

Efecto de un oligosacárido pécticos en el desarrollo radical del maíz.

Effect of a Pectic Oligosaccharide on the Root Development of Maize



<https://cu-id.com/2177/v33n2e07>

¹Ana Elida Sáez-Cigarruista^{1*}, ²Donaldo Morales-Guevara², ¹Román Gordón-Mendoza¹,
¹Jorge Enrique Jaén-Villarreal¹, ¹Francisco Pablo Ramos-Manzané¹, ¹Jorge Franco-Barrera¹

¹Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, Ciudad del Saber, Clayton, Panamá.

²Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN: El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de un oligosacárido péctico en el desarrollo radical de plantas de maíz en El Ejido, Los Santos, República de Panamá, durante dos ciclos de investigación en el año 2022. Se evaluaron dos tratamientos el testigo y el tratamiento imbibido con bioestimulante. Se utilizó un diseño completamente al azar, donde los datos obtenidos se analizaron mediante prueba de t-Student de muestras independientes. Este experimento se estableció en bolsas de polietileno de diferentes tamaños. Se utilizó un sistema de riego por goteo con un venturi para aplicar el fertirriego al cultivo. Las variables evaluadas fueron: peso húmedo y seco de raíces, conteo del número, largo y diámetro de las raíces. También se determinaron variables de la parte aérea de la planta como: altura de la planta, área foliar, diámetro del tallo y biomasa. Los resultados mostraron que la aplicación de oligosacáridos pécticos incrementó significativamente la longitud, peso y número de raíces. Este incremento también fue reflejado en mayor área foliar, altura y masa seca del cultivo. La imbibición de la semilla de maíz con oligosacáridos pécticos es beneficiosa para el crecimiento y desarrollo tanto radical como aéreo del cultivo de maíz.

Palabras clave: Bioestimulantes, crecimiento, imbibición, productividad, resistencia.

ABSTRACT: The objective of this research was to determine the effect of a pectic oligosaccharide on the root development of maize plants in El Ejido, Los Santos, Republic of Panama, during two research cycles in the year 2022. Two treatments were evaluated: the control and the treatment imbibed with biostimulant. A completely randomized design was used, where the data obtained were analyzed using the t-Student test for independent samples. This experiment was established in polyethylene bags of different sizes. A drip irrigation system with a venturi was used to apply fertigation to the crop. The variables evaluated were: wet and dry root weight, root number count, root length and root diameter. Variables of the aerial part of the plant such as plant height, leaf area, stem diameter and biomass were also determined. The results showed that the application of pectic oligosaccharides significantly increased the length, weight and number of roots. This increase was also reflected in greater leaf area, height and dry mass of the crop. The imbibition of maize seed with pectic oligosaccharides is beneficial for both root and aerial growth and development of the maize crop.

Keywords: Biostimulants, Growth, Imbibition, Productivity, Resistance.

INTRODUCCIÓN

El sistema radical es el principal medio de anclaje y absorción de agua y nutrientes del que disponen las plantas, y puede llegar a consumir más de la mitad del carbono fijado anualmente por las plantas. A pesar de su obvia importancia, la dinámica de las raíces vivas es poco conocida, debido a la inaccesibilidad del sistema radicular (Benítez, 2007).

Las plantas generan moléculas orgánicas pequeñas de identidad química variable que influyen en el crecimiento y desarrollo, siendo estas moléculas fitohormonas o reguladores de crecimiento (Jaillais y Chory, 2010). Los compuestos que juegan un papel más directo en la modulación de la arquitectura de la raíz del maíz incluyen auxinas, etileno, brasinoesteroides y giberelinas.

*Autor para correspondencia: Ana Elida Sáez-Cigarruista, e-mail: ansacig@gmail.com

Recibido: 12/04/2023

Aceptado: 13/03/2024

El sistema radical de la planta de maíz es fasciculada y robusta, cuyas funciones son el anclaje de la planta y la absorción de nutrientes, estas se ven favorecidas por la presencia de raíces adventicias [Ortigoza et al. \(2019\)](#), dentro del ámbito agrícola, hay un notable interés en descubrir los mecanismos que ciertas especies emplean para contrarrestar los impactos negativos del cambio climático. Esto cobra una relevancia particular en el contexto de la producción alimentaria [\(Hunt y Elliott, 2002\)](#).

