

Concentraciones de fósforo en suelos bajo sistema silvopastoril de *Acacia mangium* con *Brachiaria humidicola*¹

Alejandro Velasco², Muhammad Ibrahim³, Donald Kass³,
Francisco Jiménez³, Galileo Rivas Platero³

Palabras claves: fracciones de fósforo, hojarasca, micorrizas, Panamá

PHOSPHOROUS CONCENTRATIONS IN ACID SOILS UNDER A SILVOPASTORAL SYSTEM OF *Acacia mangium* WITH *Brachiaria humidicola*

RESUMEN

Se estudió el efecto de *Acacia mangium*, a baja y a alta densidad (120 y 240 árboles ha⁻¹, respectivamente), en las concentraciones de P total, P orgánico y P disponible en el suelo de pasturas de *Brachiaria humidicola* en Calabacito, Panamá. Las concentraciones de P total y P disponible fueron más bajas ($p < 0.05$) en la época seca que en la húmeda (227 vs 259 y 1.7 vs 3.7 mg l⁻¹, respectivamente); no se detectaron cambios en el P orgánico entre estaciones. Las concentraciones de P en el suelo en todas sus formas, fueron mayores en: 1) las pasturas con árboles que en la pastura en monocultivo y 2) alta que a baja densidad de *A. mangium*. Se concluye que la integración de *A. mangium* en pasturas de *B. humidicola* mejoró significativamente los niveles de P en el suelo.

SUMMARY

The effect of *Acacia mangium*, at low and high (120 and 240 trees ha⁻¹) densities, on total P, organic P and available P concentrations in the soil under *Brachiaria humidicola* pastures in Calabacito, Panama was studied. Total P and available P concentrations were lower ($p < 0.05$) in the dry than in the wet season (227 vs 259 and 1.7 vs 3.7 mg l⁻¹, respectively); no seasonal differences in organic P were detected. Soil P concentrations, in all forms, were greater under the pasture with trees than under the pasture monoculture and were greater with the higher than the lower tree density. It was concluded that the incorporation of *A. mangium* in *B. humidicola* pastures significantly improved P levels in the soil.

INTRODUCCIÓN

Cerca del 55% de los suelos tropicales son Oxisoles y Ultisoles ácidos (Sánchez y Salinas, 1981) y deficientes en P (Bertsch, 1995), lo que es crítico en sistemas agroforestales (Szott y Kass, 1993). *Acacia mangium*, una especie que forma asociaciones con hongos micorrizicos vesículo arbusculares (Cruz y Yantasath, 1993), adaptada a suelos ácidos, es promisoría para mejorar el contenido y disponibilidad de P en el suelo. El objetivo de este estudio fue determinar el aporte de P por *A. mangium* en un sistema silvopastoril con *Brachiaria humidicola*, una gramínea bien adaptada a suelos ácidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la estación experimental de Calabacito, Panamá (2500 mm año⁻¹ y 27°C, altitud 100 m). Los suelos son Ultisoles (pH (H₂O) = 4.9, Al

4.3 meq/100 g suelo). Los tratamientos fueron: (1) *B. humidicola* en monocultivo (BM); (2) *B. humidicola* con *A. mangium* a baja densidad (120 árboles ha⁻¹, BAB); y (3) *B. humidicola* con *A. mangium* a alta densidad (240 árboles ha⁻¹, BAA). El diseño fue completamente al azar con cuatro repeticiones en parcelas de 2000 m². Los árboles de *A. mangium* se plantaron en 1993 a 3 m entre árboles y 8 m entre hileras (416 árboles ha⁻¹) y se ralearon en octubre 1997 a las densidades indicadas anteriormente; *B. humidicola* fue sembrada en agosto 1994. El pastoreo se inició en 1995 con un manejo flexible de dos unidades animales (UA) ha⁻¹ en la época lluviosa y 1 UA ha⁻¹ en la época seca, con ciclos de tres días de pastoreo y 24 días de descanso.

Se utilizó el método de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975) para determinar la cantidad de hojarasca

¹ Basado en Velasco A (1998) Productividad forrajera, aporte de fósforo foliar y dinámica de los hongos endomicorrizicos y lombrices, en una pradera de *Brachiaria humidicola* sola y en asocio con *Acacia mangium*. Tesis Mag Sc CATIE, Turrialba, Costa Rica. 87 p. ² MSc Agroforestería Tropical, CATIE, 1998. ³ CATIE, Turrialba, Costa Rica. mibrahim@catie.ac.cr; dkass@catie.ac.cr; fjimenez@catie.ac.cr; grivas@catie.ac.cr



Durante la época húmeda, las concentraciones de fósforo total, orgánico y disponible fue significativamente mayor en los sistemas con *A. mangium* que en el monocultivo de *B. Humidicola* (Foto J C. Camargo)

producida mensualmente por *A. mangium*. Se recolectaron muestras de hojarasca para determinar la concentración de P y se muestreó el suelo en la época seca (febrero-abril) y lluviosa (junio-julio) para analizar el P total (digestión con HClO₄), P orgánico (ignición y extracción con H₂SO₄) y P disponible (Olsen modificado). En las parcelas con *A. mangium* se muestreó el suelo bajo y fuera de la influencia de la copa de los árboles y se cuantificó la población de micorrizas bajo el sistema de *A. mangium*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de P en la hojarasca de *A. mangium* fue de 0.08%, aportando 7 y 4.5 kg ha⁻¹ año⁻¹ a alta y a

