



**Revista Internacional de Investigación e Innovación
Tecnológica**

Página principal: www.riit.com.mx

**RESPUESTAS DEL PEPINO A LA FERTILIZACIÓN BIOLÓGICA Y MINERAL
CON Y SIN ACOLCHADO PLÁSTICO EN CONDICIONES DE CASA SOMBRA**

Vasquez-Santiago, E.^a, Lira-Saldivar, R.H.^b, Valdéz-Aguilar, L.A.^a, Cárdenas-Flores, A.^b, Ibarra-Jiménez, L.^b,
González-Sandoval, D.C.^b.

^aDepartamento de Horticultura; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro; C.P. 25280, Saltillo, Coahuila. México. ^bDepartamento Plásticos en la Agricultura; Centro de Investigación en Química Aplicada; C.P. 25294, Saltillo, Coahuila. México

e-mail autor(es): hugo.lira@ciqa.edu.mx; estevan_b75@yahoo.com.mx.

Biofertilización en pepino, agricultura protegida y producción sustentable.

Biotecnología, fertilización, sistemas de producción hortícola y agricultura orgánica.

Resumen

El cultivo de pepino es de gran importancia a nivel global ya que esta hortaliza se siembra en más de dos millones de hectáreas, siendo fertilizado casi en su totalidad con fertilizantes tradicionales, debido a eso, se realizó un trabajo experimental con el objetivo de determinar el efecto de biofertilizantes fúngicos y bacterianos, así como fertilización mineral en el crecimiento y rendimiento del pepino, bajo condiciones de casa sombra en suelo con y sin acolchado plástico. Los dos biofertilizantes comerciales evaluados fueron: Azotón (a base de esporas de *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter* spp., y *Bacillus* spp.) y Ecorriza, (conteniendo el hongo *Glomus intraradices*), suplementados con dos porcentajes de

fertilización NPK al 50 y 100 %, de la dosis comercial para esta hortaliza, con y sin acolchado plástico en condiciones de casa sombra. Se utilizó un diseño en bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, arreglo factorial 2 x 2 x 2. Se encontraron diferencias altamente significativas (Tukey, $P < 0.01$) para el factor biofertilización en la variable altura de planta a los 60 días después de la siembra (DDS) y en el área foliar a los 45 DDS. A pesar de que los datos no mostraron significancia estadística en el rendimiento, los resultados revelaron que con la biofertilización en suelo con acolchado plástico más 100 % de la dosis de fertilización recomendada, se incrementó el rendimiento en 23 %, respecto al tratamiento con la dosis de 100 % de fertilización tradicional sin biofertilización ni acolchado. Estos resultados se consideran de interés en términos de la producción hortícola sustentable. De este trabajo se concluye que la coinoculación a las semillas con hongos micorrícicos y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas y su aplicación al suelo, tienen un buen potencial para ser empleadas como biofertilizantes para la producción sustentable del cultivo de pepino y posiblemente también de otras hortalizas.

Palabras clave: *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Glomus*, biofertilizantes, agricultura protegida.

Abstract

Globally, cucumber crop it is very important because the total area under cultivation with this vegetable is over two million hectares, being fertilized mainly with mineral fertilizers; due to this fact, an experimental work was conducted to determine the effect of fungal and bacterial biofertilizers on growth and yield of cucumber under shade house conditions and plastic mulching. We evaluated the effect of two commercial biofertilizers: Azotón (based

on spores of *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter* spp., and *Bacillus* spp.) and Ecorriza, containing the fungus *Glomus intraradices*, supplemented with two fertilization rates of NPK (50 and 100 %) of the commercial dose for this vegetable; on soil with and without plastic mulch under shade house conditions. The experimental design was a randomized block with eight treatments and four replications. For the statistical analysis of results, a 2 x 2 x 2 factorial arrangement was used. Highly significant differences for the biofertilization factor were found on plant height at 60 DDS, and leaf area at 45 DDS. Although the experimental data showed no statistical significance for plant yield, the results revealed that biofertilization on plastic mulched soil, plus 100 % of the recommended dose of fertilizer, increased total yield by 23 % compared to the treatment with 100 % of the commercial fertilization but without biofertilization and bare soil. From this work it is concluded that co-inoculation of seed with mycorrhizal fungus and growth-promoting bacteria, and their application to soil, have a good potential to be used as biofertilizers for sustainable crop production of cucumber and possibly for other vegetables.