El uso de bioestimulantes que estimulen el desarrollo radical es una de las mejores alternativas para el incremento de la productividad debido a que estos actúan directamente en la raíz, induciendo a la aparición de raicillas, lo que se traduce como una mejora en la capacidad de absorción de los nutrientes disponibles en el suelo, teniendo como resultado una mejora en la producción del maíz [\(Morales, 2021\)](#).

El uso de los bioestimulantes en la agricultura está en aumento, con su uso no se pretende reemplazar a la fertilización sino complementarla, ya que, estimulan los procesos naturales para mejorar la absorción y la eficiencia de nutrientes, repercutiendo de forma positiva en el rendimiento y calidad de las cosechas. Además, estimula el desarrollo vegetal y confiere a las plantas resistencia ante distintas situaciones de estrés ocasionados por condiciones climáticas adversas como también por efectos secundarios de herbicidas [\(Van Oosten et al., 2017; Samudio, 2020\)](#).

Los oligosacáridos pécticos representan una alternativa prometedora para impulsar el crecimiento y la productividad de diversos cultivos. Han demostrado ejercer un efecto positivo en el desarrollo vegetativo y radicular, al tiempo que aceleran y mejoran el proceso de floración y fructificación. Además, su aplicación ofrece múltiples formas de aumentar los rendimientos de manera efectiva [\(Falcón et al., 2015; Lara et al., 2018\)](#).

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de una mezcla de oligosacáridos pécticos en el desarrollo del sistema radical de plantas de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Este experimento se realizó en la Estación Experimental del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá, ubicado en El Ejido provincia de Los Santos República de Panamá. Esta área se caracteriza por presentar una temperatura promedio anual de 27.2°C, precipitación promedio anual de 900 mm año⁻¹, humedad relativa promedio de 75 %, una altitud de 25 m.s.n.m., un pH del suelo 6.20, topografía de llanuras costeras, textura del suelo Franco -Arcilloso y velocidad del viento de 1,2 m seg⁻¹.

Establecimiento del experimento

Esta investigación se estableció en campo sobre bolsas de polietileno de 454 gr para las plantas

evaluadas a los 7 días después de siembra (DDS), 11.34 kg para las plantas evaluadas a los 20 y 40 DDS y en bolsas de 45.36 kg para las plantas llevadas hasta los 60 DDS [\(Figura 1\)](#). Estas bolsas fueron llenadas con sustrato a base de una mezcla fina y gruesa de turba blanca y negra, bloque y medula de coco. Se implementó un sistema de riego por goteo y se aseguró la nutrición necesaria de las plantas mediante la aplicación de fertilizantes, siguiendo las pautas propuestas por [Gordon \(2021\)](#). La mezcla de nutrientes fue introducida en el sistema de riego mediante un Venturi, garantizando así su distribución adecuada.



FIGURA 1. Experimento establecido en condiciones de campo.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y se evaluaron dos tratamientos:

T1: testigo (semilla imbibida en agua durante cuatro horas)

T2: semilla imbibida en agua + bioestimulante (Oligosacáridos pécticos) 10 ml/l de agua durante cuatro horas.

Muestras

se desarrollaron dos ciclos del maíz híbrido ADV-9293 de la empresa Advanta. Los tratamientos se evaluaron a los, 7, 20, 40 y 60 días después de siembra. Se estudió el sistema radical del cultivo el cual fue lavado hasta eliminar todos los residuos del sustrato sin afectar el sistema radical [\(Figura 2\)](#). También se realizaron evaluaciones de las variables de la parte aérea de la planta al momento de sacarlas del sustrato.



FIGURA 2. Procedimiento para extraer las raíces de las bolsas de crecimiento.

VARIABLES EVALUADAS

Durante los muestreos se evaluaron variables como peso húmedo y seco de las raíces a través de una balanza digital. El secado se realizó en un horno a 75 °C por cuarenta y ocho horas hasta alcanzar un peso constante, se realizó el conteo del número de raíces. También se determinó el largo de las raíces con una cinta graduada. El diámetro de las raíces se midió con un pie de rey digital (Figura 3).



FIGURA 3. Evaluación del sistema radical a los 40 días después de siembra, A: raíces de plantas de maíz tratadas con bioestimulante, B: raíces de plantas de maíz sin bioestimulante.

