



Respuesta del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) a la inoculación con *Azotobacter vinelandii* y *Burkholderia cepacia* a dosis reducida de fertilizante nitrogenado

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) responds to inoculation with *Azotobacter vinelandii* and *Burkholderia cepacia* at reduced dose of nitrogen fertilizer

Juan Manuel Sánchez-Yáñez¹, Javier Villegas Moreno², Gerard Roland Vela-Muzquiz³, Liliana Márquez-Benavides^{4,*}

¹ Microbiología Ambiental, Instituto de Investigaciones Químicas, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

² Microorganismo-Suelo-Planta, Instituto de Investigaciones Químicas, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

³ Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad del Norte de Texas, Denton, Texas, ZP 76,201 EE.UU.

⁴ Manejo de Residuos Sólidos y Ambiente, Instituto de Investigaciones Agrícolas Pecuarias y Forestales, Univ. Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ed-B3, CU, Fco. J. Mujica S/N Col. Felicitas del Rio, CP 58,000, Morelia, Mich, México.

Recibido 13 abril 2014. Aceptado 17 junio 2014.

Resumen

El cultivo de garbanzo "*Cicer arietinum* L." demanda fertilizante nitrogenado (FN), que aplicado en exceso provoca pérdida de fertilidad del suelo y contaminación ambiental. Una alternativa para este problema es la reducción y optimización de la dosis de FN, con inoculantes a base de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV). Así, el objetivo de este trabajo fue analizar la respuesta del garbanzo a la inoculación con *Azotobacter vinelandii* y *Burkholderia cepacia* a la dosis 50% del FN. Para ello se utilizó un diseño experimental de bloques al azar. Con nitrato de amonio (NO₃NH₄) como FN a las dosis 100% (10g/L) y 50 % (5g/L) para el garbanzo inoculado con las BPCV; con las variables/respuesta en su semilla: por ciento (%) de germinación; luego su fenotípica y biomasa aérea y radical, los datos experimentales se analizaron por ANOVA y Tukey. Los resultados indicaron una respuesta positiva de la semilla de garbanzo a la doble inoculación con ambas BPCV, al igual que a plántula y floración, donde el garbanzo alcanzo un peso seco total (PST) de 0,82 g, valor estadísticamente diferente y significativo, comparado con los 0,71g de PST del garbanzo sin inocular con el FN al 100% o control relativo (CR). Lo anterior sugiere una respuesta positiva del garbanzo que optimizó la dosis 50% del FN, por una acción sinérgica de los dos géneros de BPCV en sus raíces, lo que podría evitar en parte la pérdida de fertilidad del suelo y la contaminación ambiental, por la aplicación en exceso del FN.

Palabras clave: colonización, efecto rizósfera, absorción mineral.

Abstract

Chickpea (*Cicer arietinum* L.) crop demands nitrogen fertilizer (NF) applied in excess caused lost soil fertility and environmental pollution. An alternative for solving this problem are: to reduce and to optimize NF in chickpea using inoculants based on plant growth promoting bacteria (PGPB) genus. Thus, the aim of this study was to analyze the response of chickpea to inoculation with *Azotobacter vinelandii* and *Burkholderia cepacia* at 50% reduced dose of NF. These PGPB were inoculated chickpea under an experimental design of randomized blocks. The response variables to measure the effect of PGPB on the legume were: the percent of germination, shoot and root phenotyping: plant height, root length and biomass: fresh and dry weight of shoot and root. Experimental data were analyzed by ANOVA and Tukey test. Results showed that a positive respond of chickpea to both PGPB on its germination as well as at seeding and flowering where chickpea had 0.82g total dry weight (TDW) of this value was statistically different and significant compared to chickpea treated by NF 100% not inoculated used as relative control (RC) with 0.71g TDW. This data suggests that chickpea optimized NF reduced dose by synergistic interaction of both genera PGPB in its root system. Which could to avoid in part soil lost fertility and environmental pollution for applying NF in excess.

