



Terra Latinoamericana

ISSN: 2395-8030

Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.

Galeote-Cid, Gaudencio; Cano-Ríos, Pedro; Ramírez-Ibarra, José Apolinar; Nava-Camberos, Urbano; Reyes-Carrillo, José Luis; Cervantes-Vázquez, María Gabriela

Comportamiento del chile Huacle (*Capsicum annuum L.*)
con aplicación de compost y *Azospirillum* sp. en invernadero

Terra Latinoamericana, vol. 40, e828, 2022, Enero-Diciembre
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A.C.

DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.828>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57371833001>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

Comportamiento del chile Huacle (*Capsicum annuum* L.) con aplicación de compost y *Azospirillum* sp. en invernadero

Performance of Huacle chili (*Capsicum annuum* L.) with implementation of compost and *Azospirillum* sp. in greenhouse

Gaudencio Galeote-Cid¹ , Pedro Cano-Ríos¹ , José Apolinar Ramírez-Ibarra² ,
Urbano Nava-Camberos³ , José Luis Reyes-Carrillo¹  y María Gabriela Cervantes-Vázquez^{3*} 

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Periférico Raúl López Sánchez km 2. 27054 Torreón, Coahuila, México.

² Instituto Tecnológico del Valle de Guadiana. Carretera Durango-México km 22.5, Villa Montemorelos. 34371 Durango, Durango, México.

³ Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo km 32, ejido Venecia. 34371 Gómez Palacio, Durango, México.

* Autora para correspondencia (cevga@hotmail.com)

RESUMEN

Méjico es considerado centro de origen del chile (*Capsicum annuum* L.) y tiene dos grupos de chiles: los comunes (disponibles en todo el país) y los locales. La presente investigación se realizó con el propósito de conocer el comportamiento de los genotipos de chile Huacle negro, rojo y amarillo (chiles locales de Cuicatlán, Oaxaca, utiliza dos para elaborar el mole negro), así como evaluar su rendimiento y calidad bajo condiciones de invernadero con dos sistemas de producción: orgánico e inorgánico, con aplicación y no aplicación de rizo-bacterias *Azospirillum* sp. La siembra se realizó en charolas de 200 cavidades, utilizando *peat moss* como sustrato. Los sustratos utilizados fueron: arena + compost con la dosis de a) 20% y b) 35% y para el testigo c) arena al 100%. Las macetas se colocaron a doble hilera en tresbolillo espaciadas a 30 cm entre planta y planta y 80 cm entre pasillos. El diseño experimental utilizado fue en bloques completamente al azar con dos repeticiones y una unidad experimental de ocho macetas por genotipo. Las siguientes variables: altura de planta, número de hojas por planta, peso verde y seco de la parte aérea de la planta, peso verde y seco de la raíz, y número de frutos por planta mostraron valores más altos en el sistema de producción convencional a base de sustrato con arena al 100% y solución nutritiva inorgánica.

El rendimiento en seco y la calidad del fruto (diámetro polar, ancho de la cavidad y grosor de pulpa) fueron mayores en el sistema de producción orgánico a base de compost y aplicaciones de *Azospirillum*. Se puede concluir que los genotipos de chile Huacle, el genotipo negro, se adaptaron de manera favorable al sistema de producción orgánico con dosis de 20% de compost y aplicaciones de *Azospirillum*.

Palabras clave: agricultura sustentable, biofertilizantes, compost, genotipos, rizo-bacteria.

SUMMARY

Mexico is considered the center of origin of the chili pepper (*Capsicum annuum* L.), which has two groups: common chili peppers (available throughout the country) and local chili peppers. Our research was carried out with the purpose of knowing the performance of the black, red and yellow Huacle chili genotypes (local chilies from Cuicatlán, Oaxaca, two of them used to make the black mole), as well as evaluating their performance and quality under greenhouse conditions with two production systems: organic and inorganic, with addition and without addition of rizo-bacteria *Azospirillum* sp. The sowing was performed in trays with 200 cavities, using peat moss as substrate. The substrates used were: sand + compost at a) 20%

Cita recomendada:

Galeote-Cid,G., Cano-Ríos, P., Ramírez-Ibarra, J. A., Nava-Camberos, U., Reyes-Carrillo, J. L. y Cervantes-Vázquez, M. A. (2022). Comportamiento del chile Huacle (*Capsicum annuum* L.) con aplicación de compost y *Azospirillum* sp. en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 40, 1-12. e828. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i.0.828>

and b) 35% doses, and for the control, c) 100% of sand. The pots were placed in a double row of plants in trefoil arrangement with a space of 30 cm between plants and 80 cm between aisles. The experimental design used was completely randomized blocks with two repetitions and an experimental unit of 8 pots per genotype. The following variables: plant height, number of leaves per plant, green and dry weight of the aerial part of the plant, green and dry weight of the root, and number of fruits per plant showed highest values in the conventional production system based on a substrate with 100% of sand and inorganic nutrient solution. Dry yield and fruit quality (polar diameter, cavity width and pulp thickness) were higher in the organic production system based on compost and additions of *Azospirillum*. According to these results, we conclude that among the Huacle chili genotypes, the black genotype, adapted favorably to the organic production system with doses of 20% of compost and additions of *Azospirillum*.

Index words: sustainable agriculture, biofertilizers, compost, genotypes, rizo-bacteria.

INTRODUCCIÓN

En el 2017, se sembraron alrededor de 161 285 ha de chile verde; destacando las entidades de Zacatecas (39 239.00), Chihuahua (32 154), San Luis Potosí (23 641), Sinaloa (15 952) y Veracruz (5916). Además, SIAP (2017), reportó que Oaxaca estuvo en el lugar número 15 en superficie sembrada de chile en México con 2519 ha. A pesar de los grandes avances en el conocimiento del origen, evolución, diversificación y de genética básica y de poblaciones de *Capsicum* en los distintos tipos de germoplasma, se tienen solo resultados restringidos al origen del germoplasma de cada tipo (Pérez-Castañeda, Castañón, Ramírez y Mayek, 2015). Se considera a México como uno de los países de origen del chile (*Capsicum spp.*), además tiene una extraordinariamente amplia variabilidad genética con más de 40 tipos nativos, como el serrano, jalapeño, ancho, pasilla, guajillo y de árbol son los más de mayor superficie sembrada en el país (SIAP, 2010).

