



## **Aumento de alta calidad de la brachiaria (*Brachiaria humidicola*) por asociación del árbol Leguminoso Acacia (*Acacia mangium*): -sistema silvopastoril en un suelo inceptisol, Panamá**

High quality increase in brachiaria (*Brachiaria humidicola*) by association of the Leguminous Acacia tree (*Acacia mangium*):-silvopastoral system in an inceptisol soil, Panama

*Aumento de alta qualidade da braquiária (*Brachiaria humidicola*) por associação da acácia leguminosa (*Acacia mangium*): - sistema silvipastoril em solo inceptisol, Panamá*

**Kentaro Tomita**  
tomiken30@hotmail.com

**Departamento de Desarrollo económica y Gestión ambiental, Gobierno Provincial de Imbabura, Ecuador. (Voluntario Senior de Agencia de Cooperación Internacional del Japón: JICA). (Pre-Investigador principal. Sub-Centro Pacifico Marciaga del IDIAP [Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá] en El Coco y Voluntario Senior de JICA)**

Artículo recibido noviembre 2017, arbitrado enero 2018 y publicado en mayo 2018

### **RESUMEN**

El presente artículo muestra la baja sostenibilidad de la producción arroceras de secano por el uso de crecientes cantidades de insumos químicos. Esto con la finalidad de lograr establecer un sistema sostenible con bajos insumos para el cultivo de arroz en la región. Por otra parte, la Acacia mangium, es un árbol leguminoso, robusto de fácil establecimiento en plantaciones. El trabajo consistió en la evaluación de los tratamientos en parcelas experimentales ubicadas en la finca experimental de El Coco perteneciente, sobre un suelo clasificado en la familia Fino, mezclado, isohipertérmico, Aerico Tropaequet. El clima del sitio se caracteriza por ser tropical húmedo, con promedio de 1480 mm de precipitación al año, con una temperatura promedio que oscila entre 20 y 35 °C. Se utilizó los árboles leguminosos Acacia que se han establecido durante unos 13 años en la Finca experimental de El Coco en el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). De los resultados obtenidos, el crecimiento y análisis nutritivo de la Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria asociada con Acacia fueron más altos que los de la Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria sola, relativamente, y especialmente, se observó más alto para proteína bruta en la hoja veija de la Acacia en comparación con el contenido de proteína bruta en la Brachiaria, teniendo en cuenta un árbol leguminoso.

**Palabras clave:** Acacia (*Acacia mangium*); Brachiaria (*Brachiaria humidicola*); Densidad aparente; Proteína bruta; Sistema silvopastoril

### **ABSTRACT**

This article shows the low sustainability of rainfed rice production due to the use of increasing amounts of chemical inputs. This in order to establish a sustainable system with low inputs for rice cultivation in the region. On the other hand, Acacia mangium is a robust, leguminous tree that is easy to establish in plantations. The work consisted in the evaluation of the treatments in experimental plots located in the experimental farm of El Coco belonging, on a soil classified in the Fino family, mixed, isohyperthermic, Aerico Tropaequet. The site's climate is characterized by being humid tropical, with an average of 1480 mm of precipitation per year, with an average temperature ranging between 20 and 35 °C. The Acacia leguminous trees that have been established for about 13 years in the experimental farm of El Coco at the Institute of Agricultural Research of Panama (IDIAP) were used. From the results obtained, the growth and nutritional analysis of Brachiaria in the treatment of Brachiaria associated with Acacia were higher than those of Brachiaria in the treatment of Brachiaria alone, relatively, and especially, it was observed higher for crude protein in the Acacia leaf veija compared to the crude protein content in Brachiaria, taking into account a legume tree.

**Key words:** Acacia (*Acacia mangium*), Brachiaria (*Brachiaria humidicola*), Bulk density, Crude protein, Silvopastoral system