Keywords: colonization, rhizosphere effect, mineral uptake.

* Autor para correspondencia

E-mail: Imarquez@umich.mx (L. Márquez-Benavides)

1. Introducción

El garbanzo "*Cicer arietinum* L." es la segunda leguminosa de grano de importancia en el mundo (Cutíño-Escalona *et al.*, 2012), su cultivo demanda fertilizante nitrogenado (FN), el cual aplicado en exceso causa la pérdida de fertilidad del suelo, así como la contaminación de agua superficial y acuíferos (Cárdenas-Navarro *et al.*, 2004). Una alternativa para evitar la hiper fertilización en el garbanzo con el FN, es la inoculación de su semilla con géneros de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV), que permitan una reducción y optimización de la dosis de FN, sin afectar negativamente su crecimiento, ni poner en riesgo su rendimiento (Armenta *et al.*, 2010). Normalmente *Rhizobium* sp, se inocula en garbanzo a dosis reducida de FN, sin embargo la respuesta positiva de esta leguminosa al este género de BPCV es inconsistente (Camelo *et al.*, 2011). En consecuencia se buscan otros géneros de BPCV aislados de *Leucaena* sp, una leguminosa silvestre adaptada a suelos pobres tanto en Nitrógeno (N) mineral, como materia orgánica y que además esta filogenéticamente relacionada con el garbanzo (Hernández *et al.*, 2012); como el género de BPCV endófito *Burkholderia cepacia*, que comúnmente se asocia con la respuesta benéfica de gramíneas cultivadas en suelos con deficiencias en la concentración del N y materia orgánica (Piromyou *et al.*, 2011); pero sin información sobre el posible efecto positivo de *B. cepacia* en el garbanzo cuando se cultiva bajo un régimen de disminución de la dosis del FN. Mientras que el género *Azotobacter beijerinckii* se reporta como benéfico para gramíneas (García-González *et al.*, 2005), y actualmente para el crecimiento del garbanzo cuando se reduce el nivel del FN (Armenta *et al.*, 2010). Por lo anterior Cutíño-Escalona *et al.* (2012) probaron la respuesta positiva del garbanzo a la inoculación con *A. chroococcum* a dosis

variables del FN. En tanto que González-Leyva *et al.*, 2012, demostraron que el garbanzo tuvo una respuesta favorable a la inoculación con *A. chroococcum*, *Penicillium billiai* y *Mesorhizobium cicerii*; pero no en combinación con *Burkholderia* sp a dosis reducida del FN. Con base a lo anterior el objetivo de este trabajo fue analizar la respuesta del garbanzo *Azotobacter vinelandii* y *Burkholderia cepacia* a dosis 50% del FN.

2. Material y métodos

Se utilizó un suelo latéutico sódico pobre en materia orgánica y Nitrógeno (N) mineral, un suelo degradado y compactado, con un historial agrícola de 20 años de un sistema de cultivo intensivo cereal-cereal (maíz-trigo y maíz-cebada), de textura arcilloso, con un contenido de materia orgánica de 1,5% y N orgánico 39 Kg/Ha, ambos contenidos pobres y un pH 6,7 ligeramente ácido, ubicado a los 19° 39' 27" de latitud norte 101° 19' 59" de longitud oeste, con una altitud de 1820 msnm clima templado, temperatura media anual de 17,3 °C, precipitación anual de 796 mm, granizadas promedio 3 – 4 / año, heladas 4 – 8 / año e insolación 227:63 h:min; en un terreno agrícola denominado "La Cajita" de la Tenencia Zapata del municipio de Morelia, Mich., sobre el km 5 de la carretera Morelia-Pátzcuaro, México, que se solarizó para minimizar el problema de plagas y enfermedades, este suelo se colocó en el sistema de hidropónico de Jarra de Leonard, donde se sembró la semilla del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) inoculado con *Azotobacter vinelandii* según García-González *et al.* (2005) y *Burkholderia cepacia* como se describe en Garcia-Reyna *et al.* (2005) ambos BPCV aisladas de *Leucena* sp. pertenecientes a la colección del laboratorio de Microbiología Ambiental del Instituto de Investigaciones Químico Biológicas de la UMSNH, en Morelia, Mich, México. El experimento se realizó con un diseño experimental de bloques al

