

EFFECTO DE LOS BIOFERTILIZANTES EN LA VARIEDAD LOCAL DE *PHASEOLUS VULGARIS* “MUNICIÓN VAINA MORÁ” DE LA COMUNIDAD DE VALLADOLID, EDO. ARAGUA.

Alan Miyadi¹ y Marisol López²

¹Área de Agricultura y Soberanía Alimentaria. IDEA, Baruta, Miranda, Venezuela, amiyadi@idea.gob.ve, alan.miyadi@gmail.com. ²Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Maracay, Aragua, Venezuela, mlopez@inia.gob.ve

RESUMEN

Los biofertilizantes son la base para una agricultura sustentable, por lo tanto, es importante su evaluación mediante diferentes enfoques. El objetivo de ésta investigación fue: Determinar el efecto de los biofertilizantes en el cultivo de caraota en la comunidad de Valladolid, Edo. Aragua. La investigación se realizó en dos fases: I) Experimento en campo con los siguientes tratamientos: T1: Testigo, T2: Rhizobium (Rh), T3: Rh + Solubilizadora de fósforo (SF) y II) En laboratorio con los tratamientos: T1: Testigo, T2: Rh, T3: SF y T4: Rh+SF, se utilizó la variedad local de caraota (*Phaseolus vulgaris*) llamada “Munición vaina morá”. Las cepas utilizadas fueron de Rh-CENIAP y la cepa SF-San Sebastián. Las evaluaciones nos demostraron que el tratamiento de la combinación de las cepas Rh y SF fue el mas efectivo para promover el crecimiento vegetal de las plantas, posiblemente, debido a un efecto sinérgico entre los microorganismos (*Bacillus* y *Rhizobium*).

Palabras claves: Agricultura Sustentable, Biofertilizantes, Rhizobium, Solubilizadora de fósforo, Caraota (*Phaseolus vulgaris*).

INTRODUCCIÓN

Los biofertilizantes microbianos representan un componente vital de los sistemas agrícolas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente justo, ambientalmente seguras y culturalmente aceptables, para reducir los insumos externos y mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos mediante la utilización de microorganismos del suelo debidamente seleccionados, capaces de aportar a los cultivos nitrógeno fijado de la atmósfera, fósforo transformado a partir del que está fijado en el suelo y sustancias fisiológicamente activas que, al interactuar con la planta, desencadenan una mayor activación del metabolismo vegetal. (Bauer. 2001 y Burdman et al. 2000). Con el objetivo de determinar el efecto de los Biofertilizantes bacterianos en el cultivo de Caraota (*Phaseolus vulgaris*), se realizó un experimento de campo utilizando una cepa de *Rhizobium* y otra Solubilizadora de Fósforo. Por otra parte, se estudió el efecto de dichas cepas sobre la bioestimulación de las semillas en condiciones controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del experimento: La fase de campo, se realizó en la localidad de Valladolid, San Sebastián de los Reyes, estado Aragua, y la fase de laboratorio, fue en cámara de germinación de la Unidad de Recursos Fitogenéticos del INIA – CENIAP, Maracay, estado Aragua.

Fase de campo:

Muestreo de suelo: Para el diagnóstico de la fertilidad, se realizó un muestreo compuesto, las muestras de suelo fueron extraídas a las profundidades de 0-20 cm y 20-40 cm en un lote de producción mantenido en barbecho.

Arreglo experimental y tratamientos: Se utilizó un diseño en Bloques completamente aleatorizados. El tratamiento 1 correspondió al testigo absoluto al cual no se le aplicó ningún tipo de fertilización, el tratamiento 2 correspondió al biofertilizante a base de *rhizobium*, y el tratamiento 3 al biofertilizante mixto a base de *rhizobium* y solubilizadora de fósforo.

Cepas utilizadas: *Rhizobium* aislado del campo experimental del CENIAP, estado Aragua y la Solubilizadora de fósforo fue la cepa SF1 aislada de San Sebastián de los Reyes, Edo. Aragua. Las dosis aplicadas en el experimento fueron a razón de 2 litros por hectárea.

Siembra: La siembra fue manual, colocando tres semillas por hueco de la variedad local de caraota “Municipalidad vaina morá”. La distancia entre hilos fue de 0,2 m y entre plantas de 0,1 m, el largo del hilo fue de 5 m, la distancia entre bloques de 1 m.

