

EFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS EN LA DINÁMICA DEL FÓSFORO E INDICADORES DE ACTIVIDAD BIOLÓGICA SOBRE EL RENDIMIENTO DEL FRIJOL EN UN SUELO ACRUDOXIC MELANUDAND¹

Francisco Leonel López²
Donald C L Kass³

Palabras clave: Cultivos en callejones, poró (*Erythrina pouppigiana* Urb.), mucuna (*Mucuna deeringiana* Bort.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), enmiendas orgánicas, fósforo, masa microbiana, rendimiento del cultivo.

RESUMEN

El balance de fósforo, fósforo en la masa microbiana del suelo, la población de lombrices y el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se evaluaron en un suelo Acrudoxic Melanudand fino, mezclado, isotérmico. Los tratamientos incluyeron: estiércol de vaca, *Mucuna deeringiana* (Bort.) Small como abono verde y de *Erythrina berteroana* Urb., ambos como cobertura y en sistemas de cultivo de callejones con 4 y 6 m entre líneas de árboles. Los tratamientos con coberturas de mucuna y erythrina fueron los que presentaron mejores balances de fósforo, mayores poblaciones de lombrices y mejores rendimientos de frijol.

EFFECT OF ORGANIC AMENDMENTS ON PHOSPHORUS DYNAMICS AND INDICATORS OF BIOLOGICAL ACTIVITY ON BEAN YIELD IN AN ACRUDOXIC MELANUDAND

ABSTRACT

The phosphorus balance, earthworm populations, P in the microbial biomass, and the yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) was determined on an Acrudoxic Melanudand fine, mixed, isothermic. Treatments included: dairy manure, *Mucuna deeringiana* (Bort.) Small as a green manure, and *Erythrina berteroana* Urb., both as a mulch and in alley farming systems with four and six meter rows. The erythrina mulch and mucuna green manure treatments resulted in better phosphorus balances, higher earthworm populations and increased bean yield. ♦

Los cultivos en callejones y algunas prácticas de conservación de suelos como las coberturas orgánicas, mejoran la disponibilidad de fósforo, la fijación de nitrógeno (Kass, 1989), el reciclaje de nutrimentos y la fertilidad del suelo por medio de la masa microbiana (Jenkinson y Ladd, 1981; Salas, 1987) y de la macrofauna (Fraile, 1989).

El fósforo es frecuentemente considerado como el elemento más limitante en los sistemas agroforestales por su baja disponibilidad (Sánchez, 1981; Palm *et al.*, 1989; Fassbender, 1993).

En este estudio se evaluó el efecto de los cultivos en callejones a cuatro y seis metros, mulch de poró (*Erythrina berteroana* Urb.), mucuna (*Mucuna deeringiana* Bort.) y estiércol bovino sobre el rendimiento del frijol, la dinámica del fósforo y su relación con la masa microbiana y la población de lombrices.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Finca Experimental La Montaña del CATIE, a 83° 38' O y 09° 53' N, en Turrialba, Costa Rica. El sitio está ubicado a 950 msnm, en la zona de vida de Bosque muy Húmedo Premontano, con una temperatura media anual de 20.5° C y con 2636 mm/año. El suelo es un Acrudoxic Melanudand de mineralogía mezclada, textura fina y temperatura isotérmica. En la camada superficial posee un 7% de materia orgánica y un alto contenido de ácidos húmicos. Se caracteriza por ser muy meteorizado, pobre en bases y tener una alta saturación de aluminio.

¹ Basado en: LÓPEZ B. L. F. 1996. Comparación de la dinámica de fósforo en cultivos en callejones y coberturas orgánicas para frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en San Juan Sur, Turrialba, Costa Rica.

² M.Sc. en Agroforestería, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

³ Profesor/investigador, CATIE, Turrialba, Costa Rica. E-mail: dkass@catie.ac.cr

Se evaluaron seis tratamientos dispuestos en bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos incluyeron: 1) cultivos en callejones de 4 m de ancho, 2) cultivos en callejones de 6 m de ancho; 3) mulch de poró; 4) cobertura de mucuna, 5) estiércol bovino y 6) sin enmienda. Las enmiendas fueron aplicadas a razón de 0.8 kg/m² sobre el suelo, una semana antes de la siembra del frijol. En cada enmienda se determinó el contenido de materia seca y fósforo aportado al sistema (López, 1996).

Se evaluó la actividad biológica en el suelo, empleándose el método de marco (25 cm x 25 cm x 10 cm) para el conteo y pesaje de lombrices (Torres, 1995), las cuales fueron identificadas a nivel de especie. Para determinar el contenido de fósforo en la masa microbiana del suelo, se utilizó el método de Brookes *et al.* (1982; 1985).