azar, mostrado en la Tabla 1, se muestra que el garbanzo tratado con el FN en forma de nitrato de amonio (NH_4NO_3) al 100% (10,0g/L) se empleó como control relativo (CR), el garbanzo irrigado solo con agua utilizado como control absoluto (CA) y el garbanzo que se inoculó con uno u los dos géneros de BPCV y se trató con el 50% del FN (5,0g/L). Para medir la respuesta del garbanzo a las BPCV se emplearon las variables respuesta: porcentaje (%) de germinación de semilla, así como su fenotípica a nivel de plántula y floración: altura de planta (AP), longitud de raíz (LR), al igual que su biomasa: peso fresco aéreo (PFA) y radical (PFR) y el peso seco de parte aérea (PSA) y radical (PSR). Los datos experimentales se analizaron por ANOVA, $p > 0,05$, HSD, Duncan, Tukey (García *et al.*, 2001).

Tabla 1

Diseño experimental para medir la respuesta de garbanzo a la inoculación con *Azotobacter vinelandii* y *Burkholderia cepacia* a dosis 50% del fertilizante nitrogenado

Tratamiento	A. <i>vinelandii</i>	B. <i>cepacia</i>	Fertilizante nitrogenado (NH_4NO_3) (g/L)
Control absoluto	-	-	(-) sólo agua
Control relativo	-	-	10,0
I	-	+	5,0
II	-	+	5,0
III	+	-	5,0
IV	+	-	5,0
V	+	+	5,0
VI	+	+	5,0

+ = se aplicó, - = no se aplicó

3. Resultados y discusión

En la Tabla 2 se muestra que la semilla de garbanzo inoculada con *Azotobacter* sp. y *Burkholderia* sp. a la dosis al 50% del FN emergió en un 95%, 11 días después de la

siembra, lo que sugiere que ambos géneros de BPCV convirtieron los exudados de la espermosfera de la semilla, en sustancias promotoras de crecimiento vegetal (SPCV), las que al activar el mecanismo bioquímico de germinación aceleraron su emergencia (Escobar *et al.*, 2011). En tanto que el garbanzo germinó en un 90% cuando se inoculó solo con *A. vinelandii* o con *B. cepacia*, lo cual acorde a la literatura sugiere que existen compuestos orgánicos que la semilla de la leguminosa exuda al iniciar su germinación, similares a los detectados en gramíneas y que ambos géneros de BPCV tienen capacidad de transformar en SPCV (García-González *et al.*, 2005), en consecuencia se observó un por ciento de emergencia del garbanzo, que fue estadísticamente significativo comparado con la semilla del garbanzo tratada con el 100% del FN con un 85% o CR y con el garbanzo irrigado solo con agua (CA) con un 70%. En la misma tabla 2 se muestra la respuesta del garbanzo a *A. vinelandii* y *B. cepacia* a la dosis 50% del FN a plántula 32 días después de la siembra: en su AP con 40,52 cm, lo que sugirió que ambas BPCV en esta etapa transformaron algunos exudados radicales en SPCV y que *B. cepacia* endófito que puede invadir internamente el tejido radical (Escobar *et al.*, 2011), optimizó la absorción radical del FN al reducirlo al 50% (Rodelas *et al.*, 1999). Similar a lo registrado cuando la leguminosa fue inoculada solo con uno de los dos géneros de BPCV, cuyos valores de la AP del garbanzo fueron estadísticamente diferentes y significativos, en especial cuando el garbanzo fue inoculado con *B. cepacia* con una AP semejante, al inoculado solo con *A. vinelandii* y estadísticamente significativo comparado con lo registrado en el garbanzo (CR) con una AP de 33,97 cm. El garbanzo en relación a la LR registro 31,85 cm, evidencia de una respuesta positiva a la inoculación con *A. vinelandii* y *B. cepacia* endófito, lo que sugiere que estos géneros reconocen ciertos compuestos orgánicos