Un producto de tradición milenaria en México es el chile (Toledo-Aguilar *et al.*, 2016). Oaxaca resalta por el consumo de chile Huacle o Chilhuacle ya que es usado en una de sus especialidades culinarias el mole negro, el cual utiliza como principal ingrediente

este chile (Sánchez-Hernández, Sánchez, González y Vicente, 2016). En la región Oaxaqueña se le conoce al chile Huacle como “Chilhuacle”. Este es el principal ingrediente del tradicional “mole negro oaxaqueño”, por lo cual es destacado y mencionado en las principales publicaciones de gastronomía en todos los niveles. Este chile en México solamente se produce en la región de la Cañada Oaxaqueña. El chile Huacle produce frutos lisos de color negro, sin embargo, es posible hallarlos en color amarillo o rojo. (López-López, Rodríguez y Bravo, 2016). En este estado, se producen varios de los ingredientes que se utilizan en la cocina tradicional y no se encuentran naturalmente en otras partes del país, esta es la razón por la cual Oaxaca es reconocido como una potencia cultural gastronómica. Este es el caso del chile Huacle, un cultivar endémico de la región de la Cañada Oaxaqueña (García-Gaytán, Gómez, Trejo, Baca y García, 2017). Actualmente el cultivo de chile Huacle es muy reducido con una escasa superficie de apenas 50 ha en total a cielo abierto localizadas en la cañada oaxaqueña, donde de acuerdo con la Asociación de Productores de Chile Huacle, los productores realizan la aplicación de agroquímicos de forma moderada o nula, el riego es rodado o por gravedad y se obtienen frutos con calidad comercial de aproximadamente 1 Mg ha⁻¹ (Aguilar-Rincón *et al.*, 2010).

Una estrategia para este tipo de productores es la agricultura orgánica (AO) certificada. La AO supone ser un tipo de producción que trata de remediar algunos aspectos negativos de la producción convencional. Además de ser una forma de producción que combina ciencia, innovación, tradición, promueve relaciones justas, fomenta la buena calidad de vida para todos los que participan en el proceso y ayuda al medio ambiente. (IFOAM, 2008). En este sentido, es necesario diseñar una estrategia para nutrir al cultivo de manera natural. Al respecto, el uso de bacterias juega un papel preponderante, entre ellas se encuentran los géneros *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Serratia* entre otros (Spaepen, Vanderleyden y Okon, 2009). De los anteriores, el género *Azospirillum* es el más estudiado debido a las diversas propiedades que posee; como la capacidad de sintetizar ácido indolacético (AIA) a través de la vía del ácido indol-3-pirúvico (IPA) (Patten y Glick, 1996). De acuerdo a Pedraza, Ramírez, Xiqui y Baca (2004),

Azospirillum puede producir de 16.5 a 38 $\mu\text{g mL}^{-1}$ de ácido indolacético. Carcaño-Montiel, Ferrera, Pérez, Molina y Bashan (2006) observaron que la actividad de la enzima nitrogenasa de cepas *Azospirillum* spp., aisladas de maíz fue de 8 a 70 nanomoles de etileno. Se ha encontrado que la inoculación con esta rizobacteria incrementa la germinación de semillas, ganancia de peso seco y contenido de nitrógeno en plantas de pimiento (Reyes, Alvarez, El-Ayoubi y Valery, 2008). Con las concentraciones de inoculante de 10^8 y 10^9 UFC mL^{-1} se obtienen las mayores respuestas en germinación, emergencia y desarrollo de plántulas (Di Barbaro, Pernasetti y Stegmayer, 2005). Además, Mendoza, Hernández, Ramírez, Molina y Quezada (2009) mencionan que la inoculación con 10^9 UFC mL^{-1} aumenta el peso seco en plantas de pimiento morrón.

La presente investigación se realizó con el propósito de conocer el comportamiento de los genotipos de chile Huacle negro, rojo y amarillo, evaluar su rendimiento y calidad bajo condiciones de invernadero con dos sistemas de producción orgánico e inorgánico con aplicación y no aplicación de rizobacterias *Azospirillum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante el ciclo primavera-verano de 2014 en un invernadero semicircular con una superficie de 207 m^2 y 4.5 m de altura con piso de grava. Dicho invernadero pertenece al departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna ubicada en Torreón, Coahuila México. Está cubierto con plástico transparente y malla sombra al 50%, con estructura metálica, sistema de enfriamiento automatizado por una pared húmeda, cuatro ventiladores de techo y dos extractores en la parte frontal.

La siembra de la semilla del chile se realizó en charolas de 200 cavidades, usando como sustrato Peat moss (Premier®, México). El trasplante se llevó a cabo a los 47 días después de la siembra (dds), cuando las plantas tenían de cuatro a cinco hojas verdaderas. Para ello se utilizaron bolsas de plástico negro como macetas de una capacidad de 25 L. Las macetas fueron colocadas a una distancia de 160 cm entre hileras y 30 cm entre planta y planta. Las plantas fueron tutoradas con rafia a los 60 días después del trasplante (ddt).

Se evaluaron 15 tratamientos resultantes de la combinación de cinco sustratos y tres genotipos de chile.

Los sustratos fueron: 1) arena al 100%, con fertilización química convencional (testigo), el cual representa el sistema de producción convencional o inorgánico; 2) compost 20% (arena 80%), 3) compost 35% (arena 65%), 4) compost 20% y aplicación de *Azospirillum* sp., y 5) compost 35% y aplicación de *Azospirillum* sp. Los sustratos 2 a 5 a base de compost representan el sistema de producción orgánico. Los genotipos de chile Huacle evaluados fueron: 1) amarillo, 2) rojo y 3) negro.

En el testigo se aplicó una solución nutritiva, una vez al día. Los fertilizantes sintéticos usados fueron (Multi MKP, Multi NPK, nitrato de Ca, nitrato de Mg, Librel® Fe 7% y ácido fosfórico (56%). Mientras que las concentraciones para la solución nutritiva en un litro de agua para cada fase de desarrollo de la planta fueron soluciones equilibradas de 15 y 17 meq L^{-1} .

Para la preparación del inóculo bacteriano (*Azospirillum* sp.), mediante una suspensión a una concentración de 1×10^{10} UFC mL^{-1} , mediante el método de diluciones seriadas, se preparó la concentración de inóculo 10^8 UFC mL^{-1} para la cepa y aplicaron 100 mL a cada maceta y sucesivamente cada mes hasta completar tres aplicaciones.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con un arreglo de tratamientos bifactorial 5×3 con dos repeticiones, donde el factor A (parcela mayor) fue el tipo de sustrato y el factor B (parcela menor) fue el genotipo de chile Huacle. La unidad experimental consistió de ocho plantas de chile.

