



Title: Characterization of Paenibacillus sp. CBRM17 as an antagonist of plant pathogenic fungi and growth promoter of Capsicum chinense Jacq.

Authors: MEJÍA-BAUTISTA, Miguel Angel, CRISTÓBAL-ALEJO, Jairo, PACHECO-AGUILAR, Juan Ramiro and REYES-RAMÍREZ, Arturo

Editorial label ECORFAN: 607-8695
 BECORFAN Control Number: 2022-01
 BECORFAN Classification (2022): 131222-0001

Pages: 20
 RNA: 03-2010-032610115700-14

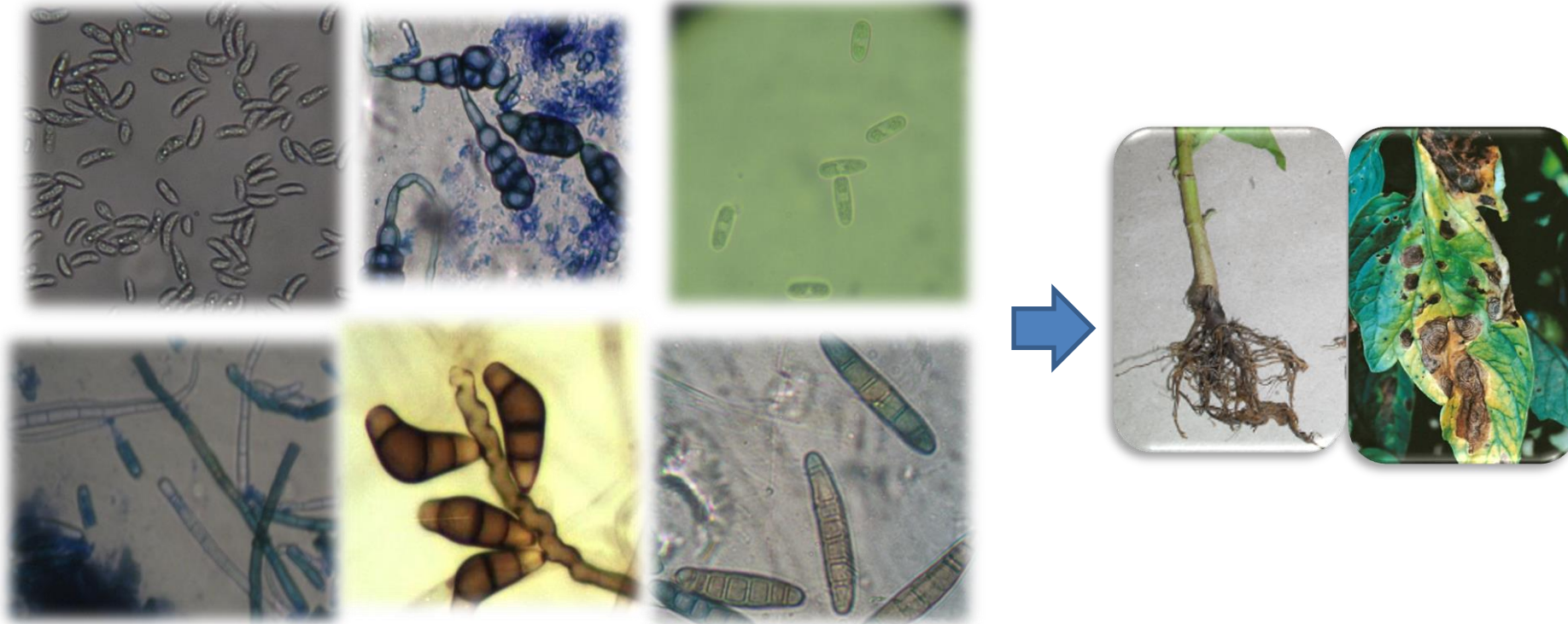
ECORFAN-México, S.C.
 143 – 50 Itzopan Street
 La Florida, Ecatepec Municipality
 Mexico State, 55120 Zipcode
 Phone: +52 1 55 6159 2296
 Skype: ecorfan-mexico.s.c.
 E-mail: contacto@ecorfan.org
 Facebook: ECORFAN-México S. C.
 Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

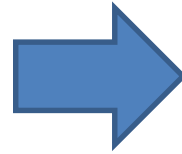
Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

INTRODUCCIÓN

Los hongos fitopatógenos son un grupo de microorganismos causantes de enfermedades en los cultivos tropicales, principalmente *Fusarium* sp., *Alternaria* sp., *Colletotrichum* sp. *Cercospora* sp. *Curvularia* sp. y *Helminthosporium* sp. géneros altamente perjudiciales causantes de diferentes patologías a los cultivos



Para su control se aplican con mayor frecuencia fungicidas organosintéticos que, de manera continua, contaminan el ambiente, afectan la salud humana y generan nuevas cepas de fitopatógenos con resistencia a los fungicidas.

