ESTIMULANTES RADICULARES PARA LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ NATIVO RAZA PEPITILLA DEL ESTADO DE GUERRERO

ROOT STIMULANTS FOR THE PRODUCTION OF NATIVE RACE PEPITILLA CORN FROM GUERRERO STATE

[1]Arleth Abigail Reyna-Ayala, [2]César del Ángel Hernández-Galeno, [2§]Noel Orlando Gómez-Montiel, [3]José Francisco Díaz-Nájera, [1]Natividad Delfina Herrera-Castro, [1]José Luis Valenzuela-Lagarda, [1]Elías Hernández-Castro

[1]Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carretera Iguala-Tuxpan Km 2.5, Iguala de la Independencia, Guerrero, C.P. 40101, México. [2]Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Carretera Iguala-Tuxpan Km 2.5, Iguala de la Independencia, Guerrero, C.P. 40054. [3]Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero, Carretera Iguala-Cocula Km 2.5, Guerrero, México. C.P. 40585. [§]Autor de correspondencia: (noel.inifap@gmail.com).

RESUMEN

Pepitilla, una de las 15 razas puras identificadas y cultivadas en Guerrero, enfrenta desafíos principalmente agronómicos, por ello, es necesario explorar alternativas sostenibles. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del uso de estimulantes radiculares sobre las características morfoagronómicas de la variedad nativa de maíz Pepitilla. El experimento se estableció en dos comunidades de Cuetzala del Progreso, Guerrero. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones. La parcela grande consistió en dos dosis de fertilización y la parcela chica contempló cuatro bioestimulantes aplicados a la semilla. La información fue sometida a un análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). A nivel estadístico no existió diferencias entre tratamientos en las variables altura de la planta (*AP*), número de hojas (*NH*), diámetro del tallo (*DT*), longitud de raíz (*LR*) y número de raíces (*NR*); sin embargo, en las variables días a floración masculina (*DFM*) y femenina (*DFF*), peso de raíz fresca (*PRF*) y seca (*PRS*), los valores fueron sobresalientes al utilizar Collision® (57.00 días, 61.33 días, 56.27 g y 24.87 g, respectivamente) y el extracto vegetal de lenteja (64.00 días, 72.00 días, 56.27 g y 24.87 gr, respectivamente). Estadísticamente, en el análisis múltiple de medias hubo diferencias entre comunidades, destacando Chilacachapa en *AP, NH, DT, DFM, PRF, PRS* y *NR*. De manera general el uso de estimulantes radiculares solo tuvo efectos estadísticamente significativos en las variables días a floración masculina y femenina, peso de raíz fresca y seca, que fueron evaluadas en la variedad nativa de maíz Pepitilla.

Palabras clave: bioestimulante, extracto botánico, hongo micorrícico arbuscular, raíz.

ABSTRACT

Pepitilla, one of the 15 pure races identified and cultivated in Guerrero, faces primarily agronomic challenges, making it necessary to explore sustainable alternatives. The objective of this study was to evaluate the effect of using root stimulants on the morphoagronomic characteristics of the native maize variety Pepitilla. The experiment was conducted in two communities in Cuetzala del Progreso, Guerrero. The experimental design was a randomized complete block split-plot arrangement with three replicates. The large plot received two fertilization doses, while the small plot received four biostimulants applied to the seed. The information was subjected to an analysis of variance and multiple comparisons of means using the Tukey test ($\alpha = 0.05$). At a statistical

Recibido: 02/06/2025
Aceptado: 16/06/2025

level, there were no differences between treatments in the variables plant height (*PH*), number of leaves (*TL*), stem diameter (*SDT*), root length (*RL*), and number of roots (*NR*). However, in the variables days to male and female flowering (*DFM*) and flowering (*DFF*), fresh and dry root weight (FRW), The values were outstanding when using Collision® (57.00 days, 61.33 days, 56.27 gr and 24.87 g, respectively) and the lentil plant extract (64.00 days, 72.00 days, 56.27 g and 24.87 g, respectively). Statistically, in the multiple analysis of means, there were differences between communities, with Chilacachapa standing out in *PHD, NH, PH, DFM, FRW, PRW* and *NR*. In general, the use of root stimulants only had statistically significant effects on the variables, days to male and female flowering, and fresh and dry root weight, which were evaluated in the native corn variety Pepitilla.

Index words: biostimulant, botanical extract, arbuscular mycorrhizal fungus, root.

INTRODUCCIÓN

El maíz ha sido la base de la alimentación y un símbolo de identidad nacional para los pueblos de México, a lo largo de miles de años. En cada región del país, se conservan variedades adaptadas a las condiciones ambientales locales, conocidas como maíces nativos. Estos maíces han perdurado gracias a la práctica de selección de semillas que llevan a cabo los productores anualmente (SADER, 2024). Este cultivo es fundamental para la seguridad alimentaria y el desarrollo socioeconómico de las comunidades, un alimento insustituible en la mesa de los mexicanos, pero, además, es una interacción con el origen de los pueblos indígenas con sus costumbres, tradiciones y prácticas religiosas (Argueta, 2016; Gramajo et al., 2015). Se estima un consumo promedio *per cápita* al año de 196.4 kg de maíz blanco y el consumo nacional en el año 2020 fue de 19 035 000 t (SADER, 2022).

Entre la diversidad de maíces nativos del estado de Guerrero, destaca Pepitilla como una de las 15 razas puras identificadas en esta entidad. Esta variedad presenta una morfología peculiar (Sánchez et al., 2000; Goodman y Bird 1977; Wellhausen et al., 1951), sus mazorcas son de forma cónica, el color, forma y tamaño del grano presentan amplia variación, el olote es delgado con numerosas hileras de granos alargados y puntiagudos que evocan a las pepitas de calabaza (Wellhausen et al., 1951); se han colectado variedades representativas entre el sur de Morelos, suroeste de Puebla y norte de Guerrero y se aclimata a suelos poco profundos, con pendiente e infértiles (CONABIO, 2020; Wellhausen et al., 1951). El estudio de diferentes accesiones de la raza Pepitilla, han mostrado contenidos de 12% de proteína y 6 % de aceite, lo que proporciona la mejor calidad en tortilla (CONABIO, 2020; Tadeo-Robledo et al., 2010; Sánchez et al., 2000; Wellhausen et al., 1951).

Los maíces nativos enfrentan varios desafíos agronómicos, tales como: porte alto, acame, susceptibilidad a plagas y enfermedades y bajo rendimiento (Hernández-Galeno et al., 2023), por ello, son subutilizados en la industria (Esquivel-Esquivel et al., 2023). Para disminuir estos aspectos y mejorar la productividad de estos maíces, se hace uso de diferentes agroquímicos, entre ellos, los fertilizantes, sin embargo, estos también generan efectos adversos al medio ambiente (Inquilla et al., 2024).