Se realizaron tres muestreos de suelo: a la siembra del primero y segundo ciclo del frijol y durante la floración del segundo ciclo del frijol. Los muestreos se hicieron a una profundidad de 0-5 cm, abarcando un total de 25 submuestras por parcela para obtener una muestra compuesta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los mejores rendimientos se obtuvieron con el mulch de poró y con la cobertura de mucuna; el testigo fue superado significativamente por estos tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de enmiendas orgánicas (E, kg/ha) sobre la producción de frijol (R, kg MS/ha) fósforo microbiano (P, mg/kg suelo), número de lombrices (N/m²), peso de lombrices (pl, g/m²) y fósforo total del suelo (P_{tot}, mg/kg suelo), Costa Rica 1996

Tratamientos	E	R	P	N	pl	P _{tot}
S/enmienda	0.0	572b	57b	24bc	101a	1238a
4 m	1685a	408b	61a	23c	77b	1181a
6 m	897bc	423b	68a	23c	72b	1235a
Erythrina	1407ab	962a	62a	36a	102a	1394a
Mucuna	1692a	868a	49ab	27b	119a	1395a
Estiércol	697c	442b	50ab	25bc	126a	1204a

Valores con igual letra en las columnas son estadísticamente iguales (p<0.05, Duncan).

Los callejones a seis metros presentaron el mayor contenido de fósforo microbiano, seguido por el tratamiento de mulch. Este comportamiento en los callejones se debe a que el poró deposita constantemente hojas en el suelo, que al descomponerse liberan el fósforo en forma gradual, favoreciendo en forma continua la actividad microbiana. En los tratamientos de mulch y mucuna, las aplicaciones ocurren en un sólo evento, con aportes altos de fósforo que no se reflejan de inmediato en el aumento de la actividad microbiana. Brookes *et al.* (1982), reportan que al aumentar el fósforo microbiano hay mayor contenido de fósforo inorgánico disponible para las plantas, mejorando el balance de fósforo, ya que no se disminuye la fracción disponible del fósforo inorgánico en las reservas del suelo. El contenido de fósforo total fue similar en todos los tratamientos.

Cuadro 2. Balance de fósforo (P) en kg/ha, para el período febrero-mayo de 1996, Costa Rica.

	Entra	Sal	P-mic	Balance
S/enmienda	0.00	1.24a	17.28ab	-1.24
4 m	2.27b	1.04a	17.61a	+1.22
6 m	1.14c	0.98a	21.29a	+0.17
Poró	3.38a	1.00a	15.35ab	+2.38
Mucuna	2.24b	1.20a	18.66a	+1.04
Estiércol	2.93a	0.98a	17.90ab	+1.95

Cifras con igual letra en las columnas son estadísticamente iguales (p<0.05, Duncan).

La cantidad de fósforo extraída no difirió entre tratamientos (Cuadro 2). Los promedios de extracción variaron entre 0.98 y 1.24 kg/ha, siendo el testigo el que extrajo más. No se detectaron correlaciones significativas entre el P extraído y el rendimiento. La enmienda con mucuna aportó la mayor cantidad de fósforo al cultivo, seguido por el estiércol y el mulch.

Las cantidades de P extraído han disminuido en el tiempo. Tineo (1993) reportó que en un período de tres años, la cantidad de P extraído por el frijol fue menor año con año. La disminución puede deberse a la escasa disponibilidad en el suelo, ya sea por retención en partículas de suelo, disminución en la fertilidad natural (Fassbender y

Bornemisza, 1994) u otros desbalances nutricionales (López, 1996)

El mulch, la mucuna y el estiércol presentaron las mayores abundancias y biomasa de lombrices de *Pontoscolex corethrurus*. El estiércol presentó un promedio aceptable, pero su comportamiento fue muy variable. Tomando en cuenta que *P. corethrurus* es una especie geófaga muy agresiva, los resultados son aceptables para este tipo de suelo, pero son inferiores a los reportados por Fraile (1989) y Torres (1995) para suelos más fértiles. El fósforo microbioal presentó correlación negativa ($r = -0.78$, $p < 0.07$) con el número de lombrices. Según Lee (1985) las lombrices consumen microorganismos edáficos junto con el mantillo y el suelo.

CONCLUSIONES

Las enmiendas orgánicas de *Mucuna deeringiana* y de mulch de *Erythrina berteroana*, tienen un efecto positivo sobre las características biológicas y las propiedades químicas del suelo. Como parte de ese efecto aumenta la abundancia y la biomasa de *P. corethrurus*, de fósforo microbioal y se mantiene la productividad del frijol.



