



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Bacterias productoras de reguladores del crecimiento vegetal como alternativa biotecnológica en el enraizamiento de acodos de aguacate (*Persea americana*)

*Plant growth promoting bacteria as a biotechnological alternative to induce rooting of avocado (*Persea americana*) rows*

CORLAY-CHEE, Langen^{1*}; VELASCO-VELASCO, Lidia¹; BARRIENTOS-PRIEGO, Alejandro Facundo²; ROBLEDO-SANTOYO, Edmundo¹; PINEDA-PINEDA, Joel¹; CRUZ RODRÍGUEZ, Juan Antonio³; HERNÁNDEZ TAPIA, Alejandro³

¹ Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo, langen.corlay@gmail.com; velasco.blacksoil@gmail.com; erobledo@correo.chapingo.mx; pinedapjoel@yahoo.com.mx; ² Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo abarrien@gmail.com; ³ Departamento de Agroecología, Universidad Autónoma Chapingo, jacr66@hotmail.com; ahtapia@gmail.com

Eje temático: Manejo de Agroecosistemas y Producción Orgánica

Resumen

Con la finalidad de evaluar el efecto de la aplicación de cepas nativas de bacterias productoras de ácido indolacético (AIA) en la formación de primordios radicales de brotes etiolados de aguacate, se aislaron cepas de suelo de rizosfera de aguacate colectado en San Juan Elotepec, Villa Sola de Vega, Oaxaca, México. Se seleccionaron tres cepas con mayor capacidad productora con las que se prepararon cultivos puros y sus mezclas (concentración equivalente a $300-350 \times 10^6$ células mL⁻¹ en escala McFarland). Se probaron dos formas de aplicación: al sustrato y con un pincel directamente sobre la herida además de la aplicación al sustrato. En las condiciones estudiadas, solo la combinación de las cepas 1 y 6 aplicadas al sustrato estimularon la formación de primordios radicales. Es importante promover la presencia y actividad de este tipo de bacterias en el suelo, con el fin de favorecer el enraizamiento y posterior establecimiento y desarrollo de las plantas en un agroecosistema.

Palabras clave: Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal; ácido indol acético; Oaxaca; Salkowsky

Abstract

In order to evaluate the effect of the application of native strains of indole acetic acid (AIA) producing bacteria on the formation of radical primordia of avocado etiolate shoots, seven bacterial strains were isolated from soil of avocado rhizosphere. Soil samples were collected in San Juan Elotepec, Villa Sola de Vega, Oaxaca in Mexico. Pure cultures of the three strains with the highest yielding capacity and their mixtures were prepared (concentration equivalent to $300-350 \times 10^6$ cells mL⁻¹ in McFarland scale). Two forms of application were tested: to the substrate and with a brush directly on the wound, besides the application to the substrate. In the studied conditions, only the treatment Cepa 1+Cepa 6 combination stimulated the rooting of avocado lines. Promote the presence and activity of this kind of bacteria in soil is important because of their impact on the establishment and development of plants in an agroecosystem.

Keywords: Plant growth promoting rhizobacteria; indole acetic acid; Oaxaca; Salkowsky



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Introducción

El empleo de bacterias promotoras del crecimiento vegetal es una alternativa biotecnológica para mejorar la producción de especies como el aguacate (*Persea americana*), producto agrícola de gran interés para México por su importancia socioeconómica. Actualmente se tienen progresos muy promisorios con la utilización de bacterias del suelo para diversos cultivos, obtener un consorcio para el aguacate significaría un avance científico técnico importante en el campo de la biotecnología agrícola. Sin embargo, los Resultados no siempre son los esperados ya que los organismos utilizados no siempre proceden de los sitios en donde son aplicados por lo que están poco adaptados a los sistemas productivos locales. Por lo que los objetivos de este trabajo fueron aislar cepas nativas de bacterias productoras de ácido indolacético (AIA) y evaluar su efecto en la formación de primordios radicales de brotes etiolados de aguacate.