Las variables evaluadas en el presente trabajo fueron: a) variables de desarrollo vegetativo: altura de planta, número de hojas, producción de materia verde y seca tanto de la parte aérea como de la raíz; b) variables de rendimiento: número de frutos, rendimiento de frutos en verde y en materia seca y c) variables de calidad del fruto: diámetro polar, diámetro ecuatorial, ancho de hombros del fruto, ancho de punta del fruto, ancho de cavidad del fruto, número de lóculos del fruto y grosor de pulpa del fruto. Para tomar los datos de algunas variables de calidad como el diámetro polar y ecuatorial, peso y número de lóculos se utilizaron los siguientes materiales: vernier (Truper®), báscula granataria (Modelo VE-2610) y cinta métrica rígida para medir altura de planta.

Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System, versión 6.12 y para las comparaciones de medias se utilizó la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). En el caso de

variables continuas como el crecimiento vegetativo (altura y número de hojas por planta) se efectuaron regresiones cuadráticas para representar la dinámica de crecimiento de la planta de chile, cuyo modelo es $y = \beta_0 + \beta_1x + \beta_2x^2$, donde y es la altura de planta o número de hojas por planta y x es el tiempo expresado en días después del trasplante (Rodríguez *et al.*, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo Vegetativo

Altura de planta. Se tomó la altura de planta desde el quinto día después del trasplante y progresivamente cada 10 días hasta terminar el ciclo. Para esta variable en los tres genotipos de chile evaluados se realizaron regresiones cuadráticas para expresar la dinámica de crecimiento de las plantas con los diferentes tratamientos. Se obtuvo una media de 181.0 cm de altura de planta final y la ecuación $y = 19.0005 - 0.7062x + 0.025x^2$ ($R^2 = 0.98$) para los tres genotipos con un

sistema de producción convencional (tratamiento testigo a base de 100% de arena y solución nutritiva); 141.0 cm de altura de planta final y la ecuación $y = 6.0824 + 0.2063x + 0.0123x^2$ ($R^2 = 0.95$) en el caso del sistema de producción orgánico con aplicación de *Azospirillum* (tratamientos a base de compost 20 y 35% con *Azospirillum*); y 136.0 cm de altura final y la ecuación $y = 7.5177 + 0.1956x + 0.0104x^2$ ($R^2 = 0.96$) para el sistema de producción orgánico sin aplicación de *Azospirillum* (tratamientos a base de compost 20 y 35% sin *Azospirillum*). Estos datos permiten afirmar que los genotipos en cuestión manifiestan una mayor altura con el sistema de producción convencional (Figura 1).

Para los genotipos de chile Huacle en este experimento se superaron los datos de altura de planta obtenidos por Espinosa-Rodríguez (2011¹), quien obtuvo una altura promedio de 96.95 cm de los mismos genotipos bajo condiciones de invernadero. También se coincide en la misma tendencia de Di Barbaro *et al.* (2005), quienes al inocular plantas de chile pimiento morrón

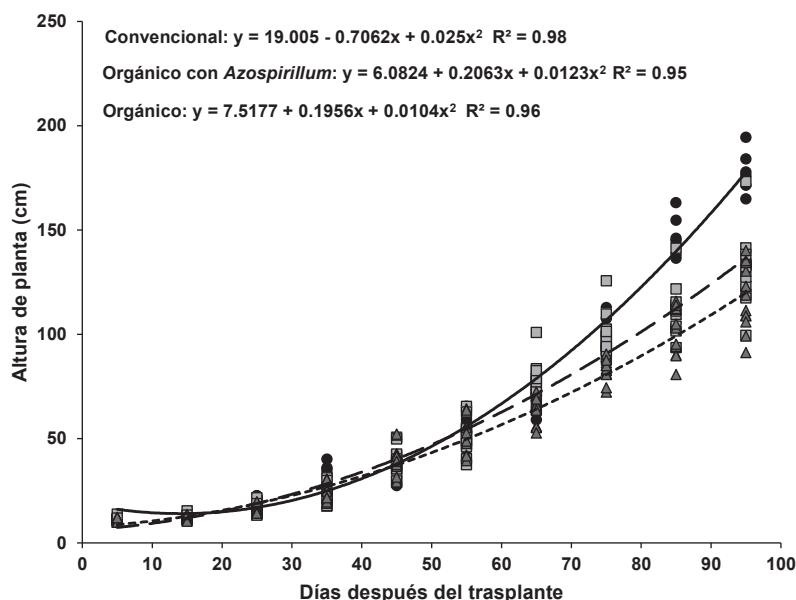


Figura 1. Efecto de los sistemas de producción convencional (línea continua), orgánico con aplicación de *Azospirillum* (línea discontinua larga) y orgánico sin *Azospirillum* (línea discontinua corta) sobre la altura de los genotipos de chile Huacle. UAAAN-Unidad Laguna, 2015.

Figure 1. Effect of conventional production systems (continuous line), organic with addition of *Azospirillum* (long broken line) and organic without *Azospirillum* (short broken line) on the height of Huacle chili genotypes. UAAAN-Laguna Unit, 2015.

¹ Espinosa-Rodríguez, M. (2011). *Respuesta del chile huacle (Capsicum spp.) a cuatro soluciones nutritivas en cultivo sin suelo y bajo invernadero*. Tesis Profesional. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México: CIIDIR.

con *Azospirillum* obtuvieron diferencia significativa en altura desde el inicio de la plántula comparado con el testigo.

Número de hojas por planta. Se contaron las hojas fotosintéticamente activas por planta con la misma frecuencia que la altura de planta. Para esta variable en los tres genotipos de chile evaluados se realizaron regresiones cuadráticas para describir la dinámica de producción de hojas por las plantas con los diferentes tratamientos. Se obtuvo una media de 357 hojas y la ecuación $y = -10.166 + 0.6055x + 0.036x^2$ ($R^2 = 0.92$) para los genotipos con un sistema de producción convencional; 201 hojas y la ecuación $y = -1.8687 + 0.1083x + 0.0216x^2$ ($R^2 = 0.94$) en el caso de los tratamientos orgánicos con aplicación de *Azospirillum* y 162 hojas y la ecuación $y = -0.2574 + 0.1768x + 0.0165x^2$ ($R^2 = 0.94$) para los tratamientos orgánicos sin aplicación de *Azospirillum*. Estos resultados permiten afirmar que los genotipos manifiestan una mayor producción de follaje con el sistema de producción convencional (Figura 2).

