el testigo. La diferencia numérica entre T3 y T0 fue de 47,9% (6,56 t/ha), como se muestra en la tabla 5.

Mientras que a los 150 días no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0,05$ ), la producción de materia seca tuvo un rango de 9,10 a 10,87 t/ha/corte. Sin embargo, esta producción es de 2 a 3 veces mayor a los resultados obtenidos por Romero y Silvestre (2002). A los 150 días del establecimiento de las pasturas, la producción de materia seca prácticamente es la misma, incluso con el tratamiento sin

fósforo, pero a un periodo largo. Probablemente, la mayor proporción de esta materia seca en el testigo provenga de materiales lignificados, que son de bajo valor nutritivo para los animales.

### ***Centrosema macrocarpum***

#### Cobertura

A los 30 días no hay diferencia estadística significativa entre los tratamientos que recibieron fósforo, pero sí hay diferencia en comparación con el testigo (tabla 6). La mayor cobertura se obtuvo en el T2 (34,67%), con una diferencia de 98,8% mayor que el tratamiento testigo. La rápida cobertura de *Centrosema macrocarpum* a los 30 días en los tratamientos con fósforo, permite a esta competir exitosamente con las malezas, garantizando su establecimiento.

El mayor porcentaje de cobertura del suelo con *Centrosema macrocarpum* se obtuvo en el tratamiento T2 a los 60 días con ligeras diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) con los demás tratamientos con fósforo (tabla 6); en comparación con el tratamiento testigo hubo una diferencia estadística muy superior, con un 61,2%.

A los 90 días no existió diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos con incorporación de fósforo, pero sí con el tratamiento testigo. Hay una diferencia de 21,0% de cobertura entre el T2 y el testigo. El T2 tuvo el mayor porcentaje de cobertura durante todo el periodo de evaluación del ensayo.

**Tabla 7.** Producción de materia verde (t/ha/corte) de *Centrosema macrocarpum* a diferentes niveles de aplicación de fósforo.

Tratamiento (kg P/ha)	Materia verde (t/ha/corte)		
	60 días	120 días	150 días
T0 = 00	2,50 b	5,33 b	7,18 b*
T1 = 20	4,28 ab	8,33 ab	8,92 ab
T2 = 40	4,88 a	11,33 a	9,92 a
T3 = 80	3,80 ab	8,67 ab	8,67 ab

\*Letras diferentes presentan diferencias estadísticas entre ellas ( $P < 0,05$ ) a la prueba de Duncan.

**Tabla 8.** Producción de materia seca (t/ha/corte) de *Centrosema macrocarpum* evaluados a diferentes niveles de fósforo.

Tratamiento (kg P/ha)	Materia seca (t/ha/corte)		
	60 días	120 días	150 días
T0 = 00	0,59 a	1,88 b	1,59 a*
T1 = 20	0,98 a	2,54 ab	1,77 a
T2 = 40	1,12 a	3,25 a	2,14 a
T3 = 80	0,95 a	2,51 ab	2,05 a

\*Letras diferentes presentan diferencias estadísticas entre ellas ( $P < 0,05$ ) a la prueba de Duncan.

El porcentaje de cobertura de *Centrosema macrocarpum* en promedio fue de 68,4% en los primeros 60 días; sin considerar la dosis de fósforo adicionada al suelo estos resultados son muy superiores a lo encontrado por Arévalo et al. (2003), quienes hallaron por debajo del 20% de cobertura en el mismo tiempo de evaluación. Asimismo, Keller-Grein et al. (1990) reportaron en Pucallpa en suelos ultisoles, con las variedades CIAT 15101-5957, porcentajes de cobertura entre 30 y 50%, inferiores a nuestro trabajo en el mismo tiempo de evaluación. La rápida cobertura del suelo con *Centrosema macrocarpum*, en zonas tropicales, facilita el control de malezas en los diferentes sistemas de uso del suelo. A los 90 días el porcentaje de cobertura en nuestro experimento varió de 96,83 a 80,00%, que es ampliamente superior a lo encontrado por Arévalo et al. (2003) que tuvo un rango de 56,8 a 68,4% con el mismo nivel de fósforo y días de evaluación. La diferencia estadística ( $P > 0,05$ ) existe solo con el tratamiento testigo, lo cual demuestra que *Centrosema macrocarpum* requiere fósforo en su fase de establecimiento.

En nuestro ensayo se obtuvo una cobertura del 100% en todos los tratamientos a los 120 días, que es superior a lo encontrado por Arévalo et al. (2003), donde solo el T2 (40 P/ha) tuvo una cobertura del 100% en el mismo tiempo de evaluación y los demás alcanzaron una cobertura entre el 91 al 98% respectivamente.

El mejor nivel de fósforo para *Centrosema macrocarpum* en la fase de establecimiento fue el T2 (40 kg de fósforo), porque se mostró superior en todas las etapas de evaluación, alcanzando el 100% a los 120 días, si comparamos con Arévalo et al. (2003), que obtuvieron el 100% recién a los 150 días.

#### Materia verde

En la producción de materia verde (t/ha) de *Centrosema macrocarpum* se encontraron ligeras diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre los tratamientos. Los tratamientos que recibieron fósforo tuvieron la mayor producción de materia verde (t/ha) en relación con el testigo, observándose una diferencia de 6,00 y 2,74 t/ha/corte entre el testigo y el T2 a los 120 y 150 días de evaluación respectivamente (tabla 7).

## Materia seca

En la tabla 8 se presenta la producción de materia seca, en la que no se observa diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos a los 60 días. La mayor producción de materia seca se presentó en el tratamiento T2 (1,12 t/ha) y la más baja en el testigo (0,59 t/ha), existiendo una diferencia numérica de 89,8%.