excretados por la raíz y los convierten en SPCV (Freitas y Gennida, 1990; Di Cello *et al.*, 1997). Por tanto el garbanzo tuvo un mayor número de pelos radicales secundarios que mejoraron su capacidad de absorción radical del FN al 50% (Piromyos *et al.*, 2011). La respuesta positiva del garbanzo inoculada con estas BPCV individual y en mezcla, registro valores que fueron estadísticamente significativos comparados con el garbanzo con LR de 23,85 cm sin inocular y con el 100% FN al 100% (CR).

En referencia a la biomasa de la leguminosa a plántula a 64, la Tabla 2 se muestra la respuesta del garbanzo a *A.vinelandii* y *B.cepacia* con la dosis 50% del FN: que registro 3,58 g de PFT, lo que sugiere que ambas BPCV, mantuvieron la conversión de algunos de los exudados radicales de la leguminosa en SPCV, con las que estimuló la formación de raíces laterales que optimizaron la absorción radical del FN al 50% (Chanway *et al.*, 2000; Prakash y Yadav, 2012); este valor y los registrados cuando el garbanzo que se inoculó solo con *A. vinelandii* o *B.cepacia*; fueron estadísticamente significativos o iguales, al valor de 2,56 de PFT del garbanzo sin inocular con el FN al 100% (CR). En tanto que la respuesta del garbanzo a la inoculación mixta con las BPCV a la dosis 50% de FN, registró un PST de 0,70 g esto sugiere que a nivel de su rizósfera, *A. vinelandii* y *B. cepacia* mediante una acción sinérgica convirtieron algunos exudados radicales en SPCV y con base en el comportamiento de la planta, optimizaron la absorción radical del FN al 50%. Lo anterior explica porque es importante evitar la hiperfertilización nitrogenada que causa pérdida de productividad del suelo por la generación de compuestos de N contaminantes para el agua superficial y acuíferos (Cárdenas-Navarro *et al.*, 2004). En referencia al garbanzo cuando inoculó sólo con *A. vinelandii* o *B. cepacia*, su PST registró valores estadísticamente significativos comparados con los observado en el

garbanzo con 0,57 g de PST alimentado con el 100% del FN (CR). A nivel de floración el garbanzo inoculado con *A.vinelandii* o *B.cepacia* respondió favorablemente, estimulado por las SPCV producidas por estas BPCV (Rodelas *et al.*, 1999; Valverde *et al.*, 2007) de manera análoga a lo que ambos géneros bacterianos realizan con los productos excreción de la raíz de gramíneas en fitohormonas e influyen positivamente en su crecimiento (Chanway *et al.*, 2000).

En la Tabla 2 se muestra la respuesta positiva del garbanzo a la doble inoculación con *A. vinelandii* y *B. cepacia* a la dosis al 50% de FN, en su AP que alcanzo 43,27 cm, lo cual indica que ambos géneros de BPCV realizaron una conversión complementaria de los exudados radicales de la leguminosa en SPCV, lo que optimizó su capacidad de absorción radical del FN al 50%, de acuerdo con el crecimiento observado en la raíz del garbanzo, y apoya que aparentemente no existe una especificidad de *A. vinelandii* y *B. cepacia* por los productos de excreción de gramíneas para su conversión en SPCV (Freitas y Gennida, 1990). Cuando el garbanzo se inoculó con uno de los dos géneros de BPCV se registraron valores en la AP que fueron estadísticamente significativos comparados con lo observado en el garbanzo sin inocular con una AP de 36,07 cm alimentado con el 100% del FN (CR). En tanto que el garbanzo inoculado *A. vinelandii* y *B. cepacia* alcanzó una LR de 33,95 cm, lo que sugiere que estos géneros bacterianos reconocieron algunos exudados de la raíz del garbanzo, similares a los liberados en la raíz de las gramíneas para su conversión en SPCV en la optimización del FN al 50%, aun cuando el garbanzo se inoculó solo con uno de los dos géneros de BPCV (Di Cello *et al.*, 1997), mostró una diferencia estadísticamente significativa comparado con LR de 28,60 cm del garbanzo (CR). Este resultado apoya la aplicación de otros tipos de BPCV