Variables evaluadas: De la cosecha de los dos hilos centrales, desechando la bordura, se seleccionaran diez (10) plantas al y se les realizó la caracterización agromorfológica. Número de vainas formadas, número de vainas vanas, peso de la planta (g), rendimiento por planta, peso de vainas por planta (g), ancho de vaina (mm), longitud de la vaina (cm), número de semillas por vaina, peso de la vaina (g), peso de semilla por vaina (g), peso de 100 semillas, rendimiento (kg/ha), dimensión del grano.

Método de evaluación: Los datos obtenidos a partir de análisis agromorfológicos fueron analizados por el método de la varianza (ANOVA), para lo cual se utilizó el programa InFoStat/Profesional versión 2.0.

Fase de laboratorio:

Arreglo experimental y tratamientos: Se sembraron cuatro tratamientos de 15 semillas cada una, con tres repeticiones para cada tratamiento.

Cepas utilizadas: Se utilizaron las mismas cepas de la fase de campo. Las dosis aplicadas en el experimento fueron para los tratamientos 2 y 3 a razón de 0,3 ml/semilla y 0,15ml/semilla de cada cepa para el tratamiento 4.

Siembra: Las semillas se colocaron en capsulas de petri con toallas de papel humedecidas y fueron llevadas a cámara de germinación (20-30 °C) durante 7 días.

Variables evaluadas: Se determinó el porcentaje de germinación, número de plántulas normales y anormales según el Manual de Evaluación de Plántulas (ISTA, 1999). También se tomaron medidas del peso fresco de raíz (g), peso seco de raíz (g), longitud de raíz principal (cm), longitud de la plúmula (cm) y diámetro del tallo (mm).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El suelo muestra muy buena fertilidad (Tabla 1), por lo cual no constituye una limitante para los cultivos de interés socioproductivo, pudiendo realizarse un manejo integrado de la fertilidad con insumos locales (orgánicos y cepas nativas) sin necesidad de aplicar fertilizantes de origen industrial.

Tabla I. Análisis físico-químico del suelo donde se llevo a cabo el experimento de campo:

Prof. (cm)	Porcentaje (%)			Text.	Clase	mg.kg ⁻¹				MO g.kg ⁻¹	pH	CE (ds/m)
	a	L	A			P	K	Ca	Mg			
0-20	18.0	44.0	38.0	FAL	Fina	24.0	152.0	917.0	420.0	43,3	5.84	0.08
20-40	14.0	40.0	46.0	AL	Fina	6.0	100.0	828.0	440.0	28,0	6.23	0.06

a: Arenoso

L: Limoso

A: Arcilloso

Tex: Textura

FAL: Franco Arcillo Limoso

AL: Arcillo Limoso

P: Fósforo

K: Potasio

Ca: Calcio

Mg: Magnesio

MO: Materia Orgánica

Tabla II. Análisis de varianza de algunas variables morfológicas en caraota para evaluar el efecto de los Biofertilizantes a base de bacterias sobre los componentes del rendimiento, dimensión de la semilla y rendimiento en campo:

Variables	Causa de Variación			C.V
	Tratamiento			
	T1	T2	T3	
Nº de vainas formadas	3,96a	3,09b	4,07a	43,24
Nº de vainas vanas	0,54a	0,4ab	0,29b	164,75
Peso de la planta (g)	8,51a	6,76b	9,02a	48,11
Rendimiento por planta (g)	4,56a	3,66b	4,82a	48,96
Peso de vainas por planta (g)	5,94a	4,88b	6,28a	48,43
Ancho de vaina (mm)	8,75a	8,6a	8,78a	13,93
Longitud de la vaina (cm)	8,48b	8,35b	8,85a	12,36
Nº de semillas por vaina	5,23a	5,24a	5,56a	24,09
Peso de la vaina (g)	0,33a	0,33a	0,38a	49,43
Peso de semilla por vaina (g)	1,27a	1,24a	1,38a	32,99
Largo de la semilla (mm)	9,84b	10,06a	10,24a	8,26
Ancho de la semilla (mm)	6,24b	6,27b	6,42a	7,29
Espesor de la semilla (mm)	4,44b	4,48b	4,63a	9,87
Peso de 100 semillas	21,59a	22,46a	22,58a	4,79
Rendimiento (kg/ha)	1034, 89a	1038,45a	1343,68a	31,4

Medias con letras iguales en la columna, no difieren por la prueba de Duncan al 5%. T1: testigo, T2: Inoculado con Rh, T3: Inoculado con Rh+SF, C.V. Coeficiente de variación.