Los resultados obtenidos en el presente experimento coinciden con los datos encontrados por Espinosa-Rodríguez (2011¹) con una media de 341 hojas por genotipo con un sistema de producción inorgánico bajo condiciones de invernadero, mientras que estos mismos genotipos tuvieron una menor respuesta con el sistema orgánico. Sin embargo, Tsedal (2004²), sugiere que los cambios en la distribución de la materia seca bajo cargas excesivas de frutos se correlacionan con áreas foliares pequeñas. Esto señala que existe una competencia de asimilados entre hojas y frutos, por lo que se puede explicar el bajo índice de área foliar en las plantas con tratamientos orgánicos pero que expresaron una mejor calidad de fruto.

Peso verde de la parte aérea de la planta. En esta variable el análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) para el tipo de sustrato, pero no se detectaron diferencias significativas para genotipo ($P = 0.9512$) ni la interacción sustrato \times genotipo ($P = 9816$). El sistema de producción convencional mediante el uso de arena al 100% y

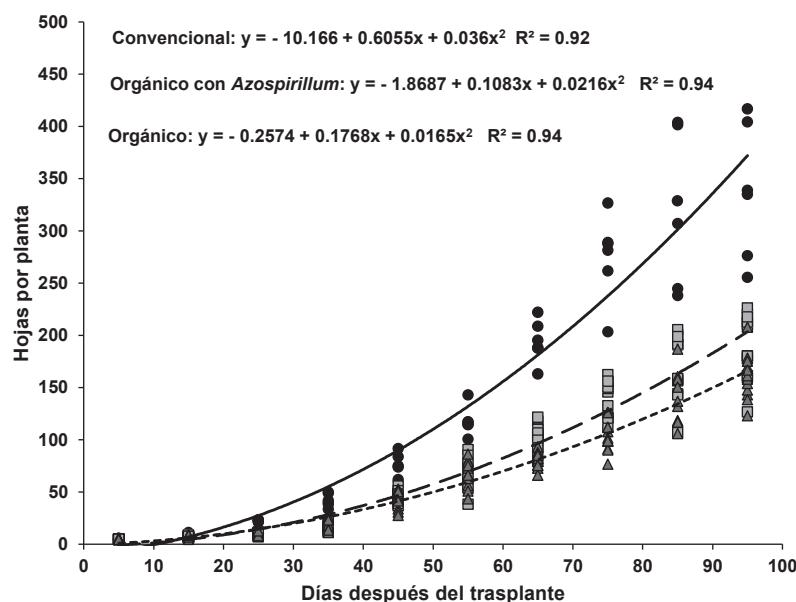


Figura 2. Efecto de los sistemas de producción convencional (línea continua), orgánico con aplicación de *Azospirillum* (línea discontinua larga) y orgánico sin *Azospirillum* (línea discontinua corta) sobre la producción de hojas por los genotipos de chile Huacle. UAAAN-Unidad Laguna, 2015.

Figure 2. Effect of conventional production systems (continuous line), organic with addition of *Azospirillum* (long broken line) and organic without *Azospirillum* (short broken line) on the production of leaves by the Huacle chili genotypes. UAAAN-Laguna Unit, 2015.

¹ Tsedal-Tsegai., G. (2004). Yield and quality response of tomato and hot pepper to pruning. Thesis degree: MSc (Agric) Agronomy. Faculty of Natural and Agricultural Sciences University of Pretoria. Pretoria.

nutrición inorgánica (testigo) presentó el más alto peso verde para la parte aérea de las plantas con una media de 600.33 g. Dentro del sistema de producción orgánico el mejor sustrato fue compost 35% con aplicaciones de *Azospirillum* presentando una media de 336.50 g (Cuadro 1). Esto permite afirmar que un sistema de producción convencional induce una mejor formación de follaje dando plantas más vigorosas. Sin embargo, el uso de rizo-bacterias en la nutrición de este cultivo dio también muy buenos resultados pues superó a las plantas no inoculadas las cuales tuvieron peso verde menor a 200 g, esto coincide con Bellone (1997) quien trabajó con cereales y menciona que la inoculación con la bacteria *Azospirillum* puede incrementar la germinación y la biomasa de cultivo.

En el caso de esta variable los datos encontrados en el presente experimento sobrepasan por mucho a los encontrados por Espinosa-Rodríguez (2011¹) donde la media del peso verde para la parte aérea de las plantas

de chile Huacle fue de 320 g, tomando en cuenta únicamente la comparación de sistemas inorgánicos de producción.

Peso seco de la parte aérea de la planta. En esta variable el análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas ($P < 0.0001$) para el tipo de sustrato. El sistema de producción convencional mediante el uso de arena al 100% y nutrición inorgánica presentó el más alto peso seco para la parte aérea de las plantas con una media de 177.70 g. Dentro del sistema de producción orgánico las medias de peso seco fueron bajas (41.40 a 50.30 g) y estadísticamente iguales para los dos niveles de compost (20 y 35%) sin y con aplicaciones de *Azospirillum* (Cuadro 2). Con esto podemos afirmar que un manejo convencional en este cultivo, mediante el uso de un sustrato a base de arena (100%) y nutrición mineral, da mejor producción de materia seca mostrando una amplia diferencia en comparación con el sistema de

Cuadro 1. Promedio de peso verde y peso seco de la parte aérea de la planta para los tratamientos orgánicos e inorgánicos en tres genotipos de chile Huacle. UAAAAN-Unidad Laguna. 2015.

Table 1. Mean green weight and dry weight of the aerial part of the plant for organic and inorganic treatments in three Huacle chili genotypes. UAAAAN-Laguna Unit. 2015.

Sustrato	Genotipo			
	Amarillo	Rojo	Negro	Promedio
Peso verde (g)				
Testigo (Arena 100%)	551.50	637.50	612.00	600.33a
Compost 20%	185.50	145.25	146.50	159.08bc
Compost 35%	131.75	139.25	135.25	135.42c
Compost 20% + Az	165.75	121.00	152.25	146.33c
Compost 35% + Az	379.25	300.00	330.25	336.50b
Promedio	282.75	268.60	275.25	
Peso seco (g)				
Testigo (Arena 100%)	180.00	183.5	169.50	177.70a
Compost 20%	51.75	43.25	41.25	45.40b
Compost 35%	38.25	42.00	44.00	41.40b
Compost 20% + Az	65.25	36.25	49.50	50.30b
Compost 35% + Az	42.75	41.75	40.25	41.60b
Promedio	75.60	69.35	68.90	

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Treatments with the same letter are statistically equal (Tukey, $\alpha = 0.05$).

producción orgánico, mediante el uso de compost y aplicaciones de *Azospirillum*. Esta misma tendencia fue encontrada por Di Barbaro *et al.* (2005), quienes al inocular plantas de chile pimiento morrón obtuvieron diferencia significativa en peso seco de la planta comparado con el testigo.

