

**Efecto de la rotación de cultivos y el reciclaje de residuos orgánicos sobre el frijol.**

**Effect of crop rotation and organic waste recycling on beans.**

**Autores:** M Sc. Niurka Jeréz-Mustelier<sup>1</sup>, Dr C. Alberto Pérez-Díaz <sup>2</sup>, Dr C. Pedro Antonio Rodríguez-Fernández<sup>1</sup>

**Organismo:** Universidad de Oriente, Santiago de Cuba<sup>1</sup>, Universidad de Guantánamo, Cuba<sup>2</sup>.

**E-mail:** [pedroarf@agr.edu.co.cu](mailto:pedroarf@agr.edu.co.cu)

**Resumen.**

La investigación se realizó para evaluar la rotación frijol-maíz y frijol-frijol y la aplicación de alternativas orgánicas (cachaza, estiércol y humus de lombriz) sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad del frijol, en un suelo Pardo Sialítico, cálcico carbonatado. Se trabajó en condiciones de producción, en dos épocas de siembra, de septiembre/2008 a febrero/2009 (periodo óptimo) y de marzo-agosto/2009 (periodo no óptimo) con una distancia de siembra de 0.60 m x 0,10 m. Se utilizó la variedad de frijol Delicia en rotación con el cultivo de Maíz (*Zea mays*, L.) variedad Tuzón, bajo un diseño experimental de bloque al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas. Los resultados de la investigación reportaron, que la rotación frijol+frijol + humus de lombriz, fue donde se obtuvieron los mejores resultados para los indicadores evaluados del crecimiento, nodulación y productividad. El rendimiento agrícola del maíz se vio favorecido en el período no óptimo, por el efecto residual de la combinación del frijol+frijol+humus de lombriz.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris* *Zea mays*; alternativas orgánicas; rotación de cultivos.

**Abstract.**

The research was conducted to evaluate the rotation bean-corn and beans-bean and application of organic alternatives (cachaça, manure and vermicompost) on some indicators of growth and productivity of beans in a Brown soil Sialítico, calcium carbonate. Worked on production conditions, in two seasons, from September/2008 to February/2009 (optimum period) and marzo-agosto/2009 (not optimal period) with a planting distance of 0.60 mx 0.10 m. We used the bean variety Delight in rotation with maize (*Zea mays* L.) variety Tuzón under an experimental design randomized block with four treatments and four replicates. The research results reported, that rotation beans + beans + vermicompost was where the best results were obtained for the evaluated indicators of growth, nodulation and productivity. The corn crop yield was favored in the period not optimal, the residual effect of the combination of beans + beans + vermicompost.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* *Zea mays*; organic alternatives; crop rotation.

## **Introducción.**

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa más importante en Cuba, constituyendo una parte fundamental en la dieta diaria. Se cultiva en todo el territorio nacional, siendo una especie idónea para la rotación y asociación con otros cultivos por el aporte de nitrógeno que incorpora a los suelos. El ciclo vegetativo de la mayoría de las variedades está entre 90 y 100 días, aunque existen algunas más precoces de 60 a 70 días. Este cultivo se siembra en dos períodos, de septiembre a noviembre y de enero a febrero (Cubero, 1983; Marrero, 1985; Rodríguez, 1988).

Las tendencias actuales de la agricultura, a partir de la importancia de este cultivo, van dirigidas a encontrar alternativas que garanticen el incremento de los rendimientos y disminuir o eliminar el uso de fertilizantes químicos, plaguicidas y reguladores del crecimiento de síntesis químicas; los cuales poseen un elevado riesgo de contaminación para el medio ambiente (Zayaz, 2004).

Las gramíneas se han destacado por la eficiencia en la formación de agregados a través de la acción directa e indirecta de las raíces; es por ello que uno de los métodos más adecuados para mejorar la estructura de un suelo es mediante la mezcla de una gramínea con vigoroso sistema radical, en constante renovación, y una leguminosa que acelere la descomposición de los residuos vegetales. De acuerdo con Lizhi (1991), esta mezcla incrementa la relación C:N del material añadido y se reducen los índices de descomposición, lográndose incrementar rápidamente el contenido de materia orgánica del suelo.

En vista de estos principios y por la necesidad de darle un uso más racional al suelo a lo largo de todo el año y al mismo tiempo recuperar algunos cultivos tradicionales como: el frijol por ser este un portador por excelencia de nutrientes al suelo, y resistente al estrés hídrico que se adapta favorablemente a dichas condiciones, se hace necesario estudiar modalidades de rotación con leguminosa y la utilización de productos biológicos que mejoran las condiciones del suelo, el crecimiento de los cultivos y la diversidad de las producciones en diferentes etapas.