## RESUMOS

Este artículo muestra la baja sustentabilidad de la producción de arroz de sequeiro debido al uso de cantidades crecientes de insumos químicos. Esto para establecer un sistema sustentable con bajos insumos para el cultivo de arroz en la región. Por otro lado, el Acacia mangium es un árbol robusto y leguminoso, fácil de establecer en las plantaciones. El trabajo consistió en la evaluación de los tratamientos en parcelas experimentales localizadas en la finca experimental de El Coco, perteneciente a un solo clasificado en la familia Fino, Tropaept Aerico misto, iso-hipertermático. El clima del lugar es caracterizado por ser tropical húmedo, con una media de 1480 mm de precipitación por año, con temperatura media variando entre 20 y 35 °C. Se utilizaron las leguminosas acacias establecidas desde hace cerca de 13 años en la finca experimental de El Coco, en el Instituto de Investigación Agrícola del Panamá (IDIAP). A partir de los resultados obtenidos, el análisis nutricional y de crecimiento de Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria asociada al Acacia fue mayor que el de Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria sola, relativamente y principalmente, se observó mayor proteína bruta en la VPM a la hoja de acacia en comparación con el contenido bruto de proteína en Brachiaria, considerando una leguminosa.

**Palabras-clave:** Acacia (*Acacia mangium*), Braquiaria (*Brachiaria humidicola*), Densidad a granel, Proteína bruta, Sistema silvopastoril

## INTRODUCCIÓN

Gran parte de los suelos de la República de Panamá han sido identificados como suelos degradados, con baja fertilidad (ANAM: Autoridad Nacional del Ambiente, 2004). La degradación de estos suelos, tiene su génesis desde la época Colonial por el uso del fuego en el sistema de roza, pero el proceso se aceleró con la introducción del monocultivo mecanizado del arroz usando variedades mejoradas y crecientes cantidades de insumos químicos entre otros. Actualmente, ya no es sostenible la producción arrocería de secano, (Bolívar, y otros, 1999)

En realidad, se avanza al desmonte y quema por pequeños productores para extender ganado convencional, aumentó no solo nueva explotación, sino también la tierra

abandonada y/o degradada por el sobrepastoreo. Según el periódico de Panamá (14 de abril de 2007), se perdió el área de 80.000.000 hectáreas aproximadamente como bosque en el país. Especialmente, es notable para la región del Océano Pacífico, y se lo avanza en la cordillera central del país.

El propósito del estudio está relacionado a que teniendo en cuenta esta realidad, es necesario recuperar la tierra abandonada y/o degradada por el sobrepastoreo con manejo integral de la fertilidad del suelo e introducción de los árboles leguminosos adecuados para prevenir nueva explotación e igualmente establecer un sistema silvopastoril.

Basada en la importancia se tiene en cambio, el Acacia mangium, es un árbol leguminoso, robusto de fácil establecimiento en plantaciones. (Tomita, Name, Márquez, y Pardo, 2001) La habilidad de fijar nitrógeno y el aporte de hojarasca en forma abundante, colocan a la especie como de alto potencial para la recuperación de suelos degradados (Díaz- Romeu, y Hunter, 1978; Ávila, y Pasto 1989). En 1979 se introduce en América Central, en parcelas experimentales en Costa Rica, y a partir de 1984 se siembra en Panamá. En el Campo Experimental del Subcentro Pacífico Marciaga, El Coco, Distrito de Penonomé, Provincia de Coclé, se siembra a partir de 1993. Como la experiencia con esta especie en Panamá es reciente, se conoce poco sobre su comportamiento en sistema Agroforestal y/o Silvopastoril.

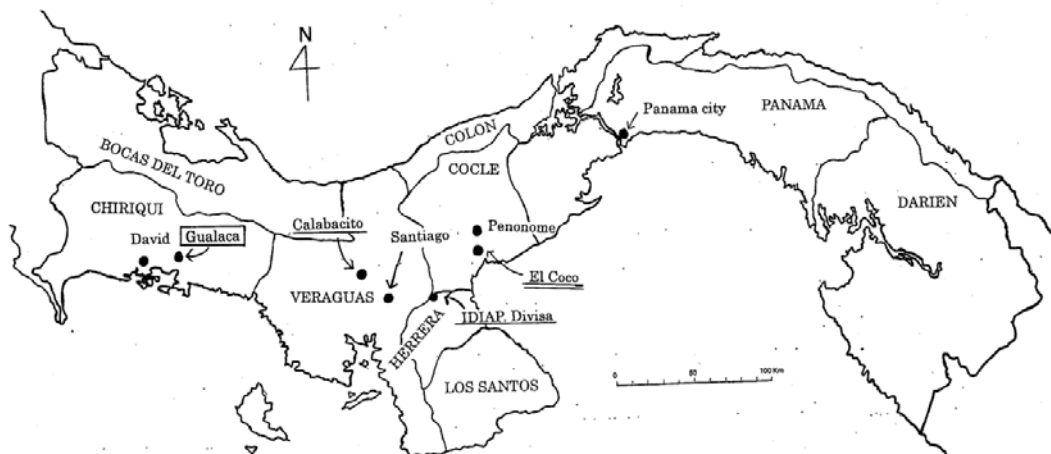
Adicionalmente, después de establecer el sistema, se puede prevenir cáncer de piel de radiación solar fuerte como sombra para ganados criados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo consistió en la evaluación de los tratamientos en parcelas experimentales ubicadas en la Finca experimental de El Coco perteneciente al Subcentro Pacífico Marciaga del IDIAP (), ubicado en el distrito de Penonomé de la provincia de Coclé (Latitud norte: 8°25'00", Longitud oeste: 80°21'10"), sobre un suelo clasificado en la familia fino, mezclado, isohipertérmico, Aeric Tropaquept. (Jaramillo, 1991). El clima del sitio se caracteriza por ser tropical húmedo, con promedio de 1,480 mm de precipitación al año, con una temperatura promedio que

