

EFECTO DE LA LEVAZA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.)

Víctor Manuel Montoya-Jasso^{1*}, Jesús Manuel Arreola-Tostado², Ximena Castillo-Valdes¹, Jesús Manuel Arreola-Nava² y Aurelio Báez-Pérez³

¹Colegio de Postgraduados. Carretera México-Tezcoco Km. 36.5. Montecillo, Tezcoco, Estado de México, México. 56230. ²Consultor agrícola privado. Calle Apaseo el Grande 114, Col. Guanajuato, Celaya, Gto. México. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias y Pesqueras. Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5. 38010 Celaya, Gto. México. *Autor de correspondencia: montoya.victor@colpos.mx ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5467-739X>

Palabras claves: abono orgánico, levaduras, agricultura protegida, componentes de rendimiento y calidad

RESUMEN

La levaza es un subproducto generado de la fermentación industrial de las melazas para la obtención y producción de levaduras para panificación, actualmente se tienen aplicaciones en la agricultura con miras en la producción de cultivos más sanos y nutritivos. El objetivo de este estudio fue valorar la factibilidad de la levaza para emplearse como abono orgánico en la producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en agricultura protegida. Se evaluaron cinco tratamientos: 1) Testigo absoluto sin aplicación de fertilizantes (TA), 2) Testigo químico basado en la fertilización regional (TQ), 3) 0.5 m³ ha⁻¹, 4) 1.0 m³ ha⁻¹ y 5) 1.5 m³ ha⁻¹ de levaza, en un diseño experimental de bloques al azar con un error aceptable de 5%. Se midió el efecto de estos tratamientos en los componentes de rendimiento y componentes de calidad en el cultivo de pimiento bajo invernadero. Las variables rendimiento y resistencia a la penetración se incrementaron significativamente con la aplicación de levaza, en las tres concentraciones, con respecto a TA y TQ. En cuanto a los componentes de calidad, los tratamientos con 0.5 y 1.0 m³ ha⁻¹ de levaza obtuvieron las concentraciones más altas de compuestos fenólicos, proteína y vitamina C. Estos resultados indican que la levaza es apropiado para su uso como abono orgánico en pimiento bajo agricultura protegida favoreciendo el incremento del rendimiento y la calidad del cultivo.

EFFECT OF LEVAZE ON PEPPER (*Capsicum annuum* L.) PRODUCTION AND QUALITY

ABSTRACT

Key Words: organic fertilizer, yeasts, protected agriculture, yield and quality components

Levaza is a by-product generated from the industrial fermentation of molasses to obtain and produce yeast for baking, currently it has applications in agriculture with a view to producing healthier and more nutritious crops. The objective of this study was to assess the feasibility of the leach to be used as organic fertilizer in the production of pepper (*Capsicum annuum* L.) in protected agriculture. Five treatments were evaluated: 1) Absolute control without fertilizer application (TA), 2) Chemical control based on regional fertilization (TQ), 3) 0.5 m³ ha⁻¹, 4) 1.0 m³ ha⁻¹ and 5) 1.5 m³ ha⁻¹ of leach, in a randomized block experimental design with an acceptable error of 5%. The effect of these treatments on yield components and quality components in greenhouse pepper cultivation was measured. The variables yield and resistance to penetration increased significantly with the application of leach, in the three concentrations, with respect to TA and TQ. Regarding the quality components, the treatments with 0.5 and 1.0 m³ ha⁻¹ of leach obtained the highest concentrations of phenolic compounds, protein and vitamin C. These results indicate that the leach is appropriate for use as organic fertilizer in pepper. under protected agriculture favoring the increase of the yield and the quality of the crop.

