



Review [Revisión]

**EL CULTIVO DE CHILE HABANERO (*Capsicum chinense* JACQ.) COMO
MODELO DE ESTUDIO EN MÉXICO †**

**[THE HABANERO PEPPER (*Capsicum chinense* JACQ.) AS A STUDY
PLANT MODEL IN MEXICO]**

Rocío E. Meneses Lazo¹ and René Garruña^{2*}

¹*Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Conkal, Avenida Tecnológico s/n, Conkal, Yucatán, México. CP. 97345.*

²*CONACYT-Instituto Tecnológico de Conkal, Avenida Tecnológico s/n, Conkal, Yucatán, México. CP. 97345. Email: renegh10@hotmail.com*

**Corresponding author*

SUMMARY

Background. Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) is a vegetable of economic interest, its fruits have unique characteristics of flavor and pungency. Its pungency is due to the capsaicinoids, which were the starting research interest on this crop. In this review, the historical scientific information about habanero pepper in Mexico was analyzed, in order to have an overview of the past, present and the perspectives for research. **Objective.** To analyze the scientific research of habanero pepper in different regions of Mexico and identify its importance as a model plant study. **Methodology.** Fifteen databases and several key words were used to found the scientific research articles. Using their titles and aims, articles were grouped in eight research topic: 1) Biochemistry, 2) Genetics-Biotechnology, 3) Microbiology-Pests-Diseases, 4) Nutrition, 5) Physiology-Phenology, 6) Agronomic productivity, 7) Plant genetic resources and 8) Food and medical uses. The publications were sorted by year and region, the status of the journals and impact factor were analyzed. **Main findings.** In total 127 articles were analyzed and 69.3% of these were carried out at Yucatan Peninsula, 67% were published in journals indexed in the Journal of Citation Reports (JCR). Along years, publications of habanero peppers increased in other regions of Mexico; in addition, the research topics diversified. The first research article about habanero pepper in Mexico was published in 1998. In the area of biochemistry there were more publications (29), of which 24 were indexed in JCR. **Implications.** Most of the research of habanero pepper in Mexico can be classified as basic science, few manuscripts were about applied research. **Conclusions.** The capsaicinoids studies were the topic detonating research interest in this species as a model plant study, over time, the themes on this crop were diversified and the number of articles on habanero pepper has strengthened. However, more emphasis should be placed on studies focusing in solving the main problems of producers.

Keywords: Tropical crop; vegetable; scientific research; Mexican crop production.

RESUMEN

Antecedentes. El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es una hortaliza de interés económico, sus frutos poseen características únicas de sabor y picor. Su pungencia se debe a los capsaicinoides, a partir de los cuales iniciaron las investigaciones sobre esta especie. En esta revisión se analizó la información científica histórica sobre chile habanero en México, para tener un panorama sobre el pasado, el presente y las perspectivas sobre la investigación de este cultivo. **Objetivo.** Analizar la información científica sobre chile habanero en las regiones de México y determinar su importancia como modelo de estudio vegetal. **Metodología.** Se utilizaron quince bases de datos y diversas palabras clave para buscar los artículos científicos, con base en los títulos y objetivos se agruparon ocho áreas de investigación: 1) Bioquímica, 2) Genética-Biotecnología, 3) Microbiología-Plagas-Enfermedades, 4) Nutrición, 5) Fisiología-Fenología, 6) Productividad Agronómica, 7) Recursos Fitogenéticos y 8) Alimentos. Las publicaciones se ordenaron por año y región, se analizó el estatus de las revistas y factor de impacto. **Resultados.** Se analizaron 127 artículos, 69.3% de estos se generaron en la Península de Yucatán, 67% se publicaron en revistas indizadas al Journal of Citation Reports (JCR). Con los años el número de publicaciones sobre chile habanero incrementó en otras regiones del país; además se diversificó la temática de investigación. La primera investigación sobre chile habanero en México se publicó en 1998. En el área de bioquímica hubo más publicaciones (29), de las cuales 24 fueron artículos indizados en JCR. **Implicaciones.** La mayoría de la investigación sobre chile habanero en México es de ciencia básica, son pocos los

† Submitted May 30, 2019 – Accepted January 16, 2020. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.
ISSN: 1870-0462.

artículos de ciencia aplicada. **Conclusiones.** La investigación sobre capsaicinoides marcó el inicio de esta planta como modelo de estudio, con el tiempo se diversificaron las temáticas sobre este cultivo y se potencializó el número de artículos sobre chile habanero. Se debería enfatizar más en estudios que resuelvan las principales problemáticas de los productores.

Palabras clave: Cultivo tropical; hortaliza; investigación científica; producción agrícola en México.

INTRODUCCIÓN

El chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) es una especie de la familia Solanácea, se originó en los Andes y se introdujo a las islas del Caribe debido a las migraciones indígenas de los agricultores arahuacos (Bosland y Votava, 2000, González *et al.*, 2010). Las evidencias indican que llegó a México desde Cuba por la Península de Yucatán, lo que se refuerza por el hecho de que esta especie no tiene nombre maya a diferencia de otros (Ruíz-Lau *et al.*, 2011a).

En Yucatán, el chile habanero sufrió una segunda domesticación por la influencia de los agricultores mayas, esto propició la adaptación del cultivo a las condiciones edafoclimáticas de la región, la combinación entre la especie *Capsicum chinense* y los suelos calizos calcáreos (laja) o calizos blandos (sascab) de la península de Yucatán fue fundamental para la obtención de la denominación de origen del chile habanero (DOF, 2010). Los frutos al madurar pueden ser de color amarillo, naranja o rojo (Bosland y Votava, 2000) y uno de sus atributos más destacados son los capsaicinoides contenidos en los frutos, los cuales les confieren sus características de pungencia debido a su composición fenólica (Ruíz-Lau *et al.*, 2011a). La capsaicina es el principal capsaicinoide, estimula al sistema digestivo para generar el apetito, tiene efecto antiinflamatorio y contra-irritante, se utiliza en la industria para elaborar medicamentos, ungüentos, pinturas, barnices y gases lacrimógenos, entre otros (Ruíz-Lau *et al.*, 2011a, Garruña-Hernández *et al.*, 2014a).

De acuerdo con el SIAP, la producción de chile habanero en México inició en 1999 con 38.8 ton y con el paso de los años fue incrementándose hasta llegar a una producción de 12,038.35 ton en el año 2017 (SIAP, 2019). Con base en las estadísticas mencionadas consideramos que en las últimas dos décadas la producción de esta hortaliza incrementó exponencialmente, pasó de ser un cultivo de traspatio a ser un cultivo de importancia económica para los productores de hortalizas en México. De esta manera se considera pertinente plantear las siguientes preguntas de investigación ¿el número de estudios científicos sobre el chile habanero incrementó de manera paralela al interés comercial y económico que generó la producción de este cultivo? y ¿en qué áreas de investigación se diversificaron los estudios sobre chile habanero?

Hacer un análisis del impacto que ha tenido el chile habanero en los últimos años desde el punto de vista científico, permitirá tener un panorama sobre el pasado, el presente y las perspectivas generadas por los investigadores que han utilizado esta planta como modelo de estudio. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión fue analizar la información científica generada sobre chile habanero en las regiones de México y determinar su importancia como modelo de estudio vegetal.

