



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

manuela@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago
de Cuba

Cuba

Rodríguez-Fernández, Pedro Antonio
EFECTO DE LA ROTACIÓN DE CULTIVOS Y EL RECICLAJE DE
RESIDUOS ÓRGÁNICOS SOBRE ALGUNOS INDICADORES DEL
CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)
Ciencia en su PC, vol. 1, núm. 3, 2018, Julio-Septiembre 2019, pp. 94-105
Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba
Cuba

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358468007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

**EFFECTO DE LA ROTACIÓN DE CULTIVOS Y EL RECICLAJE DE
RESIDUOS ÓRGÁNICOS SOBRE ALGUNOS INDICADORES DEL
CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)**

**EFFECT OF THE ROTATION OF CROPS AND THE RECYCLING OF
ORGANIC WASTE ON SOME INDICATORS OF THE GROWTH AND
PRODUCTIVITY OF THE BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Autor:

**Pedro Antonio Rodríguez-Fernández, pedroarf@uo.edu.cu. Universidad
de Oriente. Teléfono: 53-22-62-2396. Santiago de Cuba, Cuba.**

RESUMEN

*La investigación se realizó con el objetivo de evaluar la rotación frijol-maíz y frijol-frijol y la aplicación de alternativas orgánicas, tales como aplicación de cachaza, estiércol y humus de lombriz sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad del frijol, en un suelo pardo con carbonatos sialitizado cálcico. El experimento se realizó en condiciones de producción, en dos épocas de siembra: una en la campaña de frío, comprendida de septiembre/2016 a febrero/2017 (período óptimo); otra en la campaña de primavera, comprendida de marzo a agosto/2017 (período no óptimo), con una distancia de siembra de 0.60 m de camellón por 0.10 m de narigón. Se utilizó la variedad de frijol Delicia en rotación con el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.) variedad Tuzón, bajo un diseño experimental totalmente aleatorizado con 8 tratamientos y cuatro réplicas. Los resultados de la investigación reportaron que en la rotación frijol-frijol más humus de lombriz fue donde se obtuvieron los mejores resultados para los indicadores evaluados del crecimiento (longitud de la planta y masa fresca del follaje); nodulación (número de nódulos por planta nódulos efectivos por planta) y productividad (número de granos por vaina y el rendimiento comercial).*

Palabras clave: frijol, maíz, nodulación, residuos orgánicos.

ABSTRACT

The investigation was carried out with the objective of evaluating the rotation fríjol-corn and fríjol-fríjol and the application of alternative organic, such as application of phlegm, manure and worm humus about some indicators of the growth and productivity of the bean, in a Brown floor with carbonates calcic sialitizado. The experiment was carried out under production conditions, in two siembra times, one in the understood campaign of cold of september/2016 to february/2017 (good period) and another in the campaign of understood spring of march to august/2017 (non good period) with a distance of siembra of 0.60 m of ridge for 0.10 m of narigón. The variety of fríjol Delight was used in rotation with the cultivation of corn (Zea mays, L.) variety Tuzón, under an experimental design completely randomized with 8 treatments and four replicas. The results of the investigation reported that the rotation bean - bean more worm humus, it was where the best results were obtained for the evaluated indicators of the growth (longitude of the plant and fresh mass of the foliage); nodulation (number of nodules for plant effective nodules for plant) and of the productivity (number of grains for sheath and the commercial yield).

Key words: Bean, corn, nodulation, organic residuals.

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa más consumida en el mundo. Anualmente se producen alrededor de 18 millones de toneladas en ambientes tan diversos como América Latina, norte y centro de África, China, EUA, Europa y Canadá. Dentro de estos, América Latina es el mayor productor y consumidor, liderado por Brasil, México y Centroamérica y el Caribe (FAO, 2005; Ulloa, J., Rosas, Ramírez y Ulloa, B., 2011).

El frijol es especialmente importante en la nutrición de muchas personas; además, tiene gran importancia económica, pues genera ingresos para millones de pequeños agricultores, que de esta manera pueden satisfacer sus necesidades alimentarias y exportar los excedentes (Rodríguez, 2012a).