Rec : 07/08/2021

Acep : 20/10/2021

INTRODUCCIÓN

La producción de cultivos intensivos genera un impacto negativo en la salud humana y el medio ambiente, a mediano plazo, principalmente por el uso excesivo de insumos agrícolas como pesticidas y excesos de fertilizantes. La producción orgánica de hortalizas cobra relevancia en la actualidad por la demanda cada vez más grande de productos agrícolas producidos de manera inocua (Montero *et al.*, 2010); uno de los cultivos que más se produce de manera orgánica es el pimiento, en México tiene una vasta importancia porque es un cultivo altamente rentable producido principalmente para exportación (Sánchez del Castillo *et al.*, 2017). Su rendimiento en condiciones de invernadero es superior a 80 t ha⁻¹ (Zúñiga *et al.*, 2004), inclusive puede superar las 180 ton ha⁻¹ (Montero *et al.*, 2010). La tecnología de producción en invernadero ha incrementado el rendimiento por unidad de superficie (Ayala-Tafoya *et al.*, 2015), sin embargo, para maximizar la producción se aplican altas cantidades de fertilizantes y productos químicos, los cuales, por falta de un esquema de irrigación y fertilización, originan un uso inadecuado del agua y liberan nutrimentos como nitratos y fosfatos a las aguas subterráneas (Klock y Broschat, 2001). Por ello, es altamente deseable producir bajo el enfoque de agricultura orgánica utilizando insumos que coadyuven a preservar los recursos naturales y cuidar la salud humana. Con base en lo anterior, es necesario buscar alternativas más sustentables de fertilización para la producción agrícola. Actualmente, el uso de abonos orgánicos es una alternativa viable por todos los beneficios nutricionales que aporta al cultivo (Díaz *et al.*, 2013) y por los impactos positivos que generan en el suelo (Arreola-Tostado *et al.* 2020). La levaza es un subproducto generado de la fermentación industrial de las melazas obtenidas a partir de la caña de azúcar para la obtención y producción de levaduras para panificación, las levaduras fomentan el crecimiento poblacional de microorganismos (Suárez-Machín *et al.*, 2016) benéficos para la agricultura, incluidos

aquellos utilizados como controladores biológicos de plagas y enfermedades de la planta y del suelo; además de un contenido ligeramente mayor de nutrientes de interés agrícola, en comparación con otros productos del mercado. El objetivo de este estudio fue evaluar la factibilidad de la levaza como abono orgánico de origen vegetal y su potencial de mejora a las características organolépticas y fisiológicas del chile pimiento producido bajo agricultura protegida.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en Acámbaro, Guanajuato, durante el ciclo agrícola 2021. Se utilizó la variedad de pimiento rojo Triple 5 y se evaluaron cinco tratamientos de N, P y K con cinco repeticiones: 1) testigo absoluto sin aplicación de fertilizantes (0-0-0), 2) testigo químico basado en la fertilización regional (600-150-300), 3) 0.5 m³ ha⁻¹ (13-7-98), 4) 1.0 m³ ha⁻¹ (26-14-196) y 5) 1.5 m³ ha⁻¹ (52-28-294) de levaza. Las variables medidas fueron: peso seco de planta obtenido con balanza analítica, la resistencia a la penetración por medio de un penetrómetro, el rendimiento por acumulación del peso de cada corte medido en balanza analítica; nitrógeno evaluado por la metodología de Kjeldahl (NOM-021-RECNAT-2000); fósforo y potasio determinados mediante digestión húmeda (Alcántar y Sandoval, 1999); fenoles totales por metodología Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1965), flavonoides por espectrofotometría de UV-visible (Huck *et al.*, 2001); antocianinas acorde a lo propuesto por Strack y Wray (1989), proteínas con base en los resultados de N mediante el factor 6.25 (AOAC, 1975), vitamina C mediante solución de ácido acético/fosfórico en conjunto con el método 2.6 dicloroindofenol (AOAC, 1994); °Brix acorde a la metodología de la AVRDC (1993). Las variables se analizaron mediante un diseño de bloques al azar, utilizando la prueba de Tukey (p ≤ 0.05) para el análisis estadístico de las medias con el programa estadístico SAS® en su versión 9.3.