METODOLOGÍA

Se consultaron quince bases de datos (Alliance of Crop Soil and Environmental Science Societies, Redalyc, Scielo, BioOne, EBSCO, Elsevier, Scopus, Science Direct, Nature, National Academy of Sciences, JSTOR, Springer Link, Oxford University Press, Web of Science y Google Scholar). Para realizar la búsqueda de información se utilizaron las palabras clave: 1) *Capsicum*, 2) chile habanero (en español y en inglés) y 3) México. El primer filtro de búsqueda abarcó del 1 de enero de 1970 hasta el 31 de diciembre del 2018. Para encontrar la primera publicación sobre chile habanero (Contreras-Padilla y Yahia, 1998) se establecieron intervalos de 10 años. A la información obtenida se le aplicaron tres filtros más, las publicaciones encontradas debían cumplir con las siguientes especificaciones: 1) ser artículo de investigación, 2) utilizar el chile habanero como modelo de estudio y 3) haber sido desarrollado en México. Se descartaron artículos no realizados en México, resúmenes de congreso, notas científicas, artículos de revisión y divulgación. Los artículos seleccionados se clasificaron por temática de estudio. Con base en el título, los objetivos y la metodología de los artículos encontrados, se elaboró una clasificación de ocho áreas temáticas de investigación: 1) Bioquímica, 2) Genética y Biotecnología, 3) Nutrición, 4) Microbiología, Plagas y Enfermedades, 5) Fisiología y Fenología, 6) Productividad Agronómica, 7) Recursos Fitogenéticos y 8) Alimentos y Usos Médicos. Dentro de cada área de investigación los artículos se ordenaron por año, zona geográfica donde se desarrolló el estudio (norte, centro, pacífico, golfo de México, península de Yucatán) y por estatus de la revista (indizada o no en JCR: Journal of Citation Reports, por sus siglas en inglés). Con estos datos se elaboró una línea temporal con las tendencias y descripciones temáticas de la investigación desarrollada a partir del primer artículo sobre chile

habanero en México, publicado por Contreras-Padilla y Yahia (1998).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cultivo de chile habanero en México

Los reportes sobre la producción de chile habanero en México iniciaron en el año de 1999, cuando el estado de Campeche reportó una producción de 38.8 toneladas. En los años siguientes, la superficie cosechada de este cultivo incrementó. En el año 2017 se registró una productividad de 12,038.35 toneladas de chile habanero a nivel nacional. El estado de Yucatán fue el mayor productor a nivel nacional entre el 2001 y 2010; mientras que el estado de Tabasco registró mayor producción entre 2011 y 2016. En el año 2017, el mayor productor de chile habanero fue el estado de Veracruz (SIAP, 2019). El incremento en la superficie cultivada de esta hortaliza trajo el interés de la comunidad científica y se comenzó a realizar mayor investigación en diversas regiones de México y con temáticas cada vez más diversas.

Producción científica por región

Con las palabras clave se encontraron 166 artículos en total, se descartaron 39 por no cumplir con las especificaciones mencionadas anteriormente. De los 127 artículos científicos utilizados en el estudio, 88 artículos (69.3%) se realizaron en la Península de

Yucatán, 16 (12.6%) en el centro del país, 11 (8.7%) en la región del Golfo de México, ocho (6.3%) en la zona norte y cuatro (3.1%) en la zona del Pacífico (Figura 1).

En 1800 la relación comercial entre la península de Yucatán y el resto del país era escasa debido a la distancia geográfica y los pocos medios de transporte de la época, esto propició que algunos de los cultivos más representativos de la región (x'pelon: *Vigna unguiculata*; ibe: *Phaseolus lunatus*; chile habanero: *Capsicum chinense*, etc.) estuvieron aislados del resto del país (Silva y Escobar, 2000), de esta manera en la Península de Yucatán se domesticó el chile habanero y es la zona geográfica donde se ha desarrollado mayor investigación al respecto. Por otra parte, desde que Bosland y Votava (2000) publicaron que el chile habanero era el pimiento más picoso del mundo, la exportación del cultivo a los países asiáticos incrementó exponencialmente (Ocampo, 2014). Esto generó interés por cultivar y estudiar esta hortaliza en otras regiones de México (Figura 1). Sin embargo, en la mayoría de los trabajos de investigación realizados en otras regiones de México se utilizaron semillas o material vegetal originario de la Península de Yucatán (Contreras-Padilla y Yahia, 1998, Tucuch-Haas *et al.*, 2012, López-Espinosa *et al.*, 2018), algunos utilizaron material colectado en mercados de su localidad (Ornelas-Paz *et al.*, 2010, 2013) y otros adquirieron las semillas de empresas transnacionales (Urrea-López *et al.*, 2014; Sánchez-Segura *et al.*, 2015).



Figura 1. Distribución de la producción científica generada sobre chile habanero en diferentes regiones de México (Norte, Centro, Pacífico, Golfo de México y Península de Yucatán).

Cronología de los estudios de chile habanero en México

El primer artículo sobre cuantificación de capsaicinoides con cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) realizado por Collins *et al.* (1995) en Nuevo México, Estados Unidos, fue el inicio de una época en la investigación de *Capsicum chinense*. Tres años después comenzaron este tipo de estudios en México (Contreras-Padilla y Yahia, 1998). Posteriormente, los temas se diversificaron y el número de artículos sobre chile habanero incrementó. Antes de 1998 no hubo producción científica sobre chile habanero en México. Sin embargo, de 1998 al 2003 se publicaron cinco artículos de investigación (4%), del 2004 al 2008 se publicaron 23 (18%), del 2009 al 2013 se publicaron 43 (34%), del 2014 al 2018 se publicaron 56 (44%) artículos (Figura 2). La investigación sobre el cultivo de chile habanero va en aumento y el contenido temático se ha diversificado con los años. Sin embargo, los trabajos sobre capsaicinoides han sido de los más relevantes (Pino *et al.*, 2006; Cisneros-Pineda *et al.*, 2007) debido a que la pungencia de los frutos es la característica principal del cultivo, por tal motivo cualquier línea de investigación termina correlacionando sus variables con el grado de picor de los frutos, por ejemplo el nivel de humedad del suelo, la nutrición o condiciones de estrés abiótico (Borges-Gómez *et al.*, 2008, Monforte-González *et al.*, 2010, Ruiz-Lau *et al.*, 2011b). Los estudios de los últimos años incluyen aspectos de producción agronómica (Bautista-Capetillo *et al.*, 2018, David-

Santoya *et al.*, 2018, Gutiérrez-Gómez *et al.*, 2018, López-López *et al.*, 2018, Vázquez y Navarro, 2018), fisiológicos (Andueza-Noh *et al.*, 2017, Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2017, Ayala-Garay *et al.*, 2018, Hernández-López *et al.*, 2018, Meneses-Lazo *et al.*, 2018, Pérez-Pastrana *et al.*, 2018) y de uso médico (Rosa-Lugo *et al.*, 2017, Sebastián-Fort *et al.*, 2018). Pero, también incrementó la investigación en búsqueda de genotipos resistentes a enfermedades (Gasca-González *et al.*, 2008, Caamal-Chan *et al.*, 2011), uso de microorganismos benéficos de la rizósfera (Reyes-Ramírez *et al.*, 2014, Mejía-Bautista *et al.*, 2016, Samaniego-Gámez *et al.*, 2016, Castillo-Aguilar *et al.*, 2017a, 2017b, Chiquito-Contreras *et al.*, 2017), rescate y conservación de materiales criollos (Latournerie-Moreno *et al.*, 2002, Castañón-Nájera *et al.*, 2010, Latournerie-Moreno *et al.*, 2015, López-Espinosa *et al.*, 2018), respuestas fisiológicas de las plantas ante factores de estrés biótico y abiótico (Garruña-Hernández *et al.*, 2014a, Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2017), fenología (Garruña-Hernández *et al.*, 2012, Meneses-Lazo *et al.*, 2018) y nutrición (Santiago-Antonio *et al.*, 2014, López-Gómez *et al.*, 2017, García-López *et al.*, 2018, Nieves-González *et al.*, 2018).

