

Abonos verdes y su influencia en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en sistema agroecológico **Green manure and its influence on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in agroecological system**

Marisol Rivero Herrada¹, Ramiro Remigio Gaibor Fernández¹, Juan José Reyes Pérez², Wilson Mozena Leandro³, Enderson Petrónio de Brito Ferreira⁴

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus Ing. Manuel Haz Álvarez, km 1,5 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas, Quevedo, Ecuador. CP 120554.

² Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná. Av. Los Almendros y Pujilí, Sector La Virgen. Edificio Universitario, La Maná, Ecuador. CP 050202.

³ Universidad Federal de Goiás. Rodovía Goiana. Nova Veneza, Km zero- Caixa Postal 131. Campus Samambá, Brasil. CP 74001.

⁴ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Santo Antonio de Goias, Brasil. CP 75375.

E-mail: mriveroh59@gmail.com

RESUMEN. Los abonos verdes han sido usados como productores de biomasa y suministradores de nutrientes y mantienen el potencial productivo del suelo en regiones tropicales. El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción de biomasa seca y la concentración y acumulación de nutrientes en plantas de abonos verdes, en dos sistemas de cultivo, sin asociar y asociadas con mijo y su influencia en el estado nutricional del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en sucesión en producción agroecológica. Fueron evaluadas cuatro leguminosas (*Canavalia ensiformis* Adans; *Cajanus cajan* (L.) Millsp.; *Crotalaria juncea* L.; *Mucuna pruriens* (L.) DC) y una gramínea (*Pennisetum glaucum* L.), utilizada para la asociación. En el experimento se utilizó un diseño de bloques al azar, con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Las plantas de abonos verdes fueron cortadas y dejadas en el suelo a los 60 días después de sembradas y el frijol fue sembrado a los 20 días después del corte de las plantas. Las variables evaluadas fueron, la producción y el contenido de nutrientes en la biomasa seca (BS) de los abonos verdes y el contenido de nutrientes en las hojas del frijol en sucesión. La producción de biomasa seca de los abonos verdes fue superior a 9,00 t ha⁻¹. Se destacaron mucuna con los mayores tenores de N, Ca, Mg y canavalia con los mayores tenores de K, Cu, Mn. La mayor acumulación de los nutrientes P, K y Ca se produjo en *Cajanus*. En mucuna se obtuvieron los mayores valores de N y Mg. La mayor relación C/N la alcanzó *crotalaria*.

Palabras claves: agroecosistema, análisis foliar, asociación de cultivos, leguminosas, manejo del suelo.

ABSTRACT. Green manures have been used as biomass producers and suppliers of nutrients and keep the soil productive potential in tropical regions. The objective of this study was to evaluate the production of dry biomass and nutrient concentration and accumulation in plants of green manure in two cropping systems, without associating and associated with millet and its influence on the nutritional status of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in succession in agroecological production. Four legumes (*Canavalia ensiformis* Adans; *Cajanus cajan* (L.) Millsp.; *Crotalaria juncea* L.; *Mucuna pruriens* (L.) DC) and one grass (*Pennisetum glaucum* L.) as association plant, were evaluated. A randomized block design was used, with eight treatments and four repetitions. The green manure plants were cut and left on the ground at 60 days after planting and bean was planted 20 days after cutting the manure plants. The evaluated variables were dried biomass production, nutrient content of green manure and nutrient content in leaves of beans in succession. The production of dry biomass of green manure was higher than 9.00 t ha⁻¹. Mucuna stood out with the greatest tenors of N, Ca, Mg, pork beans with the highest tenors of K, Cu, Mn. The greatest accumulation of P, K and Ca nutrients was in pigeon pea. The highest values of N and Mg were obtained in mucuna. Higher C / N relation was obtained in crotalaria.

Keywords: agroecosystem, leaf analysis, crop association, legumes, soil management.