el chile destina de 20 a 35% de los nutrientes para creación de biomasa (Valle, 2010), sin embargo, ésta fue estadísticamente similar con el peso seco encontrado en el testigo químico. Entre los tratamientos con dosis crecientes de levaza hubo una diferencia de 1.33 t ha⁻¹ entre la menor y la mayor producción de materia seca, pero estadísticamente no hubo diferencias significativas, resultado de la homogeneidad que presentan los sistemas productivos como los invernaderos que, como menciona Alemán *et al.*, (2018), provocan un mayor crecimiento y desarrollo vegetativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componentes de rendimiento

Peso seco de planta: La producción de materia seca mostró diferencias significativas por efecto de los tratamientos (p ≤ 0.05) (Tabla 1). El nivel más bajo se observó en el testigo absoluto y fue entre 43 y 48% menor que la producción que hubo en los demás tratamientos. En contraste, la mayor producción de materia seca se obtuvo en los tratamientos donde se aplicó levaza durante la etapa de producción de fruto,

Tabla 1. Medias de los componentes de rendimiento en la producción de *Capsicum annuum* L. bajo invernadero.

Tratamientos	PSP (t ha ⁻¹)	RP (kg cm ⁻²)	Rend (kg m ⁻²)
Testigo absoluto	9.04 b	3.00 d	9.50 c
Testigo químico	15.83 a	3.71 c	14.70 b
0.5 m ³ ha ⁻¹ de levaza	16.09 a	4.22 b	15.99 a
1.0 m ³ ha ⁻¹ de levaza	17.42 a	4.51 a	17.06 a
1.5 m ³ ha ⁻¹ de levaza	16.35 a	4.49 a	16.89 a
DMS (p≤0.05)	3.71	0.052	1.62

Donde: DMS: diferencia mínima significativa, PSP: peso seco de planta, RP: resistencia a la penetración y Rend: rendimiento. Letras distintas indican significancia estadística.

Resistencia a la penetración: Esta variable, que mide la dureza y calidad del fruto, varió 0.71 kg cm⁻² entre el testigo absoluto y el testigo químico, hasta 0.29 kg cm⁻² en los tratamientos con la aplicación de levaza. Hubo diferencias significativas (p≤ 0.05) por efecto de los tratamientos (Tabla 1); el testigo químico tuvo una resistencia a la penetración en los frutos 19% mayor con respecto al testigo absoluto, pero fue estadísticamente menor, 12%, respecto a la aplicación de levaza en la dosis de 0.5 m³ ha⁻¹. Este último presentó el valor más bajo entre los tratamientos con dosis crecientes del producto. Hernández-Fuentes *et al.*, (2010) resaltan la importancia de esta determinación para el tratamiento poscosecha de hortalizas, como el pimiento, de acuerdo con Báez-Sañudo *et al.*, (2005), cuando se tienen valores de firmeza menores de 4.5 kg cm⁻² la apariencia, calidad y vida de anaquel del pimiento se reduce significativamente.

Rendimiento: La producción total de pimiento tuvo diferencias significativas (p≤ 0.05) por efecto de los tratamientos (Tabla 1). El testigo absoluto se mantuvo con el nivel de producción más bajo con 9.5 kg m⁻², mientras que el testigo químico se ubicó en el penúltimo grupo, con una producción 35% mayor respecto al testigo absoluto. Estos últimos tuvieron la mayor productividad, no obstante, no se observaron diferencias estadísticas significativas por efecto de las aplicaciones crecientes del producto en la producción de pimiento. Es conveniente destacar que los tratamientos con levaza produjeron entre 8 y 13% más de rendimiento de fruto que el testigo químico y de 40 a 44% más de fruto que el testigo absoluto; lo que representa de 1.29 a 2.36 kg m⁻² y de 6.49 a 7.56 kg m⁻² de mayor rendimiento que el tratamiento de

fertilización química y que el testigo absoluto, respectivamente. Los rendimientos alcanzados con la levaza (15.99, 16.89 y 17.06 kg m⁻²) son superiores a los reportados por Sánchez del Castillo *et al.*, (2017) y Reséndiz *et al.*, (2010), quienes encontraron rendimientos promedios de 7.11 kg m⁻², aun cuando estos estudios se ejecutaron bajo manejo convencional, y con variación en densidad de población (Khasmakhi-Sabet *et al.*, 2009).