Para abordar estas limitaciones, se han explorado alternativas sostenibles como el uso de hongos micorrícicos arbusculares (*HMA*) que realizan asociaciones simbióticas con las raíces de las plantas y ayudan a las mismas en la absorción de agua y nutrientes del suelo (especialmente fósforo), mientras que la planta les proporciona carbohidratos (Ma et al., 2022); también otorgan resistencia ante las altas temperaturas, regulando la osmosis y la composición de carbohidratos (Mathur y Jajoo, 2020). Así también, los productos orgánicos aportan alta concentración de nutrientes e influyen en los ciclos biogeoquímicos, mejorando el estado de salud de la planta y la calidad del suelo (Zulfiqar et al., 2020); de igual

manera presentan propiedades antifúngicas a causa de metabolitos secundarios (flavonoides, fenoles, terpenos, aceites esenciales, alcaloides, lectinas y polipéptidos) (Górniak et al., 2019).

Hernández-Aguilar et al. (2022) reportaron que la aplicación del microorganismo benéfico *Azospirillum brasilense* en maíz azul presentó la media más alta en el diámetro del tallo, y al utilizar micorrizas, la floración femenina fue más precoz, en el maíz blanco, el diámetro de la mazorca (46.48 mm) y el rendimiento del grano (6.3 t ha^{1}) fue estadísticamente significativo, lo que sugiere que el uso de microorganismos en cultivos pueden ser una alternativa para la agricultura sustentable, por otro lado, Peñuelas et al. (2020) identificaron 61 especies del género *Glomus* en asociación con razas nativas de maíz cultivadas en Ocotepec, Veracruz, México; Dávila et al. (2021) reportaron que al utilizar extractos vegetales (canela, neem y jengibre) en semillas de maíz a concentraciones bajas, se estimula el crecimiento radicular y aéreo, e inhiben el crecimiento de hongos fitopatógenos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del uso de estimulantes radiculares sobre las características morfoagronómicas de la variedad nativa de maíz Pepitilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El experimento se estableció en las comunidades de Chilacachapa y Tianquizolco, municipio de Cuetzala del Progreso, Guerrero. Chilacachapa se encuentra a 1,652 m y a los 18°14'24.39" N y 99° 45' 42.858" W. Tianquizolco presenta altitud de 1,615 m y su ubicación geográfica es a los 18° 13' 25.11" N y 99° 45' 30.618" W (INEGI, 2021).

Diseño experimental

La semilla de maíz utilizada fue de una variedad nativa de la raza Pepitilla cultivada en la zona. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones. La parcela grande consistió en dos dosis de fertilización: la tradicional realizada por productores de la región de trabajo (90N-60P-00K) y la baja (60N-30P-00K) menor a la aplicación convencional, mientras que la parcela chica contempló cuatro bioestimulantes: 1) micorriza INIFAP® (20 propágulos de *Glomus intraradices* por gramo de sustrato); 2) Collision® (*Glomus intraradices* 35,500 UFC g^{-1}); extractos botánicos de 3) lenteja y 4) de sábila (**Tabla 1**). La combinación de ambos factores arrojó ocho tratamientos y dos testigos (semilla sin bioestimulante).

Tabla 1. Tratamientos utilizados en Chilacachapa y Tianquizolco pertenecientes al municipio de Cuetzala del Progreso, Guerrero para la evaluación de las variables respuesta.

Tratamiento	Fertilización (N-P-K)	Dosis por tratamiento
T1. Testigo	Tradicional (90-60-00)	0 mL
T2. Micorriza INIFAP®	Tradicional (90-60-00)	1.0 kg/40.0 kg semilla
T3. Collision®	Tradicional (90-60-00)	500 g/60 000 semilla
T4. Lenteja	Tradicional (90-60-00)	606 mL/1.0 kg semilla
T5. Sábila	Tradicional (90-60-00)	606 mL/1.0 kg semilla
T6. Testigo	Baja (60-30-00)	0 mL
T7. Micorriza INIFAP®	Baja (60-30-00)	1.0 kg/40.0 kg semilla
T8. Collision®	Baja (60-30-00)	500 g/60 000 semilla
T9. Lenteja	Baja (60-30-00)	606 mL/1.0 kg semilla
T10. Sábila	Baja (60-30-00)	606 mL/1.0 kg semilla

La siembra se llevó a cabo en el ciclo agrícola primavera verano 2023, bajo el sistema por cajetes, con cuatro semillas por mata a una distancia de 80 cm, obteniendo 62,500 plantas ha^{1}, la unidad experimental (UE) constó de cuatro hileras de 0.8 m de ancho y longitud de 4.8 m, cada una, con siete matas. El manejo del cultivo se realizó de manera similar en las dos localidades, considerando las prácticas de los productores locales, como escardas alrededor de la planta, limpieza con machete y uso de agroquímicos en plantas indeseables.

Para la elaboración de los extractos botánicos, en lenteja se utilizó una proporción 4:1 de agua y semillas enteras de lenteja, ambas obtenidas en presentación comercial. La mezcla se realizó en un contenedor plástico de 500 mL y se cubrió con una tela que permitiera el flujo de aire, se dejó en reposo durante 8 h a la sombra y temperatura ambiente (28 ± 2 °C), posteriormente, con una coladera se retiró el agua de la mezcla, la cual se conservó para su posterior uso, se cubrió de nuevo el contenedor de la lenteja y se destapó al día siguiente, se agregó el agua conservada a fin de que se humedezca la semilla y se volvió a retirar, este paso se repitió durante cuatro días hasta observar la germinación de la mayoría de las semillas. Las semillas germinadas a los 5 días se molieron en una licuadora casera marca Oster® junto con el agua conservada, se coló la mezcla y se conservó el extracto en un contenedor de plástico de 1 L a temperatura ambiente (28 ± 2 °C). Para el tratamiento de la semilla de maíz, se utilizó 200 mL del extracto obtenido y se mezcló con 2000 mL de agua. De esta solución, se utilizó 606 mL/1.0 kg semilla, se dejó reposar al aire libre en un espacio sombreado durante 30 minutos.

Para elaborar el extracto de sábila, se cortaron hojas de *Aloe vera* L. sanas, sin presencia de patógenos, se retiró con un cuchillo la cubierta de la hoja y se obtuvieron 150 g del gel a los cuales se les agregó 50 mL de agua purificada potable y fueron molidos con una licuadora casera marca Oster®. La mezcla obtenida se colocó a la semilla de maíz a razón de 606 mL/1.0 kg semilla y se dejó ventilar en un espacio sombreado a temperatura ambiente (28 ± 2 °C) hasta notar que se perdió la humedad del gel.

Cada uno de los cuatro tratamientos se aplicó a la semilla de maíz Pepitilla y de manera adicional se agregó el aditivo agrícola (Break Thru / 30-60 cm^{3} por cada 100 L de agua) y el insecticida (Allectus 150 TS / Bifentrina + imidacloprid, 0.4-0.6 L/20 kg de semilla). Las variables de crecimiento del cultivo fueron tomadas en cinco plantas seleccionadas al azar, ubicadas en los dos surcos del centro de cada UE. Se realizaron cinco mediciones en las etapas de desarrollo vegetativo V4, V5, V6, V7 y V8. La altura de la planta se midió en centímetros desde la base del cuello de la planta hasta el último entrenudo visible; se contabilizó el número de hojas totales a los 27, 37, 44 y 51 días después de la siembra (*dds*) y la variable diámetro del tallo (mm) se tomó con un vernier digital marca SURTEK®, a una altura de 5.0 cm del suelo.