diferentes a *Rhizobium* sp (Hernández *et al.*, 2012) en la producción de garbanzo a dosis reducida de FN, sin riesgo de afectar negativamente su crecimiento (Prakash *et al.*, 2010; Escobar *et al.*, 2011).

En relación a la biomasa del garbanzo la Tabla 2 muestra su positiva a la inoculación con las dos BPCV sobre su PFT con 3,82 g; entretanto el garbanzo inoculado con *A. vinelandii* registró un PFT de 3,80 g, sin diferencia con lo observado al inocularse con *B. cepacia* que tuvo un PFT de 3,77 g. Lo que sugiere que ambos géneros de manera individual como en mezcla conservaron la capacidad transformación de exudados radicales del garbanzo en SPCV (Chanway *et al.*, 2000) para su sano crecimiento (Cutíño-Escalona, 2012). En el garbanzo inoculado con las BPCV, el PFT fue estadísticamente significativo, comparado con su homólogo sin inocular con el 100% del FN (CR). Finalmente el garbanzo tuvo una respuesta positiva a la inoculación con *A. vinelandii* y *B. cepacia* en su PST con 0,82 g, dependiente de SPCV (González-Leyva *et al.*, 2012), de la misma forma como se ha

reportado en gramíneas inoculadas con estos géneros bacterianos a dosis reducida del FN (Freitas y Gennida, 1990; García-González *et al.*, 2005). Las observaciones en el patrón de crecimiento de la raíz sugiere que las SPCV estimularon la proliferación de pelos radicales (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2010); lo que mejoró su capacidad de absorción del FN y el aumento del PST del garbanzo (Di Cello *et al.*, 1997; Rodelas *et al.*, 1999). Lo anterior indica que el valor del PST del garbanzo inoculado con ambos géneros de BPCV fue estadísticamente significativo, comparado con el PST de 0,71 g del garbanzo (CR) sin inocular y alimentado con el FN al 100%. Este hecho supone la producción sustentable de garbanzo a dosis reducida del FN con otros géneros de BPCV, con una alta competencia por sus exudados de raíz y un efecto positivo igual o mejor que lo reportado con *Rhizobium* sp., con un sano crecimiento y sin riesgo de afectar negativamente su rendimiento (Armenta *et al.*, 2010; Camelo *et al.*, 2011).

Tabla 2

Respuesta de garbanzo *Cicer arietinum* L. a la inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal a dosis 50% del fertilizante nitrogenado a nivel de plántula y floración a 32 y 62 días después de la siembra