Key Words: *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Glomus*, sustainable agriculture, plant nutrition

I. Introducción

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es uno de los cultivos hortícolas de mayor consumo a nivel mundial por su valor nutricional, sembrándose alrededor de 2.1 millones de hectárea y puede ser producido en condiciones protegidas y a campo abierto (1). Entre las 52 especies de *Cucumis spp.*, *C. sativus* tiene el valor más importante debido al potencial fitoquímico y terapéutico (2). En México este cultivo es muy importante, ya que nuestro país es el principal exportador mundial de esta hortaliza y es relevante también para el consumo nacional (3).

Globalmente los cultivos hortícolas se destacan por pertenecer a un mercado en crecimiento, generador de empleos y divisas. Estos cultivos en los últimos 20 años han recibido un gran impulso en la investigación biotecnológica, en especial para la producción en condiciones de agricultura sostenible (4), ya que en la agricultura moderna el paradigma emergente es reducir o eliminar el uso de agroquímicos sintéticos que impactan adversamente al ambiente. Por ello, ahora se privilegia el empleo de productos naturales como los extractos y aceites vegetales, el control biológico de plagas y enfermedades, el uso de bioplaguicidas, microorganismos antagonistas, así como los inductores de resistencia (5). El deterioro ecológico ocasionado en muchas zonas agrícolas, se debe en parte al abuso que se hace de los insumos sintéticos empleados en la tecnología de la “Revolución Verde”, destacando el incremento en las dosis empleadas de fertilizantes y plaguicidas, así como el uso irracional de los recursos agua y suelo. Con base en lo anterior, es necesario incorporar tecnologías sustentables o ecológicas que nos permitan minimizar esos productos

nocivos en los sistemas agrícolas convencionales (6); tal es el caso de los biofertilizantes (BF) microbianos que pueden ayudar a reducir el deterioro ecológico, así como disminuir los costos de producción agrícola (7).

El término BF se ha utilizado para designar a bioproductos que contienen diversos microorganismos (MICs) vivos como hongos y bacterias, que cuando se aplican a la semilla, planta o suelo, colonizan la rizósfera o la raíz misma y promueven el crecimiento debido al incremento de los nutrientes que ponen a disposición de las plantas, ya sea porque los absorben y luego los ceden a la planta hospedera como los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) (8), o porque los solubilizan como algunas rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) (9).

Las casas sombra se están utilizando cada vez con más frecuencia en la agricultura protegida, ya que son bioespacios forrados con mallas anti insectos y de sombreo, que protegen a los cultivos de la alta insolación y de plagas. Ante la escasa o casi nula información que existe sobre la producción de pepino en condiciones de casa sombra, suelo con acolchado plástico y biofertilizantes microbianos, se realizó una investigación con la finalidad de comparar el efecto de la fertilización tradicional (N-P-K) y de los BF bacterianos y fúngicos. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de la fertilización biológica y mineral con y sin acolchado plástico en el crecimiento y rendimiento del pepino bajo condiciones de casa sombra.

II. Materiales y Equipos

La investigación se realizó en el Centro de Investigación en Química Aplicada

(CIQA), en Saltillo, Coahuila, México. El suelo de la parcela experimental es de textura arcillo-limosa, con un pH de 7.8. El trabajo se efectuó en condiciones de casa sombra con cubierta de malla color cristal con 50 % de transmisión de luz solar. El material biológico usado fue semillas de pepino variedad híbrida Poinsett (Seminis) y los biofertilizantes Azotón y Ecorriza de la empresa GreenCorp Biorganiks de México S.A. de C.V. Para el control de plagas y enfermedades del cultivo se usaron productos comerciales orgánico-biológicos (Tabla 1) de la empresa antes señalada.

Tabla 1. Productos orgánico-biológicos aplicados durante el ciclo del cultivo.