Para las variables días a floración masculina y días a floración femenina, se registraron los días cuando en más del 50 % de las plantas de cada UE la inflorescencia masculina (espigas) y femenina (jilote) estaban presentes. Posterior a la cosecha, se seleccionaron cinco raíces al azar de cada UE; para el peso de la raíz recién extraída se llevó a cabo una perforación circular en el suelo con diámetro de 60 cm y profundidad de 30 cm, considerando el cuello de la planta en la parte central del mismo, se extrajo la raíz completa y se lavó con agua a chorro para retirar el suelo y posteriormente se pesó en una balanza electrónica casera marca Rhino®; para la toma del peso seco de la raíz, se dejó en el horno de secado marca Riossa® digital modelo HCF-62 por 72 h a 58 °C y finalmente, se pesó en una balanza granataria; la longitud de la raíz se midió desde la base del cuello de la planta hasta la punta de la raíz más larga con una regla plástica de 30 cm; se contabilizó el número total de raíces y finalmente para el cálculo del volumen de la raíz por el principio volumen sumergido de Arquímedes (Vite, 2014).

Manejo y análisis de datos

Se realizó análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), estas pruebas se realizaron con el paquete estadístico SAS 9.0 (SAS, 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta

La evaluación de la altura de la planta por los tratamientos aplicados mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en las etapas V6 y V7 para Chilacachapa y V5-V7 para Tianquizolco.

En Chilacachapa, los mayores promedios con respecto al testigo fueron a partir de la etapa vegetativa V6 con el T2 (78.28 cm y 199.53 cm) y T3 (47.28 cm y 77.99 cm) con fertilización tradicional 90N-60P-00K y uso de micorrizas, de igual modo sucedió en Tianquizolco con el T3 que incluyó el uso de la micorriza INIFAP® en las etapas V4 (7.01 cm), V5 (14.96 cm) y V7 (60.60 cm) (**Tabla 2**).

Tabla 2. Comportamiento de la altura (cm) de planta de maíz ante los tratamientos (T) aplicados en Chilacachapa y Tianquizolco, Guerrero en el ciclo primavera-verano 2023.

		Sitio 1: Chilacachapa Evaluaciones					Sitio 2: Tianquizolco Evaluaciones				
Tratamiento	Fertilización (N-P-K)	V4	V5	V6	V7	V8	V4	V5	V6	V7	V8
T1 Testigo	Tradicional (90-60-00)	8.53^{a,A}	20.61^{a,A}	43.34^{ab,A}	67.90^{ab,A}	188.33^{ab,A}	6.63^{ab,A}	14.74^{a,B}	26.10^{a,B}	62.80^{a,A}	179.07^{a,A}
T2 micorriza INIFAP®	Tradicional (90-60-00)	9.16^{a,A}	21.39^{a,A}	44.43^{ab,A}	78.28^{a,A}	199.53^{a,A}	4.90^{abc,B}	10.53^{ab,B}	19.10^{abc,B}	40.14^{bc,B}	159.00^{a,B}
T3 Collision®	Tradicional (90-60-00)	9.40^{a,A}	21.94^{a,A}	47.28^{a,A}	77.99^{a,A}	189.80^{ab,A}	7.01^{a,B}	14.96^{a,B}	20.70^{ab,B}	60.60^{a,A}	181.33^{a,A}
T4 Lenteja	Tradicional (90-60-00)	7.29^{a,A}	17.98^{a,A}	39.62^{abc,A}	61.98^{ab,A}	182.00^{ab,A}	5.70^{abc,A}	11.76^{ab,B}	20.63^{abc,B}	43.26^{abc,A}	183.73^{a,A}
T5 Sábila	Tradicional (90-60-00)	9.18^{a,A}	20.93^{a,A}	41.83^{abc,A}	64.67^{ab,A}	119.73^{ab,A}	5.44^{abc,B}	12.96^{ab,B}	21.03^{abc,B}	52.13^{ab,B}	171.20^{a,A}
T6 Testigo	Baja (60-30-00)	7.81^{a,A}	18.46^{a,A}	37.76^{abc,A}	60.22^{ab,A}	180.33^{ab,A}	5.27^{abc,B}	11.10^{ab,B}	19.06^{abc,B}	30.86^{bc,B}	163.73^{a,A}
T7 micorriza INIFAP®	Baja (60-30-00)	7.45^{a,A}	18.32^{a,A}	30.53^{c,A}	54.22^{b,A}	166.46^{b,A}	5.40^{abc,B}	13.06^{ab,B}	22.34^{ab,B}	50.53^{abc,A}	161.13^{a,A}
T8 Collision®	Baja (60-30-00)	7.56^{a,A}	17.88^{a,A}	35.73^{bc,A}	56.67^{b,A}	177.40^{ab,A}	5.83^{abc,B}	12.52^{ab,B}	20.00^{abc,B}	44.63^{abc,A}	163.53^{a,A}
T9 Lenteja	Baja (60-30-00)	6.85^{a,A}	20.10^{a,A}	35.84^{abc,A}	50.49^{b,A}	171.66^{ab,A}	4.64^{bc,B}	9.50^{ab,B}	13.96^{c,B}	31.40^{c,B}	155.33^{a,A}
T10 Sábila	Baja (60-30-00)	7.58^{a,A}	20.52^{a,A}	30.10^{abc,A}	68.86^{ab,A}	184.13^{ab,A}	4.11^{c,B}	9.52^{b,B}	17.46^{bc,B}	32.96^{bc,B}	161.00^{a,A}
DMS		3.5978^{ns}	6.947^{ns}	11.466**	18.91**	30.939*	2.2471**	4.5086**	7.4154**	20.019**	42.908^{ns}

V = etapa vegetativa. Letras minúsculas indican diferencia estadística significativa por columna entre sitios de estudio para una misma evaluación (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). Letras mayúsculas indican diferencia estadística significativa por filas para cada uno de los tratamientos en una misma evaluación (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). *Significativo ($p \leq 0.05$), **altamente significativo ($p \leq 0.01$), ^{ns}no significativo ($p > 0.05$) en la DMS = diferencia mínima significativa.

Los resultados obtenidos muestran el efecto de las micorrizas en la altura de la planta que coinciden con Canizalez-Silva et al. (2024) al analizar el efecto de las micorrizas en complemento con fertilizante y reportaron a los 45 días ($p < 0.05$) los promedios más altos (14.18, 28.88 y 38.80 cm) con NITROK + micorrizas. Además, Huamán y Perales (2021) reportaron que la altura de las plantas de maíz cultivadas en invernadero con suelo micorrizado de diferentes sitios: Huachaybamba (76.53 cm), Pomavilca (75.40 cm), con actinomiceto de Chupa (62.93 cm) y actinomiceto de Pueblo Viejo (62.53 cm) estadísticamente superaron al suelo testigo.

Los valores mínimo y máximo para la variable altura de planta en Chilacachapa fue de 6.85 cm y 199.53 cm, respectivamente. En Tianquizolco, fue de 4.11 cm y 183.73 cm, respectivamente. En la comparación múltiple de medias, la localidad de Chilacachapa mostró los valores más altos ($p \leq 0.05$) con respecto a Tianquizolco para la variable altura de planta (**Tabla 2**).

