

ABONOS VERDES Y SU INFLUENCIA EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L), EN CONDICIONES AGROECOLOGICAS

GREEN FERTILIZERS AND ITS INFLUENCE IN GROWTH AND DEVELOPMENT OF BEAN (*Phaseolus vulgaris* L) IN AGROECOLOGICAL CONDITIONS

Marisol Rivero Herrada^{1*}, Paula Marisol Plaza Zambrano¹, Ramiro Remigio Gaibor Fernandez¹, Wilson Mozena Leandro², Enderson Pretronio de Brito Ferreira³

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador

² Universidad Federal de Goiás. Escuela de Agronomía. Goiás, Brasil.

³ Embrapa Arroz y Frijol. Goiás, Brasil

RESUMEN

Diversos estudios han demostrado las ventajas del uso de leguminosas asociadas con gramíneas en el crecimiento de los cultivos en regiones tropicales. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de abonos verdes con dos sistemas de siembra y sistemas de labranza sobre el crecimiento y desarrollo del frijol. El experimento se realizó en un diseño de bloques al azar, con 16 tratamientos y cuatro repeticiones. Los abonos verdes fueron cortados y dejados en la superficie del suelo a los 60 días después de la siembra y el frijol sembrado en sucesión a los 30 días después de este manejo. Se evaluó el crecimiento del tallo a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra y el rendimiento en el momento de cosecha. La mucuna y el frijol de puerco presentaron mayor altura y diámetro del tallo. Las plantas de frijol alcanzaron un mayor crecimiento con las leguminosas asociadas con mijo y en el manejo del suelo con la siembra directa a los 45 días después de la siembra. El rendimiento agrícola no mostró diferencias significativas para los tratamientos, los valores oscilaron entre 3,3 y 4,4 Mg ha⁻¹.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., leguminosas, manejo del suelo.

ABSTRACT

Several studies have shown the advantages of using legumes associated with grasses growth and increased yields economic crops in agro-ecological production in tropical regions. The aim of this study was to evaluate the effect of green manures with two systems of planting and tillage systems on the growth and development of the beans. The experiment was conducted in a randomized block design, with 16 treatments and four replication. Green manures were cut and left on the soil surface 60 days after sowing and beans planted in succession to 30 after days of this operation. Stem growth was evaluated at 25, 35, 45 and 55 days after planting and the yield at the time of harvest. Mucuna pork and beans had a higher height and stem diameter. Bean plants reached higher growth associated with legumes millet and soil management with tillage at 45 days after planting. Agricultural output showed no significant differences for treatments, values ranged between 3.3 and 4.4 Mg ha⁻¹

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L., leguminosae, soil management.

INTRODUCCIÓN

La planta del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye una de las fuentes más importantes de proteínas, hidratos de carbono, fibra y minerales en la dieta humana en los países en vías de desarrollo de las áreas tropicales y subtropicales. Además de su calidad como alimento, posee la capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, dado que forma asociaciones simbióticas con bacterias que fijan nitrógeno atmosférico. A pesar de que muchas y diversas asociaciones contribuyen a la fijación simbiótica del nitrógeno, en la mayor parte de los sistemas agrícolas (80%) la fuente primaria de nitrógeno fijado se debe a la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa (Saburido y Herrera, 2015).

Los abonos verdes (AV) se consideran una práctica agroecológica multipropósito, con su uso se generan beneficios en el agroecosistema, pues suma dentro del manejo agronómico a la conservación y manejo del suelo, a la disponibilidad de nutrientes de los cultivos intercalados o en rotación, al uso eficiente de los recursos naturales, a prescindir o reducir el uso de insumos externos de síntesis química industrial (fertilizantes, herbicidas, biocidas) y a la seguridad y soberanía alimentaria dentro de las fincas tanto para los animales como para el grupo familiar. También está la contribución de los AV a la regulación del agua, al convertirse en reservorios y reguladores de humedad, de la temperatura del suelo y a la conservación del suelo y el agua, en general, como bienes finitos (Prager et al., 2012).