oscila entre 20 y 35°C (Ver la Figura 1).

Se utilizó los árboles leguminosos Acacia (*Acacia mangium*) que se han establecido durante unos 13 años en la Finca, se evaluó el crecimiento de la Brachiaria (*Brachiaria humidicola*) sembrada dentro de los árboles con el análisis nutritivo en comparación con el crecimiento y el análisis de la Brachiaria fuera de los árboles como testigo. Además de estos, también se evaluó análisis de hoja vieja de la Acacia como material proteico, para hoja caída, como materia orgánica de la superficie del suelo (Tomita, y Villarreal, 2011).



**Figura 1.** Sitio de la Finca Experimental de El Coco en el Subcentro Pacífico Marciaga del IDIAP en la Provincia de Coclé. (Fuente: Dibujo por el Dr. Tomita. 2009).

También se realizó análisis de suelo y planta de arroz de acuerdo con el sistema adoptado por el IDIAP (Díaz- Romeu, y Hunter, 1978). Además, se realizó la densidad

aparente en cada tratamiento de Brachiaria sola y de Brachiaria asociada con Acacia como análisis física del suelo en la estación seca en el mes febrero en el año 2009.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Crecimiento de la planta Brachiaria en los dos tratamientos de Brachiaria sola y Brachiaria asociada con Acacia.

Las Fotos 1 y 2 muestran las condiciones del cultivo de pasto Brachiaria y Brachiaria dentro de los árboles leguminosos Acacia, respectivamente.



**Foto 1.** Condición del cultivo de pasto Brachiaria (*Brachiaria humidicola*) en el campo. (Foto. Tomita, 2007).



**Foto 2.** Condición del cultivo de pasto Brachiaria (*Brachiaria humidicola*) dentro los árboles leguminosos Acacia (*Acacia mangium*) en el campo establecido como un sistema silvopastoril. (Foto. Tomita, 2008).



**Tabla 1.** Característica física-química del suelo en la época.

Muestra de suelo	Granulometría			pH H <sub>2</sub> O 1;1	Disponible		Intercambiable			CICE*	Materia Orgánica (%)
	Arena	Limo	Arcilla		P	K	Ca	Mg	Al		
Profundidad (0-15cm)	(%)				(mg/L)		cmol <sub>c</sub> /kg				
Brachiaria	62.0	22.0	16.0	5.5	2.0	39.0	1.6	0.7	0.1	2.4	0.80
Brachiaria + Acacia	66.0	20.0	14.0	5.4	13.0	152.0	4.1	1.3	0.1	5.5	1.61

### Análisis realizados en el Laboratorio de suelos del IDIAP en Divisa

Métodos analíticos: pH en agua (1:1); P y K= Extractor Mehlich 1 (0.05M HCl + 0.0125M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); Ca, Mg y Al = Extractor KCl al 1M; M.O. = Materia Orgánica (Walkey-Black modificado); Análisis física = Bouyoucos.

PS: CICE\* =Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (Ca+Mg+K+A)

### Análisis física-química del suelo

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis de suelo antes de la siembra de arroz.

Se observó que había bajo contenido de arcilla, por el contrario, alto contenido de arena (más de 50%). Especialmente, el contenido de arena en Acacia fue más alto que el en Brachiaria.