Espinosa-Rodríguez (2011¹) señala en sus resultados una media de 170.92 g en peso seco para la parte aérea de la planta, dato que concuerda con los obtenidos en el presente experimento bajo condiciones de un sistema de producción convencional, mientras que con los tratamientos de sustratos orgánicos no expresaron los resultados esperados teniendo medias por debajo de los 100 gramos.

Peso verde de la raíz. En esta variable el análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas para el tipo de sustrato ($P < 0.0001$), genotipo de chile ($P = 0.0119$) e interacción sustrato \times genotipo ($P < 0.0001$). Los tratamientos que presentaron los

valores más altos de peso verde de raíz de las plantas fueron las combinaciones del sustrato a base de 100% de arena con nutrición inorgánica y los genotipos rojo (376 g), negro (306 g) y amarillo (234 g), con una media de 305.33 g. Dentro del sistema de producción orgánico, los mejores tratamientos fueron los que recibieron compost al 35% y aplicaciones de *Azospirillum* presentando pesos secos de raíz de 73.50, 70.25 y 65.00 g para los genotipos amarillo, negro y rojo respectivamente, con una media de 69.58 g (Cuadro 2). Con esto se puede comprobar que en los sistemas de producción intensiva la fertilización se realiza por medio de una solución nutritiva que se elabora con fertilizantes de alta solubilidad comparada con la fertilización con abonos orgánicos, aunque generalmente los fertilizantes son importados, lo que incrementa significativamente los costos de producción en la fertilización inorgánica (Muñoz, 2004).

Cuadro 2. Promedio del peso verde y peso seco de la raíz de la planta para los tratamientos orgánicos e inorgánicos en los genotipos de chile Huacle. UAAAAN-Unidad Laguna. 2015.

Table 2. Mean of the green weight and dry weight of the plant root for the organic and inorganic treatments in the Huacle chili genotypes. UAAAAN-Laguna Unit. 2015.

Sustrato	Genotipo			
	Amarillo	Rojo	Negro	Promedio
Peso verde (g)				
Testigo (Arena 100%)	234.00	376.00	306.00	305.33a
Compost 20%	64.00	48.50	40.25	50.92bc
Compost 35%	37.00	36.25	37.00	36.75c
Compost 20% + Az	73.50	65.00	70.25	69.58b
Compost 35% + Az	65.75	52.00	72.50	63.42b
Promedio	94.85b	115.55a	105.20ab	
Peso seco (g)				
Testigo (Arena 100%)	88.00	175.50	38.00	100.50a
Compost 20%	12.00	7.75	6.50	8.75b
Compost 35%	6.75	5.50	5.50	5.92b
Compost 20% + Az	9.25	9.75	12.50	10.50b
Compost 35% + Az	10.50	10.00	10.00	10.17b
Promedio	25.30b	41.70a	14.50c	

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Treatments with the same letter are statistically equal (Tukey, $\alpha = 0.05$).

En el caso de esta variable se superó por mucho a los datos obtenidos por Espinosa-Rodríguez (2011¹) con una media de 51.44 g comparado con los más de 300 g obtenidos en el presente experimento, incluso los tratamientos con un sistema orgánico presentaron una mayor masa radicular con más de 70 g por genotipo.

Peso seco de la raíz. En esta variable el análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas para el tipo de sustrato ($P < 0.0001$), genotipo de chile ($P < 0.0001$) e interacción sustrato × genotipo ($P < 0.0001$). Los tratamientos que presentaron los valores más altos de peso seco de raíz fueron los que tuvieron un sustrato a base de 100% de arena con fertilización inorgánica y los genotipos rojo (175.50 g), amarillo (88.00 g) y negro (38.00 g), con una media de 100.50 g. Dentro del sistema de producción orgánico los mejores tratamientos fueron los que tuvieron compost y recibieron aplicaciones de *Azospirillum* presentando pesos secos de 12.50, 9.75 y 9.25 g (media de 10.50 g) para el nivel de 20% de compost; mientras que el nivel de 35% de compost tuvo pesos secos de 10.50, 10.00 y 10.00 g (media de 10.17 g) para los tres genotipos (Cuadro 2). Con esto podemos afirmar de manera general que los genotipos tuvieron mejor respuesta en cuanto a crecimiento radicular con un sistema de producción convencional a base de arena al 100% y fertilización inorgánica.

Para esta variable en el presente experimento se observaron medias bastante contrastantes que variaron desde los 38 g hasta los 175 g, dependiendo del genotipo de chile Huacle, resultados que no concuerdan con los encontrados por Espinosa-Rodríguez (2011¹), sin embargo, con esto se puede sugerir que los genotipos tienen diferente comportamiento y que son afectados por los tratamientos nutricionales suministrados, y en el caso de los tratamientos de producción orgánica (compost y *Azospirillum*) podemos observar como la masa radicular fue muy deficiente, sin embargo, se pudo apreciar de manera cualitativa que en ellos se presentó una mejor producción de pelos absorbentes, lo cual tiene mejores beneficios y que se puede observar en las variables evaluadas más adelante.

Rendimiento

Número de frutos por planta. En esta variable el análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas para el tipo de sustrato ($P < 0.0001$) y genotipo ($P = 0.0131$). La mayor producción de frutos

por los genotipos de chile tuvo lugar en el sustrato a base de arena al 100% con fertilización inorgánica, con una media de 12.86 frutos por planta. Dentro del sistema orgánico, los cuatro tratamientos de composta (20 y 35%) con y sin aplicaciones de *Azospirillum* tuvieron una respuesta similar, con producciones bajas de 6.77 a 7.58 frutos por planta, en promedio. Los genotipos amarillo, rojo y negro produjeron 9.09, 8.99 y 6.92 frutos por planta, en promedio. Pudiendo con esto afirmar que existe una mejor respuesta en la cantidad de frutos producidos por el cultivo de chile Huacle bajo un sistema de producción convencional a base de arena al 100% y fertilización inorgánica.

En este caso se superaron los datos reportados por Espinosa-Rodríguez (2011¹), quien señala una máxima producción de frutos similar a la obtenida en los tratamientos con un sistema de producción orgánico en el presente estudio, mientras que la respuesta con un sistema de producción convencional expresó una máxima de 12.86 frutos por planta. En el trabajo respuesta del chile al manejo integrado de los fertilizantes se mostró que el uso de nitrógeno incrementa los frutos, sin embargo, también se tuvo un aumento importante con el uso de fósforo, potasio, azufre y zinc, no obstante, el trabajo mostró que el uso de nitrógeno fue más marcado en similitud con el fósforo, potasio, azufre y zinc obteniendo hasta 110 frutos por planta (Halder, Fazlul, Sultana e Islam, 2003).