Estudios sobre leguminosas utilizadas como plantas de abonos verdes, en condiciones de suelos de sabanas tropicales, refuerzan el potencial de estas plantas para su uso en la fertilización verde, como alternativa para la economía de fertilizantes en la agricultura agroecológica. Uno de los grandes problemas que enfrenta el agricultor de estas regiones es que muchas veces cultivan en suelos depauperados debido a los años de explotación o a la escasez de reservas de nutrientes. Otro aspecto importante es la contribución ambiental, como la protección de los suelos, reduciendo las pérdidas por procesos como la lixiviación, erosión y otros

*Autor para correspondencia: Marisol Rivero Herrada
Correo electrónico: mrivero@uteq.edu.ec

Recibido: 18 de febrero de 2016

Aceptado: 07 de abril de 2016

que promueven pérdidas en la calidad de los suelos, sobre todo en ambientes tropicales (Teodoro *et al.*, 2011).

Esta mezcla resulta muy eficiente en las regiones de sabanas tropicales donde las altas temperaturas y las excesivas lluvias provocan la descomposición y mineralización rápida de la biomasa vegetal en la superficie del suelo, con esta asociación se regula la relación C/N, lográndose una relación intermedia en lo que desempeñan un papel fundamental las especies de gramínea, en este caso el mijo, permite una mayor permanencia de los residuos en la superficie del suelo y la liberación más lenta de los nutrientes de la biomasa de los cultivos de coberturas al suelo y por consiguiente un mejor aprovechamiento de estos por las plantas de cultivo en sucesión. El uso de especies leguminosas y gramíneas como abonos verdes o manejado en forma de acolchado orgánico en los agroecosistemas puede ser una alternativa al sistema convencional que utiliza el barbecho como fuente escasa de materia orgánica y nutrientes en la agricultura de pequeña escala (Sosa, 2013).

A pesar de las diversas investigaciones realizadas en el cultivo del frijol en los sistemas de producción agroecológica de la agricultura familiar en Goiás, Brasil, aun existen problemas de degradación del suelo, que afectan el crecimiento y los rendimientos del mismo. Por lo antes expuesto, este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro leguminosas y una gramínea utilizadas como abonos verdes sobre el crecimiento y rendimiento del frijol en condiciones agroecológicas en dos sistemas de siembra: sin asociar y asociadas, en sistemas de labranza de suelo convencional y siembra directa (sin labranza).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en la Estación Experimental Agroecológica de Embrapa, localizada en el municipio de Santo Antônio de Goiás, Brasil. La situación geográfica del área experimental es de 16° 28' S y 49° 17' W, a 823 m sobre el nivel del mar. El clima según la clasificación de Köppen es tropical de sabana, megatérmico. Presenta un clima tropical de sabana, megatérmico con un régimen pluvial bien definido, con período lluvioso de octubre a abril y seco de mayo a septiembre y precipitación media anual que varía de 1024,0 a 1891,9 mm en período considerado (Silva *et al.*, 2010).

El suelo utilizado fue un Latosol rojo-amarillento o ferralsol de textura media y un relieve ligeramente ondulado con 549 arcilla de g kg⁻¹, 106 g kg⁻¹ de limo y 345 g kg⁻¹ de are-

na (Santos *et al.*, 2013). Las características químicas del suelo antes del experimento en la capa de 0-0,20 m se muestran en la Tabla 1. El área tuvo un antecedente de producción agroecológica, cultivada desde 2007 a 2009 con el frijol gandul (*Pennisetum glaucum* L.), para la obtención de semillas y de 2009 a 2010 con mucuna (*Mucuna pruriens*).

Material genético

Las leguminosas empleadas como AV fueron, Frijol de puerco (FP; *Canavalia ensiformis*, Adans.), Mucuna (MU; *Mucuna pruriens*), Frijol gandul (FG; *Cajanus cajan* (L.) Millsp.), Crotalaria (C; *Crotalaria sp* L.) sin asociar y asociadas con la gramínea mijo (*Pennisetum glaucum* L.) utilizado para la asociación. El cultivo en sucesión a estas plantas de AV fue el frijol (*Phaseolus vulgaris* L), cultivar BRS Pontal.