Tabla III. Análisis de varianza para evaluar el efecto de los Biofertilizantes a base de bacterias sobre la Bioestimulación de la germinación en plantas de caraota:

Variables	Causa de Variación				C.V
	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	
Nº de plantas Normales	7,33b	10,67ab	12,33ab	14a	26,52
Nº de plantas Anormales	7,67b	4b	1,67ab	1a	69,46
Peso fresco de raíz (g)	2,5b	3,96ab	5,4a	5,44a	22,81
Peso seco de raíz (g)	0,19a	0,38a	0,55a	0,56a	75,37
Longitud de raíz principal (cm)	8,45b	13,3a	12,27a	12,75a	14,48
Longitud de la plúmula (cm)	3,91b	6,54a	7,73a	7,6a	11,01
Diámetro del tallo (mm)	2,21b	2,39ab	2,65a	2,7a	6,4

Medias con letras iguales en la columna, no difieren por la prueba de Duncan al 5%. T1: testigo, T2: Inoculado con Rh, T3: Inoculado con SF, T4: Inoculado con Rh+SF, C.V. Coeficiente de variación.

Bajo condiciones estériles y controladas en cámaras de crecimiento, se pudo comprobar el efecto positivo que tienen los biofertilizantes sobre el crecimiento de las plantas, sin embargo, en condiciones de campo el resultado no fue el mismo, ya que se observa una tendencia para las variables morfológicas del componente del rendimiento donde el tratamiento 3 (FN+SF) fue el que mejor comportamiento tuvo en el campo, sin embargo, no se observan diferencias estadísticas significativas con el tratamiento 1 (Testigo) mientras que el tratamiento 2 (FN) fue el que peor se comportó en campo, debido posiblemente a la presencia de rizobacterias promotoras de crecimiento nativas, ésto se pudo evidenciar al aislar una cepa de *rhizobium* a partir de nódulos extraídos de plantas de caraota del tratamiento 1 (testigo), como lo menciona Martínez, (2003) que cada vez que rizobios específicos están ausentes la inoculación fácilmente mejora los rendimientos de la planta. Pero por otro lado, cuando bacterias nativas existen en los suelos, ellos frecuentemente sobrepasan a las cepas inoculadas y éstas pasan a ocupar una pequeña parte del nódulo, situación observada en varias zonas de Latino América.

En el rendimiento no se observaron diferencias estadísticas significativas, solo la tendencia hacia un mayor rendimiento del tratamiento 3. Al respecto Martínez. (2003) señalan que las pobres respuestas en el rendimiento obtenidas por inoculación en Latino América, parecen referirse a la alta y diversa población de cepas bacterianas noduladoras adaptadas encontradas en el suelo. Que como se mencionó anteriormente compiten con las cepas inoculadas y en algunos casos llegan a desplazarlas.

Por otro lado Hafeez et al. (2005) hacen referencia que existe un efecto antagonista entre cepas, por lo tanto, la mezcla no siempre es buena, debido a la producción de bacteriocinas, proteínas complejas con actividad bactericida que actúan en contra de especies cercanas. Por lo tanto, existen mecanismos que utilizan las bacterias para desplazar a otras cepas.

La mayoría de los trabajos reportan la acción de los biofertilizantes de manera aislada, en cambio, en la gran mayoría de los casos éstos organismos no se encuentran de manera aislada en el suelo, Rojas et al. (2001) en sus estudios indican que las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal tienen múltiples modos de acción. Pero solo podemos inferir de estos estudios que las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal coexisten en la rizósfera y que tienen únicos modos de acción pero que actúan de manera sinérgica para estimular el crecimiento de las plantas.

En cuanto al fósforo, nutriente inorgánico mas requerido por las plantas y microorganismos después del nitrógeno, y además, en el suelo es el factor limitante del desarrollo vegetal a pesar de ser abundante tanto en forma inorgánica como orgánicas (Alexander. 1980). Las plantas deben absorberlo del suelo, donde se encuentra en muy baja concentración, por reaccionar con iones como el calcio, el hierro o el aluminio que provoca su precipitación o fijación, disminuyendo su disponibilidad para las plantas (Rodríguez et al. 1999). Asimismo, los fertilizantes inorgánicos aplicados también son inmovilizados en el suelo y como consecuencia no son solubles para ser aprovechados por los cultivos (Peix et al. 2001), es por ello, que los microorganismos capaces de solubilizar fuentes de fósforo inorgánico son fundamentales para incrementar este nutriente disponible para las plantas, como lo pudimos observar en nuestra investigación, donde el tratamiento 3 en campo y el 4 en condiciones controladas fueron los que presentaron un mejor rendimiento al poseer una cepa de bacteria solubilizadora de fósforo la cual puso disponible este nutriente a las plantas.