Número de hojas

En la evaluación de esta variable, los tratamientos evaluados no mostraron diferencias estadísticas en ambos sitios. En Chilacachapa, los mayores promedios con respecto al testigo se observaron a los 37 y 66 *dds* utilizando el T2 micorriza INIFAP® (12.06 hojas) con fertilización tradicional y el T9 lenteja (13.13 hojas) con fertilización baja respectivamente. Tianquizolco numéricamente destacó con el mayor promedio respecto al testigo el T3 con micorrizas y la fertilización tradicional (**Tabla 3**).

Tabla 3. Comportamiento del número de hojas en la planta de maíz ante los tratamientos aplicados en Chilacachapa y Tianquizolco Guerrero en el ciclo primavera-verano 2023.

		Sitio 1: Chilacachapa Evaluaciones (dds)					Sitio 2: Tianquizolco Evaluaciones (dds)				
Tratamiento	Fertilización (N-P-K)	27	37	44	51	66	27	37	44	51	66
T1 Testigo	Tradicional (90-60-00)	$8.53^{a,A}$	$10.66^{ab,A}$	$11.13^{a,A}$	$12.20^{a,A}$	$12.06^{ab,A}$	$7.60^{a,B}$	$10.06^{a,A}$	$11.60^{a,A}$	$11.13^{a,B}$	$8.86^{a,B}$
T2 micorriza INIFAP®	Tradicional (90-60-00)	$9.06^{a,A}$	$12.06^{a,A}$	$11.80^{a,A}$	$12.93^{a,A}$	$12.86^{ab,A}$	$7.26^{a,B}$	$9.40^{a,B}$	$11.00^{a,A}$	$10.26^{a,B}$	$9.00^{a,B}$
T3 Collision®	Tradicional (90-60-00)	$8.73^{a,A}$	$10.93^{ab,A}$	$11.53^{a,A}$	$11.80^{a,A}$	$11.46^{b,A}$	$8.13^{a,A}$	$10.26^{a,A}$	$10.86^{a,A}$	$11.06^{a,A}$	$10.00^{a,B}$
T4 Lenteja	Tradicional (90-60-00)	$8.80^{a,A}$	$9.93^{b,A}$	$11.66^{a,A}$	$12.26^{a,A}$	$11.93^{ab,A}$	$7.60^{a,B}$	$9.20^{a,A}$	$10.33^{a,B}$	$10.53^{a,B}$	$9.20^{a,B}$
T5 Sábila	Tradicional (90-60-00)	$8.93^{a,A}$	$11.20^{ab,A}$	$11.40^{a,A}$	$11.86^{a,A}$	$11.93^{ab,A}$	$7.87^{a,B}$	$9.40^{a,B}$	$10.73^{a,A}$	$10.80^{a,B}$	$8.66^{a,B}$
T6 Testigo	Baja (60-30-00)	$8.80^{a,A}$	$10.60^{ab,A}$	$12.00^{a,A}$	$12.53^{a,A}$	$12.40^{ab,A}$	$7.60^{a,B}$	$9.06^{a,B}$	$10.53^{a,B}$	$11.00^{a,B}$	$9.20^{a,B}$
T7 micorriza INIFAP®	Baja (60-30-00)	$8.60^{a,A}$	$10.80^{ab,A}$	$11.13^{a,A}$	$12.00^{a,A}$	$11.93^{ab,A}$	$7.53^{a,B}$	$9.73^{a,B}$	$11.00^{a,A}$	$10.66^{a,B}$	$8.86^{a,B}$
T8 Collision®	Baja (60-30-00)	$9.06^{a,A}$	$10.40^{ab,A}$	$11.80^{a,A}$	$12.66^{a,A}$	$12.86^{ab,A}$	$7.06^{a,B}$	$8.86^{a,B}$	$10.26^{a,B}$	$10.40^{a,B}$	$9.53^{a,B}$
T9 Lenteja	Baja (60-30-00)	$8.46^{a,A}$	$10.86^{ab,A}$	$11.93^{a,A}$	$13.00^{a,A}$	$13.13^{a,A}$	$7.73^{a,A}$	$8.80^{a,B}$	$10.33^{a,B}$	$10.80^{a,B}$	$9.53^{a,B}$
T10 Sábila	Baja (60-30-00)	$8.53^{a,A}$	$10.80^{ab,A}$	$11.06^{a,A}$	$11.86^{a,A}$	$12.00^{ab,A}$	$7.13^{a,B}$	$8.93^{a,B}$	$10.00^{a,B}$	$10.73^{a,B}$	$9.46^{a,B}$
DMS=		1.410^{ns}	1.870^{ns}	1.457^{ns}	1.486^{ns}	1.408^{**}	1.160^{ns}	1.508^{*}	1.652^{ns}	1.636^{ns}	1.654^{ns}

dds = días después de la siembra. Letras minúsculas indican diferencia estadística significativa por columna entre sitios de estudio para una misma evaluación (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). Letras mayúsculas indican diferencia estadística significativa por filas para cada uno de los tratamientos en una misma evaluación (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). *Significativo ($p \leq 0.05$), **altamente significativo ($p \leq 0.01$), ^{ns}no significativo ($p > 0.05$) en la DMS = diferencia mínima significativa.

Los resultados obtenidos muestran el efecto de la aplicación de las micorrizas que coinciden con Guzmán-Saavedra y Pinedo-Ramírez (2024), al reportar la influencia de cadmio y la interacción con micorrizas sobre la bioacumulación y morfología en *Zea mays* L., en la variable número de hojas fue superior en el tratamiento con micorrizas, algo semejante sucedió con lo reportado por Huamán y Perales (2021), sobre el efecto de micorrizas y actinomicetos en *Zea mays* L., obteniendo 10.80 hojas/planta desarrolladas en suelo micorrizado, que estadísticamente superó al testigo (9.40 hojas/planta) y entre los tratamientos del presente estudio no existió diferencias significativas. Por su parte, García-Mendoza et al. (2021) indican que el número de hojas por planta depende de las características genotípicas de la variedad de maíz, los cuales tienen características bien definidas y que reúne la condición de ser diferentes a otras variedades, siendo estables en sus características esenciales.

El valor mínimo y máximo para la variable número de hojas en Chilacachapa fue de 8.46 y 13.13 hojas, respectivamente. En Tianquizolco, fue de 7.06 y 10.00 hojas, respectivamente. En la comparación múltiple, Chilacachapa mostró medias altas ($p \leqslant 0.05$) con respecto a Tianquizolco (**Tabla 3**).

Diámetro del tallo

La variable diámetro del tallo, entre tratamientos no hubo diferencias estadísticas en Chilacachapa y para Tianquizolco se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), en la etapa vegetativa V5. En Chilacachapa se obtuvieron los mayores promedios con respecto al testigo a partir de la etapa vegetativa V8 con el T9 lenteja (28.67 mm) y la fertilización 60N-30P-00K, por otro lado, Tianquizolco en la etapa V4 (9.50) y V6 (17.36 mm) el T3 con el uso de micorrizas y la fertilización 90N-60P-00K presentó el mayor promedio respecto al testigo (**Tabla 4**).