Tratamientos y diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue en bloques al azar con cuatro repeticiones y arreglo factorial 4x2x2. Los tratamientos se constituyeron por las plantas de leguminosas y una gramínea como plantas de AV, dos sistemas de cultivos: las leguminosas sin asociar y asociadas con mijo y dos sistemas de labranza del suelo: convencional y siembra directa.

Las parcelas experimentales se establecieron en una superficie de 22,5 m² con nueve líneas espaciadas a 0,45 m y una longitud de 5 m. La siembra de las plantas de AV fue utilizando 8 semillas por metro lineal para mucuna y frijol de puerco y 35 semillas por metro lineal para crotalaria y frijol gandul. El cultivo del mijo fue sembrado utilizando 2,5 g m⁻¹ de semillas e intercalado entre las líneas de las leguminosas (asociación).

Todos los AV fueron cortados de forma mecánica y dejados en la superficie del suelo a los 60 días después de la siembra, en su etapa de floración. Posteriormente a los 30 días se sembró el frijol común, cultivar BRS Pontal a una distancia de 0,45 m entre hileras con 10 semillas por metro lineal. En el momento de la siembra del frijol los residuos de las plantas de AV fueron dejados en la superficie del suelo, para el sistema de siembra directa e incorporados al suelo para el sistema convencional.

Variables evaluadas

Altura y diámetro del tallo de la planta del frijol

Se evaluaron a los 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra, con una regla graduada y un pie de rey digital, respectivamente. La altura fue medida desde la base del tallo

Tabla 1. Características químicas del suelo antes del experimento
Table 1. Chemical characteristics of soil before the experiment

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

MO= materia orgánica, método: colorimetría. pH (CaCl₂): método potenciométrico. P = fósforo, y K⁺ = potasio, Ca²⁺ = calcio. Mg²⁺ = magnesio: método Oniani.

(3 cm del suelo), hasta la parte apical del tallo y el diámetro por la parte media del tallo, midiéndose 10 plantas por parcelas para cada variable.

Componentes del rendimiento agrícola en el cultivo del frijol

En el momento de la cosecha del frijol (90 días después de la siembra), se seleccionaron y colectaron 10 plantas del área útil de cada parcela, para realizar las evaluaciones de los componentes del rendimiento.

Número de vainas por planta. Fue determinado por la relación entre el número total de vainas y el número total de plantas evaluadas por tratamiento

Número de granos por vaina. Calculado por la relación entre el número total de granos y el número total de vainas por tratamiento.

Número de granos por planta. Fue determinado por la relación entre el número total de granos y el número total de plantas evaluadas por tratamiento.

Biomasa de 100 granos. Fue determinada por la cosecha al azar y pesaje de dos muestras de 100 granos por parcela. Posteriormente fue corregida la humedad del grano para el 13%.

Rendimiento. Se evaluó después de la cosecha, realizada a los 90 días después de la siembra del frijol común. Se tomaron las plantas del área útil de cada parcela y fueron secadas a pleno sol. Las mismas fueron sometidas a la trilla mecánica y posteriormente los granos fueron pesados con la humedad del 13%.

Análisis estadístico. Se realizaron análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey, $p=0.05$). Los valores promedio se consideraron diferentes estadísticamente cuando $p \leq 0.05$. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica v. 10.0 para Windows (StatSoft, Inc., 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura y diámetro del tallo de la planta del frijol

Las variables de crecimiento estudiadas no presentaron diferencias significativas para la interacción entre leguminosas, asociación y sistema de manejo de suelo. En el crecimiento del frijol común (Tabla 2) las variables altura y diámetro del tallo a los 25 días después de la siembra (DDS) mostraron diferencias significativas, para los sistemas de manejo del suelo solamente, con resultados favorables de 21,02 cm de altura y 3,36 mm de diámetro del tallo en la siembra directa, mientras que a los 45 DDS las plantas alcanzaron mayor altura y diámetro cuando las leguminosas fueron asociadas con mijo.