INTRODUCCIÓN

El panorama agrícola actual en el mundo requiere procesos de cambio en los cuales se ofrezcan alternativas a los sistemas agronómicos de producción convencional, dados sus evidentes efectos negativos en lo social, económico, político, ambiental y cultural de los países. Una de las prácticas donde se aúnan estos principios agroecológicos son los abonos verdes (AV), su uso se fundamenta en el aprovechamiento de la energía solar, para producir biomasa vegetal de alta calidad nutricional, la cual posteriormente se adiciona o incorpora al suelo con miras de incrementar el contenido de materia orgánica rápidamente mineralizada, con incidencia positiva sobre algunas propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y consecuentemente en los rendimientos de los cultivos (Prager *et al.*, 2012).

No obstante, para viabilizar el uso de estas plantas en áreas tropicales, es necesario asociar propiedades agronómicas con las condiciones edafoclimáticas, además de los sistemas de manejo del suelo, en cuanto a si se prepara o no en sistema convencional o siembra directa y de cultivo con rotación, sucesión y asociación, buscando el mejor aprovechamiento del potencial de las especies vegetales (Carvalho y Amabile, 2006).

En este sentido, los abonos verdes se tornan fundamentales, para la región de sabana del centro de Brasil, pues ellos promueven la mejoría y sostenimiento de la calidad del suelo, además el aumento considerable de la materia orgánica y nutrientes, beneficiando los agroecosistemas. Con énfasis en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la producción de biomasa y acumulación de nutrientes de leguminosas sin asociar y asociadas con mijo y su influencia en el estado nutricional del frijol en sucesión en sistema de producción agroecológica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de la investigación

La investigación fue realizada en la Estación Experimental Agroecológica de la Empresa Brasileña de Investigaciones Agropecuarias, Embrapa Arroz y Frijol, localizada en el municipio Santo Antonio de Goiás, Brasil. El área experimental está ubicada a 16° 28' S y 49° 17' W, a 823 m por encima del nivel del mar. El clima, conforme clasificación de Köppen corresponde a tropical de sabana, megatérmico. El régimen pluvial es bien definido, con período lluvioso de octubre a abril y seco de mayo a septiembre, con precipitación media anual variando de 1024,0 a 1891,9 mm (Silva *et al.*, 2010).

El suelo utilizado fue un latosol rojo-amarillento (Santos *et al.*, 2013) de textura media, relieve moderadamente plano a levemente ondulado. Las características químicas del suelo están representadas en la tabla 1. El área experimental fue cultivada desde el 2007 a 2009, con frijol *Cajanus cajan* (L.) Mills, para producción de semillas y de 2009 a 2010 con *Mucuna pruriens* (L.) como abono verde.

Diseño experimental

El experimento se diseñó en bloques al azar en arreglo factorial de 4x2: cuatro leguminosas utilizadas como abonos verdes y dos sistemas de cultivo: leguminosas sin asociar y asociadas con el mijo (*Pennisetum glaucum* L.), con cuatro repeticiones. Las plantas de abonos verdes estudiadas fueron: frijol de puerco (*Canavalia ensiformis*, Adans.), mucuna (*Mucuna pruriens*), crotalaria (*Crotalaria juncea* L.), frijol gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Para establecer los tratamientos se sembraron las cuatro leguminosas sin asociar y las cuatro leguminosas en asociación con el mijo en enero 2011. Se utilizaron 8 semillas por metro lineal para mucuna y frijol de puerco y 35 semillas por metro lineal para crotalaria y

Tabla 1. Características químicas del suelo antes del experimento

| Profundidad | MO (%) | pH (CaCl ₂) | P -- mg dm ⁻³ -- | K ⁺ -- | Ca 2+ -- cmolc dm ⁻³ -- | Mg 2+ -- |
|-------------|-----------|----------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------|
| 0,00-0,20 m | 1,4 | 5,2 | 1,3 | 55 | 1,5 | 0,6 |

Leyenda: MO= materia orgánica. P = fosforo. K⁺ = potasio. Ca²⁺ = calcio. Mg²⁺ = magnesio

frijol gandul. El cultivo del mijo fue sembrado utilizando una cantidad de semilla de 2,5 g m⁻¹ intercalado entre las líneas de las leguminosas (asociación).