Insecticidas: eBIOLUZION, Pestil Out
Acaricidas: Akabrown, Abamixxin
Fungicidas: Best Ultra S, Best Ultra F
Bactericida: BiobacterO
Acondicionador de agua: Proflux
Nematicida: Nematon plus

III. Métodos Experimentales

Antes de la siembra se realizó la coinoculación a las semillas con dos BF comerciales: 1) Azotón, conteniendo un consorcio de bacterias (*Azospirillum brasilense*, *Azotobacter* spp. y *Bacillus* spp.), y 2) Ecorriza formulado con el hongo *Glomus* sp. Posterior a la germinación se aplicaron a las plántulas 100 mL de una solución acuosa conteniendo ambos microorganismos a los 7, 14 y 21 DDS. La fertilización mineral se dosificó cada tercer día durante el ciclo del cultivo, para ello se utilizó un sistema de riego por goteo aplicando la fórmula 200-200-100 de NO₃Ca, P₂O₅ y K₂O, respectivamente. Esta dosis correspondió al tratamiento del 100% de fertilización tradicional, y además se

aplicó una subdosis al 50 % de esa fórmula. Se estudiaron tres factores con arreglo factorial 2 x 2 x 2. (1) Fertilización mineral con N-P-K: 100-100-50 y 200-200-100; (2) Tratamiento al suelo: Con y sin acolchado plástico. (3) Dos biofertilizantes: Ecorriza y Azotón, lo que originó un total de 8 tratamientos, teniendo cuatro repeticiones por tratamiento (Tabla 2).

Tabla 2. Tratamientos experimentales aplicados.			
No	Fertilización (N-P-K)	Acolchado	Biofertilización
1	100-100-50	SA*	SB ¹
2	200-200-100	SA	SB
3	100-100-50	SA	CB ²
4	200-200-100	SA	CB
5	100-100-50	CA**	SB
6	200-200-100	CA	SB
7	100-100-50	CA	CB
8	200-200-100	CA	CB

SA* = sin acolchado plástico; CA** = con acolchado plástico; SB¹ = sin biofertilizantes; CB = con biofertilizantes (Ecorriza y Azotón)

Se utilizó un diseño de bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones, y para el análisis de varianza se empleó un arreglo factorial combinatorio. La parcela experimental estuvo integrada por 320 plantas, más las plantas sembradas en los bordos de protección. Cada repetición constó de 10 plantas. Las variables evaluadas del cultivo fueron: altura de planta, área foliar, contenido de clorofila, longitud y diámetro de frutos, y rendimiento total de pepino. La altura, número de hojas, área foliar y biomasa seca por planta fueron medidas a los 30, 45 y 60 (DDS); mientras que el contenido de clorofila se realizó al inicio de floración (30 DDS).

La altura de las plantas se midió de la base del tallo al ápice del tallo principal de la planta. El área foliar se determinó utilizando un equipo LI-COR estacionario, modelo LI-300 (Lincoln,

Nebraska, EUA). Debido a que el sombreado en condiciones de agricultura protegida afecta la fenología y morfología de las plantas (10), la pubescencia de las hojas fue caracterizada con un estereoscopio mz6 (Leica, EUA) y se compararon hojas desarrolladas en la casa sombra con otras sembradas en campo abierto. Las imágenes obtenidas se procesaron en un analizador de imágenes Image Pro Plus, Versión 7.0. El índice relativo del contenido de clorofila en el follaje se midió con el medidor de clorofila Minolta® SPAD 502 que es un método rápido y no destructivo. El área foliar se midió con un integrador de área foliar estacionario LI-COR, modelo LI-300, Lincoln, Nebraska, USA. La biomasa seca se determinó después de 72 horas de secado a una temperatura de 65 °C, hasta alcanzar peso constante.

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza (ANVA) de tres vías en arreglo en bloques al azar. Las medias de los parámetros evaluados fueron comparadas mediante la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$). Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el programa SAS (Statistical Analysis Systems), versión 8.1.