En Cuba esta leguminosa tiene gran importancia y se cultiva a lo largo y ancho del país, con un área total sembrada de 104 500 hectáreas en el año 2015 (ONEI, 2013). Sin embargo, la producción nacional satisface solo el 3 % de la demanda de consumo, por lo que es necesario importar alrededor de 110 000 toneladas cada año (Sueiro, Rodríguez y Cruz, 2011). Por tal motivo, una de las prioridades de la agricultura cubana en la actualidad es incrementar la producción de este cultivo con el empleo de tecnologías que sean amigables con el medioambiente.

De forma general las rotaciones en Cuba adolecen de la poca utilización de leguminosas como plantas capaces de restaurar las propiedades físicas y químicas del suelo, aspecto que aún debe ser más trabajado. Una rotación recomendable sería la siguiente: frijol con arroz y con maíz, también con algunas hortalizas de primavera: melón, calabaza, pepino y en otros lugares con boniato (Rodríguez, 2012a).

El cultivo del maíz es muy exigente de nitrógeno, es por ello que se debe rotar con el frijol, ya que este aporta grandes cantidades de nitrógeno al suelo. Consume alrededor de 100 a 150 kg de nitrógeno para producir unas 5 t/ha de granos. Hasta el presente, el maíz se siembra como un cultivo de rotación de las empresas agrícolas o por pequeños agricultores que, en su conjunto, se dedican a la producción de viandas, vegetales o al cultivo del tabaco (Rodríguez, 2012b).

La materia orgánica es parte esencial del suelo y es el principal componente que lo diferencia de la roca de la cual se formó. Un suelo o sustrato pobre en

ella tiene muy baja fertilidad y luce enfermizo, ya que la materia orgánica para el suelo o el sustrato es como la sangre para el cuerpo y no se pueden esperar buenos rendimientos si no se cuenta con un alto nivel de la misma en el sustrato o en el suelo (Rodríguez Nodal *et al.*, 2001).

El presente trabajo se propuso como objetivo determinar el efecto de los residuos orgánicos cachaza, estiércol vacuno y humus de lombriz aplicados a un suelo pardo con carbonatos sialitizado cálcico en condiciones de producción, sobre algunos indicadores del crecimiento, nodulación y productividad del frijol en rotación con frijol y maíz, en dos períodos de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó con el objetivo de evaluar la rotación frijol-maíz y frijol-frijol y la aplicación de alternativas orgánicas, tales como aplicación de cachaza, estiércol y humus de lombriz sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad del frijol, en un suelo pardo con carbonatos sialitizado cálcico.

El experimento se realizó en condiciones de producción, en dos épocas de siembra, una en la campaña de frío, comprendida de septiembre/2016 a febrero/2017 (período óptimo), y otra en la campaña de primavera, comprendida de marzo a agosto/2017 (período no óptimo), con una distancia de siembra de 0.60 m de camellón por 0.10 m de narigón. Se utilizó la variedad de frijol Delicia en rotación con el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.), variedad Tuzón, bajo un diseño experimental totalmente aleatorizado con 8 tratamientos y cuatro réplicas. Los datos estadísticos para cada variable respuesta fueron evaluados mediante análisis de varianza de clasificación simple y comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey al 1 %.

Las semillas de frijol, previo a la siembra, fueron inoculadas con una cepa de *Rhizobium phaseolus* y al igual que las de maíz. Todas las semillas utilizadas estaban certificadas.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en la investigación

No.	Descripción
1	Frijol + Frijol + Cachaza
2	Frijol + Frijol + Estiércol vacuno
3	Frijol + Frijol + Humus de lombriz
4	Frijol + Frijol (Sin bioproductos)
5	Maíz+ Frijol (Sin bioproductos)
6	Maíz + Frijol + Cachaza
7	Maíz + Frijol + Estiércol vacuno
8	Maíz + Frijol + Humus de lombriz

Los productos biológicos se aplicaron antes de la siembra, de forma esparcida y manualmente, a razón de 75 kg /ha, en base seca.

En todos los casos se realizaron las atenciones culturales a ambos cultivos.