Componentes de calidad

Contenido nutrimental de hoja: Las concentraciones de N, P y K en hoja presentaron diferencias significativas (p≤ 0.05) por efecto de los tratamientos (Tabla 2). El valor más bajo en estos tres elementos se encontró en el testigo absoluto para todas las evaluaciones. El contenido de N, P y K fue semejante en el testigo químico y los tratamientos con aplicación de levaza. El nivel de suficiencia adecuado, en la concentración de N, durante la etapa vegetativa es entre 3.6% (Hernández *et al.*, 2009); el P es adecuado entre 0.4 y 0.8%, mientras que para K este intervalo va entre 4 y 6.5% (Salisbury y Ross, 1994). Todos los tratamientos tuvieron una concentración de N, P y K que se ubicó dentro de los rangos adecuados de nutrición; sin embargo, destaca que el testigo químico y los tratamientos con aplicación de levaza tuvieron una concentración superior al límite mínimo, lo cual explica su mayor producción de pimiento respecto a la producción obtenida en el testigo absoluto. La concentración de N, P y K en planta durante la etapa generativa, es decir, después de la floración, tuvo una concentración entre 20 y 35% menor respecto a la concentración de estos elementos presentes en la etapa de crecimiento vegetativo (Tabla 2).

Tabla 2. Contenido nutrimental de N, P y K del extracto foliar de la planta de pimiento.

Tratamientos	N (%)	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)
Testigo absoluto	3.32 b	0.412 c	3.57 c
Testigo químico	4.12 a	0.556 a	4.08 b
0.5 m ³ ha ⁻¹ de levaza	4.07 a	0.498 b	4.44 b
1.0 m ³ ha ⁻¹ de levaza	4.35 a	0.524 a	5.00 a
1.5 m ³ ha ⁻¹ de levaza	4.39 a	0.582 a	5.11 a
DMS (p≤0.05)	0.60	0.080	0.44

Donde: DMS: diferencia mínima significativa, N: nitrógeno, P: fósforo y K: potasio. Letras distintas indican significancia estadística.

Fenoles totales: Se ha reportado que la concentración de fenoles totales en esta especie tiene un rango de variación amplio, dependiendo del origen y de la especie. En muestras provenientes de Argentina se detectó un nivel de fenoles totales de 138-280 mg EAG/100 g (Chaves *et al.*, 2000) mientras que, en muestras de Venezuela, la concentración fue de 7.2-

10.9 mg EAG/100 g (Figuroa *et al.*, 2015). La concentración de fenoles totales obtenidos en todos los tratamientos está dentro del rango de los materiales sembrados en Argentina. Se destaca que los tratamientos con la mayor concentración de fenoles totales (104.8 y 110.0 mg EAG/100 g) fueron aquellos manejados con 0.5 y 1.0 m³ ha⁻¹ de levaza (Tabla 3).

Tabla 3. Contenido de fenoles totales, flavonoides, antocianinas, cenizas, grasa, proteína y vitaminas en pimiento.