IV. Discusión de resultados

La altura de las plantas a los 60 DDS se vio significativamente, afectada ($p\leq 0.05$) por el tratamiento con biofertilizantes comparado con los otros tratamientos (Tabla 3). Terry-Alfonso y Leyva-Galán (11) reportaron resultados similares en plantas de tomate biofertilizadas con *Azospirillum brasilense* + *Glomus clarum*. Efectos análogos fueron consignados por Chandanie *et al.* (12), quienes encontraron que la inoculación con el hongo micorrícico *G. mosseae* y los hongos promotores del crecimiento

Penicillium simplicissimum y *Trichoderma harzianum*, incrementaron el crecimiento de plantas de pepino. Además, Saldajeno y Hyakumachi (13) utilizando *Fusarium equiseti* y *G. mosseae*, también encontraron que la coinoculación de ambos hongos estimularon el crecimiento de las plantas de pepino. Esto posiblemente se pueda deber a que los hongos micorrícicos mediante acción simbiótica y mutualista aumentan la absorción de nutrientes menos móviles como el P y también de los micronutrientes Zn y Cu; además pueden incrementar la absorción de agua (14).

Estos efectos promotores del crecimiento en las plantas pueden ser atribuidos a que las bacterias del Azotón tiene capacidad de fijar N_2 ; producir fitohormonas y sideróforos; solubilizar P y sintetizar enzimas benéficas para las plantas (15). En este trabajo se observó a los 45 DDS una diferencia altamente significativa ($p\leq 0.01$) en el factor acolchado para la variable área foliar, así mismo, en cuanto al peso seco de hojas se encontró una diferencia altamente significativa ($p\leq 0.01$), tanto para el factor acolchado, como para la dosis de fertilización en esa misma fecha. Esto se pudiera atribuir al hecho de que el acolchado plástico condiciona el estado físico-químico del suelo y la reacción bioquímica y química del mismo, influyendo así en una mejor nitrificación, lo que se traduce en un mayor contenido de biomasa seca del cultivo (16).

Agradecimientos. Los autores agradecen a la compañía GreenCorp Biorganiks de México, S. A. de C. V., la donación de los productos orgánico biológicos utilizados en este trabajo experimental.

Tabla 3. Cuadrados medios de los valores de altura de planta, área foliar, índice relativo del contenido de clorofila y peso seco de hojas, obtenidos a partir del ANVA, del cultivo de pepino en condiciones de casa sombra.

Tratamiento	AP 30 (cm)	AP 60 (cm)	AF 45 (cm ²)	IRCC 30 (unidades SPAD)	PSH 45 (g)
Acolchado	0.019 ns	0.000 ns	12821204 **	2123.3 ns	508.8**
Biofertilización	0.011 ns	0.580 **	809840 ns	14.2 ns	1.5 ns
Fertilización	0.015 ns	0.141 ns	2728058 ns	475.3 ns	419.0 **
Acol.*Biofer.	0.077*	0.062 ns	52380 ns	550.0 ns	22.7 ns
Acol.*Fert.	0.001 ns	0.100 ns	48932 ns	2.7 ns	80.0 ns
Biofer.*Fert.	0.010 ns	0.000 ns	2055040 ns	360.0 ns	75.6 ns
Biofer.*Acol.*Fert.	0.005 ns	0.048 ns	627946.9 ns	1136.0 ns	25.2 ns
Error	0.012	0.036	1169311	758.9	39.5
CV %	13.84	7.32	15.01	12	16.4

Nota: *significancia al $p \leq 0.05$, **significancia a $p \leq 0.01$, ^{ns} no significancia AP 30 = altura de plantas a los 30 días después de la siembra (DDS), AP 60 = altura de plantas a los 60 DDS. AF 45 = área foliar a los 45 DDS, IRCC = índice relativo del contenido de clorofila, PSH 45 = peso seco de las hojas a los 45 DDS.

Respecto a la longitud, diámetro y peso de frutos, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos debido a la aplicación de biofertilizantes, acolchado plástico o la dosis completa de fertilización química (Tabla 4). Estos

resultados son similares a los reportados por Padilla *et al.* (17), quienes no encontraron diferencias significativas al aplicar biofertilizantes en el cultivo de melón con acolchado plástico.