La planta de frijol alcanzó la mayor altura de 53,54 cm cuando se utilizó la mucuna, seguida por el frijol de puerco con 51,26 cm a los 45 DDS. Ambas leguminosas tuvieron diferencias significativas con la crotalaria. A los 45 DDS de sembrado el frijol, las plantas mostraron 4,97 cm más de altura, para el tratamiento con las leguminosas asociadas con mijo, en relación a las plantas sin asociar, mostrando rápido crecimiento y elevada producción de fitomasa que puede ser de hasta 10 000 kg ha⁻¹ y alta acumulación de nutrientes en condiciones de déficit hídrico, alta resistencia de sus residuos, pudiendo permanecer en la superficie del suelo hasta 130 días, en razón de su elevada relación C/N. Se considera también una planta mejoradora de las propiedades físicas del suelo por su capacidad de emitir un elevado crecimiento radicular que ayuda a la descompactación del suelo (Torres et al., 2008).

La variable de crecimiento diámetro mostró diferencias significativas para los sistemas de manejo del suelo a los 25 DDS, con el mayor valor del diámetro del tallo en la siembra directa y a los 35 DDS en las plantas de leguminosas asociadas con mijo. Este resultado demuestra que el manejo del suelo con la siembra directa y la asociación de cultivos pudieron influir en un mejor crecimiento del tallo de las plantas de frijol común.

Tabla 2. Altura y diámetro del tallo del frijol en sucesión con las plantas AV en producción agroecológica
Table 2. Height and stem diameter bean in succession with AV agroecological production plants

	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro	Altura	Diámetro
Trat	25	DDS	35	DDS	45	DDS	55	DDS
FP	20,38 a	3,32 a	56,53 a	4,88 a	51,26 ab	4,88 a	52,37 a	5,26 a
C	20,23 a	3,29 a	47,11 a	4,40 a	48,60 c	5,03 a	52,51 a	5,00 a
MU	19,96 a	3,25 a	52,46 a	5,47 a	53,54 a	4,89 a	53,58 a	5,10 a
GD	19,17 a	3,14 a	52,98 a	4,47 a	50,98 b c	4,89 a	56,63 a	5,05 a
Asociadas con mijo	20,09 a	3,25 a	55,93 a	5,10 a	53,58 a	4,99 a	54,81 a	5,17 a
Sin asociar con mijo	19,72 a	3,24 a	47,63 b	4,42 b	48,61 b	4,85 a	52,73 a	5,03 a
SD	21,02 a	3,36 a	52,41 a	4,83 a	52,05 a	4,80 b	52,99 a	5,12 a
SC	18,84 b	3,14 b	52,18 a	4,78 a	50, 14 b	5,04 a	54,59 a	5,08 a
CV %	16,21	11,87	20,44	26,2	5,05	9,57	12,49	17,90

Letras iguales no difieren para $P \leq 0.05$ según Tukey. FP = Frijol de puerco, MU= Mucuna, C = Crotalaria, GD = Frijol gandul. Asociadas con mijo- Asc y sin asociar con mijo- Sin asc. SD- Siembra directa. SC- Sistema convencional. CV- Coeficiente de variación.

La incorporación de la biomasa de los abonos verdes hace que se conviertan rápidamente en sustrato y sufra un proceso de mineralización en el suelo gracias a la acción de la biota presente. En un engranaje multifuncional, al inicio actúa principalmente la macro y mesobiota que trozan y consumen los materiales verdes. Vergara y Sanchez de Prager, (2012) señalan que con el uso de AV se estimula la actividad del micelio vivo de los hongos micorrizas arbusculares que tienen participación en la absorción de nutrientes por las raíces de las plantas, lo que demuestra su importancia en la conservación del suelo en ambientes degradados, especialmente en suelos de ladera fácilmente expuestos a procesos de erosión.