Tratamientos/ Garbanzo	Germinación (%)	Fenotípica (a 32 días)		Biomasa (a 32 días) (g)		Fenotípica (a 62 días)		Biomasa (a 62 días) (g)	
		Altura planta (cm)	Longitud radical (cm)	Peso fresco total	Peso Seco total	Altura planta (cm)	Longitud radical (cm)	Peso fresco total	Peso seco total
Agua (control absoluto)	70 ±0,0 ^{df}	30,52 ±7,8 ^{ce}	22,92 ±4,8 ^{ce}	4,62 ±0,3 ^{ce}	1,05 ±0,2 ^{ba}	33,50 ±5,2 ^{ce}	27,85 ±2,4 ^{ce}	6,14 ±0,6 ^{ba}	1,26 ±0,09 ^{ba}
Fertilizante nitrogenado 100% (control relativo)	85 ±0,0 ^c	33,97 ±2,3 ^b	23,85 ±3,9 ^{bc}	5,13 ±0,3 ^b	1,15 ±0,2 ^{ab}	36,07 ±3,5 ^b	28,60 ±3,3 ^{bc}	7,26 ±1,1 ^{ab}	1,42 ±0,2 ^{ab}
<i>Azotobacter vinelandii</i>	90 ±0,0 ^b	33,92 ±3,2 ^b	24,57 ±3,6 ^{bc}	5,17 ±0,1 ^b	1,25 ±0,2 ^{ab}	37,90 ±1,2 ^{ab}	31,52 ±2,9 ^{ab}	7,60 ±0,9 ^a	1,54 ±0,1 ^{ab}
<i>Burkholderia cepacia</i>	90 ±0,0 ^b	36,60 ±3,1 ^{ab}	28,90 ±3,2 ^{ab}	6,50 ±0,7 ^a	1,21 ±0,1 ^{ab}	36,85 ±3,1 ^{ab}	29,90 ±1,4 ^{bc}	7,52 ±0,7 ^a	1,52 ±0,1 ^{ab}
<i>A.vinelandii</i> y <i>B.cepacia</i>	95 ±0,0 ^a	40,52 ±2,0 ^a	31,85 ±1,2 ^a	7,17 ±0,6 ^a	1,40 ±0,2 ^a	43,27 ±1,9 ^a	33,95 ±1,5 ^a	7,64 ±0,7 ^a	1,64 ±0,06 ^a

* Valores de medias ± error estándar, seguidas por letras distintas con diferencia estadística si significativamente según (ANOVA, p > 0,05, Tukey HSD y Duncan separación de medias).

4. Conclusiones

Las BPCV de los géneros *Azotobacter vinelandii* y *Burkholderia cepacia* son una alternativa para la producción sustentable de *Cicer arietinum* L. (garbanzo), a 50% de FN, dado que los resultados obtenidos sugieren que tienen capacidad para convertir exudados radicales en sustancias promotoras de crecimiento vegetal, con lo que se puede evitar la hiperfertilización nitrogenada, en consecuencia la pérdida de productividad del suelo y la contaminación de agua superficial y de acuíferos.

5. Agradecimientos

Al proyecto 2.7 (2014) de la Coordinación de Investigación Científica de la UMSNH, a SENER 150001 (2014), y a FITONUTRIMENTOS, SA de CV, Maravatio, Mich. por el apoyo.