La mucuna fue la mejor enmienda *in situ* y el mulch, una enmienda *ex situ* que aporta fósforo al sistema y que mejora su disponibilidad por medio de la actividad biológica. ♦

BIBLIOGRAFÍA

- BROOKES, P.C.; POWLOSON, D.S.; JENKINSON, D.S. 1982. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. *Soil Biology and Biochemistry* (G B) 14: 319-329
- _____; LANDMAN, A.; PRUDEN, G.; JENKINSON, D.S. 1985. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology and Biochemistry* (G B) 17: 837-842
- FASSBENDER, H.W. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2 ed. CATIE. Serie de Materiales de Enseñanza no 29 p. 395 - 422
- _____; BORNEMISZA, E. 1994. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Ed. por Hans W Fassbender, Elemer Bornemisza. 2a ed. San José, IICA p. 255-306
- FRAILE, J. 1989. Población de lombrices de tierra (*Oligochaeta Annelidae*) en una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Erythrina poeppigiana*, en una pastura asociada con árboles de *Cordia alliodora*, una pastura sin árboles y vegetación a libre crecimiento, en el CATIE, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 235 p.
- JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. 1981. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. *Soil Biochemistry* (EE UU) 5:415-471
- KASS, D. L. 1989. Cultivo en callejones de cultivos alimenticios con leguminosas leñosas en Costa Rica. *In: Avances en la investigación agroforestal* (1985, Turrialba, C.R.) 1990. Memoria del Seminario. Ed. por J.W. Beer, H.W. Fassbender, J. Heuveldop. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 147 p. 222-236
- LEE, K.E. 1985. Earthworms their ecology and relationship with soils and land use. Orlando, Fla., EE UU, Academic Press. 416 p.
- LÓPEZ B, F. L. 1996. Comparación de la dinámica de fósforo en cultivo en callejones y coberturas orgánicas para frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en San Juan Sur, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R., CATIE. 101 p.
- PALM, C.A.; MCKERROW, A.J.; GLASENER, K.M.; SZOIT, L.T. 1989. Agroforestry systems in low land tropics: is phosphorus important? *In: Regional Workshop* (3r, 1989,

Con este trabajo se demostró que las enmiendas orgánicas de *Mucuna deeringiana* y de mulch de *Erythrina berteroana*, tuvieron un efecto positivo sobre las características biológicas y las propiedades químicas del suelo, manteniéndose la productividad del frijol (Foto L. López)

- Maracay, Ven) 1989 Phosphorus cycles in terrestrial and aquatic ecosystems. Ed. por Tiessen, Holm; López-Hernández, Danilo; Salcedo, Y. Maracay, Ven SCOPE - UNEP p 134-141
- SALAS, G. DE LAS.** 1987 Suelos y ecosistemas forestales; con énfasis en América tropical San José, C R IICA 447 p
- SÁNCHEZ, P.A.** 1981 Suelos del trópico, características y manejo. Trad E Camacho. San José, C R IICA 634 p
- TINEO B., A.L.** 1993 Erosión hídrica y análisis de transferencia de N, P, K, Ca y Mg, en una rotación frijol - maíz con prácticas agronómicas de conservación de suelos, en tierras de ladera, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag Sc Turrialba, C R CATIE p 1-60
- TORRES M., M.I.** 1995 Características físicas, químicas y biológicas en suelos bajo pasturas de *Brachiaria brizantha* sola y en asocio con *Arachis pintoi* después de cuatro años de pastoreo en el trópico húmedo de Costa Rica Tesis Mag Sc Turrialba, C. R., CATIE 98 p ♦

Abril 1997

Estimado lector:



Hemos identificado a más de 3.000 personas sólo en América Latina que están trabajando con Sistemas Agroforestales. La Revista Agroforestería en las Américas le brinda información de actualidad sobre los avances de la agroforestería en la región.

Recuerde que con su suscripción se financia una parte de la producción de esta revista. Las tarifas de suscripción para 1997 son:

Países miembros de CATIE	US\$ 12 1 año	US\$ 22 2 años
América Latina - Caribe,	US\$ 15 1 año	US\$ 28 2 años
Asia y África		
Otros destinos	US\$ 35 1 año	US\$ 65 2 años

Suscríbase ya, adquiera gratis las ediciones sobre Huertos Caseros. En junio 1996, Tesis Agroforestales del CATIE, Jul-Dic 1996, ya quedan muy pocas copias !! (Oferta por tiempo limitado).

Para suscribirse envíe un cheque a nombre del CATIE girado contra un banco de los Estados Unidos o escríbanos indicando el número de su tarjeta de crédito VISA, fecha de vencimiento, y firma para facilitar su pago.

Revista Agroforestería en las Américas 7170 CATIE, Turrialba, Costa Rica. Teléfono: (506) 556 1789, Fax: (506) 556 7766 ó 556 1533. E-mail: agrofor@catie.ac.cr