Indicadores evaluados

- Longitud de las plantas (cm). Se determinó midiendo con una cinta métrica a los 30 días de sembrado.
- Masa fresca del follaje (g). Se pesó el follaje a los 45 días de sembrado con una balanza comercial.
- Número de nódulos por planta (u). En la fase de floración masiva.
- Nódulos efectivos por planta (u). Se determinó mediante corte longitudinal y la aparición de un color rojo escarlata en su interior.
- Número de granos por vaina (u). Por conteo directo en las vainas.
- Rendimiento comercial (t/ha). Se pesaron los granos de todas las plantas del área de cálculo, considerando la sumatoria de todas las cosechas, con el empleo de balanza comercial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El indicador longitud de las plantas en cm durante el período investigativo se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Longitud de las plantas (cm)

No	Tratamientos	Período óptimo Sept/2016- Feb/2017	Período no óptimo Marzo-Agosto/2017
1	Frijol + Frijol + Cachaza	17.240 ab	14.50 ab
2	Frijol+Frijol+E. vacuno	16.979 b	14.30 b
3	Frijol+Frijol+H. lombriz	17.599 a	14.775 a
4	Frijol+Frijol sin bioproductos	15.8150 ef	13.40 ef
5	Maíz+Frijol sin bioproductos	15.550 f	13.199 f
6	Maíz + Frijol + Cachaza	16.460 cd	13.900 cd
7	Maíz+Frijol+ E. vacuno	16.065 de	13.60 de
8	Maíz+Frijol+H. lombriz	16.750 bc	14.250 bc
CV (%)		3.8920	3.8955
Tukey		0.1353924	0.1043087

Letras iguales para (p= 0.01) no difieren estadísticamente.

El indicador longitud de las plantas (Tabla 2) refleja al T3 con la mayor media en ambos períodos experimentales, seguido por el T1, T2, T8, T6, T7, T4 y T5; respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre ellos. El T5 fue el de menor media estadística para ambos períodos, esto coincide con lo planteado por Minag-IIHLD (2000) acerca de la altura que pueden alcanzar las plantas de frijol de hábito de crecimiento determinado de 15 o más cm en todo su ciclo vegetativo.

La variable masa fresca del follaje en g durante el período experimental aparece en la Tabla 3.

Tabla 3. Masa fresca del follaje (g)

No	Tratamientos	Período óptimo Sept/2016- Feb/2017	Período no óptimo Marzo-Agosto/2017
1	Frijol + Frijol +Cachaza	155.50 b	141.50 b
2	Frijol+Frijol+E. vacuno	143.149994 c	130.199997 c
3	Frijol+Frijol+H. lombriz	160.600006 a	145.899994 a
4	Frijol+Frijol sin bioproductos	125.699997 g	114.25 g
5	Maíz+Frijol sin bioproductos	122.75 h	111.75 h
6	Maíz + Frijol + Cachaza	133.300003 e	121.300003 e
7	Maíz+Frijol+ E. vacuno	130.699997 f	118.800003 f
8	Maíz+Frijol+H. lombriz	137.350006 d	125.0 d
CV (%)		1.5068	1.5291
Tukey		0.4670914	0.4311093

Letras iguales para ($p= 0.01$) no difieren estadísticamente

Este indicador manifiesta al T3 con la mayor media en ambos períodos experimentales, seguido por el T1, T2, T8, T6, T7, T4 y T5; respectivamente. Este último fue el de menor media estadística para ambos experimentos.

La adecuada inoculación de una leguminosa con cepas efectivas provoca un aumento de la masa aérea de las plantas (Jiménez y Peña, 2000; Nápoles, Gómez, Costales, Freixas, Guevara, Meira, González-Anta, y Ferreira, 2011).

El número de nódulos por planta (Tabla 4) expone al T3 con la mayor media en ambos períodos experimentales, no existiendo diferencias significativas entre ellos; seguido por el T1 y T2 donde difieren estadísticamente. A continuación el T8, que no tiene diferencia significativa en ambos períodos, mientras que en un mismo período no existe diferencia significativa entre los tratamientos T8, T6 y T7. Igual ocurre entre los tratamientos T4 y T5, no existiendo tampoco diferencias para ambos períodos entre los tratamientos T3 y T1.