Por otra parte, aunque se encontró un valor de pH ácido no hubo problemas de alta saturación de aluminio en estos suelos. Además, el contenido de materia orgánica en la Brachiaria asociada con Acacia fue más alto que el contenido en la Brachiaria sola, y fue de 1.61%.

**Tabla 2.** Valores de la Densidad aparente en los dos tratamientos de Brachiaria sola y de Brachiaria asociada con Acacia.

Identificación	Peso total (g)	Peso aluminio (g)	Peso total - peso aluminio	Densidad aparente (0-10cm)	
				Promedio	
Brachiaria sola	1	205.7	2.1	203.6	1.49
	2	216.6	2.6	214.0	1.57
	3	210.3	2.7	207.6	1.52
Brachiaria asocia con Acacia	1	216.0	2.6	213.4	1.57
	2	208.0	2.6	205.4	1.51
	3	208.0	2.3	205.7	1.51

Cálculo de la Densidad aparente: (Peso total-peso aluminio) dividido por 136.6\* PS: La Profundidad fue de 0-10cm para el muestreo.

Diámetro del Volumen del cilindro fue de 5.28cm. Altura del Cilindro fue de 6 cm.

Área del Volumen = un medio de diámetro por  $\pi$  (=3.14):  $(5.38 \div 2)^2 \times 3.14 = 22.7 \text{ cm}^2$

V = Área del Volumen  $\times$  Altura:  $22.7 \times 6 = 136.3 \text{ (cm}^3=\text{ml=cc)}$ .

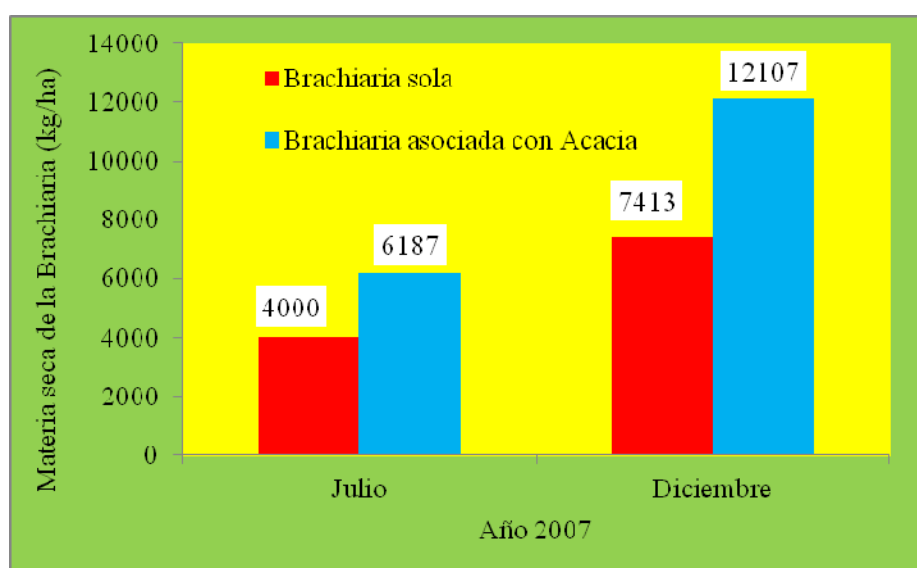
La Tabla 2 muestra los valores de la Densidad aparente en los dos tratamientos de Brachiaria sola y de Brachiaria asociada con Acacia. Del resultado no se observó la diferencia para el valor medio entre los dos tratamientos, se considera que es un suelo pesado como característica física del suelo. Dentro de la estación lluviosa el suelo se va a mejorar con ser liviano por bastante lluvia y se puede cultivar arroz a secano y pastos gramíneos tales como Brachiaria y Andropogon, entre otros.

