

Nota técnica

Pseudomona SP EN LA EMERGENCIA DE SEMILLAS Y EL DESARROLLO DE POSTURAS DE CACAO

Yusdel Ferrás-Negrín^{1*}, Carlos Alberto Bustamante-González², Nosleiby Ortíz-Gómez³

Palabras clave: Biofertilizante; germinación; semillas peletizadas; cacao; pseudomona.

Keywords: Biofertilizer; germination; pelleted seeds; cocoa; pseudomona.

Recibido: 27/01/2021

Aceptado: 09/04/2021

RESUMEN

Introducción. *Pseudomona* sp como rizo-bacteria promotora del crecimiento vegetal es muy utilizada en diversos cultivos, ya que promueve el crecimiento y previene la colonización de patógenos. **Objetivo.** Evaluar la influencia de *Pseudomona* sp en la emergencia de las semillas y el desarrollo de posturas de *Theobroma cacao* L. en suelos fersialíticos pardos rojizo de Jibacoa. **Materiales y métodos.** La investigación se realizó en el 2018 en la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa en el municipio Manicaragua, provincia Villa Clara, Cuba. En un diseño de bloques al azar con 3 réplicas, se estudiaron 3 tratamientos: **a-** Control: siembra de semillas en un sustrato compuesto por 3 partes de suelo y una de abono orgánico (3/1); **b-** siembra de semillas en un sustrato 5/1; **c-** sustrato 5/1 con siembra de semillas peletizadas con *Pseudomona* sp. Se evaluó la emergencia de las semillas y a 10 posturas se le midieron la altura,

ABSTRACT

***Pseudomona* sp on seed emergency and cocoa seedlings development. Introduction.** *Pseudomona* sp as a plant growth promoting rhizobacteria is widely used in various crops that promotes growth and prevent pathogen colonization. **Objective.** To evaluate the influence of *Pseudomona* sp on the emergence of seeds and the development of *Theobroma cacao* L. seedlings in reddish brown fersialitic soils of Jibacoa. **Materials and methods.** The research was carried out in 2018 at the Jibacoa Agro-Forestry Experimental Station in the Manicaragua municipality, Villa Clara province, Cuba. In a randomized block design with 3 replications, 3 treatments were studied: **a-** Control: sowing seeds in a substrate composed of 3 parts of soil and one part of organic fertilizer (3/1); **b-** sowing seeds in a substrate 5/1; **c-** substrate 5/1 with sowing of pelleted seeds with *Pseudomona* sp. The emergence of the seeds was evaluated and

* Autor para correspondencia. Correo electrónico: yusdel@jibacoa.inaf.co.cu

1 Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Estación Experimental Agro-Forestal Jibacoa, Manicaragua, Villa Clara, Cuba.
 0000-0001-7897-0128.

2 Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Unidad de Ciencia y técnica de Base Cruce de los Baños, Tercer Frente, Santiago de Cuba, Cuba.

 0000-0002-1136-8762.

3 Instituto de Investigaciones Agro-Forestales, Estación Experimental Agro-Forestal Jibacoa, Manicaragua, Villa Clara, Cuba.

 0000-0003-4990-4521.

el diámetro del tallo, la masa seca y el área foliar. **Resultados.** La aplicación de *Pseudomona* sp a las semillas del cacao en el momento de la siembra incrementó su emergencia en un 14,57% con respecto a las no peletizadas en igual volumen de abono orgánico y en un 4,18% con respecto al tratamiento control. Este biofertilizante aumentó la masa seca y el área foliar en un 18,3% y 37,8% respectivamente en el sustrato 5/1, y en 18,3% y 46,9% de igual manera con respecto al tratamiento control. **Conclusiones.** La aplicación de *Pseudomona* sp a las semillas del cacao en el momento de la siembra provoca efectos positivos en la emergencia y el desarrollo de las posturas de cacao al aumentar su peso seco y área foliar.

the height, stem diameter, dry mass and leaf area were measured at 10 positions. **Results.** The application of *Pseudomona* sp to cocoa beans at the time of sowing increased their emergence by 14.57% with respect to those not pelleted in the same volume of organic fertilizer and by 4.18% with respect to the control treatment. This biofertilizer increased the dry mass and leaf area by 18.3% and 37.8% respectively in the 5/1 substrate, and by 18.3% and 46.9% in the same way with respect to the control treatment. **Conclusions.** The application of *Pseudomona* sp to the seeds at the time of sowing causes positive effects in the emergence and development of the seedlings by increasing their dry weight and leaf area.