Rendimiento en verde de chile Huacle. En esta variable el análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas para el factor genotipo de chile ($P < 0.0001$), pero no se detectaron diferencias significativas para el tipo de sustrato ($P = 0.3088$) ni para la interacción sustrato × genotipo ($P < 0.2765$). El rendimiento promedio de chile más alto fue para el genotipo negro (4122.5 kg ha⁻¹). Los genotipos rojo y amarillo tuvieron rendimientos promedios menores y estadísticamente iguales entre si (3086.9 y 2936.3 kg ha⁻¹, respectivamente). El rendimiento promedio obtenido en el sistema de producción convencional (arena 100% con fertilización inorgánica) fue de 3480.6 kg ha⁻¹; mientras que en los tratamientos orgánicos (composta 20 y 35% con y sin *Azospirillum*) los rendimientos promedios fueron de 3132.6 a 3523.4 kg ha⁻¹, siendo estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 3). Lo anterior indica que, a pesar de haber tenido un crecimiento radicular y aéreo de las plantas significativamente menor en

los tratamientos orgánicos, su rendimiento no se afectó negativamente en comparación con el sistema de producción convencional, estableciendo así una puerta muy prometedora para los productores de este cultivo, ya que pueden obtener buenos rendimientos además de un incremento en la calidad del fruto, particularmente con el chile Huacle negro.

Rendimiento de materia seca de chile Huacle. Para esta variable el análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas para el tipo de sustrato ($P < 0.0001$), genotipo de chile ($P < 0.0001$) e interacción sustrato \times genotipo ($P = 0.0092$). Los sustratos orgánicos a base de compost 20 y 35% con aplicaciones de *Azospirillum* presentaron los rendimientos más alto de chile seco, con promedios de 916.67 y 758.68 kg ha⁻¹, seguidos por los tratamientos de compost 20 y 35% sin *Azospirillum* (promedios de 694.44 y 720.49 kg ha⁻¹). El sustrato a base de arena 100% con fertilización inorgánica presentó el rendimiento más bajo de chile seco (promedio de 629.17 kg ha⁻¹). El genotipo

negro presentó el rendimiento de chile seco más alto (promedio de 856.25 kg ha⁻¹), seguido por el rojo (promedio de 722.92 kg ha⁻¹) y amarillo (promedio de 652.50 kg ha⁻¹). En cuanto a las interacciones, los mejores tratamientos fueron las combinaciones de sustrato orgánico a base de compost 20 y 35% con aplicaciones de *Azospirillum* y el genotipo negro, presentando rendimientos promedio de chile seco de 1005.21 y 880.21 kg ha⁻¹ (Cuadro 3). Con base en estos resultados se puede afirmar que con una dosis baja de compost (20%) y aplicación de rizo-bacterias, se pueden alcanzar rendimientos superiores de chile seco, particularmente del genotipo negro.

De acuerdo con López y Castro (2005), quien menciona en su estudio que los rendimientos de esta hortaliza en su lugar de origen oscilan entre 1.2 Mg ha⁻¹ de fruto deshidratado con calidad comercial, en el presente experimento se observaron datos de una máxima de 1005.21 kg del fruto de chile Huacle negro con esas características.

Cuadro 3. Promedio de rendimiento en verde y rendimiento en seco para los tratamientos orgánicos e inorgánicos en los genotipos de chile Huacle. UAAAAN-Unidad Laguna. 2015.

Table 3. Mean green yield and dry yield for organic and inorganic treatments in the Huacle chili genotypes. UAAAAN-Laguna Unit. 2015.

Sustrato	Genotipo			
	Amarillo	Rojo	Negro	Promedio
Rendimiento en verde (kg ha ⁻¹)				
Testigo (Arena 100%)	2624.1	3353.3	4464.3	3480.60
Compost 20%	3189.6	3130.5	3992.1	3437.40
Compost 35%	2786.4	2899.5	3711.8	3132.60
Compost 20% + Az	3399.9	2974.3	4196.0	3523.40
Compost 35% + Az	2681.6	3076.7	4248.2	3335.50
Promedio	2936.3b	3086.9b	4122.5a	
Rendimiento en seco (kg ha ⁻¹)				
Testigo (Arena 100%)	507.29	640.63	739.59	629.17d
Compost 20%	588.54	677.08	817.71	694.44c
Compost 35%	635.42	687.50	838.54	720.49c
Compost 20% + Az	875.00	869.80	1005.21	916.67a
Compost 35% + Az	656.25	739.59	880.21	758.68b
Promedio	652.50c	722.92b	856.25a	

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Treatments with the same letter are statistically equal (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Calidad del Fruto

Diámetro polar del fruto. En esta variable el análisis estadístico detectó diferencias altamente significativas para el tipo de sustrato ($P = 0.0126$) y genotipo de chile ($P < 0.0001$). Los frutos de chile fueron más grandes en longitud en los cuatro tratamientos orgánicos a base de compost (20 y 35%) con y sin aplicaciones de rizobacterias, mostrando promedios de 5.65 a 6.04 cm de largo, siendo estadísticamente iguales entre sí, en comparación con el tratamiento inorgánico a base de arena al 100%, el cual presentó un promedio de 5.39 cm de largo, siendo sus frutos significativamente más chicos. Los genotipos amarillo y rojo produjeron frutos más grandes (promedios de 6.18 y 5.89 cm de largo) que el genotipo negro (5.24 cm de largo). Estos resultados muestran que el sistema de abonado orgánico con aplicaciones de *Azospirillum* fue mucho mejor en tamaño del fruto, abriendo así una alternativa de producción más sana y menos costosa en la agricultura. Espinosa-Rodríguez (2011¹) en su estudio reporta frutos con 5.09 cm, dato que se superó con los encontrados en el presente experimento con una máxima de 6.43 cm, mientras que Langlé-Argüello (2011³) supera ligeramente ambos datos al reportar frutos con más de 7 cm de diámetro polar. Entre los tres experimentos existe una diferencia muy pequeña y aunque fueron establecidos todos en invernadero posiblemente las diferencias se deben a que el manejo agronómico no fue exactamente el mismo ni las condiciones en el invernadero tuvieron el mismo control sobre las variables climáticas.