Propiedad	Unidades	Tratamientos				
		Testigo absoluto	Testigo químico	0.5 m ³ ha ⁻¹ de levaza	1.0 m ³ ha ⁻¹ de levaza	1.5 m ³ ha ⁻¹ de levaza
Fenoles totales	mg EAG 100 g ⁻¹	91.9 ± 1.7	89.4 ± 2.2	104.8 ± 8.9	110.9 ± 7.1	86.9 ± 7.2
Antocianinas	mg 100 g ⁻¹	0.98 ± 0.04	1.01 ± 0.09	0.46 ± 0.01	1.39 ± 0.06	1.57 ± 0.05
Vitamina C	mg 100 g ⁻¹	154.3 ± 0.91	166.4 ± 1.62	188.9 ± 2.4	182.3 ± 5.9	119.2 ± 5.4
°Brix	---	3.7 ± 0.07	6.7 ± 0.07	4.7 ± 0.07	3.6 ± 0.07	3.8 ± 0.21

Antocianinas: Se han reportado, en pimientos provenientes de Venezuela, concentraciones de entre 0.16 y 1.06 mg/100 g de antocianinas (Chaves *et al.*, 2000). En este sentido, las concentraciones de antocianinas de los tratamientos de este ensayo (Tabla 3) están dentro del rango reportado, con excepción de las concentraciones de los tratamientos con 1.0 y 1.5 m³ ha⁻¹ de levaza, donde se encontraron valores de 1.39 y 1.57 mg/100 g, lo que indica la bondad de la levaza en la síntesis de este compuesto.

Vitamina C: El ácido dehidroascórbico presenta actividad biológica y puede convertirse fácilmente a ácido ascórbico en humanos. En consecuencia, en cualquier alimento, la suma de estos dos compuestos se considera como el contenido de vitamina C. Este presentó en un rango de entre 119.2 y 188.9 mg/100g,

respectivamente (Tabla 3). Se ha reportado que el pimiento morrón puede contener hasta 150 mg/100g (Hernández-Fuentes *et al.*, 2008), los resultados obtenidos en este experimento superan hasta en 26% la concentración de vitamina C cuando se aplicaron 0.5 m³ ha⁻¹ de levaza mismo que propició una tendencia al alta en la concentración de vitamina C en el tratamiento con 1.0 m³ ha⁻¹ de levaza como resultado del efecto benéfico (Tabla 3). Siller-Cepeda *et al.*, (2005) mencionan que el contenido de vitamina C es mayor en frutos de pimiento morrón color rojo y amarillo, en comparación con los pimientos de color verde.

°Brix: Esta determinación mide la concentración de sólidos solubles totales, donde 1 °Brix equivale a 1 g de sacarosa por cada 100 g de muestra, por lo que, al menos en frutos, se utiliza para medir el grado de

dulzura del alimento. En pimiento, el nivel de °Brix va de 8.1 a 9.5 (Chaves *et al.*, 2000). Como puede verse en el Tabla 3, en todos los casos, el contenido de sólidos solubles fue menor que lo reportado (3.2 a 6.7), por lo que es de esperarse que estos materiales sean menos dulces que otras variedades. Es importante destacar que los °Brix no es un criterio para su comercialización, por lo que esta propiedad no es condicionante (Siller, 2003), como sucede con algunas otras hortalizas.

CONCLUSIONES

- I. Las aplicaciones de levaza, en dosis de 1.0 y 1.5 m³ ha⁻¹, presentaron efecto positivo en el crecimiento, desarrollo, rendimiento y variables de calidad de fruto en el cultivo de *Capsicum annuum* L. bajo invernadero.
- II. Aplicar levaza en 1.5 m³ ha⁻¹, proporcionó frutos con mayor firmeza. Estos resultados confirman una alta calidad de *Capsicum annuum* L. y un potencial de producción entre 8 y 13% más de rendimiento de fruto, en comparación con la fertilidad química regional.
- III. A nivel de nutrición del cultivo, los tratamientos con aplicación de levaza tuvieron una concentración de N, P y K cercano al límite superior, lo cual explica en parte su mayor producción de *Capsicum annuum* L.
- IV. Se observó que con dosis de 0.5 y 1.0 m³ ha⁻¹ de levaza se obtuvieron las concentraciones más altas de compuestos fenólicos y vitamina C en fruto.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa SAF MEX S.A. de C.V. del Grupo Lesaffre por su aporte financiero y a la empresa CERRO Fresh S.P.R. de C.V. por el préstamo del predio para llevar a cabo el ensayo en invernadero, así como la infraestructura material y humana para culminar con éxito este experimento. Al Lic. Guillermo Rendón Santana por su apoyo parcial en los trabajos de campo, aplicación de levaza, la fertilización química y toma de datos.