Líneas de investigación sobre chile habanero en México

La investigación generada sobre chile habanero en México comenzó con estudios de capsaicinoides, pero a través de los años se diversificó.

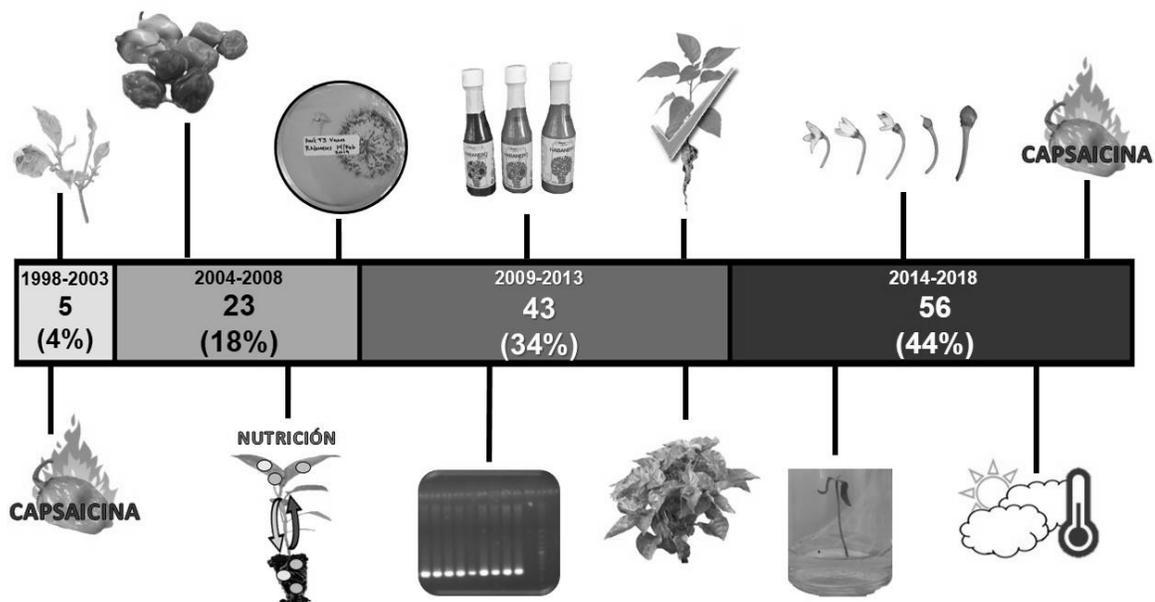


Figura 2. Línea temporal (1998-2018) de la producción de artículos científicos sobre chile habanero realizados en México.

Por lo tanto, en este trabajo los artículos encontrados se clasificaron con base en el título, los objetivos y la metodología, y se agruparon en ocho áreas temáticas: 1) bioquímica (contenido de capsaicinoides, peroxidasa, antioxidantes, etc.), 2) genética y biotecnología (morfogénesis, morfohistología, cultivo *in vitro*, marcadores moleculares, etc.), 3) microbiología, plagas y enfermedades (uso de rizobacterias, resistencia y control de plagas y enfermedades, etc.), 4) nutrición (fertilización, soluciones nutritivas, etc.), 5) fisiología y fenología (respuestas a estrés, reguladores de crecimiento, germinación, ritmos fenológicos, etc.), 6) productividad agronómica (rendimiento, productividad, calidad de plántulas, etc.), 7) recursos fitogenéticos (rescate y conservación, diversidad fenotípica, etc.) y 8) alimentos y usos médicos (procesamiento de frutos).

En el área de bioquímica se encontraron 29 artículos (Figura 3), el más citado es el de Contreras-Padilla y Yahia (1998) con 270 citas, este artículo fue el primer reporte científico sobre capsaicinoides de chile habanero en México, es un referente en el área de bioquímica, a partir de ahí se desarrollaron una serie de artículos sobre capsaicinoides, compuestos volátiles, contenido de proteínas y las respuestas metabólicas ante el estrés abiótico (Pino *et al.*, 2006, Cisneros-Pineda *et al.*, 2007, Monforte-González *et al.*, 2007, Pino *et al.*, 2007, Canto-Flick *et al.*, 2008, Hernández *et al.*, 2009, Borges-Gómez *et al.*, 2010, Gutiérrez-Carbajal *et al.*, 2010, Ornelas-Paz *et al.*, 2010, Ruiz-Lau *et al.*, 2010, Altúzar-Molina *et al.*, 2011, Celis-Arámbulo *et al.*, 2011, Ruiz-Lau *et al.*, 2011b, Castro-Concha *et al.*, 2012, Lencona-Guzmán *et al.*, 2012, Troconis-Torres *et al.*, 2012, Domínguez-May *et al.*, 2013, Rodas-Junco *et al.*, 2013, Castro-Concha *et al.*, 2014, Zamudio-Moreno *et al.*, 2014, Baas-Espinola *et al.*, 2016, Brito-Argáez *et al.*, 2016, Castro-Concha *et al.*, 2016, Regla-Márquez *et al.*, 2016, Vargas-Hernández *et al.*, 2016, Pérez-Ambrocio *et al.*, 2017, Vázquez-Flota *et al.*, 2017, Sosa-Moguel *et al.*, 2017). En el área de Genética-Biotecnología se encontraron 23 artículos (Figura 3), el más citado es el de Anaya-López *et al.* (2006), en ese artículo abordaron la actividad citotóxica de una defensina en chile habanero expresada en células endoteliales bovinas. Hay diversos trabajos en esta área sobre morfogénesis, cultivos *in vitro*, expresión de genes, micro-propagación y uso de marcadores moleculares (Satana-Buzzy *et al.*, 2005, López-Puc *et al.*, 2006, Santana-Buzzy *et al.*, 2006, Montalvo-Peniche *et al.*, 2007, Zapata-Castillo *et al.*, 2007, Brito-Argáez *et al.*, 2009, Satana-Buzzy *et al.*, 2009, Solís-Ramos *et al.*, 2009, Valadez-Bustos *et al.*, 2009, Arcos-Ortega *et al.*, 2010, Bello-Bello *et al.*, 2010, Solís-Ramos *et al.*, 2010a, 2010b, Castañón-Nájera *et al.*, 2011, Solís-Marroquín