Se determinaron variables de la parte aérea de la planta como:

Altura de la planta: fue medida con una regla graduada, la misma se consideró desde la base del tallo hasta la última hoja abierta y en el muestreo de los 60 DDS hasta la inserción de la espiga.

Área foliar: se determinó a través de la ecuación aplicada por Razquin *et al.* (2017), midiendo el largo y ancho de cada hoja por planta. Se midió a tres plantas por tratamiento utilizando la ecuación 1.

$$\frac{\text{Largo de la hoja } X}{\text{Ancho de la hoja } X} \times 0.75 \quad (1)$$

Diámetro del tallo: se tomó con la ayuda de un pie de rey digital, midiendo la base del tallo.

Biomasa: se determinó la biomasa aérea picando y depositando las muestras en bolsas de papel manila debidamente rotulado, se le tomó el peso húmedo con una balanza, luego se llevaron al horno por cuarenta y ocho horas a 75 °C y por último se les tomó el peso seco.

La nutrición de las plantas se realizó siguiendo los requerimientos indicados por Gordon (2021). La solución fertilizante se introdujo al sistema de riego a través de un Venturi.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de bioestimulante a base de oligosacáridos pécticos por imbibición de semilla influyó significativamente ($P \leq 0.05$) en la longitud de las raíces (Figura 4), siendo el tratamiento tratado con

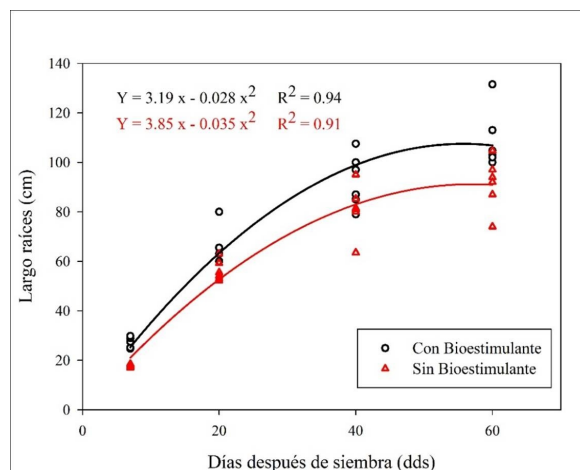


FIGURA 4. Efecto de la aplicación de bioestimulante a base de oligosacáridos pécticos sobre la longitud de las raíces en el cultivo de maíz.

bioestimulante el que presentó los valores de longitud de raíces más altos durante los cuatro períodos evaluados. Este comportamiento puede ser debido a que los oligosacáridos pécticos tienen la capacidad de liberar auxinas, que son hormonas vegetales que desencadenan diversas respuestas de crecimiento en las plantas. Al promover la síntesis de auxinas, los bioestimulantes contribuyen al alargamiento de las raíces de las plantas. Al incrementar la longitud de las raíces, las plantas pueden explorar y absorber más eficientemente los recursos del suelo, lo que conduce a un mayor desarrollo y resistencia; además, la interacción entre los bioestimulantes y las plantas no solo mejora el crecimiento de las raíces, sino que, también puede proteger a las plantas contra patógenos dañinos y mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales. Estos resultados coinciden con los obtenidos por González y Fuentes (2017) en su estudio sobre mecanismo de acción de cinco microorganismos promotores de crecimiento vegetal. Los oligosacáridos pécticos pueden estimular la síntesis de proteínas en las raíces de las plantas, lo que puede favorecer el crecimiento y desarrollo de estas.

Los resultados para el peso de raíces mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) en los períodos evaluados (Figura 5). Este incremento en el peso de las raíces se debe a que los bioestimulantes, son promotores del crecimiento y potencian la división y elongación celular, aumentando la producción de clorofila y mejorando el vigor general de la planta. Los oligosacáridos pécticos pueden actuar como sustitutos de las auxinas, hormonas vegetales que promueven el crecimiento de las raíces, lo que resulta en un mayor peso de estas. Esta información es respaldada por los hallazgos logrados por Lemus *et al.* (2021), indicando que el uso de microorganismos y ácidos orgánicos favorece el crecimiento vegetativo y radicular del cultivo de aguacate. Sakthiselvan *et al.* (2014) han propuesto que

los microorganismos pueden potenciar el desarrollo de las plantas al ejercer un impacto beneficioso en ciertas propiedades químicas del suelo. Esto se traduce en una mayor solubilización de nutrientes y una mayor capacidad de absorción por parte de las plantas.