### Materia seca de la Brachiaria

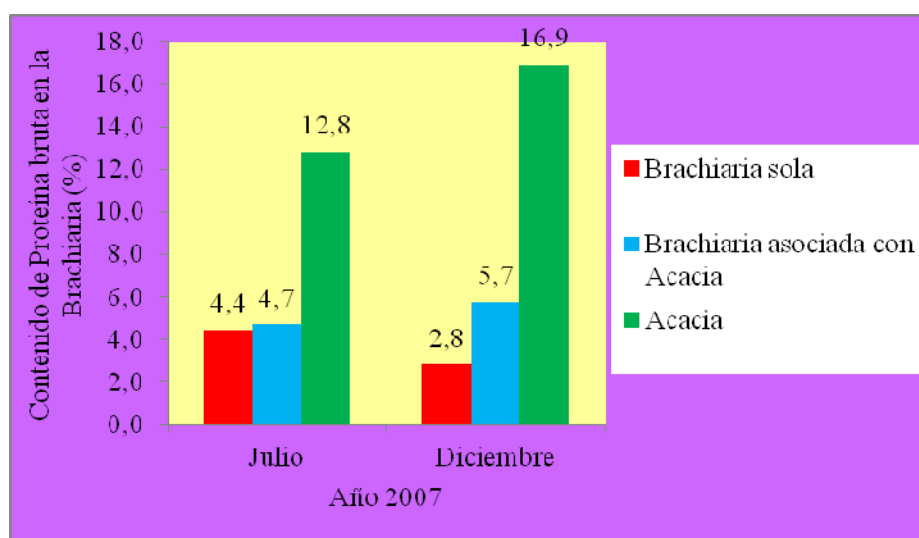
La Figura 2 muestra materia seca de la Brachiaria en los tratamientos de Brachiaria sola y Brachiaria asociada con Acacia en las épocas de estación lluviosa inicial y final, respectivamente. Al comparar la materia seca en la época de estación lluviosa inicial, se observó alta producción en la estación final (inicio de diciembre), notablemente. Por fin, se considera que el crecimiento fue notable por la precipitación abundante (se registró alrededor de 1900mm en el año 2007), por lo que la producción de biomasa aumentó. A

continuación, al comparar cada tratamiento, la materia seca de la Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria asociada con Acacia fue más alta que la materia en el tratamiento de Brachiaria sola, relativamente, en realidad, se observó la materia seca de alrededor de 1.55 veces en el julio y 1.63 veces en el diciembre en el tratamiento de Brachiaria sola para la materia seca del tratamiento de Brachiaria asociada con Acacia.

Por fin, se considera suministro del nitrógeno por la fijación biológica de este elemento del aire, teniendo en cuenta que la Acacia es un árbol leguminoso, y se mueven los nutrientes lixiviados en la profundidad del suelo por raíces desarrollados del árbol, y se los suministra al pasto Brachiaria (Tomita, y Villarreal 2011). Además, la hoja de la Acacia se cae a la superficie del suelo, y va a cobertura acá. Con el tiempo, los nutrientes contenidos en la hoja se van a reciclar y suministrar al pasto. Resultando, se considera que se influyó a la producción de biomasa de la Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria asociada con Acacia.



**Figura 2.** Materia seca de la Brachiaria en los tratamientos de Brachiaria sola y Brachiaria asociada con Acacia.

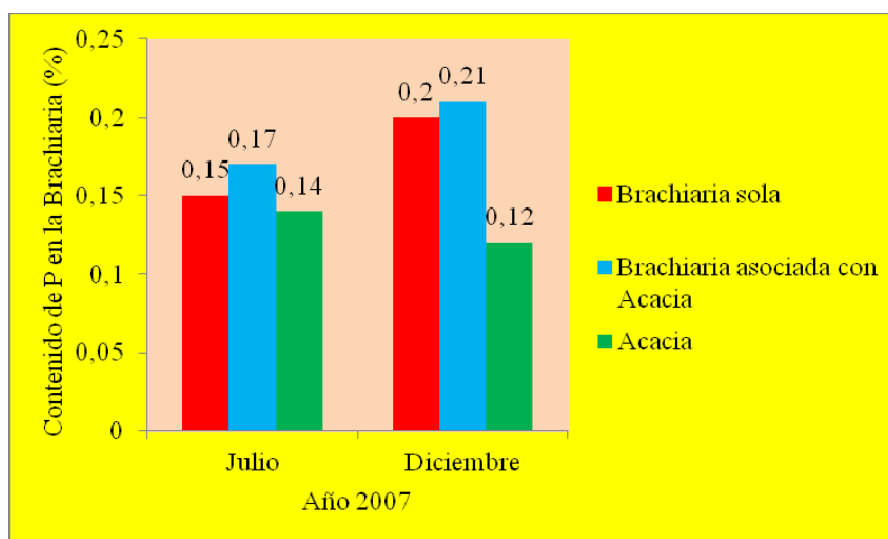


**Figura 3.** Contenido de Proteína bruta en las plantas de la Brachiaria en los tratamientos de Brachiaria sola y Brachiaria asociada con Acacia y de la Acacia (hoja vieja).