6. Referencias bibliográficas

- Armenta, A.D.; García, C.; Camacho, J.R.; Apodaca, M.A.; Montoya, L.G.; Nava, E. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Revista Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable* 6: 51-56.
- Camelo, M.; Vera, S.P.; Bonilla, R.R. 2011. Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 12: 159-166.
- Cárdenas, M.; Ortiz, R.; Echeverría, A.; Shagarodsky, T. 2012. Caracterización y selección agroproductiva de líneas de garbanzo (*Cicer arietinum* L.) introducidas en Cuba. *Cultivos Tropicales* 33: 69-74.
- Cárdenas-Navarro, R.; Sánchez-Yáñez, J.M.; Fariás-Rodríguez, R.; Peña-Cabriales, J.J. 2004. Los aportes del Nitrógeno en la Agricultura. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10: 173-178.
- Cello, F. di; Bevivino, A.; Chiarini, L.; Fani, R.; Paffetti, D.; Tabacchioni, S.; Dalmastrì, C. 1997. Biodiversity of a *Burkholderia cepacia* population isolated from the maize rhizosphere at different plant growth stages. *Applied Environmental Microbiology* 63: 4485-4493.
- Chanway, C.P.; Shishido, M.; Nairn, J.; Jungwirth, S.; Markham, J.; Xiaoy, G.; Holl, F.B. 2000. Endophytic colonization and field responses of hybrid spruce seedlings after inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria. *Forest Ecology Management*. 133: 81-88.
- Cutiño-Escalona, M. 2012. Inoculación de *Azotobacter chroococcum* en el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). *Revista Innovación Tecnológica* 18: 1-7.
- Freitas, L.R. de; Gennida, J.J. 1990. Plant growth promoting rhizobacteria for winter wheat. *Canadian Journal Microbiology* 36: 265-272.
- Escobar, C.; Horna, Y.; Carreño, C.; Mendoza, G. 2011. Caracterización de cepas nativas de *Azotobacter* spp. y su efecto en el desarrollo de *Lycopersicon esculentum* Mill. "tomate" en Lambayeque. *Scientia Agropecuaria* 2: 39-49.
- García, J.A.; Castillo, A.; Ramírez, M.E.; Rendón, G.; Larqué, M.U. 2001. Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, HSU y Bechhofer para selección de medias. *Agrociencia* 35: 79-86.
- García-González, M.M.; Fariás-Rodríguez, R.; Peña-Cabriales, J.J.; Sánchez-Yáñez, J.M. 2005. Inoculación de trigo var. Pavón con *Azospirillum* sp. y *Azotobacter bejerinckii*. *Terra Latinoamericana* 23: 65-72.
- González-Leyva, M.; González-Cruz, M.; Nápoles-Gallardo, E.; Baldaquín-Pagan, A. 2012. Efectividad de algunos biofertilizantes en el cultivo del garbanzo (*Cicer Arietinum*, L.) en un suelo Fersialítico Pardo Rojizo Mullido. *Revista Innovación Tecnológica* 18: 1-10.
- Hernández, J.L.; Cubillos-Hinojosa, J.G.; Milián, P.E. 2012. Aislamiento de cepas de *Rhizobium* sp., asociados a dos leguminosas forrajeras en el Centro Biotecnológico del Caribe. *Revista Colombiana de Microbiología Tropical* 2: 51-62.
- Hernández-Rodríguez, A.; Heydrich-Pérez, M.; Diallo, B.; Jaziri, M.E.; Vandeputte, O.M. 2010. Cell-free culture medium of *Burkholderia cepacia* improves seed germination and seedling growth in maize (*Zea mays*) and rice (*Oryza sativa*). *Plant Growth Regulation* 60: 191-197.
- Piromyou, P.; Buranabanyat, B.; Tantasawat, P.; Tittabutr, P.; Boonkerd, N.; Teamroong, N. 2011. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on microbial community structure in rhizosphere of forage corn cultivated in Thailand. *European Journal of Soil Biology* 47: 44-54.
- Prakash, J.; Yadav, J. 2012. Evaluation of plant growth promoting rhizobacteria and their effect on plant growth and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under sustainable agriculture. *International Journal of Research in Engineering Computer and Social Sciences* 2: 51-57.
- Prakash, J.; Yadav, J.; Nath, K.; Kumar, A. 2013. Effect of indigenous *Mesorhizobium* spp and plant growth promoting rhizobacteria on yields and nutrients uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under sustainable agriculture. *Ecological Engineering* 51: 282-286.
- Rodelas, B.; González-López, J.; Martínez-Toledo, M.V.; Pozo, C.; Salmerón, V. 1999. Influence of *Rhizobium/Azotobacter* and *Rhizobium/Azospirillum* combined inoculation on mineral composition of faba bean (*Vicia faba* L.). *Biology Fertility Soils* 29: 165-169.
- Sánchez-Yáñez, J.M. 2007. Breve Tratado de Microbiología Agrícola Teoría y Práctica. Eds: Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, COSUSTENTA, S.A. de CV, Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán, Morelia, Mich. México. pp. 130-133, 136-138, 153-155.
- Valverde, A.; Burgos, A.; Fiscella, T.; Rivas, R.; Velázquez, E.; Rodríguez-Barrueco, C.; Cervantes, E.; Chamber, M.; Igual, J.M. 2007. Differential effects of coinoculations with *Pseudomonas jessenii* PS06 (a phosphate-solubilizing bacterium) and *Mesorhizobium ciceri* C-2/2 strains on the growth and seed yield of chickpea under greenhouse and field conditions. *Soil Biology Biochemical* 1: 43-50.