Los resultados obtenidos muestran efecto favorable del extracto botánico lenteja en el diámetro del tallo, efecto similar en cultivos diferentes como lo reportado por Miranda-Barrios et al. (2022), al utilizar extracto de lenteja en rizomas de zarzamora, sobresalió ($p \leqslant 0.05$) en las variables respuesta evaluadas incluido diámetro de cuello que se tomó en el tallo de las plantas evaluadas, de igual manera, Garbanzo et al. (2021) evaluaron soluciones naturales (agua de pipa, coco y lentejas) de las cuales tuvieron un efecto positivo en cladodios de pitahaya. Juárez-Santillán et al. (2021) evaluaron fitohormonas y peróxido de hidrógeno en maíz, de las cuales la hormona auxina presente en el extracto de lenteja encargada de división y alargamiento principalmente de la raíz (Sáez-Cigarruista et al., 2024), favoreció el mayor tamaño del tallo con respecto al tratamiento control.

Los valores mínimo y máximo para la variable diámetro de tallo en Chilacachapa fueron de 10.38 mm y 28.67 mm, respectivamente. En Tianquizolco, fue de 7.27 y 21.01 mm, respectivamente. La comparación múltiple en Chilacachapa mostró valores altos ($p \leqslant 0.05$) con respecto a Tianquizolco (**Tabla 4**).

Días a floración masculina

Los tratamientos aplicados mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en ambas comunidades, en Chilacachapa los tratamientos T4, T7 y T9 con 58.33 días respectivamente, en tanto que el menor promedio con respecto al testigo fue obtenido por los tratamientos T3 con micorrizas y T10 extracto botánico de sábila con 57 días y fertilización tradicional y baja respectivamente, así mismo, en Tianquizolco el T6 testigo (65.33 días) con la dosis de fertilización 60N-30P-00K mientras que el menor número de días promedio lo obtuvo el T3 (62 días) utilizando micorrizas con la dosis 90N-60P-00K.

Tabla 4. Comportamiento del diámetro del tallo (mm) de la planta de maíz ante los tratamientos aplicados en Chilacachapa y Tianquizolco, Guerrero en el ciclo primavera-verano 2023.

		Sitio 1: Chilacachapa Evaluaciones					Sitio 2: Tianquizolco Evaluaciones				
Tratamiento	Fertilización (N-P-K)	V4	V5	V6	V7	V8	V4	V5	V6	V7	V8
T1 Testigo	Tradicional (90-60-00)	11.66^{a,A}	17.42^{a,A}	22.70^{a,A}	23.86^{a,A}	26.37^{ab,A}	8.42^{ab,B}	14.61^{a,B}	10.62^{ab,B}	19.62^{a,B}	21.01^{a,B}
T2 micorriza INIFAP®	Tradicional (90-60-00)	11.80^{a,A}	18.48^{a,A}	22.09^{a,A}	25.27^{a,A}	27.06^{ab,A}	7.63^{b,B}	13.13^{a,B}	15.05^{ab,B}	17.28^{a,B}	18.17^{a,B}
T3 Collision®	Tradicional (90-60-00)	11.80^{a,A}	17.46^{a,A}	21.66^{a,A}	23.20^{a,A}	23.02^{b,A}	9.50^{a,B}	15.07^{a,B}	17.36^{a,B}	19.37^{a,B}	20.61^{a,B}
T4 Lenteja	Tradicional (90-60-00)	10.75^{a,A}	15.80^{a,A}	22.09^{a,A}	23.34^{a,A}	26.43^{ab,A}	8.08^{ab,B}	12.52^{a,B}	15.35^{ab,B}	16.48^{a,B}	17.68^{a,B}
T5 Sábila	Tradicional (90-60-00)	11.74^{a,A}	18.52^{a,A}	21.93^{a,A}	24.22^{a,A}	25.35^{ab,A}	8.18^{ab,B}	13.62^{a,B}	16.26^{ab,B}	15.56^{a,B}	20.79^{a,B}
T6 Testigo	Baja (60-30-00)	11.33^{a,A}	16.92^{a,A}	22.68^{a,A}	24.23^{a,A}	25.76^{ab,A}	7.59^{b,B}	12.40^{a,B}	15.22^{ab,B}	17.41^{a,B}	19.33^{a,B}
T7 micorriza INIFAP®	Baja (60-30-00)	11.4^{a,A}	17.73^{a,A}	20.98^{a,A}	23.30^{a,A}	25.29^{ab,A}	8.20^{ab,B}	14.04^{a,B}	15.98^{ab,B}	17.83^{a,B}	20.36^{a,B}
T8 Collision®	Baja (60-30-00)	12.26^{a,A}	16.62^{a,A}	21.48^{a,A}	23.24^{a,A}	26.58^{ab,A}	7.69^{ab,B}	13.20^{a,B}	15.28^{ab,B}	17.31^{a,B}	19.16^{a,B}
T9 Lenteja	Baja (60-30-00)	10.38^{a,A}	18.13^{a,A}	23.26^{a,A}	24.50^{a,A}	28.67^{a,A}	7.97^{ab,B}	12.53^{a,B}	13.81^{ab,B}	15.47^{a,B}	19.33^{a,B}
T10 Sábila	Baja (60-30-00)	11.58^{a,A}	16.90^{a,A}	22.18^{a,A}	25.29^{a,A}	27.49^{ab,A}	7.27^{b,B}	12.12^{a,B}	13.47^{b,A}	16.68^{a,B}	19.14^{a,B}
DMS=		3.561^{ns}	3.845^{ns}	3.776^{ns}	3.998^{ns}	4.719^{ns}	1.856*	3.161**	3.792*	4.336^{ns}	3.785^{ns}

V = etapa vegetativa. Letras minúsculas indican diferencia estadística significativa por columna entre sitios de estudio para una misma evaluación (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). Letras mayúsculas indican diferencia estadística significativa por filas para cada uno de los tratamientos en una misma evaluación (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). *Significativo ($p \leq 0.05$), **altamente significativo ($p \leq 0.01$), ^{ns}no significativo ($p > 0.05$) en la DMS = diferencia mínima significativa.

En ambas comunidades, los tratamientos con micorrizas y fertilización tradicional disminuyeron los días a floración masculina respecto al testigo, se debe agregar que Pierre et al. (2023) realizaron un estudio en variedades criollas y mejoradas de maíz ante la fertilización e inoculación de hongos micorrícicos arbusculares, en las parcelas sin fertilización, las variedades mostraron un retraso significativo en *DFM* ($p = 0.0032$) y *DFF* ($p = 0.0031$) en relación a las parcelas con fertilización. Colina et al. (2020) determinaron que al aplicar 1.0 L ha^{-1} de micorrizas al suelo agrícola de manera constante, estas permanecen en el suelo, ya que al aplicar fertilizantes nitrogenados continuamente ocasiona la disminución de las poblaciones; además, Palacios y García (2021) reportaron que la interacción de micorrizas y diazótrofos más la fertilización química mejoran significativamente la salud de la planta.