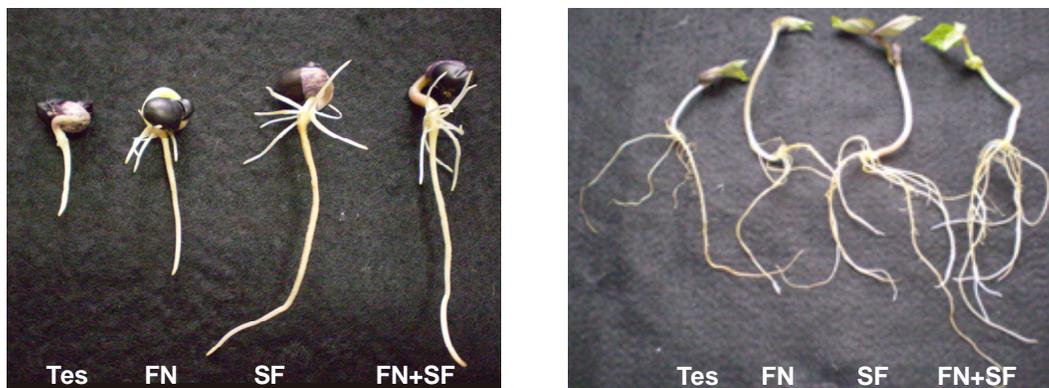


Figura 1. Izquierda, efecto de los diferentes tratamientos de biofertilizantes sobre la germinación de las plantas de caraota para el día tres. Derecha, efecto de los diferentes tratamientos de biofertilizantes sobre la germinación de las plantas de caraota para el día siete.

CONCLUSIONES

- El tratamiento 3 del experimento de campo fue el que mejores resultados mostró sobre la variedad local de caraota (Munición vaina mora).
- El tratamiento 2 del experimento de campo, fue el mas deficiente, esto se pudo deber a la competencia que existe entre las cepas introducidas y las nativas, en este sentido, las nativas están mejor adaptadas a las condiciones locales y desplazan a las inoculadas.
- En el experimento de bioestimulación de la germinación, el tratamiento basado en la combinación de Rhizobium y solubilizadora de fósforo fue el que mejor se comporto, mostrando los mejores valores en las variables analizadas.
- El biofertilizantes mixto mostró gran potencial para ser utilizado en agroecosistemas locales sustentables.

BIBLIOGRAFÍA

Alexander M. 1980. Transformaciones microbianas del fósforo. En Introducción a la microbiología del suelo. AGT editor, México, p. 491.

Bauer T. 2001. Microorganismos fijadores de nitrógeno. Disponible en <http://www.microbiologia.com/nf/suelo/rhizobium.html>

Burdman S., Hamnoni B., Okon Y. 2000. Improvement of legume crop yield by coinoculation with Azospirillum and rizobium. Center for Agricultural biotechnology. Jerusalem, Israel.

Hafeez F., Naeem F., Naeem R., Zaidi, A., Malik K. 2005. Symbiotic effectiveness and bacteriocin production by Rhizobium leguminosarum bv. viciae isolated from agriculture soils in Faisalabad. Environmental and Experimental Botany, vol.54, p.142-147.

ISTA. 1999. International rules for seed testing rules 1999. Zurich, Switzerland, International Seed Testing.

Association. Martínez, E. 2003. Diversity of Rhizobium-Phaseolus vulgaris symbiosis: overview and perspectives. Plant and Soil. Netherlands. vol. 252, no 1/2, p. 11-23.

Peix A., Rivas-Boyer P., Mateos C., Rodríguez- Barrueco E., Martínez-Molina E., Velázquez. 2001. Growth promotion of chickpea and barley by a phosphate solubilizing strain of Mesorhizobium mediterraneum unde growth chamber conditions. Soil Biol. Biochem. vol.33, p. 103-110.

Rodríguez H y Fraga R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnol. Adv. vol. 17, p. 319– 339.

Rojas A., Holguin G., Glick B., Bashan Y. 2001. Synergism between Phyllobacterium sp. (N₂-fixer) and Bacillus licheniformis (P-solubilizer), both from a semiarid mangrove rhizosphere. FEMS Microbiol. Ecol. vol. 35, p. 181–187.