## **Desarrollo.**

### **Materiales y métodos**

La investigación se desarrolló en la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) Sabino pupo perteneciente a la Unidad Empresarial de Base de Atención a Productores Paquito Rosales, se investigó el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L) variedad Delicia, en rotación con el cultivo de Maíz (*Zea mays*, L.) variedad Tuzón, se montaron dos experimentos, uno en la campaña de frío comprendida de septiembre/2008 a febrero/2009 (periodo óptimo) y otra en la campaña de primavera comprendida de marzo-agosto/2009 (periodo no óptimo) con una distancia de siembra de 0.60 m de camellón por 0.10 m de narigón, el suelo donde se realizó

la investigación aparece clasificado como Pardo Sialítico Cálculo Carbonatado según (Hernández *et al.*, 1999).

Las semillas de frijol previo a la siembra fueron inoculadas con la cepa *Rizobium Phaseolus*.

El diseño experimental utilizado fue bloque al azar con cuatro tratamientos y cuatro réplicas.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en la investigación.

Tratamientos	Descripción
1	Frijol + Frijol +Cachaza
2	Frijol + Frijol + Estiércol Vacuno
3	Frijol + Frijol + Humus de Lombriz
4	Frijol + Frijol (Sin bioproductos)

Los indicadores evaluados fueron:

- Altura de la planta (cm.): se midió desde la base hasta donde empiezan las hojas con una cinta métrica.
- Número de nódulos por planta (U): El número de nódulos por planta se determinó según el tamaño de muestra la cantidad de nódulos existentes por plantas.
- Rendimiento comercial del frijol y maíz: Peso total de los granos de todas las plantas del área de cálculo considerando la sumatoria de todas las cosechas en (t.ha<sup>-1</sup>) empleándose balanza comercial.

### Resultados y discusión

En la Tabla 2 se muestra el efecto de los tratamientos sobre la altura de la planta a los 30 días después de la siembra. En la misma se aprecia cómo la rotación frijol + frijol con independencia de las fuentes orgánicas incrementaron la altura de la planta respecto a la no incorporación de bioproductos, tanto para el periodo óptimo como el no óptimo.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre la altura de las plantas (cm)

No	Tratamientos	Período óptimo (sept/08-febr/09)	Período no óptimo (marz/09-agos/09)
1	Frijol + Frijol +Cachaza	16,24 a	12,50 a
2	Frijol+Frijol+E. vacuno	15,97 ab	12,30 ab
3	Frijol+Frijol+H. lombriz	16,59 a	12,77 a
4	Frijol+Frijol (sin bioproductos)	14,81 b	11,40 b
CV (%)		4,12	4,13
Tukey		0,32*	0,25*

Letras iguales para (p≤ 0.01) no difieren estadísticamente

En cuanto al número de nódulos radicales, el tratamiento frijol +frijol + humus de lombriz (T3) y con estiércol (T1) incrementaron este indicador respecto al resto de los tratamientos, en ambos periodos experimentales. La menor cantidad de nódulos se encontró cuando no se combinó la rotación con abonos orgánicos (Tabla 3).

Estos resultados evidencian el papel de la simbiosis *Rhizobium*-leguminosas en la formación de nódulos en la planta, que a la postre participaran en la fijación del nitrógeno y a su vez en la eficiencia de la planta. Así, Gorbanov *et al.* (1988) al investigar este indicador en el cultivo

del frijol con y sin inoculación de *Rhizobium* y adición de nitrato de amonio encontraron efectos favorables.

Al respecto, Allaway (2000) informó que la fijación de nitrógeno y la simbiosis *Rhizobium*-leguminosas es de considerable importancia en la agricultura; porque causa un aumento significativo del nitrógeno combinado en el suelo.

Por su parte, Peoples *et al.* (2004) reconocieron el papel de las bacterias del género *Rhizobium* como eficientes fijadoras de nitrógeno y describen este proceso como un intercambio simbiótico entre las plantas que le propician carbohidratos y hospedaje al microorganismo y este a su vez fija nitrógeno para el crecimiento, desarrollo y otros procesos fisiológicos de la planta, además añaden que estos microorganismos pueden producir entre 50 y 250 kg.ha<sup>-1</sup>.año.

Mientras que, Dibut (2009) plantea que las bacterias llevan a cabo la transformación del N<sub>2</sub> a amonio en los nódulos como el *Rhizobium* y logran suplir entre el 80 y 100 % de las necesidades de nitrógeno en las leguminosas y entre los ejemplos de las leguminosas de granos y aceite cita: la soya que es capaz de fijar entre 40 y 206 kg.ha<sup>-1</sup> de N, el frijol entre 60 y 180; el cacahuate 49; el garbanzo entre 41 y 270 kg.ha<sup>-1</sup> de N.

En trabajos realizados por Iglesias *et al.* (2000) en el cultivo de la soya, lograron un buen crecimiento radical e incremento en el número de nódulos a partir de la combinación con bacterias fijadoras del nitrógeno.

Tabla 3. Comportamiento del número de nódulos por planta (u).