**Contenido de Proteína bruta y los cuatro nutrientes en la Brachiaria y la hoja vieja de la Acacia**

La Figura 3 muestra contenido de proteína bruta en la Brachiaria en los tratamientos de Brachiaria sola y de Brachiaria asociada con Acacia, y en la hoja vieja de la Acacia, respectivamente. El

contenido de la proteína en la Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria asociada con Acacia fue más alto que el contenido en el tratamiento de Brachiaria sola, relativamente, especialmente, se observó doble veces en el inicio de diciembre.



**Figura 4.** Contenido de P en las plantas de la Brachiaria en los tratamientos de Brachiaria sola y Brachiaria asociada con Acacia y de la Acacia (hoja vieja).

Por el contrario, se considera que reconoció un efecto diluido por bastante lluvia en la estación lluviosa para el contenido de proteína bruta en la Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria sola.

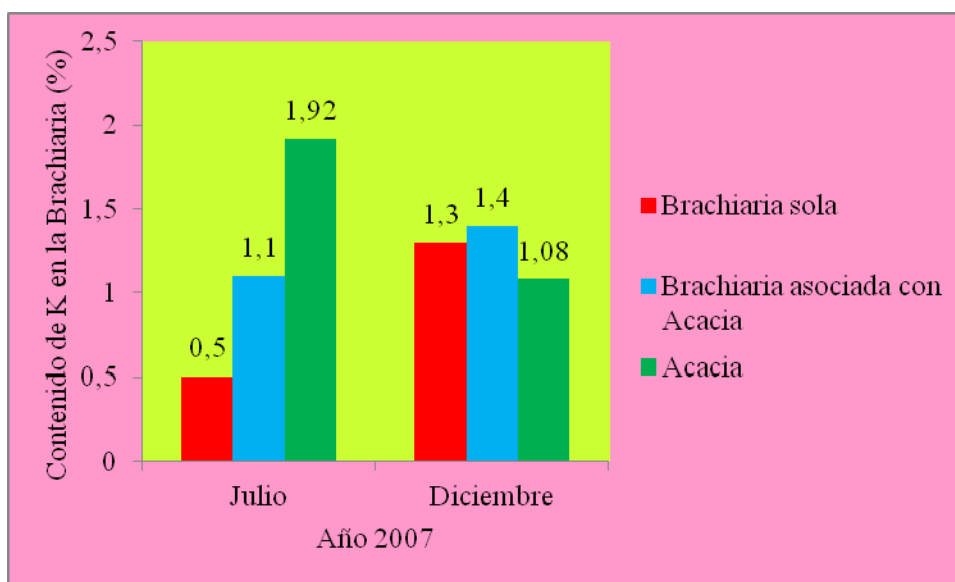
Por otra parte, se observó tres veces de la Brachiaria para el contenido de proteína bruta de la hoja de Acacia aunque la hoja fue vieja, teniendo en cuenta la planta leguminosa. Por eso, después de descomponerla con agregar el nitrógeno químico adecuado, se podrá esperar un reciclaje del nitrógeno en el sistema.

La Figura 4 muestra el contenido del P en la Brachiaria en los tratamientos de Brachiaria sola y de Brachiaria asociada con Acacia, y en la hoja vieja de la Acacia, respectivamente. El contenido de la proteína en la Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria asociada con Acacia fue más alto que el contenido en el tratamiento de Brachiaria sola, relativamente. Especialmente, a diferencia del caso de la proteína bruta, el valor de la hoja vieja de Acacia fue más bajo, y

fue más alto para el contenido en la Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria asociada con Acacia.