et al., 2011, Avilés-Viñas *et al.*, 2013, Bello-Bello *et al.*, 2014, Barrales-López *et al.*, 2015, Mejía-Teniente *et al.*, 2015, Sánchez-Segura *et al.*, 2015, Ruíz-Lau *et al.*, 2016, Jimarez-Montiel *et al.*, 2018). En el área de Nutrición se encontraron 17 artículos (Figura 3), el más citado fue el de Medina-Lara *et al.* (2008), con 53 citas, analizaron la fertilización con N y K en la fructificación y contenido de capsaicina. Otros temas incluidos dentro del área son sobre nutrición y sus efectos sobre el contenido de capsaicina, antioxidantes, rendimiento, calidad de frutos y la movilidad de algunos nutrientes en la planta (Borges-Gómez *et al.*, 2006, Martínez-Estévez *et al.*, 2006, Borges-Gómez *et al.*, 2008, Monforte-González *et al.*, 2010, Noh-Medina *et al.*, 2010, Núñez-Ramírez *et al.*, 2011, Pacheco-Arjona *et al.*, 2011, Tucuch-Haas *et al.*, 2012, Guzmán-Antonio *et al.*, 2012, Santiago-Antonio *et al.*, 2014, Aldana-Iuit *et al.*, 2015, Alejo-Santiago *et al.*, 2015, Nieves-González *et al.*, 2015, López-Gómez *et al.*, 2017, García-López *et al.*, 2018, Nieves-González *et al.*, 2018). En el área de Microbiología, Plagas y Enfermedades se encontraron 17 artículos (Figura 3), el más citado es el de Godínez-Hernández *et al.* (2001) con 43 citas, reportaron la resistencia del geminivirus de chile huasteco en chiles de Yucatán; otros artículos que se incluyeron en esta área abordan temas sobre uso de microorganismos benéficos; control químico y biológico de plagas y enfermedades. (Anaya-López *et al.*, 2003, Canto-Martín *et al.*, 2004, Cristóbal *et al.*, 2006, Moguel-Salazar *et al.*, 2007, Tun *et al.*, 2007, Gasca-González *et al.*, 2008, Ruíz *et al.*, 2009, Caamal-Chan *et al.*, 2011, Núñez-Pastrana *et al.*, 2011, Reyes-Ramírez *et al.*, 2014, Mejía-Bautista *et al.*, 2016, Samaniego-Gómez *et al.*, 2016, Castillo-Aguilar *et al.*, 2017a, 2017b, Chiquito-Contreras *et al.*, 2017, Ordaz-Trinidad *et al.*, 2018). En el área de Fisiología y Fenología se encontraron 16 artículos (Figura 3), el más citado en esta área es el de Ornelas-Paz *et al.* (2013) con 52 citas, determinaron el contenido de componentes bioactivos y la liberación de radicales libres por efecto del calor; algunos artículos de esta área hacen referencia al estrés abiótico sobre la fenología floral y los procesos fisiológicos relacionados con la fotosíntesis, la acumulación de metabolitos secundarios como la prolina, la presencia de nutrientes en las raíces y su efecto en el rendimiento y productividad del cultivo; también se incluyen trabajos sobre el efecto de reguladores de crecimiento y otros sobre fisiología de semillas (Ramírez-Luna *et al.*, 2005, Garruña-Hernández *et al.*, 2012, 2013, Bojórquez-Quintal *et al.*, 2014, Garruña-Hernández *et al.*, 2014a, 2014b, Urrea-López *et al.*, 2014, Bojórquez-Quintal *et al.*, 2016, Andueza-Noh *et al.*, 2017, Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2017, Ayala-Garay *et al.*, 2018, Hernández-López *et al.*, 2018, Meneses-Lazo *et al.*, 2018, Pérez-Pastrana *et al.*, 2018).

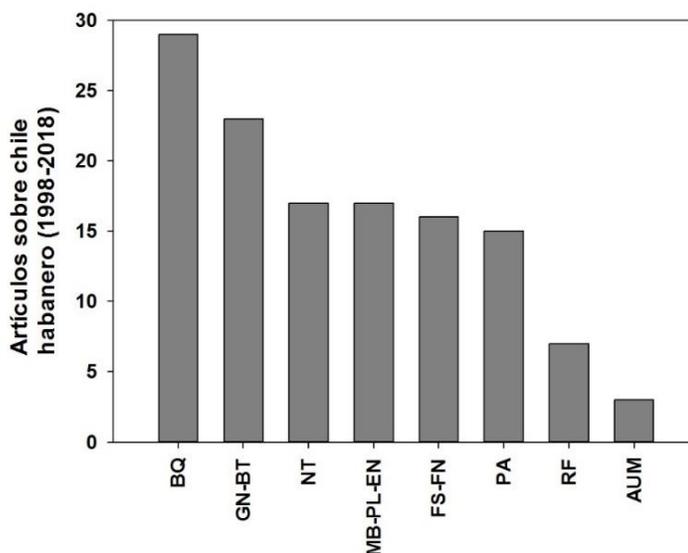


Figura 3. Artículos científicos publicados sobre chile habanero de 1998 al 2018 en México. **BQ:** Bioquímica; **GN-BT:** Genética y Biotecnología; **NT:** Nutrición; **MB-PL-EN:** Microbiología, Plagas y Enfermedades; **FS-FN:** Fisiología y Fenología; **PA:** Productividad Agronómica; **RF:** Recursos Fitogenéticos; **AUM:** Alimentos y Usos Médicos.

En el área de Productividad Agronómica el artículo más citado es el de Quintal *et al.* (2012) con 23 citas, es sobre niveles de humedad aprovechable del suelo. Los estudios en esta área son sobre evaluación agronómica, productividad del cultivo y producción de plántulas (Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2008, Rodríguez-Canché *et al.*, 2010, Coop *et al.*, 2011, López *et al.*, 2012, Ceballos *et al.*, 2015, Latournerie-Moreno *et al.*, 2015, Pérez-Gutiérrez *et al.*, 2015, Torres *et al.*, 2017, Torres-Bojórquez *et al.*, 2017, Bautista-Capetillo *et al.*, 2018, David-Santoya *et al.*, 2018, Gutiérrez-Gómez *et al.*, 2018, López-López *et al.*, 2018, Vázquez y Narro, 2018). En el área de Recursos Fitogenéticos el artículo más citado es el de Latournerie *et al.* (2002) con 41 citas, es una caracterización de chiles colectados en el estado de Tabasco. En esta área también se incluyeron artículos sobre colectas de chile habanero con potencial agronómico (Latournerie *et al.*, 2001, Castañón-Nájera *et al.*, 2008, 2010, Berny-Mier y Terán *et al.*, 2013, Abdala-Roberts *et al.*, 2015, López-Espinosa *et al.*, 2018). En el área de Alimentos y Usos Médicos el artículo con mayor número de citas es el de Chan *et al.* (2011) con siete citas, en el cual estudiaron las propiedades fisicoquímicas que afectan los componentes de los frutos del chile habanero durante su procesamiento en la elaboración de pasta. Los estudios restantes en esta área hacen referencia al uso de frutos con fines farmacéuticos para control del dolor o como prevención contra enfermedades como el cáncer (Rosa-Lugo *et al.*, 2018, Sebastián-Fort *et al.*, 2018). En las áreas con menos publicaciones (Recursos Fitogenéticos y Alimentos y Usos Médicos) se encontraron varias tesis y resúmenes de congresos. Sin

embargo, no se publicaron como artículo científico. Es evidente que la temática de los artículos está influenciada por el perfil de las Instituciones donde se originó la investigación. En este sentido, es probable que los indicadores de productividad en algunas Instituciones no sean tan exigentes. Por lo tanto, no toda la investigación científica sobre chile habanero termina como un artículo de investigación publicado. Se espera que estos datos sirvan para motivar a los investigadores que trabajan en estas áreas y que utilizan como modelo de estudio la planta de chile habanero, para concluir sus procesos de investigación con la publicación de un artículo científico.