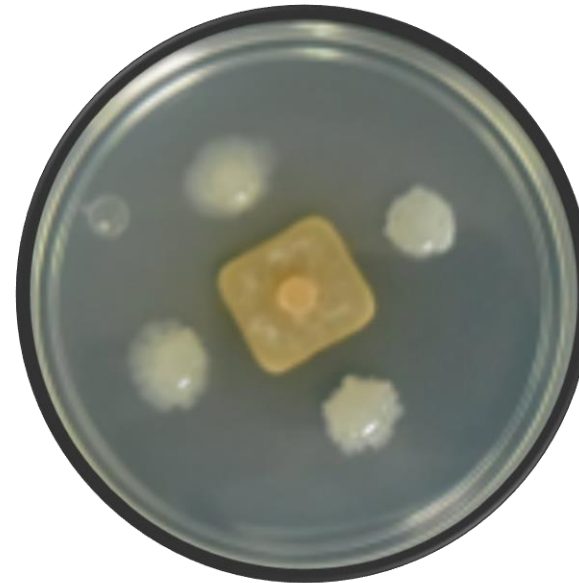


Por lo que es una necesidad apremiante la búsqueda de alternativas más agroecológicas.

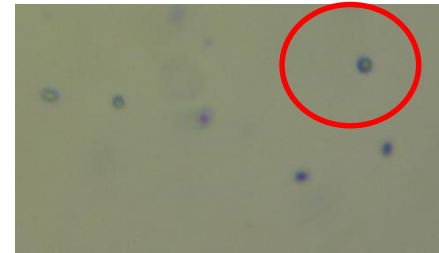
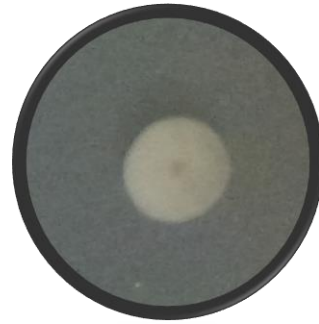
Estrategias de control

El control de patógenos mediante el empleo de microorganismos con efecto antagonista:

- Práctica mundial
- Búsqueda constante de aislados promisorios, efectivos en el control biológico
- Actividad que ocupa en la actualidad a muchos investigadores.



El género *Paenibacillus*, tiene una amplia distribución encontrándose en mayor recurrencia en la rizosfera de las plantas, capaces de ejercer el control fitopatógenos



Además su capacidad de formar endosporas y producir diferentes antibiótico lo hacen útil y con potencial de ser usada como agente de biocontrol: polimixina M y bacteriocinas.

Paenibacillus

- *Paenibacillus polymyxa*
- *P. Peoriae*
- *P. brasilensis*
- *P. alginolyticus*
- *P. favisporus*
- *P. macerans*
- *P. lentimorbus*

Algunas especies como *P. polymyxa* presentan además efecto promotor de crecimiento en cultivos como pimiento (*Capsicum annuum*), soya (*Glycine max* L.) y tomate (*Solanum lycopersicum*)



ORIGINAL ARTICLE

ANTECEDENTES

Plant growth-promoting rhizobacteria, *Paenibacillus polymyxa* and *Paenibacillus lentimorbus* suppress disease complex caused by root-knot nematode and fusarium wilt fungus

S.H. Son, Z. Khan, S.G. Kim and Y.H. Kim

Antimicrobial activity of *Paenibacillus peoriae* strain NRRL BD-62 against a broad spectrum of phytopathogenic bacteria and fungi