Diámetro ecuatorial. El análisis estadístico solo detectó diferencias altamente significativas en el diámetro ecuatorial de los frutos entre genotipos de chile ($P < 0.0001$). Los frutos del genotipo negro fueron significativamente más grandes o gruesos (promedio de 4.46 cm de ancho) que los frutos de los genotipos rojo (promedio de 3.77 cm de ancho) y amarillo (promedio de 3.65 cm de ancho). El tipo de sustrato no tuvo efecto significativo en el diámetro ecuatorial de los frutos, el cual fue de 3.81 a 4.06 cm en los cinco sustratos, siendo estadísticamente iguales entre sí. Resultados similares fueron obtenidos por Espinosa-Rodríguez (2011¹) y Langlé-Argüello (2011³) en los mismos genotipos. Afirmando así que se puede producir orgánicamente y

tener una mucha mejor calidad del fruto a menor costo y de una manera más amigable con el agroecosistema.

Ancho de hombros del fruto. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el ancho de hombros de los frutos entre genotipos de chile ($P < 0.0001$). Los frutos del genotipo negro fueron significativamente más anchos (promedio de 5.06 cm de ancho) que los frutos de los genotipos rojo (promedio de 4.27 cm de ancho) y amarillo (promedio de 4.19 cm de ancho). El tipo de sustrato no tuvo efecto significativo en el ancho de hombros de los frutos, el cual fue de 4.37 a 4.62 cm en los cinco sustratos, siendo estadísticamente iguales entre sí.

Ancho de la punta del fruto. El análisis estadístico no detectó diferencias significativas para esta variable entre tipos de sustrato ($P = 0.1854$), genotipos ($P = 0.0815$) e interacción sustrato × genotipo ($P = 0.6573$). Las medias de ancho de hombros de los frutos mostraron rangos de 2.40 a 2.88 cm para los diferentes sustratos evaluados, siendo estadísticamente iguales entre sí. Los genotipos amarillo, rojo y negro presentaron medias de 2.41, 2.63 y 2.77 cm de ancho de hombros del fruto, respectivamente, siendo estadísticamente iguales entre sí.

Considerando las anteriores variables de calidad del fruto, las cuales indican el tamaño y la forma de los frutos de chile Huacle, se puede mencionar que el genotipo negro produce chiles más grandes (gordos) que los genotipos amarillo y rojo.

Ancho de cavidad del fruto. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el ancho de la cavidad del fruto para el tipo de sustrato ($P = 0.0427$) y el genotipo ($P < 0.0021$). El sustrato a base de 100% de arena con fertilización inorgánica mostró la media más baja con 3.12 cm de ancho; mientras que los sustratos orgánicos a base de compost (20 y 35%) con y sin aplicaciones de rizo-bacterias permitieron la producción de frutos con un rango de medias de 3.33 a 3.75 cm de ancho de cavidad. Los frutos del genotipo negro tuvieron una cavidad más ancha (promedio de 3.81 cm) que los genotipos amarillos (promedio de 3.31 cm) y rojo (promedio de 3.20 cm).

Número de lóculos del fruto. El número de lóculos del fruto no mostró diferencias estadísticamente significativas para el tipo de sustrato, genotipo de chile o su interacción. Con respecto a los sustratos evaluados

¹ Langlé-Argüello, L. A. (2011). *Respuesta del chile huacle (Capsicum spp.) a diferentes densidades de plantación y podas bajo manejo intensivo en invernadero*. Tesis Profesional. Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México: CIIDIR.

el rango de medias fue de 2.87 a 3.14 lóculos por fruto. Los frutos de los genotipos amarillo, negro y rojo presentaron medias de 3.12, 3.08 y 2.78 lóculos por fruto, respectivamente. Estos resultados muestran que la variabilidad en número de lóculos del fruto es muy baja, y de igual manera se afirma que los tratamientos no presentaron efecto sobre esta variable.

Grosor de pulpa del fruto. Se detectaron diferencias altamente significativas en esta variable de calidad del fruto para el tipo de sustrato ($P < 0.0001$), genotipo ($P < 0.0001$) e interacción sustrato \times genotipo ($P = 0.0001$). Los sustratos orgánicos a base de composta 35% y composta 20% con aplicaciones de rizobacterias permitieron la producción de frutos con mayor grosor de pulpa (frutos más carnosos), con medias de 0.38 y 0.42 cm, respectivamente, en comparación con el sustrato a base de arena 100% con fertilización inorgánica que produjo frutos con menor grosor de pulpa (media de 0.27 cm). Los frutos de chile Huacle, genotipo negro, presentaron el doble de grosor de pulpa (media de 0.50 cm) que los frutos de los genotipos amarillo (media de 0.23 cm) y rojo (media de 0.25 cm). El mejor tratamiento fue la combinación de compost 20% con aplicaciones de *Azospirillum* y el genotipo negro, el cual produjo frutos muy carnosos de gran calidad (media de 0.82 cm de grosor de pulpa), seguido del tratamiento de la interacción compost 35% (sin *Azospirillum*) y el genotipo negro, el cual presentó frutos con 0.63 cm de grosor de pulpa. Estos resultados muestran que la calidad de los frutos de chile Huacle, particularmente el genotipo negro, se incrementó sustancial y favorablemente con un sistema de producción orgánico ayudado con la aplicación de biofertilizantes.

Para esta variable el presente experimento muestra un máximo de grosor de pulpa favorecido por el sistema orgánico con aplicación de *Azospirillum* de 0.82 cm, dato que es mayor a los obtenidos por Langlé-Argüello (2011³) y Espinosa-Rodríguez (2011¹) quienes presentan un máximo de 0.22 cm y 0.21 cm. Pudiendo afirmar así que el sistema orgánico tuvo una mejor calidad del fruto.

CONCLUSIONES

La altura de planta, número de hojas por planta, peso verde y seco de la parte aérea de la planta, peso verde y seco de la raíz, así como el número de frutos

por planta de chile Huacle fueron mayores con el sistema de producción convencional a base de sustrato con arena al 100% y solución nutritiva inorgánica.

El rendimiento en seco y la calidad del fruto de chile Huacle (diámetro polar, ancho de la cavidad y grosor de pulpa) fueron mayores en el sistema de producción orgánico a base de compost y aplicaciones de *Azospirillum*.

El rendimiento en verde y en seco, así como la calidad del fruto (diámetro ecuatorial, ancho de hombros, ancho de cavidad y grosor de pulpa) fueron mayores en el genotipo negro de chile Huacle.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que los genotipos de chile Huacle, particularmente el genotipo negro, se adaptaron de manera favorable al sistema de producción orgánico con dosis de 20% de compost y aplicaciones de *Azospirillum*, expresando rendimientos altos y excelente calidad del fruto en comparación con el sistema inorgánico, lo que permitirá la producción de alimentos inocuos y de alta calidad, mediante la utilización de sistemas de producción sustentables y más amigables con el medio ambiente.