INTRODUCCIÓN

Pseudomona fluorescens como rizobacteria promotora del crecimiento vegetal es muy utilizada en diversos cultivos, ya que colonizan las raíces, promueven el crecimiento y previenen el establecimiento de patógenos. También favorecen la capacidad de absorción de agua y nutrientes, lo que permite que las plantas sean más vigorosas, productivas y tolerantes a condiciones climáticas adversas (Pérez *et al.* 2015).

Pseudomona fluorescens se destaca por la producción de sustancias estimuladoras del crecimiento, fundamentalmente hormonas como las auxinas, giberelinas y citoquininas. La producción de estas sustancias se hace posible siempre y cuando sea adecuada la densidad de organismos en el sistema radicular y que en el suelo haya suficiente cantidad de materia orgánica (Pérez *et al.* 2015).

En la literatura se evidencian resultados positivos del empleo de *Pseudomona fluorescens* en procesos germinativos de semillas y en el desarrollo de varios cultivos tales como el trébol criollo (*Lotus corniculatus*) (Pérez *et al.*

2000), tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) (Carrillo *et al.* 2000), lechuga (*Lactuca sativa* L) (Díaz *et al.* 2001), arveja (*Pisum sativum* L.) (Guerra *et al.* 2011).

Para la cacaocultura cubana actual no se dispone de los fertilizantes minerales necesarios para garantizar el adecuado desarrollo de las posturas. Esta situación de conjunto con el déficit de abonos orgánicos para la confección de las mezclas de los sustratos, realza la importancia de la utilización de los biofertilizantes y bioestimulantes como alternativas ecológicas y económicamente sostenibles (Bustamante y Rojas 2017).

Se dispone de conocimientos sobre el efecto benéfico de biofertilizantes como Azotobacter, abonos verdes, Azospirillum y bioestimulantes sintéticos, principalmente para el cultivo del café (*Coffea arabica* L.) en la fase de vivero. Sin embargo, por diversas razones su uso no está extendido o no se ha investigado lo suficiente para el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) (Bustamante y Rojas 2017). Por tales motivos, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la influencia del biofertilizante *Pseudomona* sp en la emergencia de las semillas y el desarrollo de

posturas de cacao en suelos fersialíticos pardos rojizo de Jibacoa, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el 2018 en la Estación Experimental Agro-Forestal de Jibacoa en el municipio Manicaragua, provincia Villa Clara, Cuba, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agro-Forestales.

Se analizaron los tratamientos, en un diseño de bloques al azar con 3 réplicas, dispuestas de la siguiente forma:

1. Control: correspondió al sustrato conformado por 3 partes de suelo y una de abono orgánico procedente de pulpa de café (3/1) y siembra de semillas de cacao sin peletizar.
2. Sustrato conformado por 5 partes de suelo y una de abono orgánico procedente de

pulpa de café (5/1) y siembra de semillas de cacao sin peletizar.

3. Sustrato 5/1 y siembra de semillas de cacao peletizadas con *Pseudomona* sp.

Cada tratamiento estuvo representado por 99 bolsas de 14 cm de ancho por 24 cm de alto; en cada una se sembró una semilla de cacao procedente de una plantación híbrida.

Se utilizó *Pseudomona* sp con título $1,2 \times 10^9$ UFC. La aplicación del biofertilizante se realizó después de retirar el mucilago de las semillas de cacao con arena de río, con una dosis del 10% del peso de las semillas, es decir 10 g del biofertilizante por cada 100 g de semillas, e inmediatamente después de la inoculación se sembraron. Se utilizó malla sarán con entrada de luz al 50%.

Para los sustratos se utilizó un suelo fersialítico pardo rojizo (Hernández *et al.* 1999) y abono orgánico procedente del compostaje de la pulpa de café (*Coffea arabica* L). Las mezclas preparadas se caracterizaron por tener buena fertilidad (Tabla 1).

Tabla 1. Características agroquímicas de los sustratos utilizados (media de 3 muestras).

Sustratos	M.O, %	pH, KCL	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
			mg 100 g ⁻¹ de suelo		Cmol.kg ⁻¹	
5/1	10,53	6,58	74,2	29,01	15,60	4,00
3/1	10,78	6,68	77,84	30,19	15,73	5,20

En el momento de la germinación se evaluó el porcentaje de semillas emergidas.

A los 150 días posteriores a la siembra, a 10 posturas se les evaluaron: la altura de la planta (cm), el diámetro del tallo (cm), la masa seca de las posturas (g) y el área foliar según la metodología propuesta por Navarro *et al.* (1998).