I. von der Weid , D.S. Alviano, A.L.S. Santos, R.M.A. Soares, C.S. Alviano and L. Seldin

<i>Micrococcus</i> sp.	LMG2	(I)	a	+++
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	IPO 1508	(II)	b	++
<i>Escherichia coli</i>	DH5 α	(I)	a	++
<i>Ralstonia solanacearum</i>	1609	(II)	b	++
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	IPO161	(II)	a	++
<i>Burkholderia cepacia</i>	P2	(II)	b	+
Fungi				
<i>Fusarium moliniiforme</i>		(III); Isolated from maize seeds	b	+++
<i>Fusarium oxysporum</i>		(I)	b	++
<i>Diplodia macrospora</i>	1	(III); Isolated from maize grains	b	+++
<i>Diplodia macrospora</i>	2	(III); Isolated from maize	b	++
<i>Diplodia maydis</i>		(III); Isolated from maize	b	++
<i>Cephalosporium acremonium</i>		(III)	b	+++
<i>Penicillium corylophilum</i>	4211	(IV)	b	+++
<i>Verticillium dahliae</i>	PD79/116	(III)	b	++
<i>Rhizoctonia solani</i>	IPO4R22	(II)	b	-
<i>Aspergillus parasiticus</i>		(I)	b	-
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	2	(III); Isolated from papaya	b	++
<i>Colletotrichum graminicola</i>		(III); Isolated from maize	b	+++
<i>Colletotrichum graminicola</i>	13E	(III); Isolated from sorghum	b	++
<i>Colletotrichum graminicola</i>	31A	(III); Isolated from sorghum	b	++

Biocontrol of Fusarium Crown and Root Rot and Promotion of Growth of Tomato by *Paenibacillus* Strains Isolated from Soil

Sheng Jun Xu and Byung Sup Kim*

Department of Plant Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

Annals of Applied Biology ISSN 0003-4746

RESEARCH ARTICLE

Induced systemic resistance and growth promotion in tomato by an indole-3-acetic acid-producing strain of *Paenibacillus polymyxa*

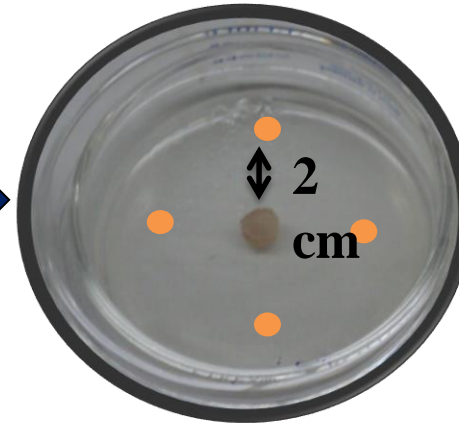
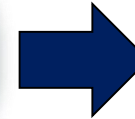
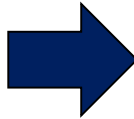
L. Mei¹, Y. Liang², L. Zhang³, Y. Wang^{1,3} & Y. Guo⁴

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento de fitopatógenos para prueba de confrontación directa con *Paenibacillus* sp. CBRM17

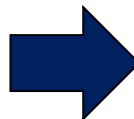


Sección de 0.5 cm de diámetro de crecimiento fúngico



Alícuotas de 6 μ L de suspensión bacteriana (1×10^6 UFC)

Incubación a 29 °C por 48 horas.



Evaluación:

- 1) Porcentaje de inhibición crecimiento radial de la colonia fúngica.
- 2) Halos de inhibición.

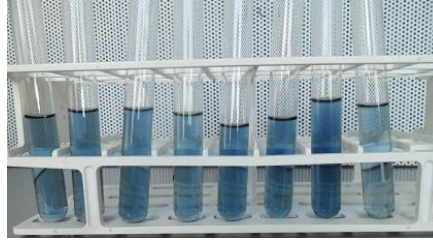
Propiedades bioquímicas *Paenibacillus* sp. CBRM17 relacionada con la promoción del crecimiento de plantas

• Solubilización de fosfato



Análisis cualitativo

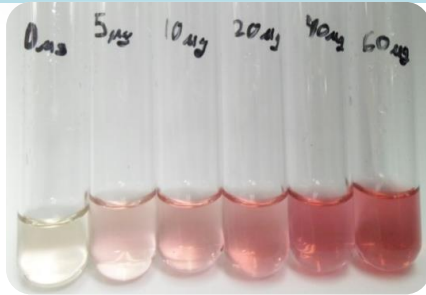
(Pradhan y Sukla, 2005)