Por otra parte, acompañando esta actividad y durante todo el proceso, la microbiota degrada y transforma los materiales orgánicos en nutrientes minerales que las plantas pueden absorber con facilidad (Randhawa *et al.* 2005). El frijol de terciopelo o mucuna se destaca como la especie más utilizada como abono verde en cultivos de maíz, tanto en sistemas tradicionales en regiones tropicales de Centroamérica, como en otros programas de desarrollo en el mundo (Blanchart *et al.* 2006).

El frijol de puerco es una planta bien adaptada a condiciones ambientales adversas. En los cerrados de Brasil Central, puede ser sembrado hasta en el final del período de lluvias, debido a su resistencia a la sequía. Es utilizado en las áreas agrícolas de cerrado en asociación con maíz y cultivos perennes, ya que tolera el sobramiento parcial (Carvalho y Amabile, 2006).

De igual manera se comportó la altura del frijol en los sistemas de manejo del suelo, con los mejores resultados a los 25 y 45 DDS con 21,02 y 52,05 cm de altura respectivamente, en el sistema de siembra directa. Estos resultados coinciden con el buen crecimiento del frijol en condiciones agroecológicas encontrado por Ferreira *et al.* (2011), con efectos positivos de la asociación y el sistema de siembra directa en suelos similares de las sabanas tropicales de Goiás, Brasil. Con el uso de leguminosas, se incrementa el ciclaje del N gra-

cias al potencial de fijación de este elemento desde el estado gaseoso N_2 hasta formas amonificadas que posteriormente se bioacumulan en moléculas ricas en nitrógeno y que también, en parte, se nitrifican, sin embargo, hay otros elementos que pueden ser absorbidos, sintetizados y posteriormente devueltos al suelo tras la incorporación del material vegetal procedente de los restos de leguminosas (Prager *et al.* 2012).

Componentes del rendimiento agrícola

Número de vainas por planta

Se observaron efectos del sistema de manejo del suelo sobre el número de vainas por planta (Tabla 3) y no fueron encontradas diferencias significativas para la interacción de los factores. El frijol de puerco mostró el mayor número de vainas por planta con 14,25 con diferencias significativas con relación al resto de las leguminosas evaluadas. Respecto al sistema de manejo del suelo, se observaron diferencias significativas, el mayor valor fue de 13,00 vainas, fue encontrado en el sistema de siembra directa. También el manejo del suelo con las plantas de AV que acumulan y liberan nutrientes al agroecosistema a través de su fitomasa, pudieron influenciar en el mejor crecimiento y desarrollo de la planta y posibilitaron una mayor área efectiva para realizar la fotosíntesis y por consiguiente mayor número de vainas por planta en la planta frijol.

Número de granos por vaina

Se encontraron diferencias significativas para las leguminosas, el mayor número de granos por vainas fue de 5,93 alcanzado por el frijol de puerco, con diferencias significativas solamente con la mucuna, para los factores asociación y manejo de suelo no fueron mostradas diferencias significativas entre los tratamientos.

Esta leguminosa se encuentra entre las más utilizadas en condiciones tropicales, por su gran adaptabilidad a estas condiciones y la contribución de nutrientes que hace al suelo, debido a su elevada producción de fitomasa, constituye una importante protectora del suelo y del ambiente, lo que tribu-

Tabla 3. Rendimiento en sucesión con las plantas AV en producción agroecológica

Table 3. Yield in succession with AV agroecological production plants

Tratamiento	Vainas/planta	Granos/vainas	Granos/planta	Masa 100 (g)	Rend (Mg ha ⁻¹)
FP	14,25 a	5,93 a	84,00 a	30,00 a	4,41 a
C	12,00 b	5,62 ab	64,37 b	30,00 a	3,46 a
MU	11,43 b	5,50 b	63,62 b	30,00 a	3,30 a
GD	11,37 b	5,87 ab	70,68 b	30,00 a	3,45 a
Asociadas con mijo	12,75 a	5,78 a	74,25 a	29,00 a	3,83 a
Sin asociar con mijo	11,78 b	5,68 a	67,09 a	30,00 a	3,48 a
SD	13,00 a	5,81 a	72,62 a	30,00 a	3,96 a
SC	11,53 b	5,61 a	65,71 b	29,84 a	3,35 a
CV %	14,83	7,09	16,37	2,08	26,20