DECLARACIÓN DE ÉTICA

No aplicable.

CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

No aplicable.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

No aplicable.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización e investigación: G.G.C., J.L.R.C. y P.C.R. Validación y análisis formal: P.C.R., U.N.C. y J.A.R.I. Escritura, revisión, edición y visualización: P.C.R., U.N.C. y M.G.C.V. Supervisión: J.L.R.C. Adquisición de fondos: P.C.R.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimiento a la Universidad Juárez del Estado de Durango, a Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y al Instituto Tecnológico del Valle de Guadiana.

LITERATURA CITADA

- Aguilar-Rincón, V. H., Corona-Torres, T., López-López, P., Latournerie-Moreno, L., Ramírez-Meraz, M., Villalón-Mendoza, H., & Aguilar-Castillo, J. A. (2010). *Los chiles de México y su distribución*. Montecillo, Texcoco, Estado de México: SINAREFI, Colegio de Postgraduados, INIFAP, IT-Conkal, UANL, UAN.
- Bellone, C. H. (1997). Recuperación de la germinación de semillas de soja por inoculación con *Azospirillum*. En C. H. Bellone (Ed.). Biología del suelo. Fijación biológica del nitrógeno (pp. 123-125). Tucumán. Argentina: Publicación de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán. ISBN: 950-554-135-X
- Carcaño-Montiel, M. G., Ferrera-Cerrato, R., Pérez-Moreno, J., Molina-Galán, J. D., & Bashan, Y. (2006). Actividad nitrogenasa, producción de fitohormonas, sideróforos y antibiosis en cepas de *Azospirillum* y *Klebsiella* aisladas de maíz y teocintle. *Terra Latinoamericana*, 24(4), 493-502.
- Di Barbaro, G., Pernasetti, S., & Stegmayer, A. (2005). Evaluación del efecto de *Azospirillum brasiliense* en la germinación y emergencia del pimiento pimentonero (*Capsicum annuum* L. var. Trompa de elefante). *Revista del CIZAS*, 6(1,2), 74-85.
- García-Gaytán, V., Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I., Baca-Castillo, G. A., & García-Morales, S. (2017). The chilhuacle chili (*Capsicum annuum* L.) in Mexico: Description of the variety, Its cultivation, and uses. *International Journal of Agronomy*, 2017, 1-13. ID 5641680. <https://doi.org/10.1155/2017/5641680>
- Halder, N. K., Fazlul-Kabir, A. H. M., Sultana, D., & Islam, Z. (2003). Response of chilli to Integrated Fertilizer management in North-eastern Brown Hill soils of Bangladesh. *Journal of Biological Science*, 3(9), 797-801. <https://doi.org/10.3923/jbs.2003.797.801>
- IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements). (2008). Definition of organic agriculture. Spanish Translation. Consultado el 20 de octubre, 2018, desde http://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/sdhw/pdf/DOA_Spanish.pdf
- López-López, P., & Castro G., H. (2005). Al rescate de la diversidad genética del chile (*Capsicum* spp.) en Oaxaca, México. En *Segunda Convención Mundial del Chile* (pp. 253-258). Zacatecas, Zacatecas, México: Agroproduce.
- López-López, P., Rodríguez-Hernández, R., & Bravo-Mosqueda, E. (2016). Impacto económico del chile huacle (*Capsicum annuum* L.) en el estado de Oaxaca. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 38, 317-328. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.239292>
- Mendoza-Villarreal, R., Hernández-Florentino, A., Ramírez-Rodríguez, H., Molina-Abadía, G. S., & Quezada-Martín, M. R. (2009). Efecto de cepas de *Azospirillum* sp., en la productividad del pimiento morrón. En J. Galdaméz, F. Guevara, L. Soto, J. López, & M. Vázquez (Eds.). *Agricultura sostenible* (vol. 6, 1:17). Chiapas, México: UNACH-Sociedad Mexicana de Agricultura Sostenible, A. C. México.
- Muñoz R., J. J. (2004). Formulación de la solución nutritiva. En J. Z. Castellanos (Ed.). *Manual de producción hortícola en invernadero* (pp. 151-180). Celaya, México: INTAGRI.
- Patten, C. L., & Glick, B. R. (1996). Bacterial biosynthesis of indole-3-acetic acid. *Canadian Journal of Microbiology*, 42(3), 207-220.
- Pedraza, R. O., Ramírez-Mata, A., Xiqui, M. L., & Baca, B. E. (2004). Aromatic amino acid aminotransferase activity and indole-3-acetic acid production by associative nitrogen-fixing bacteria. *FEMS Microbiology Letters*, 233(1), 15-21. <https://doi.org/10.1016/j.femsle.2004.01.047>
- Pérez-Castañeda, L. M., Castañón-Nájera, G., Ramírez-Meraz, M., & Mayek-Pérez, N. (2015). Avances y perspectivas sobre el estudio del origen y la diversidad genética de *Capsicum* spp. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2(4), 117-128.
- Reyes, I., Alvarez, L., El-Ayoubi, H., & Valery, A. (2008). Selección y evaluación de rizobacterias promotoras del crecimiento en pimentón y maíz. *Bioagro*, 20(1), 37-48.
- Rodríguez, L., Torres, V., Martínez, R. O., Jay, O., Noda, A. C., & Herrera, M. (2011). Modelos para estimar la dinámica de crecimiento de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-169. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(4), 349-354.
- Sánchez-Hernández, C., Sánchez-Hernández, M. A., González-Montiel, L., & Vicente-Pinacho, A. J. (2016). Mejoramiento participativo del chile huacle en Cuicatlán, Oaxaca, México. En B. López Azamar (Ed.). *Conocimiento multidisciplinario. Hablando de emprendurismo educación y derecho* (pp. 135-149). Oaxaca, México: Universidad del Papaloapan.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2010). *Un panorama del cultivo del chile*. Consultado el 20 de octubre, 2018, desde <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2017). *Anuario estadístico de la producción agrícola*. Consultado el 20 de octubre, 2018, desde <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Spaepen, S., Vanderleyden, J., & Okon, Y. (2009). Plant growth-promoting actions of rhizobacteria. *Advances in Botanical Research*, 51, 283-320. [https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(09\)51007-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(09)51007-5)
- Toledo-Aguilar, R., López-Sánchez, H., Santacruz-Varela, A., Valadez-Moctezuma, E., López, P. A., Aguilar-Rincón, V. H., ... Vaquera-Huerta, H. (2016). Characterization of genetic diversity of native 'Ancho' chili populations of Mexico using microsatellite markers. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 76(1), 18-26.