Análisis cuantitativo

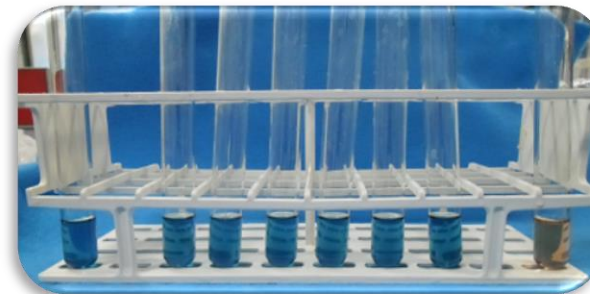
(Mehta y Nautiyal 2001)

• Producción de AIA



(Almoneafy et al., 2012)

• Producción de sideróforos



(Alexander y Zuberer 1991)

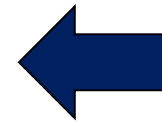
• Producción de la enzima 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC desaminasa)



(Penrose y Glick 2003)

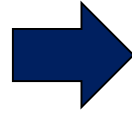
**Promoción del crecimiento de chile habanero
(*Capsicum chinense* Jacq.) inoculadas con
Paenibacillus sp. CBRM17**

Las semillas de chile cv. naranjo criollo fueron inoculadas con una suspensión bacteriana de *Paenibacillus* sp. (1×10^8 células/mL) para después ser sembradas en charolas con sustrato comercial Cosmopeat®

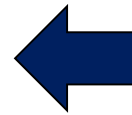


Una vez germinadas fueron reinoculadas a los 15 y 28 días después de la germinación (DDG) con 1 mL de *Paenibacillus* sp. por planta a una concentración de 1×10^8 células/mL (Luna *et al.*, 2013)

Después de 28 DDG, se realizó el trasplante en vasos de unicel de 32 onzas



de 60 DDG se finalizó el experimento



Reinoculación con la misma dosis (Canto-Martín *et al.*, 2004),

Variables Evaluadas:

- Altura
- Diámetro de tallo
- Número de hojas
- Área foliar
- Volumen radical
- Longitud de la raíz
- Biomasa fresca y seca de hojas, tallo y raíz



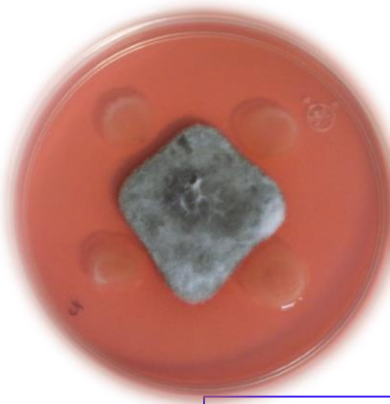
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la capacidad antagonica de *Paenibacillus* sp. CBRM17 contra hongos fitopatógenos

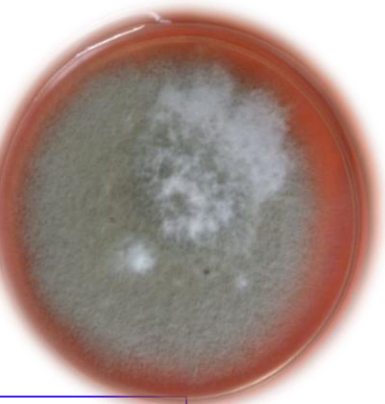
Cuadro 1. Antagonismo de *Paenibacillus* sp. CBRM17 contra diferentes hongos fitopatógenos tropicales

Hongos	Halos (mm)	ICR (%)
<i>Altenaria</i> sp.	2.77 b	60.41 b
<i>Corynespora</i> sp.	0.00 d	0.00 e
<i>Curvularia</i> sp.	0.00 d	0.00 e
<i>Fusarium</i> sp.	1.87 c	50.67 d
<i>F. equiseti</i>	6.67 a	70.04 a
<i>F. solani</i>	0.00 d	54.19 c
<i>Helminthosporium</i> sp.	0.00 d	52.12 dc
DMS	0.56	2.92

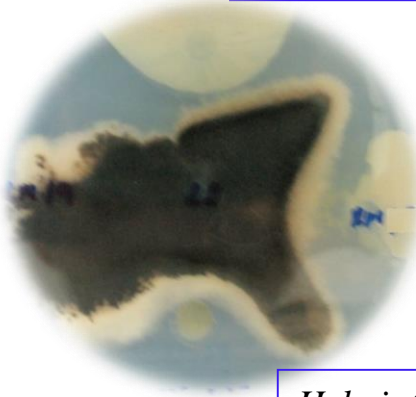
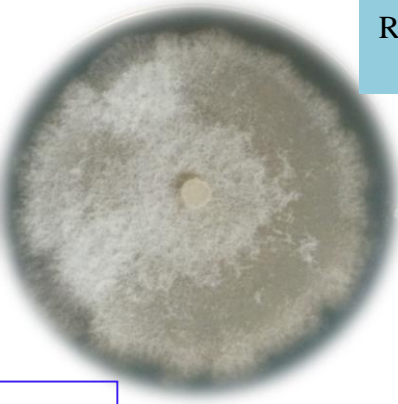
Medias con letras diferentes en cada columna son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).