Las plantas de maíz tratadas con bioestimulante difirieron significativamente ($P \leq 0.05$) de las no tratadas (Figura 6), las cuales presentaron mayor número de raíces en los diferentes periodos estudiados. En el estudio realizado por Posada *et al.* (2016), se observó un aumento significativo en el número de raíces en plantas que fueron tratadas con una combinación de Pectimorf® y auxina AIB (ácido indol-butírico). Este resultado resaltó la importancia de estas sustancias en la promoción del desarrollo radicular en las plantas. En general, los bioestimulantes estimulan procesos naturales que benefician el aprovechamiento de nutrientes e incrementan la resistencia a condiciones de estrés, lo que podría explicar el aumento del número de raíces en plantas de maíz tratadas con bioestimulantes

La aplicación de Oligosacáridos pécticos mediante la imbibición de las semillas tuvo un impacto significativo ($P \leq 0,05$) en el incremento del área foliar, la altura y la masa seca del cultivo de maíz. Las plantas tratadas con oligosacáridos pécticos experimentaron un aumento en el área foliar, altura de planta y masa seca debido a la influencia de ciertas hormonas y sus funciones en el proceso de crecimiento y desarrollo de las plantas (Falcón *et al.*, 2020; Pérez *et al.*, 2023). Esto se debe a la presencia de ciertas hormonas que participan en el proceso y contribuyen a los efectos positivos observados en las plantas tratadas con oligosacáridos pécticos, donde las auxinas son responsables de la elongación y división celular, lo que contribuye al aumento en la altura de las plantas, las giberelinas promueven la elongación del tallo y la división celular, lo que también contribuye al aumento en la altura de las plantas y las citoquininas promueven la división y diferenciación celular, lo que contribuye al aumento en el área foliar (Pérez *et al.*, 2023). Estas hormonas actúan en conjunto para regular el crecimiento y desarrollo de las plantas, y su presencia en los oligosacáridos pécticos contribuye a los efectos observados en las plantas tratadas.

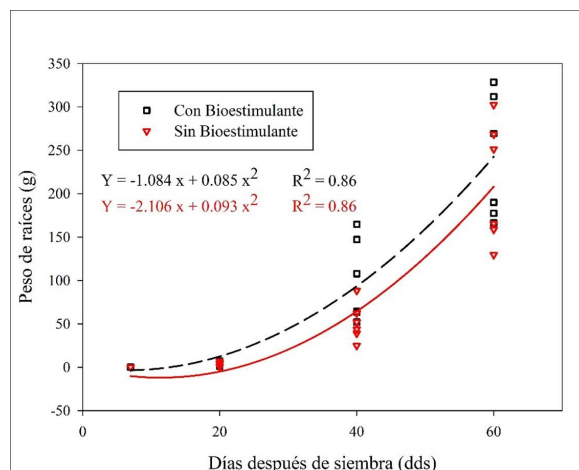


FIGURA 5. Masa seca de las raíces en plantas tratadas con bioestimulante por imbibición de semilla.

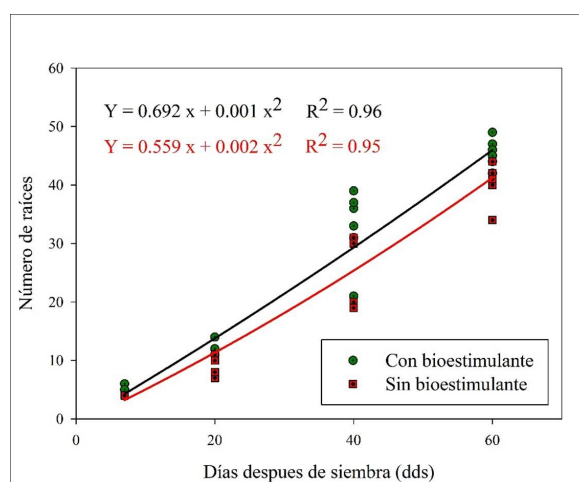


FIGURA 6. Número de raíces en plantas tratadas y no tratadas con oligosacáridos pécticos.