Las parcelas experimentales fueron de 22,5 m², constituidas de nueve líneas del cultivo con una distancia de 0,45 m entre líneas y 5 m de largo, el área útil de las parcelas fue delimitada por las cinco líneas centrales, desechando las dos líneas laterales en ambos lados y 0,50 m en los extremos de cada línea. Todos los cultivos de abono verde fueron cortados y dejados en la superficie del suelo a los 60 días después de la siembra, con el uso de equipo mecánico. Posteriormente a los 20 días después del corte, se realizó la siembra del frijol en sucesión, cultivar BRS Pontal, a una distancia de 0,45 m entre líneas, utilizando 10 semillas por metro lineal, bajo el sistema de siembra directa (sin herbicidas). Las necesidades hídricas del frijol común fueron atendidas usando un sistema de irrigación por aspersión.

Variables evaluadas

Biomasa seca de los abonos verdes: Se realizó después del corte de todas las plantas en su etapa de floración a los 60 días después de la siembra, según la metodología propuesta por Crusciol *et al.* (2005), las muestras fueron tomadas mediante el uso de un cuadrado de hierro de 0,25 m², con dos repeticiones por parcela. Seguidamente, fueron sometidas al secado en estufa por 72 horas y a 65 °C y pesadas para la obtención de la biomasa seca (BS) de las plantas.

Análisis del contenido de micro y macronutrientes en la biomasa seca de las plantas de abonos verdes: los residuos (sistema

aéreo de las plantas) fueron triturados en molino tipo Willey (malla de 2 mm), para la posterior determinación de las concentraciones y cantidad de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn y Zn (Nogueira *et al.*, 2005).

Relación C/N en la biomasa seca de los abonos verdes: para la determinación de la relación C/N de todo el sistema aéreo de las plantas de coberturas se determinó la concentración del carbono total del material vegetal cuantificada por el método colorimétrico (Cantarella *et al.*, 2001).

Análisis foliar del frijol: las muestras para la determinación de los nutrientes en las hojas de la planta de frijol se tomaron en el inicio de la floración, fueron compuestas de 20 submuestras, tomadas en forma aleatoria en diferentes puntos de la parcela (Fernández *et al.*, 2005). Fueron determinados el contenido de N, P, K, Ca, Mg, Cu, Mn y Zn, según metodología de Embrapa (1999). Los resultados de los análisis foliares fueron interpretadas por los Niveles Críticos o Franjas de Concentración (Malavolta *et al.*, 1997).

Análisis estadísticos

Se realizaron análisis de varianza de clasificación doble y comparaciones múltiples de medias (Tukey, $p \leq 0,05$). Los análisis se realizaron con el programa estadístico Statistica v. 10.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (tabla 2) indicó que no hay ningún efecto significativo de la interacción de los factores (leguminosas x sistemas de

Tabla 2. Biomasa seca (BS) y contenido de nutrientes en la BS de las plantas abonos verdes en producción agroecológica

| Tratamientos | BS t ha ⁻¹ | N g kg ⁻¹ | P g kg ⁻¹ | K g kg ⁻¹ | Ca g kg ⁻¹ | Mg g kg ⁻¹ |
|--------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| C. ensiformis | 9,57 | 1,81 b c | 0,21 b | 1,20 | 0,35 b | 0,11 b |
| C. juncea | 10,73 | 1,77 c | 0,23 a b | 1,03 | 0,88 a | 0,25 a |
| M. pruriens | 10,28 | 2,17 a | 0,23 a b | 1,03 | 1,26 a | 0,33 a |
| C. cajan | 10,12 | 2,13 a b | 0,32 a | 1,19 | 1,23 a | 0,31 a |
| Asociadas con mijo | 10,20 | 1,99 a | 0,25 a | 1,12 | 0,91 a | 0,25 a |
| Sin asociar | 10,14 | 1,96 a | 0,26 a | 1,11 | 0,98 a | 0,25 a |
| C.V. (%) | 23,50 | 12,66 | 27,42 | 16,57 | 38,67 | 31,77 |

Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$).

cultivo), ni para los factores independientes en la producción de biomasa seca de los abonos verdes. Para los contenidos de los macronutrientes en la biomasa seca de los abonos verdes, el análisis de varianza también mostró que no hay diferencias para la interacción de los factores, sin embargo, se encontraron diferencias significativas entre las leguminosas, para los factores independientes en los contenidos de N, P, Ca y Mg.