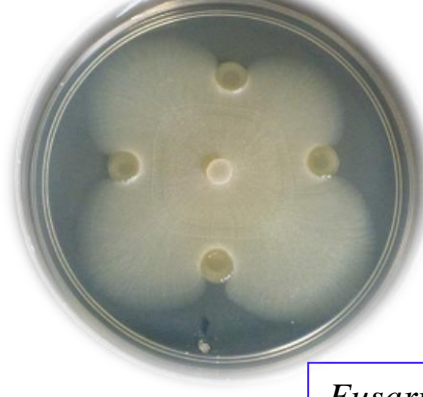
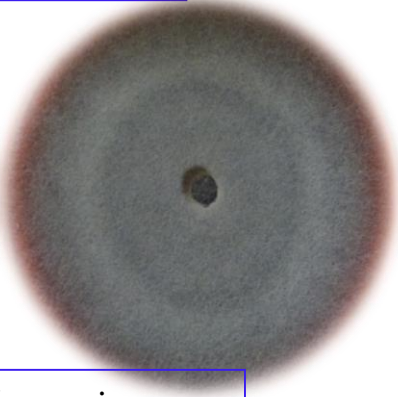
Alternaria sp.



Fusarium sp.



Helminthosporium sp.



Fusarium solani



Fusarium equiseti



Landa *et al.* (2004)

Con especies de *Paenibacillus macerans* RGAF 101 se han encontrado antagonismo contra de cepas de *F. oxysporum* con 48 % de ICR.

Kim *et al.* (2015)

Con *P. polymyxa* GBR-1 contra *Colletotrichum* spp. y *Alternaria mari* obtuvieron un 65 % ICR .

Arguelles-Arias *et al.* (2009)

La formación de halos se deba por posibles metabolitos antifúngicos difusibles en el medio de cultivo, como la polimixina M, producida por *Paenibacillus* sp.

Propiedades de *Paenibacillus* sp. CBRM17 en la promoción de crecimiento vegetal

Cuadro 2. Propiedades de *Paenibacillus* sp. CBRM17 determinados para la promoción de crecimiento en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.).

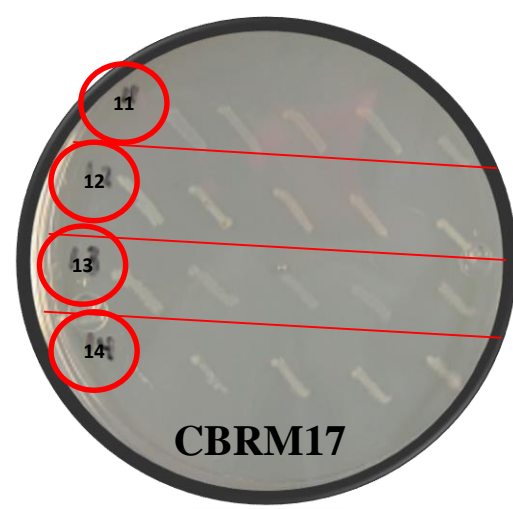
Caracter de *Paenibacillus* sp. CBRM17

IS (mm)	2.41 ± 0.04°
ES (%)	140.6 ± 4.20
P (mg.L⁻¹)	63.50 ± 4.29
pH	4.75 ± 0.09
AIA (µg mL⁻¹)	0.36 ± 0.15
ACC desaminasa	+
Sideróforos	-

IS: índice de la solubilización; ES: eficiencia de la solubilización; P: fósforo (solubilizado); AIA: ácido indol acético y +/-: positivo o negativo a estas pruebas. °Medias y error estándar.