Materiales y métodos

En una huerta de San Juan Elotepec, Villa Sola de Vega, Oaxaca, se colectaron siete submuestras (0-15 cm de profundidad) de suelo de rizosfera de aguacate desarrollado en condiciones climáticas similares. El ejido San Juan Elotepec se localiza en el municipio de Villa Sola de Vega en Oaxaca, México a una altitud de 1711 m (<https://www.vivemx.com/col/san-juan-elotepec.htm>). El clima predominante es templado con lluvias en verano, presenta una temperatura media anual de 18°C. El proceso de aislamiento de cepas de bacterias promotoras del crecimiento vegetal se realizó en el laboratorio de Microbiología “M.C. Alfredo Echegaray Alemán” de la Universidad Autónoma Chapingo, con el procedimiento indicado por Zúñiga (2012). Se aislaron siete cepas del género *Pseudomonas* spp., una vez purificadas, se probó su capacidad productora de AIA mediante el método de detección colorimétrica de auxinas con reactivo de Salkowsky, a 530 nm con un espectrofotómetro Genesys 20 y posterior interpolación en una curva de calibración preparada con ácido indolacético comercial (Ahmad, Ahmad, Khan, 2005). Seleccionando, posteriormente a las tres cepas bacterianas con la mayor capacidad productora de AIA.

Las cepas seleccionadas se propagaron durante 5 días en caldo Tripton Glucosa Extracto de carne (TGE) a 28 °C y 100 rpm. Los cultivos se ajustaron a una concentración equivalente a 300-350 X 10⁶ células mL⁻¹ de la escala McFarland. Con un diseño experimental completamente al azar, se probaron las tres cepas, sus combinaciones y como testigos absolutos: solución salina isotónica y TGE, ambos estériles (Cuadro 1). Previo a la aplicación, se realizaron las respectivas mezclas para obtener las combinaciones de los tratamientos y con ello evaluar su efecto. Cada tratamiento se instaló



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



con 10 repeticiones, en invernadero ubicado en la tabla Xaltepa del Campo Agrícola Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. La unidad experimental fue un brote etiolado obtenido de plantas de porta injerto de aguacate. A cada unidad experimental se le hizo una leve lesión y se colocó dentro de un contenedor con fibra de coco previamente humedecida.

En experimentos por separado se probaron dos condiciones de aplicación de las cepas: En el Experimento 1, las bacterias se aplicaron directamente al sustrato (1 mL/ contenedor). Mientras que en el Experimento 2, la inoculación se hizo con un pincel directamente sobre la herida, además de la aplicación al sustrato. Ambos experimentos se cosecharon 10 semanas después de la aplicación de las cepas bacterianas. Se evaluó número de primordios radicales de aguacate. Los Resultados obtenidos se sometieron a una prueba de diferencia mínima significativa y comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$) con la versión de prueba del programa estadístico SPSS Statistics 22.

Resultados y discusión

González *et al.* (2001) reportan que en un biopreparado obtenido a partir de metabolitos activos de *Burkholderia cepacia*, contiene auxinas y citoquininas e influye positivamente sobre el crecimiento y desarrollo de vitroplantas de *Coffea canephora*. Con su aplicación se obtuvo mayor número de explantes vivos, brotes y hojas, así como altura y porcentaje de plantas enraizadas; por lo que en este trabajo se esperaba una respuesta similar.

En el Experimento 1, en el que las bacterias se aplicaron al sustrato, solamente la combinación de las Cepas 1 y 6 presentó un número de primordios estadísticamente mayor (Tukey; $p = 0.01$) al tratamiento testigo absoluto de solución salina isotónica; este efecto no se observó cuando las Cepas 1 y 6 se aplicaron por separado. En el Experimento 2, la aplicación de bacterias directamente a la herida y al sustrato, no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos probados (Tukey; $p > 0.05$). Es posible que las bacterias estudiadas sí tengan efecto estimulador, dada su capacidad de producir AIA; por lo que se recomienda evaluar con mayor profundidad la combinación de las cepas 1 y 6 aplicadas al sustrato. Asimismo, se requiere evaluar las condiciones que favorezcan la presencia y actividad de este tipo de bacterias en el suelo, con el fin de favorecer el enraizamiento y posterior establecimiento y desarrollo de las plantas en un agroecosistema.