REFERENCIAS

Alcántar, G. G. y M. V. Sandoval 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Publicación especial No. 10 de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C. Chapingo, México. 156 p. ISBN: 968-6201-48-3.

- Alemán P. R. D., Domínguez B. J., Rodríguez G. Y., Soria R. S., Torres G. R., Vargas B. J. C., Bravo M. C., Alba R. J. L. 2018.** Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento sembrado en invernadero y a campo abierto en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. Revista Centro Agrícola. Vol. 45, No. 1, 14-23. ISSN: 0253-5785.
- AOAC. 1975.** Official methods of analysis. Association of Official Agriculture Chemists, Washington. 9na Ed. 832 p. ISBN: 0-935584-42-0.
- AOAC. 1994.** Official methods of analysis. Association of Official Agriculture Chemists, Washington. 14th Ed. 868 p.
- Arreola-Tostado J. M., Montoya-Jasso V. M., Arreola-Nava J. M., Castillo-Valdez X., Olivares-Arreola E. A. y Báez-Pérez A. 2020.** Efecto de la aplicación de levaza (mosto de caña de azúcar) en la producción y calidad de *Agave tequilana* Weber. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 11. Núm. 6. pp. 1311-1324. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2216>
- Ayala-Tafoya F., Sánchez-Madrid R., Partida-Ruvalcaba L., Yáñez-Juárez G. M., Ruiz-Espinosa F. H., Velázquez-Alcaraz T. de J., Valenzuela-López M. y Martín-Parra J. 2015.** Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. Revista Fitotecnia Mexicana. 30(1): 93-99. ISSN: 0187-7380.
- AVRDC. 1993.** Asian Vegetable Research and Development Center. 1994. AVRDC 1993 Progress Report. Shanhua, Tainan, Taiwan (ROC). ISSN: 0258-3089.
- Báez-Sañudo M., Siller-Cepeda J., Muy-Rangel D., Contreras-Martínez R. y L. Contreras-Angulo. 2005.** Deshidratación y pérdida de firmeza en chiles morrones de colores almacenados bajo simulación de mercadeo. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Sinaloa México. Second World pepper Convention.
- Chaves G. M., Graciela M.S. Sonia C.A., Jorge R. 2000.** Capacidad antioxidante de pimientos morrones. Universidad del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2000. Laboratorio de Tecnología Química. Cátedra de Bromatología. FACENA. UNNE. Corrientes, Argentina. 4 p.
- Díaz F. A., Alvarado C. M., Ortiz C. F. y Grageda C. O. 2013.** Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 4. Núm. 2. pp. 315-321. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v4i2.1251>