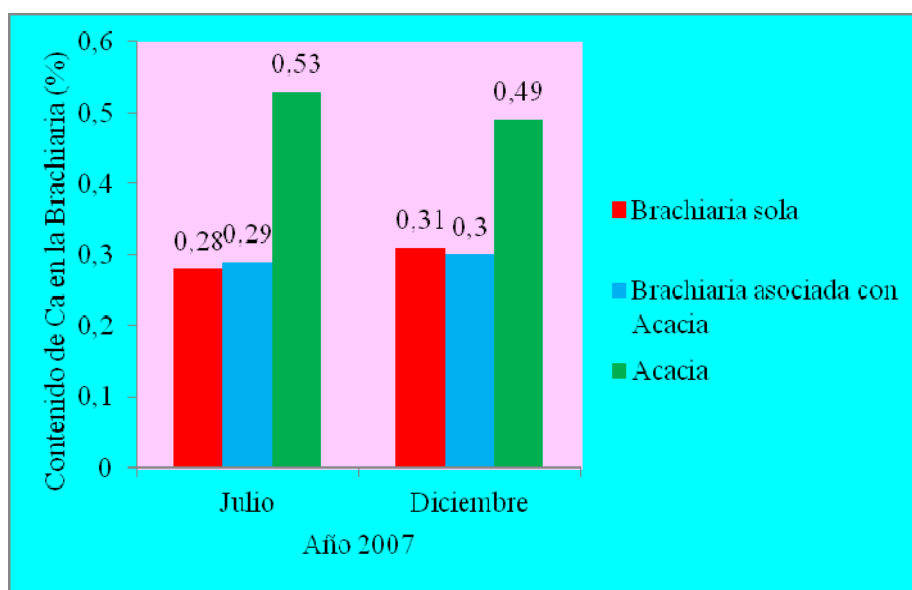
De todos modos, se puede utilizar como lugar de descanso para ganados criados en la región donde se estableció el sistema Silvopastoril, y al mismo tiempo, se puede reducir los excrementos al campo. Además, si las hojas caídas se pueden funcionar como materia orgánica, se considera aumento de la utilización efectiva del P con reciclaje de los nutrientes.

La Figura 5 muestra el contenido del K en la Brachiaria en los tratamientos de Brachiaria sola y de Brachiaria asociada con Acacia, y en la hoja vieja de la Acacia, respectivamente, se observó la tendencia semejante con la Proteína bruta. Pero, no se observó gran diferencia entre la planta de la Brachiaria en los dos tratamientos de Brachiaria sola y Brachiaria asociada con Acacia y de hoja vieja de la Acacia en el inicio de diciembre. De todos modos, se considera un efecto diluido por bastante lluvia.



**Figura 5.** Contenido de K en las plantas de la Brachiaria en los tratamientos de Brachiaria sola y Brachiaria asociada con Acacia y de la Acacia (hoja vieja)



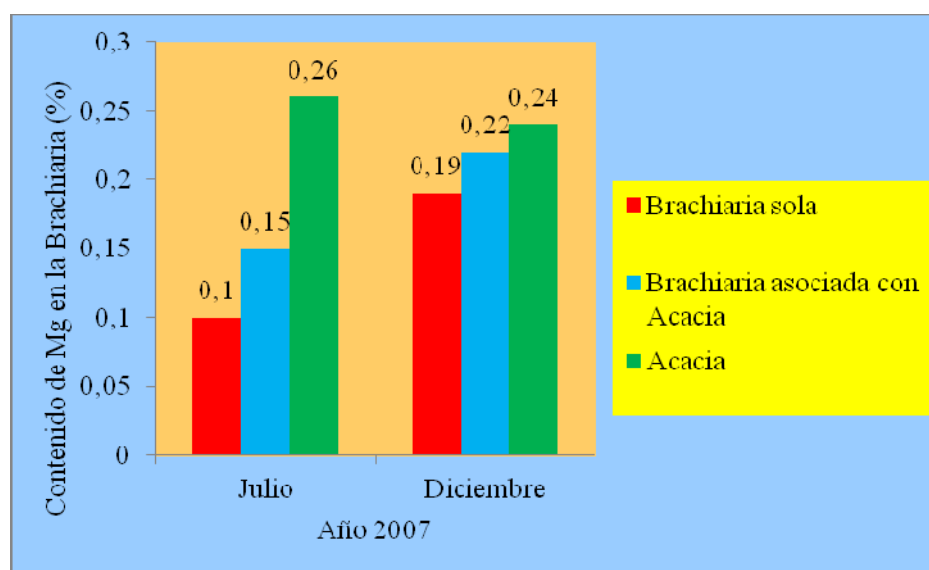


**Figura 6.** Contenido de Ca en las plantas de la Brachiaria en los tratamientos de Brachiaria sola y Brachiaria asociada con Acacia y de la Acacia (hoja vieja).