baja densidad, respectivamente. El P total y el P disponible fueron significativamente mayores ($p < 0.05$) en la época húmeda que en la época seca (259 vs 227; 3.7 vs 1.7 mg l⁻¹, respectivamente); el P orgánico no varió entre épocas. La mayor concentración de P en la época húmeda pudo estar relacionada con un mayor contenido de humedad y mayor actividad biológica del suelo (Velasco *et al.*, 1998). Durante la época húmeda, la concentración de P total, P orgánico y P disponible fue significativamente mayor en los sistemas con *A. mangium* que en el monocultivo de *B. humidicola*. En los sistemas con *A. mangium* se observaron mayores contenidos de P a alta que a baja densidad (Cuadro 1). En la época húmeda, la concentración de P total, P orgánico y P disponible fue siempre mayor bajo la copa de *A. mangium* que fuera de ella, pero no se encontraron diferencias en la época seca (Cuadro 2). La mayor concentración de P encontrado en los sistemas con *A. mangium* pudo estar relacionado con la mayor población micorrizica (Figura 1) (Velasco *et al.*, 1998). Estudios realizados en suelos volcánicos del trópico húmedo mostraron que la integración de *Erythrina berteroana* en un sistema silvopastoril con *Brachiaria brizantha* no incrementó el P en el suelo (Esquivel *et al.*, 1998). La deficiencia de P limita la producción de la pastura (Sánchez y Salinas, 1981).

Cuadro 1. Concentración de P total, P orgánico y P disponible en el suelo en monocultivos de *Brachiaria humidicola* (BM) y en asociaciones con *Acacia mangium* a 120 árboles ha⁻¹ (BAB) y a 240 árboles ha⁻¹ (BAA) en diferentes épocas. Calabacito, Panamá, 1998.

	Sistema	Época	
		Seca	Húmeda
P total (mg l ⁻¹)	BM	229 a ¹	232 c
	BAB	217 a	253 b
	BAA	236 a	292 a
P orgánico (mg l ⁻¹)	BM	80 a	81 b
	BAB	81 a	92 a
	BAA	85 a	99 a
P disponible (mg l ⁻¹)	BM	1.7 a	2.7 c
	BAB	1.7 a	3.8 b
	BAA	1.6 a	4.5 a

¹ Cifras con la misma letra en una columna no difieren significativamente, prueba Tukey ($p < 0.05$).

La integración de *Acacia mangium* en sistemas silvo-pastoriles con *Brachiaria humidicola* aumentó la concentración de P en el suelo y esto puede mejorar el rendimiento de las pasturas (Foto: J.C. Camargo)



Cuadro 2. Contenido de P total, P orgánico y P disponible en el suelo bajo o fuera de la copa de *Acacia mangium* en diferentes épocas. Calabacito, Panamá.

	Sistema	Época	
		Seca	Húmeda
P total (mg l ⁻¹)	Bajo	225 a ¹	291 a
	Fuera	228 a	254 b
P orgánico (mg l ⁻¹)	Bajo	83 a	100 a
	Fuera	83 a	93 b
P disponible (mg l ⁻¹)	Bajo	1.6 a	4.3 a
	Fuera	1.6 a	3.9 b

¹ Cifras con la misma letra en una columna no difieren significativamente, prueba de Tukey. (p<0.05).

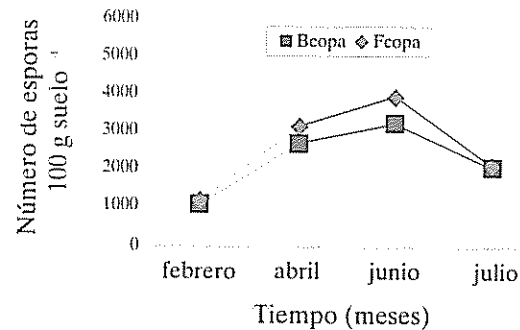


Figura 1 Variación temporal del número de esporas de hongos micorrizicos bajo (Bcopa) y fuera (Fcopa) de copa de *Acacia mangium* en potreros de *Brachiaria humidicola* Calabacito, Panamá, 1998

CONCLUSIÓN

La integración de *A. mangium* en sistemas silvopastoriles con *B. humidicola* aumentó la concentración de P en el suelo y esto puede mejorar el rendimiento de las pasturas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Bertsch F (1995) La fertilidad de los suelos y su manejo. San José. Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 164 p.
 Cruz De La RE and Yantasath K (1993) Symbiotic associations in *Acacia mangium* Growing and Utilization. Eds. K Awang y D Taylor Bangkok, Tailandia pp 101-111

Esquivel J, Ibrahim M, Jiménez F y Pezo D (1998) Distribución de nutrientes en el suelo en asociaciones de poró (*Erythrina berteroana*), madero negro (*Gliricidia sepium*) o *Arachis pintoi* con *Brachiaria brizantha*. Agroforestería en las Américas 5(17-18): 39-43
 Haydock KP and Shaw NH (1975) The comparative method for estimation of dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 15:169-171
 Sánchez PA and Salinas JS (1981) Low-input technology for managing Oxisols and Ultisols in Tropical America. Advances in Agronomy 34: 279-398
 Szott LT and Kass D (1993) Fertilizers in agroforestry systems. Agroforestry Systems 23:157-176
 Velasco J, Rivas G y Ibrahim M (1998) Hongos endomicorrizicos asociados a un sistema silvopastoril. In: Memorias de II Simposio Nacional de la Simbiosis Micorriza. 4-6 noviembre. 1998. Colima México 2 p