Letras iguales no difieren para $P \leq 0.05$ según Tukey. FP-Frijol de puerco, MU-Mucuna. C- Crotalaria, GD - Frijol gandul. SD- Siembra directa. SC- Sistema convencional. CV- Coeficiente de variación.

ta al buen desarrollo de las cultivos económicos en sucesión, como es el caso del frijol, determinando en este indicador del número de vainas por plantas y por consiguiente mayor rendimiento agrícola de la planta.

Número de granos por planta

Esta variable también se vio favorecida en el frijol de puerco, mostrando diferencias significativas con el resto de las leguminosas evaluadas. El mayor número de granos por planta fue de 84,00 y se obtuvo cuando se utilizó el frijol de puerco como planta de AV. Por otra parte cuando el suelo fue manejado con la siembra directa el número de granos por planta fue de 72,62 con diferencias significativas con la labranza del suelo convencional. El frijol de puerco utilizado como AV y planta de cobertura del suelo en la siembra directa, ha mostrado diversas ventajas en la producción agroecológica, pues contribuye a la fertilidad del suelo y tributa al buen desarrollo del frijol común, específicamente en este importante y determinante componente del rendimiento agrícola existe una relación muy estrecha entre el número de granos por planta y el rendimiento obtenido.

Biomasa de cien granos. En la biomasa de 100 granos no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 3). No hubo efecto de los sistemas de cultivo para las variables, número de granos por vainas y masa de 100 granos.

Rendimiento agrícola. El rendimiento del frijol no fue afectado por las plantas de AV en los dos sistemas de manejo del suelo. No se presentaron diferencias significativas en el rendimiento de frijol cultivado después de frijol gandul, crotalaria y mucuna tanto en siembra directa como en sistema convencional. El rendimiento agrícola del frijol osciló entre 3,3 y 3,4 Mg ha⁻¹ (Tabla 3). En el trabajo realizado por Cunha et al. (2011) la productividad de granos del frijol y maíz no fue alterada por los cultivos de AV en siembra directa y manejo convencional del suelo. Ferreira et al. (2011) no observaron efecto de crotalaria y del sorgo en el rendimiento de la planta del frijol bajo el sistema orgánico de producción; sin embargo, obtuvieron un rendimiento 33% superior en el sistema de siembra directa con relación al manejo convencional del suelo. Almeida et al. (2008) no observaron diferencias significativas en los rendimientos del frijol cultivado después del frijol gandul, crotalaria, mucuna y mijo.

Ferreira et al. (2011) refieren que los rendimientos de este cultivo en sistema orgánico pueden ser de 1.5 y 2.0 t ha⁻¹, bajo el sistema convencional y siembra directa, respectivamente. A su vez reportan una alta correlación del rendimiento en granos con la cantidad de N disponible por las plantas de abonos verdes. Los resultados analizados muestran que el uso de las plantas AV utilizadas en la asociación de leguminosas con el mijo y el manejo del suelo con el sistema de siembra directa, permiten la mejora del agroecosistema, proporcionando un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas y como consecuencia el incremento de los rendimientos comerciales.

CONCLUSIONES

Las leguminosas utilizadas como AV permitieron un buen crecimiento en altura y diámetro del tallo en el frijol, destacándose la mucuna y el frijol. Cuando estas fueron asociadas con mijo y cuando se utilizó la siembra directa, las plantas de frijol alcanzaron un mayor crecimiento en altura y diámetro a los 45 DDS. Las variables componentes del rendimiento vainas por planta, granos por vaina y granos por planta, mostraron diferencias significativas entre las leguminosas, destacándose el frijol de puerco. En la asociación con mijo, las plantas de frijol obtuvieron un mayor número de vainas por planta. En el sistema de siembra directa la planta de frijol desarrolló mayor número de vainas por planta y de granos por vainas con respecto al sistema convencional. El rendimiento agrícola no mostro diferencias significativas para los tratamientos, sin embargo, los valores obtenidos oscilaron entre 3,3 y 4,4 Mg ha⁻¹.