Los tratamientos tratados con bioestimulante mostraron un mayor desarrollo en el área foliar y la masa seca. Durante los periodos de evaluación, se obtuvieron áreas foliares de 7.45, 573.34, 4414.44 y 9511.85 cm², junto con pesos de masa seca de 0.07, 8.52, 73.36 y 195.48 g, respectivamente (Tabla 1). Estos resultados son consistentes con los hallazgos previos de Soares *et al.* (2016) y Cargua *et al.* (2019), quienes también observaron un aumento significativo en el área foliar y biomasa en plantas de frijol y soya tratadas con bioestimulante.

TABLA 1. Efecto de la aplicación de bioestimulante a base de Oligosacáridos pécticos sobre el área foliar, altura de plantas y masa seca en el cultivo de maíz. El Ejido, Los Santos, Panamá 2022

Días después de siembra (DDS)	Área Foliar (cm ²)		Altura de Planta (cm)		Masa Seca (g)	
	CB	SB	CB	SB	CB	SB
7 DDS	7.5 a	6.6 b	6.6 a	5.1 b	0.07 a	0.04 a
20 DDS	573.3 a	386.2 b	34.0a	29.2 b	8.52 a	5.74 b
40 DDS	4414.4 a	3875.9 b	118.2 a	110.3 a	73.36 a	60.58 b
60 DDS	9511.9 a	8377.0 a	223.7 a	205.2 b	195.48 a	

CB= Con bioestimulante SB= Sin bioestimulante

La aplicación de oligosacáridos pécticos por imbibición de semilla tuvo un impacto significativo ($P \leq 0.05$) en la altura de la planta. Este resultado coincide con el obtenido en el estudio de [Barreto y Pinos \(2023\)](#), donde también evaluaron el rendimiento en la producción de maíz mediante la aplicación de tres bioestimulantes. Además, [Blanco et al. \(2022\)](#) encontraron que los tratamientos imbibidos en Quitomax® (bioestimulante de origen natura) resultaron en una mayor altura de las plantas.

CONCLUSIONES

La aplicación de oligosacáridos pécticos por imbibición de semilla es beneficiosa para el crecimiento y desarrollo radical del cultivo de maíz, ya que estas sustancias son capaces de influir en el crecimiento y desarrollo de los tejidos de las plantas, aumentando la tolerancia a los estreses abióticos.