La mayor cantidad de biomasa seca (BS) fue encontrada en la crotalaria con 10,7 t ha⁻¹, superior a 6,00 t ha⁻¹ reportada por Ferreira *et al.* (2011) en condiciones edafoclimáticas similares. Resultados similares fueron encontrados por Pacheco *et al.* (2008) con producciones próximas a 9000 kg ha⁻¹ en el cultivo del maíz en condiciones tropicales.

El manejo agroecológico que antecedió por varios años en el área de estudio a la presente investigación, podrían determinar en el comportamiento de la producción de biomasa alcanzada superiores a 9,00 t ha⁻¹. Además, las condiciones ideales de luminosidad, temperatura y régimen de lluvias en la época de verano en la que se realizó la siembra de las leguminosas en monocultivo (sin asociar) y asociadas con mijo, pudo haber favorecido el crecimiento inicial de las plantas e influir en este resultado. La mucuna y el frijol gandul se destacaron con los mayores tenores de N, Ca, Mg y Zn. No fueron encontradas diferencias significativas para los micros y macronutrientes en la BS cuando las plantas fueron asociadas con el mijo en relación con las que no fueron asociadas.

El frijol gandul tuvo un contenido elevado de N y de P, mostrando sus posibilidades de mayor enraizamiento, absorción de agua y reciclaje de nutrientes desde las capas más profundas del suelo.

En cuanto a los contenidos de micronutrientes Cu, y Zn se presentaron diferencias significativas y el mayor contenido de Cu, fue alcanzado por el frijol de puerco, con diferencias significativas respecto al resto de las plantas de abonos verdes. El sistema de siembra de las plantas asociadas con mijo no presentó influencias en el contenido de los macro y micronutrientes.

Teodoro *et al.* (2011) señalan que las leguminosas que producen mayor cantidad de materia seca son, crotalaria, mucuna, frijol de puerco, siendo indicadas para abonos verdes en las condiciones de los trópicos. Ellas presentan elevado potencial para el incremento en la oferta de N a los sistemas de producción. Además, diversos estudios demuestran la posibilidad de incrementos de la biomasa y en la tasa de cobertura del suelo, con empleo del frijol gandul, por su crecimiento después de las primeras lluvias iniciadas en el período de primavera-verano (Bordin *et al.*, 2008). Los valores de macronutrientes N, P, K, extraídos por la parte aérea de las plantas evaluadas se encuentran en el rango reportado por Malavolta (1980).

La tabla 3 muestra la acumulación de macronutrientes en los cultivos de abonos verdes. El frijol gandul acumuló mayores cantidades de P, Ca y Mg con valores de 30,8 kg ha⁻¹, 124,8 kg ha⁻¹, 31,3 kg ha⁻¹, respectivamente, con diferencias significativas con el frijol de puerco. Por tanto esa leguminosa hizo una acumulación significativa de estos nutrientes, para el sistema de producción agroecológico. Las plantas leguminosas asociadas con mijo no mostraron diferencias significativas para cantidad de nutrientes acumulados a los 60 DDS. Los resultados demuestran que generalmente los abonos verdes presentaron una significativa

Tabla 3. Micronutrientes en la biomasa seca (mg kg⁻¹) de las plantas de abonos verdes en producción agroecológica

| Tratamientos | Cu | Mn | Zn |
|---------------------------|----------|---------|----------|
| C. ensiformis | 56,1 a | 118,4 a | 17,9 b |
| C. juncea | 48,6 c | 115,6 a | 19,9 a b |
| M. pruriens | 42,6 b c | 112,0 a | 20,9 a |
| C. cajan | 41,2 c | 118,2 a | 21,4 a |
| Asociadas con mijo | 45,9 a | 118,1 a | 20,6 a |
| Sin asociar | 48,4 a | 114,0 a | 19,5 a |
| C.V. (%) | 10,16 | 6,00 | 9,42 |

Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$).

acumulación de nutrientes en su biomasa seca. La acumulación de N en las leguminosas fue en el rango 173,4 a 223,7 kg ha⁻¹, superiores a los logrados por Boer *et al.* (2007), en la región de sabana tropical con 121 kg ha⁻¹ de N acumulado.