Tabla 4. Número de nódulos por planta (u)

No	Tratamientos	Período óptimo Sept/2016-Feb/2017	Período no óptimo Marzo-Agosto/2017
1	Frijol + Frijol +Cachaza	63.650002 a	47.5 a
2	Frijol+Frijol+E. vacuno	61.5999998 b	46.099998 abc
3	Frijol+Frijol+H. lombriz	64.650002 a	48.450001 a
4	Frijol+Frijol sin bioproductos	60.200001 cd	44.799959 c
5	Maíz+Frijol sin bioproductos	59.599998 d	44.299955 c
6	Maíz + Frijol + Cachaza	60.599998 bcd	45.400002 bc
7	Maíz+Frijol+ E. vacuno	60.400002 cd	45.0 bc
8	Maíz+Frijol+H. lombriz	61.049959 bc	45.799999 bc
CV (%)		2.0376	1.7763
Tukey		0.2800596	0.665296

Letras iguales para (p= 0.01) no difieren estadísticamente

Los nódulos efectivos por planta (Tabla 5) indican al T3 con la mayor media en ambos períodos experimentales, no existiendo diferencias significativas entre ellos; seguido de los tratamientos T1 y T2, respectivamente.

La nodulación efectiva es esencial para la simbiosis Rhizobium-leguminosa. Las plantas más susceptibles a la infección y capaces de producir nódulos efectivos deberían tener un mayor potencial para fijar más nitrógeno atmosférico. Sin embargo, este supuesto depende a menudo de otros factores, tales como el medioambiente y la selección de microsimbiontes.

Tabla 5. Nódulos efectivos por planta (u)

No	Tratamientos	Período óptimo Sept/2016-Feb/2017	Período no óptimo Marzo-Agosto/2017
1	Frijol + Frijol +Cachaza	36.650002 b	24.799999 ab
2	Frijol+Frijol+E. vacuno	35.150002 c	24.50 abc
3	Frijol+Frijol+H. lombriz	38.150002 a	25.10 a
4	Frijol+Frijol sin bioproductos	30.15 fg	23.40 de
5	Maíz+Frijol sin bioproductos	29.70001 g	23.15 e
6	Maíz + Frijol +Cachaza	32.400002 e	23.799999 cde
7	Maíz+Frijol+ E. vacuno	31.1 f	23.60 cde
8	Maíz+Frijol+H. lombriz	33.595998 d	24.10 bcd
CV (%)		4.3883	4.3067
Tukey		0.3273683	0.2316619

Letras iguales para (p= 0.01) no difieren estadísticamente

El número de granos por vaina (Tabla 6) refleja al T3 con la mayor media en ambos períodos experimentales, no existiendo diferencias significativas entre ellos.

Tabla 6. Número de granos por vaina (u)

No	Tratamientos	Período óptimo Sept/2016-Feb/2017	Período no óptimo Marzo-Agosto/2017
1	Frijol + Frijol +Cachaza	6.20 b	4.8 ab
2	Frijol+Frijol+E. vacuno	5.60 c	4.6 bc
3	Frijol+Frijol+H. lombriz	7.10 a	5.1 a
4	Frijol+Frijol sin bioproductos	4.60 ef	3.8 fg
5	Maíz+Frijol sin bioproductos	4.30 f	3.6 g
6	Maíz + Frijol +Cachaza	5.0 de	4.2 de
7	Maíz+Frijol+ E. vacuno	4.8 de	4.0 ef
8	Maíz+Frijol+H. lombriz	5.2 cd	4.4 cd
CV (%)		9.7314	9.9168
Tukey		0.06745683	0.09562819

Letras iguales para (p= 0.01) no difieren estadísticamente

El número de granos por vaina se corresponde con lo descrito en la Guía técnica para el cultivo del frijol en Cuba por el Ministerio de la Agricultura y el Instituto de Investigaciones Liliana Dimitrova (Minag, IIHLD, 2000).

El rendimiento comercial (Tabla 7) expresa al T3 con la mayor media en ambos períodos experimentales, seguido por el T1, T2, T8, T6, T7, T4 y T5; respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre ellos. El T5 fue el de menor media estadística para ambos períodos, lo cual corrobora que el humus de lombriz constituye una fuente de materia orgánica de alto contenido de nutrientes y es portador de sustancias bioestimuladoras que favorecen el crecimiento vegetativo y proporciona mejores rendimientos (Rodríguez, 2012a).