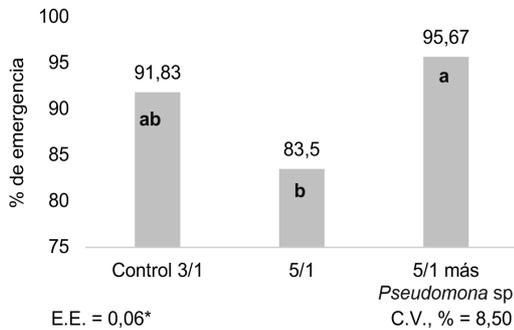
Los porcentajes de emergencia de las semillas fueron transformados a $\arcseno \sqrt{p}$

para el procesamiento estadístico. En los resultados del trabajo se muestran los valores medios sin transformar.

Los datos fueron sometidos a la prueba de normalidad y homogeneidad de varianza. La comparación de las medias se realizó mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan. El procesamiento estadístico de los datos se realizó con el programa InfoStat versión 1.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La emergencia de las semillas de cacao osciló entre el 83,50% y 95,67% (Figura 1). López y Gil (2017) obtuvieron 71,1% de emergencia en sustratos conformados por arena previamente desinfección con lejía al 2% y solarización.



*Barras con letras diferentes difieren según prueba de Duncan para $p \leq 0,05$.

Figura 1. Influencia de *Pseudomonas* sp en la emergencia de las posturas de cacao.

La aplicación de *Pseudomonas* sp a las semillas del cacao en el momento de la siembra influyó positiva y significativamente en su emergencia, al incrementarse esta en un 14,57% en comparación a las no peletizadas en igual volumen de abono orgánico. El tratamiento 5/1 más la aplicación de la rizobacteria, no difirió del tratamiento control, lo cual justifica su aplicación

en sustratos con menores volúmenes de abono orgánicos (proporción 5/1) en caso de que exista poca disponibilidad de los mismos.

Los resultados indicaron el efecto estimulador que provocan las aplicaciones de *Pseudomonas* sp en la emergencia de las semillas. En este sentido Guerra *et al.* (2011) obtuvieron incrementos significativos de un 5,47% en la germinación de las semillas en 4 variedades de arveja al sembrarlas inoculadas con este biofertilizante respecto a la variante no tratada.

Díaz *et al.* (2001) obtuvieron incrementos en un 35,9% de la germinación en semillas de lechuga al inocular *Pseudomonas fluorescens*. En la lenteja (*Lens esculenta* Moench.), dichas personas autoras informaron incrementos en la germinación de hasta el 38,9% en estudios realizados con nueve cepas de *Pseudomonas* sp.

Entre el sustrato 3/1 y 5/1 sin la inoculación de *Pseudomonas* sp no existieron diferencias significativas, pero donde existió mayor volumen de abono orgánico la germinación fue un 9,97% superior. Resultados que pueden estar relacionados a lo expresado por Hernández *et al.* (2010) al referirse que el abono orgánico es un inoculante microbiano que favorece la germinación.

Se pudo constatar que la proporción suelo-abono orgánico no influyó en el desarrollo de las posturas al no presentar diferencias las medias de los indicadores morfo-fisiológicos evaluados (Tabla 2). Estos resultados pudieron estar asociados a la similar fertilidad que tuvieron ambos sustratos.

Tabla 2. Influencia de *Pseudomonas* sp en los indicadores morfo-fisiológicos de las posturas de cacao a los 150 días después de la siembra.

Nº	Tratamientos	Altura cm	Diámetro tallo cm	Peso seco g	Área foliar cm ²
1	Control (3/1)	41,84	0,67	6,71 b	594,6 b
2	5/1	42,34	0,65	6,71 b	633,73 b
3	5/1 más semillas peletizadas con <i>Pseudomonas</i> sp	44,1	0,63	7,94 a	873,52 a
	E.E.	0,72 ns	0,01 ns	0,27**	37,59**
	C.V., %	5,36	5,23	12,18	16,97

** Medias con letras diferentes en una misma columna difieren para $p \leq 0,01$; ns no es significativo para $p \leq 0,05$.

La inoculación de *Pseudomona* sp a las semillas de cacao en el momento de la siembra sí incrementó el desarrollo de las posturas de forma significativa. Con la aplicación de esta bacteria se aumentó el peso seco y el área foliar de las posturas en un 18,3% y 37,8% respectivamente en igual sustrato, y en comparación al tratamiento control los incrementos fueron de un 18,3% y 46,9% de la misma manera. La altura y el diámetro del tallo no manifestaron diferencia entre los tratamientos.

Díaz *et al.* (2001) obtuvieron incrementos de un 202,7%, 171,4%, 63,6% de área foliar, de peso seco aéreo y volumen de la raíz, respectivamente en el cultivo de la lechuga al inocular *Pseudomonas fluorescens*.