Publicaciones sobre chile habanero en revistas indizadas y su factor de impacto

El 67% (85 de 127) de los artículos sobre chile habanero se publicaron en revistas indizadas en el "JCR" (Journal Citations Reports, por sus siglas en inglés), de los cuales 24 son de Bioquímica (28.2%), 21 de Genética y Biotecnología (24.7%), 10 de Nutrición (11.8%), 9 de Microbiología-Plagas-Enfermedades (10.6%), 10 de Fisiología y Fenología (11.8%), 6 de Productividad Agronómica (7%), 4 de Recursos Fitogenéticos (4.7%) y 1 de Alimentos y Usos Médicos (1.2%) (Figura 4A). De las publicaciones analizadas, el 91.3% (21/23) de los artículos sobre Genética-Biotecnología pertenecen a revistas indizadas en JCR, mientras que el 66.7% (2/3) de los artículos sobre Alimentación se publicó en revistas no indizadas. En las áreas de Recursos Fitogenéticos y de Productividad Agronómica, el 57 y

40% de los artículos fueron publicadas en revistas indizadas en JCR, respectivamente (Figura 4B). En cuanto a los artículos de las áreas de Bioquímica, Genética-Biotecnología, Nutrición y Fisiología-Fenología son publicados con mayor frecuencia en revistas indizadas. En este sentido, se sabe que en algunas áreas de conocimiento hay una mayor cantidad de revistas que en otras. Es muy probable que esto influya en la calidad de revista donde se publican los artículos de chile habanero.

El factor de impacto (FI) varió de acuerdo a la temática, revista y año de publicación. En los artículos de ciencia básica el FI fue mayor. En este sentido, la mayor parte de la investigación sobre chile habanero se realizó bajo las áreas temáticas de Bioquímica y Genética-Biotecnología en revistas indizadas que fluctúan entre 0.28 y 4.291 de FI. En contraste, las publicaciones de ciencia aplicada como la mayoría de los artículos de las áreas de Productividad Agronómica y Recursos Fitogenéticos tienen en general un factor de impacto más bajo, que va de 0.049 a 1.805.

CONCLUSIONES

El interés por estudiar en los últimos años el chile habanero desde diferentes enfoques, se debe a diversos factores, entre ellos: el incremento en la producción de

esta hortaliza para su exportación, al ciclo de vida corto (experimentos relativamente rápidos) y al alto rango de aclimatación ambiental de la planta. La investigación en México sobre el chile habanero aumentó de 6.3% (1998-2005) a 63.8% (2011-2018). Entre 1998 al 2005 se publicó en promedio un artículo por año, del 2006 al 2010 se publicaron en promedio ocho artículos por año y del 2011 al 2015 se publicaron en promedio nueve artículos por año, entre 2016-2018 se publicaron 12 artículos por año en promedio. Los estudios sobre capsaicinoides marcaron el interés del uso del chile habanero como modelo de estudio. En los últimos años en México, los temas de investigación sobre la especie se diversificaron bajo enfoques bioquímicos, genéticos, biotecnológicos, fisiológicos, nutricionales, morfológicos, etc. Sólo 67% de los artículos generados en México se publicaron en revistas indizadas en JCR con factor de impacto (FI). La mayoría de los artículos sobre productividad agronómica y alimentos y uso médico son publicados en revistas arbitradas pero no indizadas en JCR y sin factor de impacto. Los estudios sobre ciencia básica son mayoría, los de ciencia aplicada son relativamente pocos y mucha de esa investigación se quedó en tesis o resúmenes de congresos. En este sentido, los investigadores deberían considerar la generación de información con énfasis en resolver las problemáticas que presentan los productores de chile habanero.

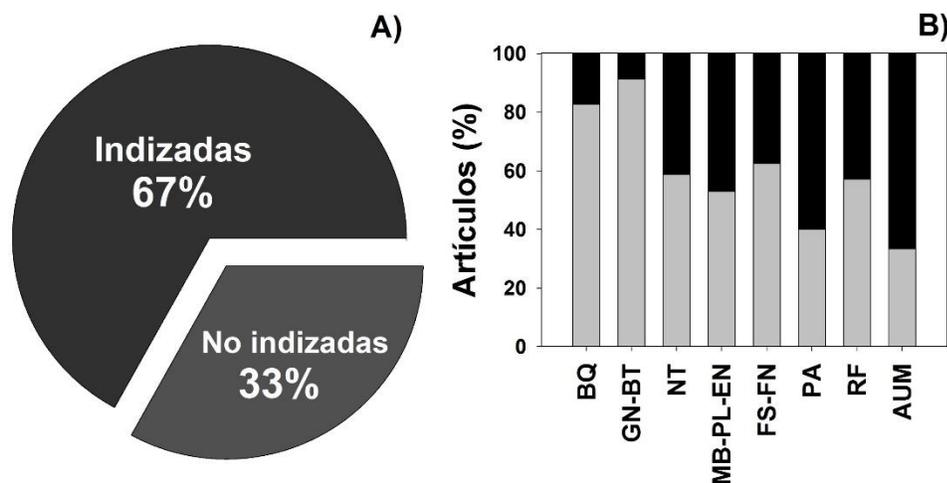


Figura 4. A) Artículos de chile habanero en revistas indizadas y no indizadas en “JCR” de 1998 al 2018 y B) área temática de los artículos (barras grises: artículos en revistas indizadas; barras negras: artículos en revistas no indizadas). **BQ:** Bioquímica; **GN-BT:** Genética y Biotecnología; **NT:** Nutrición; **MB-PL-EN:** Microbiología, Plagas y Enfermedades; **FS-FN:** Fisiología y Fenología; **PA:** Productividad Agronómica; **RF:** Recursos Fitogenéticos; **AUM:** Alimentos y Usos Médicos.

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada a Rocío E. Meneses Lazo para realizar estudios de posgrado.

Financiamiento. Nada que declarar.

Conflicto de interés. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses y que se apegaron a los estándares éticos.

Cumplimiento de estándares éticos. Nada que declarar

Disponibilidad de datos: Los datos están disponibles con René Garruña, renegh10@hotmail.com, previa solicitud.

