

EFECTO DE LA INOCULACIÓN CONJUNTA DE BIOFERTILIZANTES EN EL CULTIVO DEL GARBANZO (*CICER ARIETINUM* L.)

Marisel Ortega García, Tomás Shagarodsky Scull, Bernardo Dibut Álvarez, Yoania Ríos Rocafull, Rafael Martínez Viera, Luis Fey Govín, Grisel Tejeda, Janet Rodríguez, Armando García Fernández, Ulises Socas Estrada y Kattia Cañizares Hernández.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT).

Introducción

El garbanzo (*Cicer arietinum* L) se encuentra entre una de las leguminosas más cultivadas y consumidas a nivel mundial. En Cuba se ha incrementado significativamente la explotación de este cultivar, por lo que se necesita continuar los estudios realizados de selección de cepas de *Mesorhizobium cicerii* (Dibut., et al 1994) e incorporar microorganismos solubilizadores de fósforo del suelo combinando ambos efectos (Botero et al 1999). Con ello se lograría perfeccionar el paquete tecnológico establecido hasta el momento en cuanto a biofertilización (Shagarodsky., et al 2005), y mejorar los rendimientos y la calidad de la semilla obtenida (Sasson et al 2000).

En este trabajo se propone la coinoculación de *Mesorhizobium cicerii* y *Bacillus megatherium var phosphaticum* en el cultivo del garbanzo, utilizando variedades con alto poder de adaptabilidad a la variabilidad de nuestras condiciones edafoclimáticas

Materiales y Métodos.

El trabajo se realizó durante el período comprendido entre los años 2007-2008, en áreas de la granja Amalia perteneciente al MININT, ubicada en el Rincón, provincia La Habana. La misma presenta un suelo Ferralítico Rojo (Instituto de Suelos, 2000). Los experimentos de campo se montaron sobre un diseño de Bloques al Azar con un tamaño de parcela de 25 m², cinco surcos y cuatro replicas.

Se emplearon las variedades comerciales Nacional 24 y Nacional 29, ambas procedentes del Banco de Germoplasma del INIFAT (Shagarodsky., et al 2001).

El producto aplicado se obtuvo a partir de la reproducción de las cepas INIFAT Gr-1 (*Mesorhizobium cicerii*) e INIFAT-BM II de (*Bacillus megatherium var phosphaticum*), en condiciones de zaranda rotatoria a 200 r.p.m. de agitación y a 32°C de temperatura, durante un tiempo de fermentación sumergida de 48 horas. Se utilizaron los medios YMA y Caldo Nutriente y se alcanzaron concentraciones microbianas del orden de 10¹⁰ y 10¹¹ UFC.m⁻¹, respectivamente.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: *M. cicerii*, *B. megatherium*, *M.cicerii* + *B. megatherium* + M.O, *M.cicerii* + *B.megatherium* +Fertilizante, *M.cicerii* + *B. megatherium*+ M.O + Fertilizante. Los indicadores agrotécnicos utilizados fueron los recomendados para este cultivo en las condiciones de nuestro país (Shagarodsky, T et al 2004) y la dosis de fertilizante NPK 30 kg N.ha⁻¹, según pauta el Instructivo Técnico (Shagarodsky., et al 2005).

Los datos obtenidos se procesaron estadísticamente según ANOVA mediante el programa estadístico STATGRAPH, por prueba de Duncan al 5% de significación.

Resultados y Discusión.

La inoculación con *M.cicerii* resultó efectiva, ya que sólo presentan nodulación aquellos tratamientos donde se incorporó el microorganismo (tabla 1). La no presencia de nódulos en las

plantas sin tratar puede deberse a la especificidad de esta especie varietal con su microsimbionte (Dibut et al., 1994).

Tabla 1. Respuesta del cultivo del garbanzo (variedades Nacional 24 y Nacional 29) a diferentes tratamientos de biofertilización.