Tabla 4. Cuadrados medios de los valores de diámetro de fruto, longitud de fruto, peso de fruto y rendimiento, obtenidos a partir del ANVA, del cultivo de pepino en condiciones de casa sombra.

Factores de Variación	*DF (cm)	LF (cm)	PF (g)	REND (kg/planta)
Acolchado	0.095 ns	1.156 ns	6370.1 ns	0.678 ns
Biofertilización	0.181 ns	1.797 ns	10914.1 ns	0.032 ns
Fertilización	0.000 ns	0.347 ns	0.663 ns	0.003 ns
Acol.*Biofer.	0.275 ns	0.222 ns	5403.8 ns	0.369 ns
Acol.*Fert.	0.010 ns	0.135 ns	469.3 ns	1.140 ns
Biofer.*Fert.	0.042 ns	0.078 ns	2466.5 ns	0.022 ns
Biofer.*Acol.*Fert.	0.072 ns	0.222 ns	769.2 ns	1.487 ns

Error	0.082	1.220	3647.8	0.323
CV %	4.87	4.78	12.5	22.33

*DF= diámetro de fruto; LF= longitud del fruto; PF=Peso de fruto; REND= rendimiento del cultivo. ns= no significancia ($p>0.05$).

En cuanto al índice relativo del contenido de clorofila, las diferencias encontradas entre los valores promedio no fueron significativos. Estos efectos difieren de lo reportado por Pereira *et al.* (18), quienes encontraron mayor contenido de clorofila en plantas de *Eucalyptus camaldulensis* micorrizadas por *G. intraradices* y *G. mosseae*.

Al realizar comparaciones microscópicas de la pubescencia o vellosidad de las hojas de pepino cultivadas en casa sombra (Figura 1 a y b) contra plantas establecidas a campo abierto, se detectó que las primeras presentaron mayor área foliar y menor pubescencia, en comparación con las hojas de pepino cultivadas en campo abierto (Figura 1 c y d). Molina-Montenegro (19), señala que la pubescencia de las hojas actúa como un sistema de defensa contra la excesiva radiación solar incidente, ya que protege a las plantas de las bajas temperaturas, del efecto abrasivo del viento y para reducir la tasa transpirativa, al proteger los

estomas de un ambiente hostil a campo abierto. Es importante señalar la gran diferencia entre la cantidad de pubescencia de las plantas de pepino crecidas dentro y fuera de la casa sombra, lo que refleja una adaptación anatómica-morfológica de este cultivo al estrés abiótico, ya que la pubescencia implica una modificación de la epidermis y varía, tanto en la longitud como en la densidad de vellos con los diversos parámetros ecofisiológicos, atenuando los efectos negativos de condiciones ambientales adversas sobre el estado fisiológico y el crecimiento de la planta en cuestión (20).

Por lo tanto, el hecho de que las hojas y frutos a campo abierto tuvieran mayor densidad de pubescencia en comparación con los de casa sombra, pudiese significar que la planta invierte menos fotosintatos en producir tricomas y quizá sean utilizados en crecimiento y rendimiento. Sin embargo, estas suposiciones necesitan ser comprobadas en estudios posteriores.



Figura 1. Vista microscópica del envés de una hoja de pepino cultivado en casa sombra, nervadura central (a) y del limbo (b); y de uno cultivado en campo abierto; nervadura central (c) y limbo (d).

El efecto de la combinación de niveles de fertilización química con biofertilización y acolchado plástico se presentan en la Figura 2. Los datos nos permiten inferir que la mayor efectividad de la biofertilización para el rendimiento se alcanzó en suelo con acolchado y dosis de fertilización N-P-K al 100 % de la dosis comercial. Así mismo, se observó que el efecto benéfico de la biofertilización se limita con dosis altas de fertilización; por ejemplo al 100 % de la recomendada.

Resultados análogos encontró Pérez-Rosales (21) al inocular *Pseudomonas tolaacii* y *Bacillus pumilus* en plantas de pepino, ya que sin aplicar fertilizantes el rendimiento aumentó debido al efecto biofertilizador de los microorganismos utilizados. El resultado que se obtuvo para el rendimiento, sugiere determinar la dosis adecuada de fertilización N-P-K para una mayor efectividad de la biofertilización.