No	Tratamientos	Período óptimo (sept/08-febr/09)	Período no óptimo (marz/09-agos/09)
1	Frijol + Frijol +Cachaza	63,65 ab	47,5 ab
2	Frijol +Frijol +E. vacuno	61,59 bc	46,09 bc
3	Frijol +Frijol +H. lombriz	64,65 a	48,45 a
4	Frijol +Frijol (sin bioproductos)	60,20 c	44,79 c
CV (%)		2,018	1,77
Tukey		0,63*	0,66*

Letras iguales para (p≤ 0.01) no difieren estadísticamente

Al evaluar el rendimiento del cultivo del frijol, se encontró en primer lugar que los mayores rendimientos se alcanzaron en el período óptimo respecto al no óptimo y en segundo lugar que la incorporación de fuentes orgánicas después de la rotación frijol+frijol será factible en relación con la no incorporación de materia orgánica (Tabla 4)

Estos resultados corroboran que el humus de lombriz constituye una fuente de materia orgánica de alto contenido de nutrientes y portador de sustancia bioestimuladoras, que favorecen el crecimiento vegetativo y proporciona mejores rendimientos (MINAG, 2000). Los resultados obtenidos se corresponden además, con los reportados por Gorbanov y Rodríguez (1988) al investigar el efecto de diferentes niveles de fertilización con nitrato de

amonio e inoculación con *Rhizobium* en el cultivo del frijol en un suelo Pardo con carbonatos.

Tabla 4 Comportamiento del rendimiento comercial del frijol

No	Tratamientos	Período óptimo (sept/08-febr/09)	Período no óptimo (marz/09-agos/09)
1	Frijol + Frijol +Cachaza	1,00 a	0,68 a
2	Frijol +Frijol + E. vacuno	0,96 a	0,63 a
3	Frijol +Frijol +H. lombriz	1,10 a	0,69 a
4	Frijol +Frijol (sin bioproductos)	0,63 b	0,49 b
CV (%)		0,86	2,43
Tukey		0,038*	1,59*

Al evaluar el efecto residual de la rotación de frijol+frijol en el rendimiento del maíz, se encontraron diferencias significativas en aquellos tratamientos donde se aplicaron además los restos orgánicos (Tabla 5).

Es importante destacar que inicialmente se alcanzaron rendimientos de maíz de 1,95 t.ha<sup>-1</sup> en el período septiembre 2008 a febrero 2009, con la no aplicación de rotación de cultivos, ni de abonos orgánicos; incrementándose en el período óptimo de la siembra del maíz (marzo/09-agosto/09) en sucesión de frijol+frijol, con y sin incorporación de materia orgánica.

Estos resultados se corroboran con investigaciones realizadas en Guatemala, donde los residuos de *Canavalia ensiformis* produjeron un efecto residual equivalente a la aplicación de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N, e incrementó de forma consistente los rendimientos de maíz en comparación con un testigo sin nitrógeno (Urquiaga y Zapata, 2000).

Tabla 5. Rendimiento agrícola del maíz (t.ha<sup>-1</sup>) después de la rotación.

No	Tratamientos	Período (marz/09-agos/09)	Período (sept/08-febr/09). Parcela testigo
1	Maíz +Cachaza (E. residual)	2,35 a	1,95
2	Maíz + E. vacuno (E. residual)	2,37 a	
3	Maíz +H. lombriz (E. residual)	2,40 a	
4	Maíz (sin bioproductos)	2,18 b	
CV (%)		1,39	
Tukey		0,24*	

Letras iguales para (p≤ 0.01) no difieren estadísticamente

**Conclusiones.**

1. Para ambas campañas experimentales, los mejores resultados tanto para los componentes del crecimiento como los de la etapa de floración se obtuvieron para con la rotación frijol+frijol con independencia de la fuentes de materia orgánica.
2. El rendimiento agrícola y sus componentes en el frijol fueron mayores para una y otra campaña en los tratamientos frijol+frijol+fuentes de materia orgánica.
3. El rendimiento agrícola del maíz se vio favorecido con el efecto residual de la rotación frijol+frijol y la incorporación de materias orgánicas.

**Bibliografía.**

- Allaway. (2000). Identification of alanine dehydrogenase and its role in mixed secretion of ammonium and alanine by pea bacteroids. *Mol. Microbiol*, 36, 508-515.
- Cubero, J. I. (1983). *Leguminosas de granos*. Madrid.
- Dibut, B. A. (2009). Contribución de los biofertilizantes en una agricultura sin contaminación. *Agricultura Orgánica*, 15(2), 30-33
- Hernández, A. e. a. (1999). *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos*.
- Iglesias, M. C. e. a. (2000). *Utilización de inoculante mixto en trigo. Universidad nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas*. Argentina.
- MINAG. (2000). *Manual Técnico de Organopónicos y Huertos intensivos*. La Habana. Cuba.
- Urquiaga, S. y. F. Z. (2000). *Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en América Latina y el Caribe*. Río de Janeiro.

**Fecha de recibido: 12 oct. 2012**

**Fecha de aprobado: 9 dic. 2012**