En la comparación múltiple, Tianquizolco mostró medias altas en las variables *DFM* ($p \leq 0.05$) con respecto a Chilacachapa (**Tabla 5**).

Días a floración femenina

En la evaluación de esta variable, los tratamientos aplicados mostraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) en ambas comunidades, en Chilacachapa el tratamiento T9 (62 días) tuvo el valor máximo, mientras que el menor promedio se obtuvo con el T10 (60.33 días) con extracto botánico de sábila con fertilización baja; para Tianquizolco los mayor valores se obtuvieron en los tratamientos T4 (72 días), T10 (72 días) y T9 (71 días), mientras que el menor número de días promedio lo obtuvo el T5 (67 días) sábila con la dosis de fertilización tradicional (**Tabla 5**).

Tabla 5. Comportamiento en la floración y raíz ante los tratamientos aplicados en Chilacachapa y Tianquizolco, Guerrero en el ciclo primavera-verano 2023.

		DFM		DFF		PRF (gr)		PRS (gr)		LR (cm)		NR	
Tratamiento	Fertilización (N-P-K)	CH	TQ	CH	TQ	CH	TQ	CH	TQ	CH	TQ	CH	TQ
T1 Testigo	Tradicional (90-60-00)	57.33^{b,A}	61.67^{f,A}	61.00^{bc,B}	67.00^{c,A}	52.07^{a,A}	15.73^{ab,B}	22.27^{a,A}	11.33^{a,B}	17.58^{a,B}	14.48^{a,A}	45.93^{a,B}	33.40^{a,A}
T2 micorriza INIFAP®	Tradicional (90-60-00)	57.67^{ab,A}	63.33^{bcde,A}	61.00^{bc,B}	70.33^{ab,A}	39.00^{a,A}	14.40^{ab,B}	13.80^{ab,A}	8.87^{a,A}	17.46^{a,A}	12.81^{a,B}	43.60^{a,A}	32.33^{a,B}
T3 Collision®	Tradicional (90-60-00)	57.00^{b,A}	62.00^{ef,A}	61.33^{ab,B}	67.67^{bc,A}	30.20^{a,A}	14.47^{ab,B}	13.67^{ab,A}	8.93^{a,A}	16.33^{a,A}	16.26^{a,A}	39.93^{a,A}	34.73^{a,A}
T4 Lenteja	Tradicional (90-60-00)	58.33^{a,A}	64.00^{abcd,A}	61.33^{ab,B}	72.00^{a,A}	56.27^{a,A}	6.13^{b,B}	24.87^{a,A}	3.20^{b,B}	16.75^{a,A}	5.43^{a,B}	50.93^{a,A}	11.33^{b,B}
T5 Sábila	Tradicional (90-60-00)	57.67^{ab,A}	62.67^{def,A}	61.00^{bc,B}	67.00^{c,A}	42.53^{a,A}	16.67^{ab,B}	17.60^{ab,A}	9.80^{a,B}	17.82^{a,A}	15.31^{a,A}	49.47^{a,A}	33.67^{a,B}
T6 Testigo	Baja (60-30-00)	57.67^{ab,B}	65.33^{a,A}	61.67^{ab,B}	70.00^{ab,A}	33.87^{a,A}	16.87^{ab,B}	17.47^{ab,A}	9.27^{a,B}	17.10^{a,A}	15.41^{a,A}	41.07^{a,A}	29.67^{a,B}
T7 micorriza INIFAP®	Baja (60-30-00)	58.33^{a,A}	63.00^{cdef,A}	61.00^{bc,B}	68.00^{bc,A}	32.87^{a,A}	13.60^{ab,B}	9.40^{ab,A}	9.40^{a,A}	15.65^{a,A}	14.39^{a,A}	49.40^{a,A}	31.13^{a,B}
T8 Collision®	Baja (60-30-00)	57.67^{ab,A}	63.00^{cdef,A}	61.67^{ab,B}	70.00^{ab,A}	29.73^{a,A}	17.07^{ab,A}	17.13^{ab,A}	7.33^{ab,B}	16.99^{a,A}	14.78^{a,A}	40.07^{a,A}	32.07^{a,A}
T9 Lenteja	Baja (60-30-00)	58.33^{a,A}	64.67^{ab,A}	62.00^{a,B}	71.00^{a,A}	40.53^{a,A}	17.33^{a,B}	19.67^{ab,A}	9.00^{a,B}	14.79^{a,A}	14.11^{a,A}	44.67^{a,A}	28.07^{a,B}
T10 Sábila	Baja (60-30-00)	57.00^{b,B}	64.33^{abc,A}	60.33^{c,B}	72.00^{a,A}	37.87^{a,A}	13.80^{ab,B}	19.87^{ab,A}	8.67^{a,B}	15.99^{a,A}	13.65^{a,A}	46.27^{a,A}	29.73^{a,B}
DMS		0.91**	1.46**	0.69**	2.87**	28.66^{ns}	10.99**	12.41**	5.35**	4.70^{ns}	4.95**	14.69^{ns}	10.06**

DFM = días a floración masculina, DFF = días a floración femenina, PRF = peso de raíz fresca, PRS = peso de raíz seca, LR = longitud de raíz, NR = número de raíces, CH = sitio 1: Chilacachapa, TQ = sitio 2: Tianquizolco. Letras minúsculas indican diferencia estadística significativa por columna entre sitios de estudio para una misma evaluación (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). Letras mayúsculas indican diferencia estadística significativa por filas para cada uno de los tratamientos en una misma evaluación (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). *Significativo ($p \leq 0.05$), **altamente significativo ($p \leq 0.01$), ^{ns}no significativo ($p > 0.05$) en la DMS = diferencia mínima significativa.

Los resultados obtenidos muestran el efecto de la sábila en cualquiera de las dosis utilizadas, por el contrario, Hernández-Aguilar et al. (2022) en la mixteca oaxaqueña reportaron diferencia significativa ($p < 0.05$) en la variable días a floración femenina en plantas del maíz azul inoculado con micorrizas (81.45 días), por otro lado, el maíz blanco (96.61 días) sin inocular fue el más tardío. En la comparación múltiple de medias, Tianquizolco mostró mayores valores promedio para *DFF* ($p \leq 0.05$) con respecto a Chilacachapa (**Tabla 5**).

Peso de la raíz fresca

Para esta variable, entre tratamientos no hubo diferencias estadísticas en Chilacachapa y para Tianquizolco, se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) con el T9 lenteja (17.33 g) con fertilización baja, mientras que el menor peso lo presentó el T4 lenteja (6.13) con fertilización tradicional (**Tabla 5**).

Los resultados obtenidos muestran el efecto de la lenteja en el peso de la raíz fresca con la dosis baja de fertilizante aplicado, lo cual puede atribuirse a la intervención de las auxinas, al presentarse niveles elevados se mantiene una actividad meristemática constante, promoviendo la división celular (Garay-Arroyo et al., 2014), y favorecer al posible incremento del peso de la raíz.

En la comparación múltiple para esta variable Chilacachapa mostró mayores valores ($p \leq 0.05$) con respecto a Tianquizolco (**Tabla 5**).