Tratamientos	Peso nódulos		Altura planta		# de ramas				Peso de las plantas	
					Primarias		Secundarias			
	N-24	N-29	N-24	N-29	N-24	N-29	N-24	N-29	N-24	N-29
Testigo	0	0	54b	57ab	1,53e	1.72e	7,63f	8.42f	81,7f	89.4f
<i>M. cicerii</i>	7,4c	9.7c	52.3c	55c	2.36c	2.54c	13,8d	15.7d	100.8d	123.8d
<i>B. megatherium</i>	0	0	54.7ab	56.2bc	2,04d	2.23d	11,2e	13.6e	96,3e	99.84e
<i>M.cicerii+</i> <i>B.</i> <i>megatherium</i> + M.O	9.9a	11.8a	53.2c	55.9b	2,45b	2.67b	14,2c	17.2c	123,5b	136.9c
<i>M.cicerii +</i> <i>B.</i> <i>megatherium</i> + Fertilizante	8,7b	10.2b	55.4ab	57.2ab	2,51a	2.73a	15.2b	18.8b	120,1c	138.9b
<i>M.cicerii +</i> <i>B.</i> <i>megatherium</i> M.O + Fertilizante	10,8a	12.2a	55.9a	57.4a	2,62a	2.84a	15,8a	19.4a	125,6a	142.8a
Esx	0,227	0,09	0,394	0,379	0,04	0,04	0,06	0,17	0,61	0,436
Cv	2,49	0,85	1,58	0,67	1,59	1,72	0,48	1,09	0,56	0,36

Nota: Letras iguales no difieren significativamente entre sí para $\alpha=0.05$.

La coinoculación en estos casos produce incrementos tanto del volumen radicular como de los parámetros de crecimiento y desarrollo (Aftab Afzal et al., 2008). Esto se debe a el papel que juegan tanto las bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico como las solubilizadoras del fósforo insoluble presente en el suelo en la nutrición, ya que estos microorganismos excretan diferentes tipos de ácidos orgánicos y carboxílicos, que influyen en el pH de la zona rizosférica y contribuyen al desarrollo del cultivo de manera beneficiosa (Botero et al., 1999).

La altura de estos cultivares se comportó de acuerdo con la descripción de los caracteres de estas variedades (Shagarodsky., et al 2005, Cabrera., et al 2002). Se observa una tendencia a su disminución en las plantas tratadas, las que poseen mayor fortaleza en cuanto al grosor de sus tallos, número de ramas y peso en general de las mismas. La variedad Nacional 29 presenta un grano de mayor tamaño comercial, por lo que tiene mayor aceptación por parte de los productores, de ahí que se encuentre en estos momentos, más extendida en nuestro país por su adaptabilidad y mayor potencial agrícola. Es importante señalar que a pesar de ello ambas variedades se reconocen entre las más adaptadas a nuestras condiciones edafoclimáticas.

Ambas variedades son capaces de expresar su potencial de una manera satisfactoria, conjuntamente con la utilización biofertilización combinada, tratamientos orgánicos y una adecuada reducción de la fertilización mineral (De Moral *et al* 1994, FAO, 2003), según los rendimientos alcanzados (tabla 2).

Tabla 2. Rendimientos obtenidos en las variedades de garbanzo Nacional 24 y Nacional 29 frente a diferentes tratamientos de biofertilización.

Tratamientos	Rendimiento vainas / planta		Rendimiento/planta (gramos)		Rendimiento (kg/ha)	
	N-24	N-29	N-24	N-29	N-24	N-29
Testigo	54.7f	74.6e	19.81f	31.48f	1726e	1749e
<i>M. cicerii</i>	96.2d	115.8c	30d	42d	1744d	1990d
<i>B.megatherium</i>	58.8e	77.5d	24.9e	38e	1737d	1799d
<i>M.cicerii+B. megatherium +M.O</i>	108.9c	122.5b	33.0c	45.8c	2024c	2265c
<i>M.cicerii+B.megatherium +Fertilizante</i>	112.0b	124.0b	34.7b	46.9b	2159b	2389b
<i>M.cicerii +B. megatherium M.O + Fertilizante</i>	116.9a	126.8a	36.5a	48.3a	2299a	2532a
Esx	0,44	0,552	0,364	0,233	3,22	10,085
Cv	0,48	0,52	1,22	0,56	0,17	0,48

Nota: Letras iguales no difieren significativamente entre sí para $\alpha=0.05$.