Por otra parte, se corroboró que con la aplicación de las cepas bacterianas directamente en la herida y en el sustrato (Experimento 2), por haber contacto directo de las bacterias con la planta y por la mayor concentración bacteriana aplicada, los Resul-



tados en la mayoría de los tratamientos fueron superiores a aquéllos en que solo se aplicó al sustrato (Experimento 1). Sin embargo, los Resultados entre los tratamientos en las condiciones aplicadas no muestran diferencias estadísticas (Cuadro 1). No todas las bacterias productoras de AIA estimulan el crecimiento radical de las plantas, algunas lo inhiben (Ahmad, Ahmad, Khan, 2005), por lo que se requiere profundizar en la investigación; por ejemplo, si la densidad bacteriana aplicada fue suficiente o si el tiempo que se dio para el establecimiento de las bacterias y posterior producción de AIA fue suficiente (10 semanas), al respecto Zaldívar Cerón y Sánchez Pérez (2014) reportan ocho meses para la formación de raíces en acodos de aguacate con y sin tratamiento previo de etiolación.

Cuadro 1. Efecto de cepas *Pseudomonas* spp. productoras de ácido indol acético en el número de primordios radicales en acodos de aguacate mediante Aplicación sobre sustrato (Experimento 1) y Aplicación sobre la herida y sobre el sustrato (Experimento 2).

Tratamientos	Experimento 1	Experimento 2
Testigo (solución salina isotónica)	0.00 b§	0.00 a
Cepa 1	0.40 b	1.10 a
Cepa 6	0.40 b	1.40 a
Cepa 1 + Cepa 5 + Cepa 6	0.40 b	0.27 a
Cepa 5	0.80 ba	1.60 a
Cepa 1 + Cepa 5	0.80 ba	1.00 a
Testigo (medio TGE)	0.90 ba	0.60 a
Cepa 5 + Cepa 6	1.20 ba	0.27 a
Cepa 1 + Cepa 6	2.10 a	0.40 a

§letras diferentes en las columnas indican diferencias estadísticamente significativas (alfa \leq 0.05).

Conclusiones

La capacidad de AIA producido por bacterias del género *Pseudomonas* spp en las condiciones aplicadas, fue insuficiente para estimular la formación de primordios radicales en brotes etiolados de aguacate. Se sugiere probar con una mayor concentración de bacterias o incrementar el tiempo de incubación para la interacción bacteria-acodo de aguacate. Es importante evaluar las condiciones que favorezcan la presencia y actividad de este tipo de bacterias en el suelo, con el fin de favorecer el enraizamiento y posterior establecimiento y desarrollo de las plantas en un agroecosistema.

Referencias bibliográficas



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



ANÓNIMO (<https://www.vivemx.com/col/san-juan-elotepec.htm>)

AHMAD, F., AHMAD, I., KHAN, M. Indole acetic acid production by the indigenous isolates of *Azotobacter* and fluorescent *Pseudomonas* in the presence and absence of tryptophan. Turkish Journal of Biology. v.29, n.1, p.29-34. 2005. Disponible en:

<http://journals.tubitak.gov.tr/biology/issues/biy-05-29-1/biy-29-1-5-0410-1.pdf>

GONZÁLEZ VEGA M. E., HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ A., RAMOS NAVAS R. Evaluación del efecto de un biopreparado de origen bacteriano en el cultivo *in vitro* del café (*Coffea canephora* P.). Revista Colombiana de Biotecnología. Bogotá. v.3, n.2, p.44-52. Abril 2001.

ZALDÍVAR CERÓN M.G., SÁNCHEZ PÉREZ J.E. Propagación clonal de portainjertos de aguacate (*Persea americana* Mill) variedad Ereguayquín a través de la técnica de acodo aéreo utilizando etiolación y ácido indolbutírico como enraizador. Tesis Profesional. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador. 2014. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/6190/1/13101561.pdf>

ZUÑIGA D., D. E. Manual de microbiología agrícola, *Rhizobium*, PGPRs, Indicadores de fertilidad e inocuidad. Universidad Nacional Agraria La Molina. Primera edición. Lima, Perú. 2012.