Peso de la raíz seca

Para la evaluación del peso de la raíz seca entre tratamientos, hubo diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en ambas comunidades, en Chilacachapa el peso promedio mayor fue con el T4 (24.87 g) con fertilización tradicional, el menor peso lo presentó el T3 (13.67g), para Tianquizolco el T2 (8.87 g), T3 (8.93 g), T5 (9.8 g), T7 (9.40 g), T9 (9.00 g) y T10 (8.67 g), el menor peso lo presentó el T4 (3.2 g) con fertilización tradicional, respectivamente.

Los resultados obtenidos muestran el efecto de la lenteja, micorrizas y sábila para esta variable en ambas dosis de fertilización, García-Cid et al. (2024), utilizaron extracto de lenteja y sábila en esquejes de tomate, obteniendo efectos significativos en las variables agronómicas relacionadas al peso de la raíz; así mismo, Miranda-Barrios et al. (2022), reportaron el efecto de dos enraizantes naturales y uno sintético en la propagación de zarzamora, siendo uno de estos el extracto de lenteja, el cual fue uno de los tratamientos sobresalientes numéricamente en esta investigación; también Guamán et al. (2019), utilizó el agua de lenteja en café robusta obteniendo valores promedios positivos.

En la comparación múltiple, Chilacachapa mostró medias altas ($p \leq 0.05$) con respecto a Tianquizolco (**Tabla 5**).

Longitud de la raíz

Al evaluar la longitud de la raíz no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en ambos sitios, sin embargo, numéricamente Chilacachapa obtuvo el valor máximo en el T5 (17.82 cm) que incluyó sábila con fertilización tradicional y el valor mínimo en el T9 (14.79 cm) con lenteja con fertilización baja; para Tianquizolco el valor máximo lo obtuvo el T3 (16.26 cm) y el valor mínimo el T2 (12.81 cm) (**Tabla 5**), García-Cid et al. (2024) encontraron que al utilizar como enraizante natural la sábila al 15 %, el cultivo de tomate incrementó la longitud de raíz 210 % en comparación al control, sobre el uso de las micorrizas. En cambio, Huamán y Perales (2021), realizaron un estudio sobre el efecto de micorrizas y actinomicetos en *Zea mays* L. cultivado en invernadero, la longitud de la raíz de las plantas establecidas no fue estadísticamente diferente entre los sitios de estudio.

En la comparación múltiple para esta variable en la comunidad de Chilacachapa mostró medias altas ($p \leq 0.05$) (**Tabla 5**).

Número de raíces

Al evaluar el número de raíces no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para ambas comunidades, a pesar de ello en Chilacachapa presentó el valor promedio máximo con el T4 (50.93 raíces), mientras que el valor mínimo lo obtuvo el T3 (39.93 raíces); para Tianquizolco el valor máximo lo obtuvo el T3 (34.73 raíces) y el valor mínimo el T4 con 11.33 raíces.

CONCLUSIONES

Como resultado del empleo de estimulantes radiculares sobre las características morfoagronómicas del maíz nativo Pepitilla cultivado en el estado de Guerrero, estadísticamente se infiere que los tratamientos no intervinieron en diferencias en la expresión de las variables altura de la planta, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de raíz y número de raíces. sin embargo, en las variables días a floración masculina y femenina, peso de raíz fresca y seca, los valores fueron sobresalientes al utilizar el producto comercial Collision® (57.00 días, 61.33 días, 56.27 g y 24.87 g, respectivamente) y el extracto vegetal de lenteja (64.00 días, 72.00 días, 56.27 g y 24.87 g, respectivamente), ambos con fertilización tradicional, por tanto; pueden ser utilizados como una alternativa sustentable en este cultivo.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece a la SECIHTI por la beca para maestrantes otorgada (843811). Al INIFAP por el apoyo financiero a través del proyecto titulado Conservación *in situ* y mejoramiento participativo del maíz nativo en México. A los productores de Chilacachapa y Tianquizolco para el desarrollo de la presente investigación.

REFERENCIAS

Argueta, V. A. (2016). Los saberes y las prácticas tradicionales: Conceptos y propuestas para la construcción de un enorme campo transdisciplinario. En: *Ciencias, diálogo de saberes y transdisciplinariedad: Aportes teórico metodológicos para la sustentabilidad alimentaria y del desarrollo.* F. Delgado & S. Rist (Eds.), la Paz, Bolivia, (pp. 169-188).

Canizalez-Silva, M., Blanco-Macías, F., España-Luna, M. P., Rosa-Rodríguez, R., Lozano-Gutiérrez, J. & Lara-Herrera, A. (2024). Microorganismos en la biofertilización del cultivo de maíz como complemento a la fertilización química. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, *11*(1), e3903. https://doi.org/10.19136/era.a11n1.3903

Colina N. E. N., Paredes A. E., Gutiérrez M. X. & Vera S. M. (2020). Efecto de fertilización nitrogenada en maíz (*Zea mays* L.) sobre poblaciones de hongos micorrícicos, en Babahoyo. *Journal of Science and Research*, *5*(CININGEC), 135–155.

CONABIO (2020). Pepitilla. https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/maices/razas/grupo-DentadosT/Pepitilla

Dávila, J. G. J., González, S. I. R., Báez, O. L., Núñez, S. A. D. R. J., Gaona, Á. A. & Zaragoza, S. E. (2021). Osmoacondicionamiento de semillas de *Zea mays* con extractos vegetales para aumentar el vigor de establecimiento. *Ciencia y Agricultura*, *18*(1), 21-35. https://doi.org/10.19053/01228420.v18.n1.2021.12019

Gramajo, S. E., Cardona, J., Cleraves, C., Nature Conservancy (EE.UU.) y Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2015). *Conocimientos tradicionales para la adaptación al cambio climático en el Altiplano Occidental de Guatemala*. The Nature Conservancy. Estados Unidos.

Esquivel-Esquivel, A. G., Vizcarra-Bordi, I., Moctezuma-Pérez, S. & Massieu T. Y. C. (2023). Valorización campesina de maíces pigmentados frente a la demanda de mercados especializados en Ocoyoacac, México. *Encrucijadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales*, *23*(1), a2306.

Garay-Arroyo, A. de la Paz S. M., García-Ponce, B., Álvarez-Buylla, E. R. & Gutiérrez, C. (2014). La homeostasis de las auxinas y su importancia en el desarrollo de *Arabidopsis Thaliana*. *REB. Revista de Educación Bioquímica*, *33*(1), 13-22.

Garbanzo L. G., Vega V. E. V., Rodríguez C. J., Urbina B. C., Lázaro R. W., Alvarado J. K., Barrientos B. R., Duarte O. K., Mora P. J., Trujillo O. V. & Rojas V. J. (2021). Evaluación de tamaño de cladodios y bio-estimulantes de enraizamiento para la propagación de pitahaya. *Agronomía Costarricense*, *45*(2). https://doi.org/10.15517/rac.v45i2.47765

García-Cid, F. E., Tapia-Zayago, F. A., Pérez-Ríos, S. R., Madariaga-Navarrete, A., Cenobio-Galindo, A. de J. & Hernández S. I. (2024). Enraizantes a base de lenteja y sábila una alternativa ecológica en la producción de tomate. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, *10*(20), 10-15. https://doi.org/10.29057/icap.v10i20.12371

García-Mendoza, P. J., Marín-Rodríguez C. A., Prieto-Rosales G. P. y Pérez-Almeida I. B. (2021). Caracterización morfológica de seis variedades de maíz amiláceo (*Zea mays* L.), evaluadas en la localidad Mantacra, Pampas Huancavelica, Perú. *Revista Peruana de Innovación Agraria*, *1*(1), 23-37.