REFERENCIAS

- Almeida, V. P., Alves, M. C., Silva, E. C., Oliveira, S. A. 2008. Rotación de cultivos y propiedades físicas y químicas en Latossol Rojo de savana bajo preparación del suelo convencional y siembra directa en adopción. *Revista Brasileira de Ciencia del Suelo*, 32 (2): 1227-1237.
- Blanchart, E., Villenave, C., Viallatoux A., Barthès B., Girardin C., Azontonde A, Feller C. 2006. Long-term effect of a legume cover crop (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) on the communities of soil macrofauna and nematofauna, under maize cultivation, in southern Benin. *European Journal Soil Biology*, 42: 136-144.
- Carvalho, A. M y Amabile, R. F. 2006. Cerrado: adubação verde. Brasília, Embrapa Cerrados. 369 p.
- Cunha, E. Q., Stone, L. F., Moreira, J. A. A., Ferreira, E. P. B.; Didonet, A. D., Leandro, W. M. 2011. Sistemas de preparación del suelo y cultivos de cobertura en la producción orgánica de frijol y maíz. I – Atributos físicos del suelo. *Revista brasileira de Ciencia del Suelo*, 35 (2): 589-602.
- Ferreira, E. P. B., La Piedra, L. F., Partelli, P. L., Didonet, A. D. 2011. Produtividade de la planta del frijol común influenciada por plantas de cobertura y sistemas de manejo del suelo. *Revista brasileña de Ingeniería Agrícola y Medioambiental*, 15 (7): 695-701.
- Randhawa, P., Condron, L. Di H., Sinaj, S., McLenaghan, R. 2005. Effect of green manure. addition on soil organic phosphorus mineralization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 73 (1): 178-189.
- Teodoro, R. B., Oliveira, F. L., Silva, D. M. N., Favero, C., Quaresma, M. A. 2011. Aspectos Agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 635-643.
- Torres, J. L. R.; Pereira, M. G. 2008. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32 (4):1609-1618.
- Prager, M. M., Oscar E. S. R., Sánchez de P, M., Miller, G. J., Ángel, D. I. 2012. Abonos verdes: tecnología para el manejo agroecológico de los cultivos. *Agroecología* 7: 53-62

- Saburido, A. María Soledad y Herrera, E. A. (2015). El frijol en la era genómica. *Revista Digital Universitaria*, 16 (2).
- Santos, H. G, Jacomine P. K. T., Anjos L. H. C.; Oliveira V. A.; Lubreras J. F.; Coelho, M. R.; Almeida, J. A.; Cunha, T. J. F., Oliveira, J. B. (2013). Editores. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3ª ed. Brasília, DF; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
- StatSoft Inc. (2011). *Statistica. System reference*. StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA. 1098 p.
- Silva, S. C., Heinemann, A. B., Paz, R. L. F., Amorim, A. O. 2010. *Informaciones meteorológicas para investigación y planificación agrícola, referentes la año 2009, del municipio de Santo Antonio de Goiás, GO. Embrapa Arroz e Feijão*, 32 p. Documentos, 256.
- Sosa, R. B. A. 2013. *Dinámica del nitrógeno del suelo en sistemas de maíz Zeas mays. L y soya Glycines max L. bajo efectos e abonmos verdes*. Ph D. *Disertación*. Universidad Nacional de Colombia.
- Vergara, G. A. F y Sánchez de Prager, M. 2012. *Actividad biológica de hongos formadores de micorriza arbusculares en un suelo Humuc dystreupts cultivado con maíz y diferentes fuentes de fertilización*. *Revista Acta Agronómica*, 61 (5): 57-58.