REFERENCIAS

- Abdala-Roberts, L., Berny-Mier y Terán, J.C., Moreira, X., Durán-Yáñez, A. and A. Tut-Pech. 2015. Effects of pepper (*Capsicum chinense*) genotypic diversity on insect herbivores. *Agricultural and Forest Entomology*. 17: 433-438. DOI: 10.1111/afe.12125
- Aldana-Iuit, J.G., Sauri-Duch, E., Miranda-Ham, M.L., Castro-Concha, L.A., Cuevas-Glory, L.F. and F.A. Vázquez-Flota. 2015. Nitrate promotes capsaicin accumulation in *Capsicum chinense* immobilized placentas. *BioMed Research International*. Art. ID: 794084. DOI: 10.1155/2015/794084
- Alejo-Santiago, G., Luna-Esquivel, G., Sánchez-Hernández, R., Salcedo-Pérez, E., García-Paredes, J.D. and V.M. Jiménez-Meza. 2015. Determination of nitrogen requirement for habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 21(3): 215-227. DOI: 10.5154/r.rchsh.2014.04.015
- Altúzar-Molina, A.R., Muñoz-Sánchez, J.A., Vázquez-Flota, F. Monforte-González, M., Racagni-Di Palma, G. and T. Hernández-Sotomayor. 2011. Phospholipidic signaling and vanillin production in response to salicylic acid and methyl jasmonate in *Capsicum chinense* J. cells. *Plant Physiology and Biochemistry*. 49: 151-158. DOI: 10.1016/j.plaphy.2010.11.005
- Anaya-López, J.L., Godínez-Hernández, Y., Muñoz-Sánchez, C.I., Guevara-Olvera, L., Guevara-González, R.G., Rivera-Bustamante, R.F., González-Chavira, M.M. y I. Torres-Pacheco. 2003. Identificación de resistencia contra infecciones simples y mixtas por el virus del mosaico dorado del chile (PepGMV) y el virus huasteco del chile en plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 9(2): 225-234. DOI: 10.5154/r.rchsh.2001.08.047
- Anaya-López, J.L., López-Meza, J.E., Baizabal-Aguirre, V.M., Cano-Camacho, H. and A. Ochoa-Zarzosa. 2006. Fungicidal and cytotoxic activity of *Capsicum chinense* defensin expressed by endothelial cells. *Biotechnol Lett*. 28: 1101-1108. DOI: 10.1007/s10529-006-9060-4
- Andueza-Noh, R., Latournerie-Moreno, L., Moran-Vázquez, N., Cervantes-Ortíz, F., Mendoza-Elos, M. y J.A. Rangel-Lucio. 2017. Respuesta fisiológica de la semilla de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) al almacenamiento. *Acta Universitaria*. 27(6): 3-10. DOI: 10.15174/au.2017.1395
- Arcos-Ortega, G.F., Chan-Kuuk, R.A., González-Kantún, W.A., Souza-Perera, R., Nakazawa-Ueji, Y.E., Avilés-Berzunza, E., Godoy-Hernández, G., Lawton, M.A. and J.J. Zúñiga A. 2010. *Agrobacterium tumefaciens*-transient genetic transformation of Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) leaf explants. *Electronic Journal of Biotechnology*. 13(4): 1-9. DOI: 10.2225/vol13-issue4-fulltext-10
- Avilés-Viñas, S.A., Lencona-Guzmán, C.A., Canto-Flick, A., López-Erosa, S. and N. Santana-Buzzy. 2013. Morpho-histological and ultrastructural study on direct somatic embryogenesis of *Capsicum chinense* Jacq. in liquid medium. *Plant Biotechnology Reports*. 7: 277-286. DOI: 10.1007/s11816-012-0261-0
- Ayala-Garay, O.J., Pinzón-López, L.L., Latournerie-Moreno, L., Ayala-Garay, A.V. y S. Tovar-Carvajal. 2018. Adaptaciones metodológicas para evaluar la calidad fisiológica en semillas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agroproductividad*. 11(9): 9-14. DOI: 10.32854/agrop.v11i9.1208
- Baas-Espinola, F.M., Castro-Concha, L.A., Vázquez-Flota, F.A. and M.L. Miranda-Ham. 2016. Capsaicin synthesis requires *in situ* phenylalanine and valine formation in *in vitro* maintained placentas from *Capsicum chinense*. *Molecules*. 21(799): 1-10. DOI: 10.3390/molecules21060799
- Barrales-López, A., Robledo-Paz, A., Trejo, C., Espita-Rangel, E. and J.L. Rodríguez-De la O. 2015. Improved *in vitro* rooting and acclimatization of *Capsicum chinense* Jacq. plantlets. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant*. 51: 274-283. DOI: 10.1007/s11627-015-9671-3
- Bautista-Capetillo, C., Márquez-Villagrana, H., Pacheco-Guerrero, A., González-Trinidad, J., Júnez-Ferreira, H. and M. Zavala-Trejo. 2018. Cropping system diversification: water

- consumption against crop production. *Sustainability*. 10(2164): 1-11. DOI: 10.3390/su10072164
- Bello-Bello, J.J., Canto-Flick, A., Balam-Uc, E., Gómez-Uc, E., Robert, M.L., Iglesias-Andreu, L. and N. Santana-Buzzy. 2010. Improvement of *in vitro* proliferation and elongation of Habanero pepper shoots (*Capsicum chinense* Jacq.) by temporary immersion. *HortScience*. 45(7): 1093-1098. DOI: 10.21273/HORTSCI.45.7.1093
- Bello-Bello, J.J., Iglesias-Andreu, L., Avilés-Viñas, S.A., Gómez-Uc, E., Canto-Flick, A. and N. Santana-Buzzy. 2014. Somaclonal variation in Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) as Assessed ISSR Molecular Markers. *HortScience*. 49(4): 481-485. DOI: 10.21273/HORTSCI.49.4.481
- Berny-Mier y Terán, J.C., Abdala-Roberts, L., Durán-Yáñez, A. y F. Tut-Pech. 2013. Variación en resistencia a insectos herbívoros y virosis en líneas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en Yucatán, México. *Agrociencia*. 47: 471-482.
- Bojórquez-Quintal, E., Velarde-Buendía, A., Ku-González, A., Carrillo-Pech, M., Ortega-Camacho, D., Echevarría-Machado, I., Pottosin, I. and M. Martínez-Estévez. 2014. Mechanisms of salt tolerance in habanero pepper plants (*Capsicum chinense* Jacq.): Proline accumulation, ions dynamics and sodium root-shoot partition and compartmentation. *Frontiers in Plant Science*. 5(605): 1-14. DOI: 10.3389/fpls.2014.00605
- Bojórquez-Quintal, E., Ruíz-Lau, N., Velarde-Buendía, A., Echevarría-Machado, I., Pottosin, I. and M. Martínez-Estévez. 2016. Natural variation in primary root growth and K⁺ retention in roots of habanero pepper (*Capsicum chinense*) under salt stress. *Functional Plant Biology*. DOI: 10.1071/FP15391
- Borges-Gómez, L., Chuc-Puc, J., Escamilla-Bencomo, A. y F. Medina-Lara. 2006. Cinética de la absorción de potasio por las raíces de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agrociencia*. 40: 431-440.
- Borges-Gómez, L., Soria-Fregoso, M., Casanova-Villareal, V., Villanueva-Cohuo, E. y G. Pereyda-Pérez. 2008. Correlación y calibración del análisis de fósforo en suelos de Yucatán, México, para el cultivo de chile habanero. *Agrociencia*. 42: 21-27.
- Borges-Gómez, L., Cervantes C., L., Ruiz N., J., Soria F., M., Reyes O., V. y E. Villanueva C. 2010. Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición. *Terra Latinoamericana*. 28: 35-41.
- Bosland, P.W. and E.J. Votava. 2000. Peppers: vegetable and spice *Capsicum*. Centre for Agricultural Bioscience International (CABI). Press, London. 250 p.
- Brito-Argáez, L., Moguel-Salazar, F., Zamudio, F., González-Estrada, T. and I. Islas-Flores. 2009. Characterization of a *Capsicum chinense* seed peptide fraction with broad antibacterial activity. *Asian Journal of Biochemistry*. 4(3): 77-87. DOI: 10.3923/ajb.2009.77.87
- Brito-Argáez, L., Tamayo-Sansores, J.A., Madera-Piña, D., García-Villalobos, F.J. Moo-Puc, R.E., Kú-González, A., Villanueva, M.A. and I. Islas-Flores. 2016. Biochemical characterization and immunolocalization studies of a *Capsicum chinense* Jacq. fraction containing DING proteins and anti-microbial activity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 109: 502-514. DOI: 10.1016/j.plaphy.2016.10.031
- Caamal-Chan, M.G., Souza-Perera, R. and J.J. Zúñiga-Aguilar. 2011. Systemic induction of a *Capsicum chinense* nitrate reductase by the infection with *Phytophthora capsici* and defence phytohormones. *Plant Physiology and Biochemistry*. 49: 1238-1243. DOI: 10.1016/j.plaphy.2011.05.006
- Canto-Flick, A., Balam-Uc, E.; Bello-Bello, J.J., Lencona-Guzmán, C., Solís-Marroquín, D., Avilés-Viñas, S., Gómez-Uc, E., López-Puc, G., Santana-Buzzy, N. and L.G. Iglesias-Andreu. 2008. Capsaicinoids content in Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.): Hottest known cultivars. *HortScience*. 43(5): 1344-1349. DOI: 10.21273/HORTSCI.43.5.1344
- Canto-Martín, J.C., Medina-Peralta, S. y D. Morales A. 2004. Efecto de la inoculación con *Azospirillum sp.* en plantas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacquin). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 4: 21-27.
- Castañón-Nájera, G., Latournerie-Moreno, L., Mendoza-Elos, M., Vargas-López, A. y H. Cárdenas-Morales. 2008. Colección y caracterización de chile (*Capsicum spp.*) en Tabasco, México. *Phyton, International Journal of Experimental Botany*. 77: 189-202.