La Figura 6 muestra el contenido del Ca en la Brachiaria en los tratamientos de Brachiaria sola y de Brachiaria asociada con Acacia, y en la hoja vieja de la Acacia, respectivamente, para el contenido del Mg en la Figura 7.

El contenido de Ca en la hoja vieja de la Acacia fue más doble alto que el contenido en la Brachiaria. Al igual que el caso del

contenido del Ca, el contenido del Mg en la hoja de la Acacia fue más alto que el contenido de la Brachiaria, respectivamente. Además, el valor en el diciembre fue poco más bajo que el valor en el junio para los Ca y Mg en la hoja vieja de la Acacia. Se considera un efecto diluido por bastante lluvia y gran producción de las hojas en los árboles.



**Figura 7.** Contenido de Mg en las plantas de la Brachiaria en los tratamientos de Brachiaria sola y Brachiaria asociada con Acacia y de la Acacia (hoja vieja).

## CONCLUSIONES

En realidad, se observó la materia seca de unos 1.55 veces en el julio y 1.63 veces en el diciembre en el tratamiento de Brachiaria sola para la materia seca del tratamiento de Brachiaria asociada con Acacia.

El contenido de la proteína en la Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria asociada con Acacia fue más alto que el contenido en el tratamiento de Brachiaria sola, relativamente, especialmente, se observó doble veces en el inicio de diciembre.

Por el contrario, se considera que reconoció un efecto diluido por bastante lluvia en la estación lluviosa para el contenido de proteína bruta en la Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria sola.

Por otra parte, se observó tres veces de la Brachiaria para el contenido de proteína bruta de la hoja de Acacia aunque la hoja fue vieja, teniendo en cuenta la planta leguminosa. Por eso, después de descomponerla con agregar el nitrógeno químico adecuado, se podrá esperar un reciclaje del nitrógeno en el sistema.

Para los cuatro nutrimentos, el contenido de la Brachiaria en el tratamiento de Brachiaria asociada con Acacia fue más alto que el contenido en el tratamiento de Brachiaria sola, relativamente.

Se puede utilizar los nutrientes lixiviados en la profundidad del suelo como bomba para los árboles Acacia, y establecer un sistema de la reciclaje.

## REFERENCIAS

Ávila, M y Pasto, U. (1989). *Brachiaria humidicola* CIAT 679 (Rendle), Una

alternativa para los suelos Baja Fertilidad y Áreas de prolongada sequía. Plegable IDIAP. pp 6

Bolívar, D., Ibrahim, M., Kass, D., Jiménez, F y Camargo, J. C. (1999). Productividad y calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* en monocultivo y en asocio con *Acacia mangium* en un suelo ácido en el trópico húmedo, Agroforestería en las América, CATIE Turrialba, Costa Rica, 23(6): 48-50

Díaz- Romeu, R y Hunter, A. (1978). Metodología de muestreo de suelos y tejido vegetal e investigación en invernadero. CATIE Turrialba, Costa Rica. pp. 68

Jaramillo, S. E. (1991). Pedones y campo y estaciones experimentales del IDIAP. Boletín Técnico No 38. Divisa, Panamá. pp. 67

Tomita K., Name, B., Márquez, E., y Pardo, C. (2001). Mejoramiento de propiedades físicas y químicas de suelo ultisol con *Acacia mangium* en Panamá. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. Suelos Ecuatoriales. 31(1): 88-95

Tomita, K. y Villarreal, J. (2011). Dinámica del suelo en Plantaciones de Acacia (*Acacia mangium*) asociadas al Pasto Brachiaria (*Brachiaria humidicola*) en un Ultisol de Panamá. Revista La Rural. Asociación Rural del Paraguay. [Sanidad Animal Fortalecida]. 264 (2): 223-229

Tomita, K. y Villarreal, J. (2011). Efectos mejorados de propiedades químicas y biológicas de suelos y nutriciones de Brachiaria por asociación con Acacia en comparación con Brachiaria monocultivo y pasto nativo en un Ultisol, Panamá. Revista La Rural. Asociación Rural del Paraguay. [Exposiciones agropecuarias]. 265 (3) 2011: 233-242