En la acumulación de K no se mostraron diferencias significativas entre las leguminosas en monocultivo y asociadas con mijo. La acumulación de N, P, K, alcanzado por el frijol gandul, 217 kg ha⁻¹, 30,8 kg ha⁻¹ 118,3 kg ha⁻¹ respectivamente, fueron superiores a los encontrados por Borket *et al.* (2003) en condiciones de sabanas tropicales de Brasil. Por otra parte se destaca el potencial de las leguminosas herbáceas perennes en la liberación de nutrientes a los cultivos sucesores, en razón de la composición química de los residuos (Espindola *et al.*, 2006).

Los valores de la relación C/N (tabla 4) fueron considerados adecuados para las leguminosas en monocultivo, pues son de descomposición rápida y mayor velocidad de liberación de nutrientes. *C. juncea* fue la de mayor relación C/N, los valores inferiores fueron presentados por *M. pruriens* y *C. cajan*. También se reporta que el mijo presenta relación C/N de 30 o mayor, en la fase de florecimiento, todavía su descomposición ha sido bastante rápida en las condiciones de los cerrados, dificultando la acumulación de la paja para el sistema de siembra directa.

Según Wieder y Lang (1982) las especies de abonos verdes se agrupan en dos clases, una de descomposición rápida (leguminosas), y otras de descomposición lenta (gramíneas), siendo bien aceptado un valor de relación C/N próximo a 25. La utilización de residuos con mayor relación

C/N posibilita la descomposición más lenta, con incrementos en la disponibilidad de materia orgánica en el suelo y en la promoción de la liberación gradual de nitrógeno para los cultivos sucesivos en la producción agroecológica.

Las leguminosas cuando son cosechadas e incorporadas en etapas de pre-floración y/o floración, hacen un aporte de materia orgánica con una relación C/N media a baja (10 a 20), que las convierte en biomasa rápidamente reciclada por los organismos del suelo, lo cual asegura la disponibilidad temprana de nutrientes al cultivo establecido en asocio o rotación, además de aportar al suelo biomoléculas con efectos promotores de crecimiento, dado el estado fenológico en el cual se cortan. Las plantas a utilizar como abonos verdes pueden ser otras especies diferentes a las leguminosas como, por ejemplo, las gramíneas y las mismas arvenses acompañantes del cultivo (Prager *et al.* 2012).

Investigaciones realizadas en la región oriental de Cuba en el cultivo del maíz con diferentes tipos de abonos orgánicos en sistema agroecológico de producción, mostraron que fuentes orgánicas de relación C/N entre 11-12,2 % inciden positivamente en el rendimiento del cultivo (Buzón *et al.*, 2005).

El análisis foliar del estado nutricional de la planta de frijol (tabla 5) se encontraron diferencias significativas entre las leguminosas, para el fósforo (P) con el mayor valor de 7,7 g kg⁻¹ en la *C. juncea*. Comparando los tenores medio logrados con las clases de interpretación de nutrientes en las hojas del cultivo del frijol según Malavolta (1997), observamos que los tenores obtenidos en el estudio se encuentran en la clase adecuada para los nutrientes N, Ca, Mg y el P se presentan