- Castañón-Nájera, G., Latournerie-Moreno, L., Leshner-Gordillo, J.M., De la Cruz-Lázaro, E. y M. Mendoza-Elos. 2010. Identificación de variables para caracterizar morfológicamente colectas de chile (*Capsicum* spp.) en Tabasco, México. *Univiversidad y Ciencia Trópico Húmedo*. 26(3): 225-234.
- Castañón-Nájera, G., Mayek-Pérez, N., Ruiz-Salazar, R. and A.C. García. 2011. Molecular study of a diallel chilli with amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers. *African Journal of Agricultural Research*. 6(28): 6126-6131. DOI: 10.5897/AJAR11.1237
- Castillo-Aguilar, C.C., Zúñiga-Aguilar, J.J., Guzmán-Antonio, A.A. y R. Garruña. 2017a. PGPR inoculation improves growth, nutrient uptake and physiological parameters of *Capsicum chinense* plants. *Phyton, International Journal of Experimental Botany*. 86: 199-204.
- Castillo-Aguilar, C.C., Dolz-Ramos, R., Arreola-Enríquez, J., Carbajal-León, J.E., Carrillo-Castañeda, G., Coh-Méndez, D. y E. Carrillo-Ávila. 2017b. Evaluación de cepas de rizobacterias en la producción de plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) *Agroproductividad*. 10(12): 128-133.
- Castro-Concha, L.A., Canche-Chuc, I. and M.L.Miranda-Ham. 2012. Determination of antioxidants in fruit tissues from three accessions of Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Journal of the Mexican Chemical Society*. 56: 15-18. DOI: 10.29356/jmcs.v56i1.269
- Castro-Concha, L.A., Tuyub-Che, J., Moo-Mukul, A., Vázquez-Flota, F.A. and M.L. Miranda-Ham. 2014. Antioxidant capacity and total phenolic content in fruit tissues from accessions of *Capsicum chinense* Jacq. (Habanero pepper) at different stages of ripening. *The Scientific World Journal*. Art. ID: 809073. DOI: 10.1155/2014/809073
- Castro-Concha, L.A., Baas-Espinola, F.M., Ancona-Escalante, W.R., Vázquez-Flota, F.A. and M.L. Miranda-Ham. 2016. Phenylalanine biosynthesis and its relationship to accumulation of capsaicinoids during *Capsicum chinense* fruit development. *Biologia Plantarum*. 60(3): 579-584. DOI: 10.1007/s10535-016-0608-4
- Ceballos, M.R., Gorricho, J.L., Palma G., O., Huerta, M.K., Rivas, D. and M. Erazo R. 2015. Fuzzy System of irrigation applied to the growth of Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) under protected conditions in Yucatan, Mexico. *International Journal of Distributed Sensor Network*. Art. ID: 123545. DOI: 10.1155/123545
- Celis-Arámburo, T.J., Carrillo-Pech, M., Castro-Concha, L.A., Miranda-Ham, M.L., Martínez-Estévez, M. and I. Echevarría-Machado. 2011. Exogenous nitrate induces root branching and inhibits primary root growth in *Capsicum chinense* Jacq. *Plant Physiology and Biochemistry*. 49(12): 1456-1464. DOI: 10.1016/j.plaphy.2011.09.003
- Chan C., N., Sauri D., E., Olivera C., L. y J.I. Rivas B. 2011. Evaluación de la calidad en la industrialización del chile habanero (*Capsicum chinense*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 12(2): 222-226.
- Chiquito-Contreras, R.G., Murillo-Amador, B., Chiquito-Contreras, C.J., Márquez-Martínez, J.C., Córdoba-Matson, M.V. and L.G. Hernández-Montiel. 2017. Effect of *Pseudomonas putida* and inorganic fertilizer on growth and productivity of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) in green house. *Journal of Plant Nutrition*. DOI: 10.1080/01904167.2017.1381119
- Cisneros-Pineda, O., Torres-Tapia, L.W., Gutiérrez-Pacheco, L.C., Contreras-Martín, F. González-Estrada, T. and S.R. Peraza-Sánchez. 2007. Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of Yucatan, Mexico. *Food Chemistry*. 104: 1755-1760. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.10.076
- Collins, M.D., Mayer W., L. and Bosland, P.W. 1995. Improved method for quantifying capsaicinoids in *Capsicum* using high-performance liquid chromatography. *HortScience*. 30: 137-139. DOI: 10.21273/HORTSCI.30.1.137
- Contreras-Padilla, M. and E. M. Yahia. 1998. Changes in capsaicinoids during development, maturation and senescence of chile peppers and relation with peroxidase activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46: 2075-2079. DOI: 10.1021/jf970972z
- Coop G., F.Y., Corona C., A.I., Rodríguez R., R. y F.J. Herrera R. 2011. Conservación de la calidad poscosecha en chile habanero (*Capsicum chinense* J.) mediante atmósferas modificadas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 12: 80-86.
- Cristóbal A., J., Zaletas M., E., Tun-Suárez, J.M., Latournerie M., L. y E. Ruíz S. 2006. Control químico y epidemiológico de la mancha foliar