Pérez *et al.* (2000) al inocular la cepa UP143 de *Pseudomonas fluorescens* en las semillas de *Lotus corniculatus* L. cv. San Gabriel, obtuvieron incrementos en el peso seco total en un 100%, 45% y 33% para 1996, 1997 y 1998, respectivamente en comparación al testigo sin inocular.

Según Carrillo *et al.* (2000) *Pseudomona fluorescens* es conocida ampliamente por su capacidad de promover el desarrollo de las plantas, estas personas autoras en su investigación en el cultivo del tomate obtuvieron que las parcelas inoculadas con los aislados de *Pseudomona fluorescens* tuvieron las plantas de mayor producción, las de mayor altura y las más precoces en cuanto a floración.

Pseudomona fluorescens acelerará el crecimiento de las plantas por la síntesis de hormonas como auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos y promotores específicos del crecimiento (Leal *et al.* 2018).

CONCLUSIONES

La aplicación de *Pseudomona* sp a las semillas del cacao en el momento de la siembra provocó efectos positivos en la emergencia y el desarrollo de las posturas al aumentar su peso

seco y área foliar en el tratamiento 5/1 en semillas paletizadas con *Pseudomonas* sp.

LITERATURA CITADA

- Bustamante, CA; Rojas, M. 2017. Efecto de las cepas de micorrizas y la riqueza del sustrato en el crecimiento de posturas de *Theobroma cacao* L. y los índices de utilización de nutrientes. *Café y Cacao* 16(1):22-34.
- Carrillo, G; Juárez, J; Ruiz, D; Müller, R. 2000. Aumento del rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cuando la raíz se desarrolla colonizada por microorganismos (en línea). *Biología Aplicada* 17(3):171-176.
- Díaz, P; Ferrera, R; Almaraz, JJ; Alcántar, G. 2001. Inoculación de bacterias promotoras de crecimiento en lechuga (en línea). *Terra Latinoamericana* 19(4):327-335. Consultado 23 may. 2019. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/573/57319405.pdf>
- Guerra, GA; Betancourth, CA; Salazar, CE. 2011. Antagonismo de *Pseudomonas fluorescens* Migula frente a *Fusarium oxysporum* fsp. pisi Schtdl en arveja *Pisum sativum* L (en línea). *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 14(2):33-42. Consultado 22 may. 2019. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a04.pdf>
- Hernández, A; Cabrera, A; Ascanio, M; Morales, M; Rivero, L; Martín, N; Baisre, J; Frómeta, E. 1999. Nueva Versión de Clasificación de los Suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ciudad Habana, CUBA, Ministerio de la Agricultura. 64 p.
- Hernández, OA; Ojeda, DL; López, JC; Arrás, AM. 2010. Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo (en línea). *Tecnociencia Chihuahua* 4(1):1-6. Consultado 21 dic. 2020. Disponible en http://tecnociencia.uach.mx/numeros/v4n1/data/Abonos_organicos_y_su_efecto_en_las_propiedades_fisicas_quimicas_biologicas_del_suelo.pdf
- Leal, J; Gutiérrez, MA; Castro, L; Lares, F; Cortes, JM; De los Santos, S. 2018. Microorganismos promotores de crecimiento vegetal con yeso agrícola en papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo casa sombra (en línea). *Agrociencia* 52(8):1149-1159.
- López, SE; Gil, AE. 2017. Características germinativas de semillas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) "cacao" (en línea). *Arnaldoa* 24(2):609-618.
- Navarro, D; González, JA; Bustamante, C; Grave de Peralta, G. 1998. Método de estimación de área foliar en posturas de *Theobroma cacao* a partir de las medidas lineales de las hojas. *Café y Cacao* 1(1):46-49.

- Pérez, C; De La Fuente, L; Arias, A; Altier, N. 2000. Uso de *Pseudomonas fluorescentes* nativas para el control de enfermedades de implantación en *Lotus corniculatus* L. (en línea). *Agrociencia* 4(1):41-47. Consultado 25 may. 2019. Disponible en <http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/publica/Pseudomonas%20fluorescentes.pdf>
- Pérez, S; Coto O; Echemendía, M; Ávila, G. 2015. *Pseudomonas fluorescens* Migula, ¿Control biológico o patógeno? (en línea). *Rev. Protección Veg* 30(3):225-234. Consultado 29 dic. 2018. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v30n3/rpv08315.pdf>



Todos los derechos reservados. Universidad de Costa Rica. Este artículo se encuentra licenciado con Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Costa Rica. Para mayor información escribir a rac.cia@ucr.ac.cr