Tabla 4. Nutrientes acumulados (kg ha⁻¹) y relación carbono nitrógeno en la biomasa de las plantas de abonos verdes en producción agroecológica

| Tratamientos | N | P | K | Ca | Mg | C/N |
|-----------------------------|---------|----------|---------|---------|--------|-----------|
| C. ensiformis | 173,4 a | 20,5 b | 114,3 a | 36,8 b | 11,0 b | 17,12 a b |
| C. juncea | 188,8 a | 28,7 a b | 112,8 a | 97,0 a | 26,3 a | 19,59 a |
| M. pruriens | 223,8 a | 23,2 a b | 103,2 a | 121,6 a | 32,1 a | 14,15 b |
| C. cajan | 217,0 a | 30,8 a | 118,3 a | 124,8 a | 31,3 a | 14,70 b |
| Asociadas con mijo | 204,8 a | 24,9 a | 113,6 a | 91,7 a | 25,2 a | 16,56 a |
| Sin asociar con mijo | 197,1 a | 26,4 a | 110,7 a | 98,4 a | 25,2 a | 16,22 a |
| C.V. (%) | 30,19 | 27,76 | 28,58 | 24,75 | 30,82 | 20,9 |

Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$).

Tabla 5. Macronutrientes en las hojas del frijol (g kg⁻¹) en sucesión en producción agroecológica

| Tratamientos | N | P | K | Ca | Mg |
|-----------------------------|------|---------|-------|-------|-------|
| C. ensiformis | 43,6 | 6,2 b | 11,7 | 17,0 | 5,5 |
| C. juncea | 47,0 | 7,7 a | 12,2 | 18,8 | 5,8 |
| M. pruriens | 42,8 | 6,4 a b | 12,4 | 18,3 | 5,5 |
| C. cajan | 44,5 | 6,8 a b | 13,7 | 16,5 | 5,8 |
| Asociadas con mijo | 43,2 | 6,9 a | 13,0 | 18,1 | 5,5 |
| Sin asociar con mijo | 45,7 | 6,6 a | 11,9 | 17,1 | 5,8 |
| C.V. (%) | 6,38 | 17,62 | 18,11 | 21,81 | 20,08 |

Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey $p \leq 0,05$).

en exceso, en clase alta, mientras que el K se encuentra deficiente, en clase baja.

Con relación al potasio (K) es significativo señalar que a pesar de no encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos, todos los valores fueron satisfactorios para la buena nutrición del cultivo de frijol común en sucesión, elemento muy importante en el cultivo, siendo demandado en mayor cantidad que el fósforo, pero menos que el nitrógeno, este elemento tiene gran movilidad dentro de la planta y no se encuentra formando parte de ningún compuesto de constitución, pero interviene en muchos procesos fisiológicos de la planta, entre ellos la presión osmótica de la célula, disminuyendo la transpiración y ayuda a la turgencia de la célula.

CONCLUSIONES

1. Las cuatro especies de leguminosas estudiadas, solas o en asocio con *P. glaucum*, aportaron rendimientos de biomasa seca superiores a 9 t ha⁻¹.

2. Se destacaron *M. pruriens* con los mayores contenidos de N, Ca y Mg (21,7; 12,6; 3,30 g kg⁻¹) respectivamente y *C. ensiformis* con los mayores contenidos de K, Cu, Mn (12,0; 56,1; 118,4 g kg⁻¹).

3. La mayor acumulación de nutrientes fue en *C. cajan* con 30,8 kg ha⁻¹ de P, 118,3 kg ha⁻¹ de K y 124 kg ha⁻¹ de Ca y en *M. pruriens* con los mayores valores de N y Mg (233,8 y 32,1 kg ha⁻¹), respectivamente.

4. La mayor relación C/N la alcanzó *C. juncea* con 19,59.

5. La asociación de *P. glaucum* con las especies leguminosas de abonos verdes no tuvo influencia significativa en ninguna de las variables evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boer, C. A.; R. Lara de Assis; G. Pereira Silva; A.J. Braga Pereira-Braz; A.L. De Lemos Barroso; A. Cargnelutti Filho; F. Ribeiro Pires: Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, Brasília, 422 (9): 1269-1276, 2007.

2. Bordin, I.; C.S.V. Neves; P. Francio; E.A. Preti; C. Cardoso: Crescimento de milheto e guandu, desempenho de plantas cítricas e propriedades físicas do solo escarificado em um pomar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 1409-1418, 2008.

3. Borket, C. M.; C.A. Guadêncio; J.E. Pereira; L.R. Pereira; A. Oliveira: Nutrientes minerales en la biomasa de la parte aérea en cultivos de coberturas del suelo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, Brasília, DF, 38 (1): 143-153, 2003.