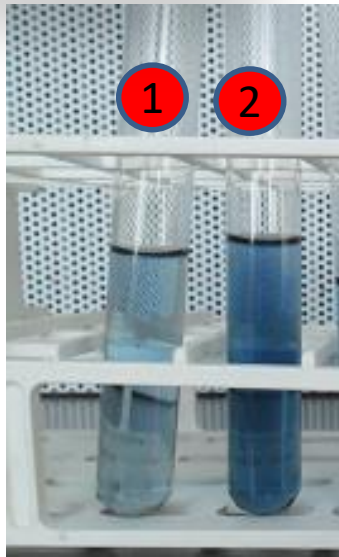


Solubilización de fosfatos Cualitativo



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ACC desaminasa



Solubilización de fosfatos Cuantitativo

AIA



1) Control y 2) CBRM17

Penrose y Glick (2003)

Diversas PGPR como *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas putida* y *P. fluorescens* también tienen la capacidad de sintetizar la ACC-desaminasa, teniendo efectos en la promoción de crecimiento de plántulas de *Oryza sativa* y *Glycine max* L.

Xu y Kim (2014), con *Paenibacillus* sp. solubiliza fosfato, observando la formación de zonas claras alrededor de las colonias bacterianas en las placas después de siete días de incubación.

Marra *et al.* (2012) con *Paenibacillus kribbensis* UFLA 03-46 y *Paenibacillus* sp. UFLA 03-12 solubilizan fosfatos con 25 mg/L de fósforo soluble y un descenso de pH a 5.3 y 5.8, respectivamente

Estudios realizados en *Paenibacillus* sp., *P. polymyxa* CF05 y *P. polymyxa* RC05, encontraron concentraciones de AIA del rango de 5.0 a 25 µg/mL (Çakmakçi *et al.*, 2007; Xu y Kim 2014; Mei *et al.*, 2014).

Promoción de crecimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) inoculadas con *Paenibacillus* sp. CBRM17

Tabla 3. Efecto de *Paenibacillus* sp. CBRM17 sobre las variables del crecimiento de plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.).

Tratamiento	AL (cm)	DT (mm)	AF (cm ²)	LR (cm)	VR (m ³)
CBRM17	13.9 a ^o	3.2 a	223.7 a	23.9 a	2.7 a
Testigo	10.1 b	2.7 b	128.8 b	20.9 b	1.3 b
DMS	2.4	0.38	82.6	3.0	0.81

AL = altura; DT = diámetro de tallo; AF = área foliar; LR = longitud de raíz; VR = volumen radical. DMS = diferencia mínima significativa; ^oMedias con letras diferentes en cada columna son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).



Chile habanero inoculado con *Paenibacillus* sp. CBRM17 (izquierda) y control (derecha)

La inoculación de especies como *Azospirillum* sp y *Bacillus* pueden promover el crecimiento de plantas de *C. chinense* Jacq. y *C. annum* L., aumentan la altura y área foliar (Canto-Martín *et al.*, 2004; Lim y Kim, 2009).

Tabla 4. Biomasa encontrada en plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) inoculadas con *Paenibacillus* sp. CBRM17.

Tratamiento	peso (g)					
	PFR	PFPA	PFTo	PSR	PSPA	PSTo
CBRM17	2.9 a ^o	5.7 a	8.7 a	0.27 a	0.86 a	1.1 a
Control	1.3 b	3.8 b	4.5 b	0.11 b	0.44 b	0.56 b
DMS	0.95	1.9	2.7	0.08	0.26	0.29

PFTo = peso fresco total; PSR = peso seco de raíz; PSPA = peso seco de la parte aérea; PSTo = peso seco total. DMS = diferencia mínima significativa; ^oMedias con letras diferentes en cada columna son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Annapurna *et al.* (2013) reportan que la inoculación de soya con *P. polymyxa* HKA-15 en *G. max* L. aumento el peso seco de la raíz y la parte aérea en un 29.2 y 49.2 %

CONCLUSIONES

Paenibacillus sp. CBRM17 posee actividad antagonista para reducir *in vitro* el crecimiento micelial de hongos fitopatógenos, esto debido probablemente a la producción de metabolitos difusibles que generan halos de inhibición durante la confrontación dual. Además, presenta propiedades bioquímicas relacionadas con la promoción de crecimiento vegetal, lo cual fue comprobado incrementando en general la biomasa de plantas de *Capsicum chinense*, actividad que puede ser aprovechada para mejorar la productividad del cultivo.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BECORFAN is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/booklets)