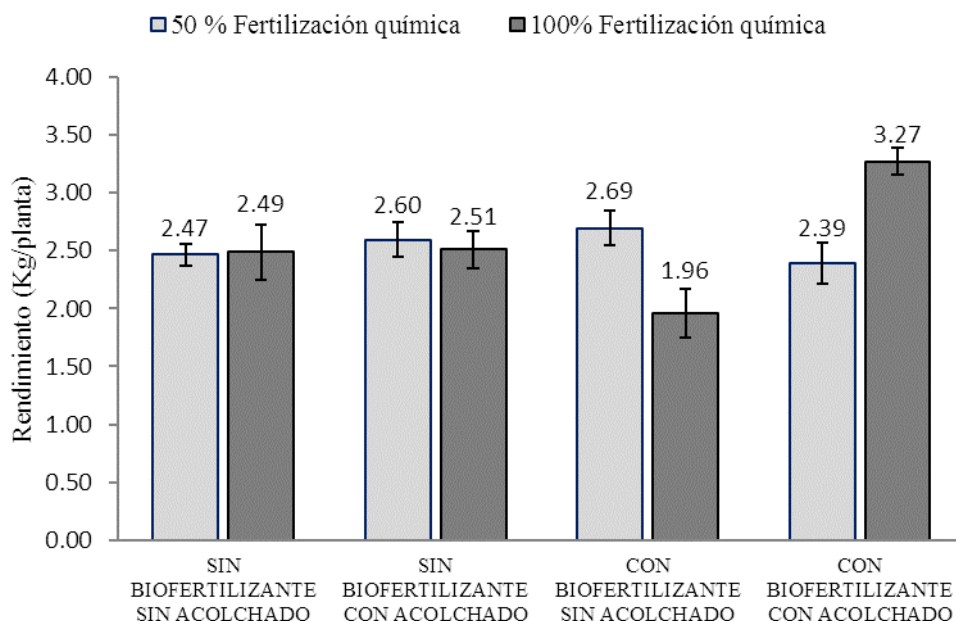


Figura 2. Efectos de las combinaciones de niveles de fertilización química con biofertilización y acolchado plástico en el rendimiento del cultivo de pepino en casa sombra.

V. Conclusiones

Con la coinoculación de las bacterias *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter* spp. y *Bacillus* spp., más la micorriza *Glomus* sp. se incrementó el rendimiento en el cultivo de pepino en suelo con acolchado plástico más la dosis de fertilización completa recomendada, sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticas. Estos resultados sugieren la importancia de utilizar un paquete tecnológico sustentable que causa un menor impacto ambiental, al reducir la cantidad de los agroquímicos sintéticos empleados. Es importante continuar con estos trabajos de investigación en condiciones de agricultura protegida y en campo abierto en diversos cultivos hortícolas, para validar los resultados hasta ahora obtenidos.