Tabla 7. Rendimiento comercial (t/ha)

No	Tratamientos	Período óptimo Sept/2016-Feb/2017	Período no óptimo Marzo-Agosto/2017
1	Frijol + Frijol +Cachaza	1.008500 b	0.666500 b
2	Frijol+Frijol+E. vacuno	0.969500 bc	0.631500 c
3	Frijol+Frijol+H. lombriz	1.106500 a	0.698000 a
4	Frijol+Frijol sin bioproductos	0.836100 f	0.499500 f
5	Maíz+Frijol sin bioproductos	0.703000 g	0.475000 g
6	Maíz + Frijol +Cachaza	0.905500 de	0.562000 e
7	Maíz+Frijol+ E. vacuno	0.851000 ef	0.563500 e
8	Maíz+Frijol+H. lombriz	0.922000 cd	0.581500 d
CV (%)		7.5961	2.2060
Tukey		0.01550484	0.002880972

Letras iguales para (p=0.01) no difieren estadísticamente

Los niveles productivos del cultivo poseen una relación directa con la exportación de nutrimentos en los diferentes órganos de las plantas (Abd-Alla, 2011; Rodríguez, 2012b; Rodríguez, 2017b).

Los mejores resultados para todos los indicadores evaluados durante la investigación en el período óptimo de siembra eran de esperarse, pues las condiciones medioambientales son favorables para el establecimiento del cultivo principal dentro de una rotación (Rodríguez, 2017a).

CONCLUSIONES

La rotación Frijol + Frijol + Humus de lombriz se comportó como el mejor tratamiento para todos los indicadores evaluados, tanto del crecimiento, nodulación, componentes del rendimiento y productividad del cultivo en una y otra etapa investigativa; como resultado fue el que arrojó menor gasto; a su vez, las ganancias totales fueron superiores para ambos períodos investigativos, con valores mayores para el período óptimo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abd-Alla, M. H. (2011). Nodulation and nitrogen fixation in interspecies grafts of soybean and common bean is controlled by isoflavonoid signal molecules translocated from shoot. *Plant Soil Environ*, 57, 453-458.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2005). *Colección Estadística*. Roma, Italia.

Jiménez, J. J., Peña, J. J. (2000). Fijación biológica de N₂ (FBN). En *La fijación biológica de nitrógeno en América Latina: el aporte de las técnicas isotópicas*. Ed. Peña, J. J. IMPROSA S.A de C.V. Guanajuato. México.

Ministerio de la Agricultura (Minag), Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD). (2000) *Guía técnica para el cultivo del frijol en Cuba*. La Habana.

Nápoles, M. C., Gómez, G., Costales, D., Freixas J. A., Guevara, E., Meira, S., González-Anta, G. y Ferreira, A. (2011). Signals in Soybean's Inoculants. En *Soybean - Biochemistry, Chemistry and Physiology*. Edited by InTech - Open Access Publisher.

Cuba. Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI). (2013). *Datos estadísticos de la producción de frijol en Cuba*. Dirección Agropecuaria. La Habana.

Rodríguez Nodal, A. et al. (2001). *Guía práctica para el uso y manejo de la materia orgánica en la agricultura urbana*. La Habana: Ministerio de la Agricultura. Grupo Nacional de Agricultura Urbana.

Rodríguez F., P. A. (2012a). *Compendio sobre Ciencias del Suelo*. Universidad Técnica de Esmeraldas, Ecuador: Editorial Mútile.

10. Rodríguez F., P. A. (2012b). *Compendio sobre Microbiología Agropecuaria*. Universidad Técnica de Esmeraldas, Ecuador: Editorial Mútile.

Rodríguez F., P. A. (2017a). Impacto del lixiviado de humus de lombriz sobre el crecimiento y productividad del cultivo de habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Ciencia en su PC*, 2 abril-junio, 44-58.

13. Rodríguez F., P. A. (2017b). Impacto de los residuos orgánicos sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad de la malanga (*Xanthosoma sagittifolium*, Schott). *Ciencia en su PC*, 2 abril-junio, 59-70.

Sueiro G., A., Rodríguez P., M. y Cruz M., S. (2011). El uso de biofertilizantes en el cultivo del frijol: una alternativa para la agricultura sostenible en Sagua la Grande. En *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 159. Recuperado de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2011/> ISSN 1696-8352.

Ulloa, J. A., Rosas, P., Ramírez, J. C. y Ulloa, B. E. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fotoquímicos. *Revista Fuente*, 3(8), 5-9.

Recibido: noviembre de 2017

Aprobado: marzo de 2018