Górniak, I., Bartoszewski, R. & Króliczewski, J. (2019) Comprehensive review of antimicrobial activities of plant flavonoids. *Phytochemistry Reviews*, *18*, 241-272. https://doi.org/10.1007/s11101-018-9591-z

Goodman M. M. & Bird R. M. (1977). The races of maize IV: tentative grouping of 219 latin american races. *Economic Botany*, *31*(3), 204–221. https://doi.org/10.1007/BF02866591

Guamán R., Leython, S. & Martínez T. (2019). Enraizantes naturales en *Coffea canephora* var. robusta (L. Linden) A. Chev. *Investigatio*, *12*, 93–102.

Guzmán-Saavedra, J. L. & Pinedo-Ramírez, V. F. (2024). Influencia de cadmio y la interacción con micorrizas sobre la bioacumulación y morfología en *Zea mays* L. cultivado en Tarapoto. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales y Ecológicas*, *3*(2), e734. https://doi.org/10.51252/reacae.v3i2.734

Hernández-Aguilar, J. A., Bautista-García, H., Merecias-Aparicio, V., Vásquez-Ortiz, F. & Gómez-Arango, L. F. (2022). Uso de mejoradores biológicos en cultivos de razas nativas de maíz en la Mixteca oaxaqueña. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, *9*(1), 79–90.

Hernández-Galeno, C. A., Gómez-Montiel N. O., Vázquez-Carrillo M. G., Aragón-Cuevas F., Espinosa-Calderón A. & Palemón-Alberto F. (2023). Maíces nativos mejorados para zonas de bajo y mediano potencial productivo de México. *Agro-Divulgación,* *3*(5). https://doi.org/10.54767/ad.v3i5.194

Huamán R. A. P. & Perales A. A. (2021). Efecto de micorrizas y actinomicetos en el *Zea mays* L. Cultivado en invernadero. *Revista de Investigación Científica Siglo XXI*, *1*(2), 09–23. https://doi.org/10.54943/rcsxxi.v1i1.155

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). *Anuario estadístico y geográfico de Guerrero*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_12.pdf

Inquilla M. J., Apaza T. J., Inquilla. F. & Salas A. D. (2024). Percepción de riesgo de salud humana y ambiental por el uso de agroquímicos en la región Puno, Perú. *Revista Cubana de Salud Pública*, *50*, e08.

Juárez-Santillán, L. F., Bonilla-Cruz, S., Reyes-Gómez, J. P., Martínez-Reséndiz, G., Extocapan-Molina, J. & Armenta-Barrios, J. A. (2021). Evaluation of phytohormones and hydrogen peroxide in the corn crop (*Zea mays* L.). *Renewable Energy, Biomass & Sustainability*, *3*(2), 109–115. https://doi.org/10.56845/rebs.v3i2.60

Ma, Y., Freitas H. & Días M. C. (2022). Strategies and prospects for biostimulants to alleviate abiotic stress in plants. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 1024243. https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1024243

Mathur, S. and Jajoo, A. (2020). Arbuscular mycorrhizal fungi protects maize plants from high temperature stress by regulating photosystem II heterogeneity. *Industrial Crops and Products*, *143*, 111934. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111934

Miranda-Barrios, E. A., Cervantes-Vilca, L. & Meza-Huamani, O. (2022). Efecto de dos enraizantes naturales y uno sintético en la propagación de zarzamora (*Rubus robustus* C. Presl). *Aporte Santiaguino*, *15*(1), 72–86. https://doi.org/10.32911/as.2022.v15.n1.894

Palacios Z. J. J. & García G. V. S. (2021). Influence of dosages of biofertilizers composed of mycorrhizae and diazotrophs on the corn productivity. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M. 1*(2), 953-961. https://doi.org/10.18502/espoch.v1i2.9513

Peñuelas R. O., Argentel M. L., Angulo R. A., Cervantes G. R. G., Leyva-Madrigal, K. Y., Maldonado-Mendoza I. E. y Negrete-Yankelevich S. (2020). La micorriza arbuscular: herramienta biotecnológica para la seguridad alimentaria de comunidades dependientes de la milpa. En: *Seguridad hídrica*

y alimentaria, problemas globales, acciones locales. Ramírez García, A. G. Universidad Autónoma Chapingo. Pp 97-109.

Pierre F., Arévalo C. F. J., Rodríguez I. Y., Colbert R. W. & Rosas J. C. (2023). Respuesta de variedades criollas y mejoradas de maíz a la fertilización e inoculación con hongos micorrizas-arbusculares en un suelo de baja fertilidad. *Ceiba*, *56*(2), 70–89. https://doi.org/10.5377/ceiba.v56i2.17118

Sáez-Cigarruista, A. E., Morales-Guevara, D., Gordón-Mendoza, R., Jaén-Villarreal, J. E., Ramos-Manzané, F. P., & Franco-Barrera, J. (2024). Efecto de un oligosacárido pécticos en el desarrollo radical del maíz. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, *33*(2).

Sanchez G. J. J., Goodman, M. M. & Stuber, C. W. (2000). Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. *Economic Botany*, *54*(1), 43–59. https://doi.org/10.1007/BF02866599

SAS Institute Inc. (2019). *SAS user´s guide: Statistics*. Relase 6.04. Ed. SAS Institute incorporation, Cary, NC. USA.

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2022). *Boletín bimestral: Balanza Disponibilidad- Consumo maíz blanco.* https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/698909/Balanza_disponibilidad_consumo_enero_2022_Vf.pdf

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2024). *Maíces nativos, patrimonio biológico, agrícola, cultural y económico*. En: https://www.gob.mx/agricultura/articulos/un-apoyo-para-agricultores-de-maices-nativos

Tadeo-Robledo, M., Espinosa-Calderón, A., Valdivia-Bernal, R., Gómez-Montiel, N., Sierra-Macías, M. & Zamudio-González, B. (2010). Vigor de las semillas y productividad de variedades de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, *21*(1), 31-38.

Vite T. L. (2014). Principio de Arquímedes. *Vida Científica Boletín Científico de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Escuela Preparatoria*, *No. 4, 2*(3).

Wellhausen, E. J., Roberts, L. M., & Xolocotzi, E. H. (1951). *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución* (Vol. 5, p. 237). México: Secretaría de Agricultura y Ganadería.

Zulfiqar, F., Casadesús, A., Brockman, H., & Munné-Bosch, S. (2020). An overview of plant-based natural biostimulants for sustainable horticulture with a particular focus on moringa leaf extracts. *Plant Science*, *295*, 110194. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110194