- Figuroa C.I.E., Martínez D.M.T., Rodríguez P.J.E., Cruz A.O. Beryl Colinas L.M.T., Valle G.S., Ramírez R.S.P. 2015.** Capacidad antioxidante en variedades de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.). *Interciencia*, vol. 40, núm. 10, octubre, 2015, pp. 696-703 Asociación Interciencia Caracas, Venezuela. ISSN: 0378-1844.
- Hernández I. M., Arozarena N. J. y Chailloux M. 2009.** Rango crítico de nitrógeno y potasio en hojas indicadoras para dos épocas de plantación en el cultivo protegido del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido HA-3019. *Cultivos Tropicales* vol 30. (4): 79-86. ISSN: 0258-5936.
- Hernández-Fuentes, Alma Delia; Campos Montiel, R.; Pinedo-Espinoza, J. M. 2010.** Comportamiento poscosecha de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) var. California por efecto de la fertilización química y aplicación de lombrihumus. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 11, núm. 1, pp. 82-91. ISSN: 1665-0204.
- Huck, C.W., Buchmeiser, M.R., Bonn, G.K. 2001.** Fast analysis of flavonoids in plant extracts by liquid chromatography-ultraviolet absorbance detection on poly (carboxylic acid)-coated silica and electrospray ionization tandem mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A*, 943:33-38. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)01428-5](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)01428-5)
- Khasmakhi-Sabet, A., Sedaghatoor, S., Mohammady, J., Olfati, J. A. 2009.** Effect of Plant Density on Bell Pepper Yield and Quality. *International Journal of Vegetable Science* 15: 264-271. DOI: <https://doi.org/10.1080/19315260902830793>
- Klock, M.K.A., Broschat T.K. 2001.** Effect of four growing substrates on growth of ornamental plants in two-irrigation system. *Hortecology*: 11(3): 456-460. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.11.3.456>
- Montero L., Duarte C., Cun R., Cabrera J. A. y González P. J. 2010.** Efectividad de biofertilizantes micorrízicos en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annum* L.) cultivado en diferentes condiciones de humedad del sustrato. *Cultivos Tropicales*. 31: 11-14. ISSN: 0258-5936
- NOM-021-SEMARNAT-2000.** Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. *Diario Oficial*, 31 de diciembre, 2002.
- Reséndiz M.R.C., Moreno P.E.C., Sánchez D.C.F., Rodríguez P. J.E., Peña L.A. 2010.** Variedades de Pimiento Morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16(3): 223-229. Chapingo, Estado de México. ISSN: 1027-152X
- Salisbury F. B. y Ross C. W. 1994.** *Fisiología vegetal*. Grupo Editorial Iberoamericano. México. ISBN: 842832719X
- Sánchez del Castillo F., Moreno-Pérez E. C., Reséndiz-Melgar R. C., Colinas-León M. T. y Rodríguez-Pérez J. E. 2017.** Producción de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) en ciclos cortos. *Agrociencia* 51:437-446. ISSN: 1405-3195
- Siller-Cepeda J., Báez-Sañudo M. Muy-Rangel P., Contreras-Martínez R. y Contreras- Angulo L. 2005.** Carotenoides, ácido ascórbico y otros nutrimentos en chiles morrones rojos, amarillos y anaranjados producidos en invernadero. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Sinaloa México. Second World pepper Convention.
- Siller, C. J.H. 2003.** Recolección, Empaque y Manejo Post cosecha del Pimiento. p. 310-320. In: Muñoz, R.J.J. y Castellanos, R.J.Z. (Eds.). *Manual de Producción Hortícola en Invernadero*. INCAPA. México.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.* 16:144-158.
- Statistical Analysis System (SAS) Institute Inc. 2011.** SAS for windows. Release 6-12, version 9.3. SAS Campus Drive. North Carolina, U.S.A.
- Strack D. and Wray V. 1989.** Anthocyanins. In *Methods in Plant Biochemistry*. Vol I. Plant Phenolics. H. B. Harbone (ed.), pp 325-356. Academic Press. ISBN: 9780080984186.
- Suárez-Machín C., Garrido-Carralero N. A. y Guevara-Rodríguez C. A. 2016.** Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Revisión bibliográfica*. ICIDCA. 50(1):20-28. ISSN: 0138-6204
- Valle M. J. C. 2010.** Acumulación de biomasa, crecimiento y extracción nutrimental (*Capsicum annum* L.). Instituto de horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 90 p.
- Zúñiga, E. L., Martínez H.J.J., Baca C.G.A., Martínez G.A. Tirado T.J.L., Kohashi S.J. 2004.** Producción de chile pimiento en dos sistemas de riego bajo condiciones hidropónicas. *Agrociencia* 38: 207-218. ISSN: 1405-3195.