El uso de bioestimulantes a base de oligosacáridos pécticos constituye una estrategia efectiva para mejorar la producción y el vigor del cultivo de maíz.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Empresa Agro Q, por su invaluable apoyo y colaboración en la realización de esta investigación. La contribución de la empresa ha sido fundamental para el éxito de esta actividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETO- ZÚÑIGA, W.W.; PINOS-ROCEL, D.O.: “Evaluación del rendimiento en la producción de maíz mediante la aplicación de tres bioestimulantes en el cantón joya de los sachas”, *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2): 8928-8950, 2023, ISSN: 2707-2215, DOI: [10.37811/cl_rcm.v7i2.6005](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6005).
- BENÍTEZ-VEGA, J.: *Efecto del laboreo en el desarrollo del sistema radicular del trigo, habas, garbanzos y girasol en un vertisol de seco*, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes, Universidad de Córdoba, Servicio de Publicaciones, Tesis de Doctorado, Córdoba, 8478018638, 2007.
- BLANCO-VALDES, Y.; CARTAYA-RUBIO, O.E.; ESPINA-NÁPOLES, M.: “Efecto de diferentes formas de aplicación del Quitomax® en el crecimiento del maíz”, *Agronomía Mesoamericana*, 47246, 2022, ISSN: 2215-3608, DOI: [10.15517/am.v33i3.47246](https://doi.org/10.15517/am.v33i3.47246).
- CARGUA-CHÁVEZ, J.E.; ORELLANA-CASTRO, G.L.; CUENCA-TINOCO, A. del C.; CEDEÑO-GARCÍA, G.A.: “Eficacia de bioestimulantes sobre el crecimiento inicial de plantas de fréjol común (Phaseolus vulgaris L.)”, *Revista ESPAMCIENCIA*, 10(1): 14-22, 2019, ISSN: 1390-8103.
- FALCÓN-RODRÍGUEZ, A.; COSTALES-MENÉNDEZ, D.; GONZÁLEZ-PEÑA FUNDORA, F.; NÁPOLES-GARCÍA, M.C.: “Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas”, *Cultivos Tropicales*, 36: 111-129, 2015, ISSN: 0258-5936.
- FALCÓN-RODRÍGUEZ, A.; GONZÁLEZ-PEÑA, D.; NÁPOLES-GARCÍA, M. del C.; MORALES-GUEVARA, D.; NÚÑEZ-VÁZQUEZ, M.C.; CARTAYA-RUBIO, O.E.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, L.; TERRY-ALFONSO, E.; COSTALES-MENÉNDEZ, D.; DELL-AMICO, J.M.; JEREZ-MOMPIÉ, E.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, G.; JIMÉNEZ-ARTEAGA, M.C.: “Oligosacarinas como bioestimulantes para la agricultura cubana”, *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 11(1): 1-852, 2020.
- GONZÁLEZ, H.; FUENTES, N.: “Mecanismo de acción de cinco microorganismos promotores de crecimiento vegetal”, *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1): 17-31, 2017, ISSN: 0120-0135, DOI: [10.22267/rcia.173401.60](https://doi.org/10.22267/rcia.173401.60).
- GORDON, M.: *El maíz en Panamá: Características, requerimientos y recomendaciones para su producción en ambientes con alta variabilidad climática, [en línea]*, Ed. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá ed., Panamá, 2021, Disponible en: https://proyectos.idiap.gob.pa/uploads/adjunto/manual_tecnico_el_maiz_en_panama.pdf.
- HUNT, B.; ELLIOTT, T.: “Mexican megadrought”, *Climate Dynamics*, 20(1): 1-12, 2002, ISSN: 0930-7575, DOI: [10.1007/s00382-002-0265-5](https://doi.org/10.1007/s00382-002-0265-5).
- JAILLAIS, Y.; CHORY, J.: “Unraveling the paradoxes of plant hormone signaling integration”, *Nature structural & molecular biology*, 17(6): 642-645, 2010, ISSN: 1545-9993, DOI: [10.1038/nsm0610-642](https://doi.org/10.1038/nsm0610-642).
- LARA-ACOSTA, D.; COSTALES-MENÉNDEZ, D.; FALCÓN-RODRÍGUEZ, A.: “Los oligogalacturonidos en el crecimiento y desarrollo de las plantas”, *Cultivos Tropicales*, 39(2): 127-134, 2018, ISSN: 0258-5936.
- LEMUS-SORIANO, B.A.; VENEGAS-GONZÁLEZ, E.; PÉREZ-LÓPEZ, M.A.: “Efecto de bioestimulantes radiculares sobre el crecimiento en plantas de aguacate”, *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 12(6): 1139-1144, 2021, ISSN: 2007-0934, DOI: [10.29312/remexca.v12i6.2725](https://doi.org/10.29312/remexca.v12i6.2725).
- MORALES, W.G.: *Efecto de tres niveles de bioestimulante radicular para mejorar la productividad en tres híbridos de maíz (zea mays), Urdaneta-los Ríos*, Inst. Universidad Agraria de Ecuador, Ecuador, 2021.