4. Buzón, E. G.; M. Padilla; A. González; I.E. Elizagaray: Eficiencia en la absorción del N por el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) debido al efecto de abonos orgánico. *Cultivos Tropicales*, 26 (2): 73-77, 2005.

5. Cantarella, H.; H.C. Quaggio; B.V. Raij: Determinación da materia orgánica. In: B.V. Raij; J.C. Andrade; H. Canterella; J.A. Quaggio (ed.) Análisis Químico para evaluación de la fertilidad de suelos tropicales. 1.Ed. Campinas: Instituto Agronómico de Campinas, Brasil, pp.173-188, 2001.
6. Carvalho, A. M. y R. F. Amabile: Fertilización verde. Embrapa Cerrados, Brasília, Brasil. 2006, 369 p.
7. Crusciol, C. A. C.; R.L. Cottica; E.V. Lima; M. Andreotti; E. Moro; E. Marcon: Persistencia de paja y liberación de nutrientes del nabo forragero en el plantio directo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40 (2): 161-168, 2005.
8. EMBRAPA (Centro Nacional de Pesquisa de Solos): Sistema brasileiro de clasificación de suelos. 1 ed. Embrapa-CNPS, Rio de Janeiro, Brasil. 1999, 412p.
9. Espindola, J. A. A.; J.G.M. Guerra; D.L. Almeida; M.G. Teixeira; S. Urquiaga: Descomposición y liberación de nutrientes acumulados en leguminosas herbáceas perennes asociadas con banana. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30 (2): 321-328, 2006.
10. Fernández, F. A.: Molibdeno foliar y nitrógeno en frijol cultivado en el sistema de siembra directa. *Acta Scientiarum Agronomy*, 27(1): 7-15, 2005.
11. Ferreira, E. P. B.; L. F. Stone; P.L. Partelli; A.D. Didonet: Productividad del frijol común influenciada por plantas de cobertura y sistemas de manejo del suelo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15 (7): 695-701, 2011.
12. Malavolta, E.; G. C. Vitti; S. A. Oliveira: Elementos de nutrición mineral de plantas. Agronômica Ceres, São Paulo, Brasil. 1980, 215 p.
13. Malavolta, E.; G. C. Vitti; S. A. Oliveira: Evaluación del estado nutricional de las plantas: principios y aplicaciones. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS. Piracicaba, Brasil. 1997, 319 p.
14. Pacheco, L.P.; F.R. Pires; F.P. Monteiro; S.O. Procopio; R.L. Assis; M.L. Carmo; F.A. Petter: Comportamiento de plantas de cobertura membradas en el cultivo de la soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 43 (7): 815-823, 2008.
15. Prager, M.M.; O.E. Sanclemente Reyes; M. Sánchez de Prager; J. Miller Gallego; D.I. Angel Sánchez: Abonos verdes: tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos. *Agroecología*, 7: 53-62, 2012.
16. Santos, H. G., P.K.T. Jacomine; L.H.C. Anjos; V.A. Oliveira; J.F. Lubreras; M.R. Coelho; J.A. Almeida; T.J.F. Cunha; J.B. Oliveira: Sistema brasileiro de classificação de solos. 3ª ed. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, DF, Brasil. 2013, 20 p. ISBN 978-85-7035-198-2.
17. Silva, S.C.D.A.; A.B. Heinemann; R.L.F. Paz; A. De O. Amorim: Informaciones meteorológicas para pesquisa y planificación agrícola, referentes al año de 2009, del município de Santo Antônio de Goiás, GO. Embrapa Arroz e Feijão, Documento 256, Santo Antônio de Goiás, Brasil. 2010, 32 p.
18. Teodoro, R. B.; F.L. Oliveira; D.M.N. Silva; C. Favero; M.A. Quaresma: Aspectos agrónomicos de leguminosas para fertilización verde en Cerrado del Alto Valle de Jequitinhonha. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, 35(2):635-643, 2011.

Recibido el 10 de diciembre de 2015 y aceptado el 7 de febrero de 2016