En el caso del rendimiento de vainas por planta (Sturz *et al.*, 1997; Bullied, *et al.*, 2002), en ambas variedades hay un incremento notable al ser inoculadas, aunque no presentan diferencias significativas en los tratamientos en que se combina la biofertilización con las fertilizaciones orgánica y mineral. Es importante señalar la necesidad de no eliminar totalmente la fertilización mineral en este cultivo, ya que el mismo tiene marcados requerimientos nutricionales (Shagarodsky., *et al* 2005), sobre todo en el llenado de las vainas. De existir una disminución en el valor de la misma pudiera afectarse directamente la calidad de la semilla. Resulta necesario entonces adecuar la fertilización a las carencias del suelo donde se pretenda sembrar, para tampoco incurrir en excesos que puedan ser perjudiciales para el cultivo y que además resultar innecesarios para su evolución.

BIBLIOGRAFIA

1. Aftab Afzal y Bano. Rhizobium and phosphate solubilizing bacteria improve the yield and phosphorus uptake in wheat (*Triticum aestivum*), International Journal of Agriculture and Biology. 10: 85-88. 2008.
2. Botero, L.M.; T.S. Al-Niemi y T.R. Mc Dermot. Characterization of two inducible phosphate transport system in *Rhizobium tropici*. App. Environmen. Microb., Vol. 66, No 1: 15-52. 1999.

3. Bullied, J; T.J.Buss and J.K.Vessey. *Bacillus cereus* VW85 inoculation effect on growth nodulation, and N accumulation in grain legumes: Field studies. Can. J. Plant Sci. 82: 291-298. 2002.
4. Cabrera, Melba, R. Cristóbal Suárez, T. Shagarodsky, Gregoria Pérez. Determinación de la madurez fisiológica de los granos de garbanzo línea-24 en siembras tardías En: Congreso Científico del INCA (13: 2002, nov 12-15, La Habana) Memorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. ISBN 959-7023-22-9. 2002.
5. Del Moral, J.; A. Mejías y M. López. El cultivo del garbanzo, Diseño para una agricultura sostenible. Hojas Divulgadoras (12/94). 22pp. 1994.
6. Dibut, B., T. Shagarodsky y Ortega M: Respuesta de diferentes variedades de garbanzo (*Cicer arietinum L.*) a la biofertilización en las condiciones de Cuba. En *XVIII Reunión Latinoamericana de Rhizobiología, III Taller Biofetro'94*, Ciudad de La Habana, Cuba, octubre 17-21. 1994.
7. FAO, 2003.Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Anuario de Producción. 2002.
8. Instituto de Suelos. Nueva versión de la Clasificación Genética de los suelos de Cuba, AGROINFOR, Ed., La Habana, 64 p. 2000.
9. Sasson, A. La contribución de las biotecnologías a la alimentación. *Biotecnología Aplicada*. Vol. 17, No. 1: 2-6. 2000.
10. Shagarodsky, T., M. L. Chiang y; Y. López. Evaluación de cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum L.*) en Cuba. *Agronomía Mesoamericana* 12(1): 95-98. 2001.
11. Shagarodsky, T.; M. L. Chiang; M. Cabrera; O. Chaveco, M. R. López; B. Dibut; M. Ortega, M. Vega y N. Permy . Manual de instrucciones técnicas para el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum L.*) en las condiciones de Cuba. INIFAT- MINAG, Holguín, 20 pp. 2005.
12. Shagarodsky, T.; María L. Chiang; Melba Cabrera; B. Dibut; M. R. López; O. Chaveco; J. Ortega; M. Dueñas; J. Rodríguez; Michely Vega; R. Villasana; J. González; B. Cruz; Marisel Ortega; B. Morejón; O. L. Morffi; Gretel Puldón; C. J. Rodríguez y Nerci Rodríguez. Estudio del garbanzo (*Cicer arietinum L.*) para su explotación en Cuba. Convención Trópico 2004; 5-9 de Abril; Palacio de las Convenciones; La Habana ISBN: 2002.
13. Sturz A.V., B.R. Christie, B.G Matheson, and J. Nowak. Biodiversity of endophytic bacteria which colonize red clover nodules, roots, stems and foliage and their influence on host growth. Biol. Fertil. Soil. 25:13-19. 1997.