VI. Referencias

1. Waris, M., Haq, I. Khan, S.A., Ahmad, F., Iqbal, M., Shoaib, M., Ullah, Z. 2014. "Screening of cucumber varieties against downy mildew ¿*Pseudoperonospora cubensis*? and its chemical management". *Pak. J. Phytopathol.*, 29: 321-329.
2. Pulok, K., Mukherjee, K.N. Neelesh, M. Niladri, K., Birendra, S. 2012. "Phytochemical and therapeutic potential of cucumber". *Fitoterapia*, 84: 227-236.
3. Lopez-Elias, J., Rodríguez, J.C., Huez, M.A., Garza, S., Jiménez, J., Leyva, E.I. 2011. "Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda". *Idesia* [online]. 29: 21-27.
4. Mohammadi K., Ghalavand, A., Aghaalikhani, M., Heidari, G.R., Sohrabi, Y. 2011. "Introducing the sustainable soil fertility system for chickpea (*Cicer arietinum* L.)". *African J. Biotechnol.*, 10: 6011-6020.
5. Ongena, M., Jourdan, E., Adam, A., Paquot, M., Brans, A., Thonart, P. 2007. "Surfactin and fengycin lipopeptides of *Bacillus subtilis* as elicitors of induced systemic resistance in plants". *Environ. Microbiol.*, 9: 1084-1090.
6. Bailey, K.L., Boyetchko, S.M., Längle, T. 2009. "Social and economic drivers shaping the future of biological control: A Canadian perspective on the factors affecting the development and use of microbial biopesticides." *Biol. Control*, 52: 221-229.
7. Phua, C.K.H, Wahid, A., Rahim, A. 2012. "Development of multifunctional biofertilizer formulation from indigenous microorganisms and evaluation of their N₂-fixing capabilities on chinese cabbage using ¹⁵N tracer technique." *Pertanika J. Trop. Agric. Sci.*, 35: 673-679.
8. Smith, S.E., Read, D.J. 2008. "Mycorrhizal symbiosis". 3a ed. Academic Press. EUA. 787 p.
9. Kurd, A., Aziz, A., Saifullah, K., Munir, A., Jahangir, K. 2012. "Biofertilizer - a possible substitute of fertilizers in production of wheat variety zardana in Balochistan". *Pakistan J. Agric. Res.*, 25: 44-49.
10. Aberkani, K., Gosselin, A., Dorais, M., Vineberg, S. 2006. "Effects of insulating foams between double polyethylene films on light

- transmission, growth and productivity of greenhouse tomato plants grown under supplemental lighting”. *Acta Hort.* (ISHS) 711: 449-454.
11. Terry-Alfonso, E. y Leyva-Galán, A. 2006. “Evaluación agrobiológica de la coinoculación micorrizas-rizobacterias en tomate”. *Revista Agronomía Costarricense*, 30: 65-73.
 12. Chandanie, W.A., Kubota, M., Hyakumachi, M. 2009. “Interactions between the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* and plant growth-promoting fungi and their significance for enhancing plant growth and suppressing damping-off of cucumber (*Cucumis sativus* L.)”. *Appl. Soil Ecol.*, 41: 336-341.
 13. Saldajeno, M.G.B., Hyakumachi, M. 2011. “The plant growth-promoting fungus *Fusarium equiseti* and the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* stimulate plant growth and reduce severity of anthracnose and damping-off diseases in cucumber (*Cucumis sativus*) seedlings”. *Ann. Appl. Biol.*, 159:28-40.
 14. Ortas, I. 2010. “Effect of mycorrhiza application on plant growth and nutrient uptake in cucumber production under field conditions”. *Spanish J. Agric. Res.*, 8: 116-122.
 15. Mohammadi, K., and Sohrabi, Y. 2012. “Bacterial biofertilizers for sustainable crop production: A review.” *J. Agric. Biol. Sci.*, 7:307-316.
 16. Bu, D.S., Zheng, D.M., Ming, D., Jiang, Y.J., Zhang, C.L. 2009. “Research on nitrification-denitrification and respiration under mulch drip irrigation in desert oasis”. *Agric. Res. Arid Areas*, 27: 12-15.
 17. Padilla, E., Esqueda, M., Sánchez, A., Troncoso, R.R., Sánchez, A. 2006. “Efecto de biofertilizantes en cultivo de melón con acolchado plástico”. *Rev. Fitotecnia Mex.*, 29: 321-329.
 18. Pereira, G., Sanchez, M., Rios, D., Herrera, M.A. 2001. “Micorrizas vesículo arbusculares y su incidencia en el crecimiento de plántulas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.” *BOSQUE*, 22(2): 39-44.
 19. Molina-Montenegro, M.A. 2008. “Variación de la pubescencia foliar en plantas y sus implicaciones funcionales a lo largo de gradientes altitudinales”. *Ecosistemas*, 17 (1): 146-154.
 20. Konrad, W., Burkhardt, J., Ebner, M., Roth-Nebelsick, A. 2014. “Leaf pubescence as a possibility to increase water use efficiency by promoting condensation”. *Ecohydrology*. DOI: 10.1002/eco.1518.
 21. Perez-Rosales, E. 2012. Inoculación de bacterias promotoras de crecimiento vegetal en pepino (*Cucumis sativus* L.) Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 87. Pag.