- ORTIGOZA, J.; LÓPEZ, C.; GONZÁLEZ, J.: *Guía técnica cultivo de maíz, [en línea]*, Inst. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, 2019, Disponible en: https://www.jica.go.jp/Resource/paaguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-at/gt_04.pdf.
- PÉREZ-DÍAZ, A.; ARANDA-AZAHAREZ, R.; RIVERA-ESPINOSA, R.A.; BUSTAMANTE-GONZÁLEZ, C.A.; PÉREZ-SUAREZ, Y.: “Indicadores de calidad para posturas microinjetadas de Theobroma cacao inoculadas con hongos micorrízicos arbusculares”, *Agronomía Mesoamericana*, 34(2): 51102, Órgano Divulgativo Del PCCMCA, Programa Cooperativo Centroamericano de Mejoramiento de Cultivos y Animales, 2023, ISSN: 2215-3608, DOI: [10.15517/am.v34i2.51102](https://doi.org/10.15517/am.v34i2.51102).
- POSADA-PÉREZ, L.; PADRÓN-MONTESINOS, Y.; GONZÁLEZ-OLMEDO, J.; RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, R.; BARBÓN-RODRIGUEZ, R.; NORMAN-MONTENEGRO, O.; RODRÍGUEZ-ESCRIBA, R.C.; GÓMEZ-KOSKY, R.: “Efecto del Pectimorf® en el enraizamiento y la aclimatización in vitro de brotes de papaya (Carica papaya L.) cultivar Maradol Roja”, *Cultivos Tropicales*, 37(3): 50-59, 2016, ISSN: 0258-5936.
- RAZQUIN, C.J.; MADDONNI, G.A.; VEGA, C.R.C.: “Estimación no destructiva del área foliar en plantas individuales de maíz (Zea mays L.) creciendo en canopeos”, *Agriscientia*, 34(1): 27-38, 2017, ISSN: 1668-298X, DOI: [10.31047/1668.298x.v34.n1.17356](https://doi.org/10.31047/1668.298x.v34.n1.17356).
- SAKTHISELVAN, P.; NAVEENA, B.; PARTHA, N.: “Molecular characterization of a Xylanase-producing fungus isolated from fouled soil”, *Brazilian journal of Microbiology*, 45: 1293-1302, 2014, ISSN: 1517-8382, DOI: [10.1590/s1517-83822014000400020](https://doi.org/10.1590/s1517-83822014000400020).
- SAMUDIO-CARDOZO, G.R.: *Influencia de bioestimulantes sobre características agronómicas de la soja (Glycine max (L.) Merrill)*, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay, 76 p., 2020.
- SOARES, L.H.; NETO, D.D.; FAGAN, E.B.; TEIXEIRA, W.F.; RODRIGUES-DOS REIS, M.; REICHARDT, K.: “Soybean seed treatment with micronutrients, hormones and amino acids on physiological characteristics of plants”, *African journal of agricultural research*, 11(35): 3314-3319, 2016, ISSN: 1991-637X, DOI: [10.5897/ajar2016.11229](https://doi.org/10.5897/ajar2016.11229).
- VAN OOSTEN, M.J.; PEPE, O.; DE PASCALE, S.; SILLETTI, S.; MAGGIO, A.: “The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants”, *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 4(5): 1-12, 2017, DOI: [10.1186/s40538-017-0089-5](https://doi.org/10.1186/s40538-017-0089-5).

Ana Elida Sáez-Cigarruista, Inv., Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. Ciudad del Saber, Clayton, Panamá. Apartado postal 6-4391. Teléfono +507 500-0519.

Donaldo Morales-Guevara, Dr.C., Inv. Titular, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba. Código postal 32700. e-mail: dmoralesguevara48@gmail.com.

Román Gordón-Mendoza, Inv., Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. Ciudad del Saber, Clayton, Panamá. Apartado postal 6-4391. Teléfono +507 500-0519. e-mail: gordon.roman@gmail.com.

Jorge Enrique Jaén-Villarreal, Inv., Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. Ciudad del Saber, Clayton, Panamá. Apartado postal 6-4391. Teléfono +507 500-0519. e-mail: jorgejaen02@gmail.com.

Francisco Pablo Ramos-Manzané, Inv., Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. Ciudad del Saber, Clayton, Panamá. Apartado postal 6-4391. Teléfono +507 500-0519. e-mail: franciscoramos2016@gmail.com.

Jorge Franco-Barrera, Inv., Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. Ciudad del Saber, Clayton, Panamá. Apartado postal 6-4391. Teléfono +507 500-0519. e-mail: joenfra13@gmail.com.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

CONTRIBUCIONES DE AUTOR: **Conceptualización:** A. Sáez. **Curación de datos:** A. Sáez, D. Morales, **Análisis formal:** A. Sáez, D. Morales, R. Gordón. **Investigación:** A. Sáez, D. Morales, R. Gordón, J. Jaén, F. Ramos, J. Franco. **Metodología:** A. Sáez. **Supervisión:** A. Sáez, D. Morales. **Validación:** A. Sáez, D. Morales. **Visualización:** A. Sáez. **Redacción - borrador original:** A. Sáez, D. Morales, R. Gordón. **Redacción - revisión y edición:** Sáez, D. Morales, R. Gordón.

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)