Se presentaron diferencias estadísticas ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos a los 120 días, donde el T2 (3,25 t/ha) fue más significativo en comparación con el testigo (1,88 t/ha). La producción de materia seca con aplicación de fósforo presentó mejores rendimientos en comparación con los obtenidos por Arévalo *et al.* (2003) en condiciones similares de suelo (tabla 8).

A los 150 días la producción de materia seca disminuyó en todos los tratamientos, no observándose diferencias significativa ( $P < 0,05$ ) entre tratamientos. La disminución de la producción de materia seca se debe probablemente a la caída o defoliación de las plantas, debido al cumplimiento de ciclo de vida de las hojas.

## **CONCLUSIONES**

1. La aplicación de 40 kg P/ha favorece el crecimiento en altura (182 cm) de *Brachiaria brizantha* a los 120 días de establecido.
2. La aplicación de fósforo favorece la producción de materia verde de *Brachiaria brizantha*, obteniéndose las mayores producciones a los 120 días con 80 y 40 kg/ha de fósforo, con una producción de 40,1 y 38,7 t/ha/corte respectivamente.
3. La mayor producción de materia seca en *Brachiaria brizantha* (11,8 y 9,7 t/ha/corte) se obtiene con 40 y 80 kg/ha

de fósforo respectivamente, a los 120 días de establecido.

4. La mayor cobertura (96,83%) con *Centrosema macrocarpum*, se obtiene con aplicación de 40 kg de P/ha a los 90 días de establecida la cobertura, sin diferencias significativas entre tratamientos con aplicación de fósforo.
5. *Centrosema macrocarpum* produce mayor cantidad de materia verde (11,3 t/ha/corte) y materia seca (3,3 t/ha/corte) con aplicación de 40 kg de fósforo a los 120 días de establecimiento.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Alegre JC, Chumbimune R. 1992. Investigaciones y usos de la roca fosfórica en el Perú. En: Memorias de la II Reunión de la Red Latinoamericana de Roca Fosfórica, San Cristóbal, Estado de Táchira, Venezuela.
- Anderson DL. 1995. La caña de azúcar y el fósforo. Informaciones Agronómicas n.º. 18, Instituto de la Potasa y Fósforo (Inpofos), p. 6.
- Arévalo L, Alegre JC, Fasabi R. 2003. Efecto del fósforo sobre el establecimiento del *Centrosema macrocarpum* Benth dentro de una plantación de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en un ultisol del trópico húmedo. Ecol. Apl., jan./dic. 2003, vol.2, no.1, pp.93-97. ISSN 1726-2216.
- Ballard E, Butler G. 1966. Mineral nutrition of plant. Ann. Rev. Of Plant Physiol. 17: 77-112.
- Casanova E, Gómez N. 1990. Nutrición mineral de la soya (*Glycine max* L.) y su relación con la fertilización fosforada y potásica en un suelo del estado Guarico, Venezuela. Agronomía Tropical. 40(1-3):91-101.

- Ensminger L, Pearson R, Arming W. 1967. Effectiveness of Rock phosphate as a Source of phosphorus for plants. United States Department Agricultural Research Service, Bulletin.
- Fenster W, León L. 1979. Manejo de la fertilización con fósforo para el establecimiento de pastos mejorados en suelos ácidos e infértiles de América Tropical. En: Tergas L y Sánchez P (eds.) Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Tergas L y Sánchez P (eds). (CIAT, Colombia, pp. 119-133.
- Gighuru M, Sánchez P. 1988. Phosphate rock fertilization in tilled and no-till low input system in the humid tropics. *Agronomy Journal* 80: 943-947.
- Keller-Grein G, Passoni F, Van Heurck M. 1990. Evaluación agronómica preliminar de germoplasma de *Centrosema macrocarpum* en Pucallpa, Perú. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales, RIEPT Amazonía. Documento de Trabajo n.º 75, vol. I, pp. 199-206.
- Mesa A, Hernández M. 1989. Fertilización fosfórica en pastos tropicales. *Revista Pastos y Forrajes*, 12(1): 1-14.
- Reyes C, Keller-Grein G, Pérez R. 1997. Experiencia regional con *Centrosema*: Perú, Bolivia y Ecuador. En Schultze R, Clements RJ y Keller-Grein (eds.) *Centrosema*: biología, agronomía y utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Publicación 280. Cali, Colombia, pp. 489-518.
- Romero C, Silvestre A. 2002. Evaluación inicial de la fertilización con roca fosfórica en tres especies del género *Brachiaria*. INIA. Zootecnia Tropical. Revista informativa. Vol. 21. No 2. Venezuela. Pp. 183-196.
- S.A.S. Institute. 2000. JMP Statistical Discovery Software. Versión 4. Cary, NC, A.
- Toledo J. 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT. Colombia. 168 pp.
- Torrealba GT, Viera J, Bravo P. 1998. Factores relacionados con la acidez del suelo y su efecto sobre el crecimiento de la *Canavalia ensiformis* (L) D.C. *Agronomía Tropical*. 48(1): 19-32.
- Tume H. 2005. ¿Qué sabe usted de los fosfatos? El Regional de Piura. [http://www.elregionalpiura.com.pe/archivosnoticias/2005\\_03/marzo\\_13/fosfatos\\_teoriam.htm](http://www.elregionalpiura.com.pe/archivosnoticias/2005_03/marzo_13/fosfatos_teoriam.htm)
- Vásquez W. 1991. Diseños Experimentales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Agronomía. Iquitos, Perú. 310 pp.
- Vela J. 1991. Establecimiento de tres asociaciones de gramíneas y leguminosas. Investigación sobre pastos tropicales en la Amazonía. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. Pucallpa, Perú. Informe Técnico n.º STO3.