- del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en Yucatán, México. *Fitosanidad*. 10(3): 217-220.
- David-Santoya, J.J.E., Gómez-Álvarez, R., Jarquín-Sánchez, A. y G. Villanueva-López. 2018. Caracterización de vermicompostas y su efecto en la germinación y crecimiento de *Capsicum chinense* Jacquin. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 5(14): 181-190. DOI: 10.19136/era.a5n14.1465
- DOF. 2010. Declaratoria general de protección de la denominación de origen "Chile habanero de la Península de Yucatán". Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5145315&fecha=04/06/2010. Consulta: 19 de marzo 2018.
- Domínguez-May, A.V., Carrillo-Pech, M., Barredo-Pool, F.A., Martínez-Estévez, M., Us-Camas, R.Y., Moreno-Valenzuela, O.A. and I. Echevarría-Machado. 2013. A novel effect for glycine on root system growth of Habanero pepper. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 138(6): 433-442. DOI: 10.21273/JASHS.138.6.433
- García-López, J.I., Lira-Saldivar, R.H., Zavala-García, F., Olivares-Sáenz, E., Niño-Medina, G., Ruíz-Torres, N.A., Méndez-Argüello, B. and E. Díaz-Barriga. 2018. Effects of zinc oxide nanoparticles on growth and antioxidant enzymes of *Capsicum chinense*. *Toxicological and Environmental Chemistry*. 100(5-7): 560-572. DOI: 10.1080/02772248.2018.1550781
- Garruña-Hernández, R., Canto, A., Mijangos-Cortés, J.O., Islas, I., Pinzón, L. and R. Orellana. 2012. Changes in flowering and fruiting of Habanero pepper in response to higher temperature and CO₂. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 10 (3&4): 802-808.
- Garruña-Hernández, R., Monforte-González, M., Canto-Aguilar, A., Vázquez-Flota, F. and R. Orellana. 2013. Enrichment of carbon dioxide in the atmosphere increases the capsaicinoids content in Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93: 1385-1388. DOI: 10.1002/jsfa.5904
- Garruña-Hernández, R., Orellana, R., Larque-Saavedra, A. and A. Canto. 2014a. Understanding the physiological responses of a tropical crop (*Capsicum chinense* Jacq.) at high temperature. *PLoS ONE*. 9(11): e111402. DOI: 10.1371/journal.pone.0111402
- Garruña-Hernández, R., Latournerie-Moreno, L., Ayala-Garay, O., Santamaría, J.M. y L. Pinzón-López. 2014b. Acondicionamiento pre-siembra: Una opción para incrementar la germinación de semillas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agrociencia*. 48: 413-423.
- Gasca-González, M.R., Rivera-Herrera, Y., Torres-Pacheco, I., González-Chavira, M.M., Guevara-Olvera, L., Muñoz-Sánchez, C.I. y R.G. Guevara-González. 2008. Estudio del transcriptoma en *Capsicum chinense* Jacq. resistente al virus huasteco vena amarilla del chile. *Agrociencia*. 42: 107-117.
- Godínez-Hernández, Y., Anaya-López, J.L. and R. Díaz-Plaza. 2001. Characterization of resistance to pepper huasteco Geminivirus in chili peppers from Yucatan, Mexico. *HortScience*. 36: 139-142. DOI: 10.21273/HORTSCI.36.1.139
- González E., T., Casanova C., C., Gutiérrez P., L., Torres T., L., Contreras M., F. y S. Peraza S. 2010. Chiles cultivados en Yucatán. *En: Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. R. Durán y M. Méndez (Eds.)*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. pp: 342-344.
- Graillet J., E.M., Hernández H., J.A., Alvarado G., L.C. y A. Retureta A. 2014. Evaluación de cuatro reguladores de crecimiento en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en Acayucan, Veracruz, México. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*. 2(4): 748-755.
- Gutiérrez-Carbajal, M.G., Monforte-González, M., Miranda-Ham, M.L., Godoy-Hernández, G. and F. Vázquez-Flota. 2010. Induction of capsaicinoid synthesis in *Capsicum chinense* cell cultures by salicylic acid or methyl jasmonate. *Biological Plantarum*. 54(3): 430-434. DOI: 10.1007/s10535-010-0078-z
- Gutiérrez-Gómez, C., Carrillo-Ávila, E., Landeros-Sánchez, C., Coh-Méndez, D., Monsalvo-Espinosa, A., Arreola-Enríquez, J. and J. Pimentel-López. 2018. Soil moisture tension as an alternative for improving sustainable use of irrigation water for habanero chilies (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agricultural Water Management*. 204: 28-37. DOI: 10.1016/j.agwat.2018.03.038
- Guzmán-Antonio, A., Borges-Gómez, L., Pinzón-López, L., Ruiz-Sánchez, E. y J. Zúñiga-Aguilar. 2012. Efecto del ácido salicílico y la nutrición mineral sobre la calidad de plántulas de chile habanero. *Agromonía*

- Mesoamericana. 23(2): 247-257. DOI: 10.15517/am.v23i2.6485
- Hernández, J.A., Ochoa, A.A., López, E. y H.S. García. 2009. Extracción de capsaicinoides durante la deshidratación osmótica del chile habanero en salmuera. *CyTA Journal of Food*. 7(2): 127-198. DOI: 10.1080/11358120902989418
- Hernández-López, A., Beltrán-Peña, E., Amancio O., A.E., Núñez G., O. y A.X. Ávila-Alejandre. 2018. Preacondicionamiento del agua en la germinación y emergencia de *Capsicum chinense* Jacq. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9(8): 1703-1714. DOI: 10.29312/remexca.v9i8,1030
- Jimarez-Montiel, M.J., Robledo-Paz, A., Ordaz-Chaparro, V.M., Trejo-Tellez, L.I. and J.C. Molina-Moreno. 2018. Protocol for the reduction of costs in habanero chili (*Capsicum chinense* Jacq.) micropropagation. *Phyton, International Journal of Experimental Botany*. 87: 94-104.
- Latournerie M., L., Chávez, J.L., Pérez P., M., Hernández C., C.F., Marínez V., R., Arias R., L.M. y G. Castañón N. 2001. Exploración de la diversidad morfológica de chiles regionales en Yaxcabá, Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana*. 12(1): 41-47. DOI: 10.15517/am.v12i1.17245
- Latournerie M., L., Chávez S., J.L., Pérez P., M., Castañón N., G., Rodríguez H., S.A., Arias R., L.M. y P. Ramírez V. 2002. Valoración *in situ* de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 25(1): 25-33.
- Latournerie-Moreno, L., López-Vázquez, J.S., Castañón-Nájera, G., Mijangos-Cortéz, J.O., Espadas-Villamil, G., Pérez-Gutiérrez, A. y E. Ruíz-Sánchez. 2015. Evaluación agronómica de germoplasma de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Agroproductividad*. 8: 24-29.
- Lencona-Guzmán, C.A., Solís-Marroquín, D., Avilés-Viñas, S., De los Santos-Briones, C. and N. Santana-Buzzy. 2012. Changes in the protein profile of Habanero pepper (*Capsicum chinense* J.) somatic embryos during development. *African Journal of Biotechnology*. 11(47): 10761-10768. DOI: 10.5897/AJB11.3702
- López A., M., Poot M., J.E. y M.A. Mijangos C. 2012. Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12(2): 307-312.
- López-Espinosa, S.T., Latournerie-Moreno, L., Castañón-Nájera, G., Ruíz-Sánchez, E., Gómez Leyva, J.F., Andueza-Noh, R.H. y J.O. Mijangos-Cortés. 2018. Diversidad genética de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) mediante ISSR. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 41(3): 227-236.
- López-Gómez, J.D., Villegas-Torres, O.G., Sotelo N., H., Andrade R., M., Juárez L., P. y E. Martínez F. 2017. Rendimiento y calidad del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) por efecto del régimen nutricional. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8(8): 1747-1758. DOI: 10.29312/remexca.v8i8.699
- López-López, R., Inzunza-Ibarra, M.A., Fierro-Álvarez, A. y D. J. Palma-López. 2018. Fechas de trasplante y productividad del chile habanero con riego por goteo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9(1): 51-64. DOI: 10.29312/remexca.v9i1.847
- López-Puc, G., Canto-Flick, A., Barredo-Pool, F., Zapata-Castillo, P., Montalvo-Peniche, M.C., Barahona-Pérez, F., Santana-Buzzy, N. and L. Iglesias-Andreu. 2006. Direct somatic embryogenesis: A highly efficient protocol for *in vitro* regeneration of Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *HortScience*. 41(7): 1645-1650. DOI: 10.21273/HORTSCI.41.7.1645
- Martínez-Estévez, M., Ruíz-Lau, N., May-Uluac, R.E., Guzmán-Antonio, A., Quintal-Tun, F. and R. Pacheco-Arjona. 2006. Dynamics and distribution of nutrients during the development of plantlets of Habanero pepper. *HortScience*. 41(2): 477-479. DOI: 10.21273/HORTSCI.41.2.477
- Medina-Lara, F., Echevarría-Machado, I., Pacheco-Arjona, R., Ruíz-Lau, N., Guzmán-Antonio, A. and M. Martínez-Estévez. 2008. Influence of nitrogen and potassium fertilization on fruiting and capsaicin content in Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *HortScience*. 43(5): 1549-1554. DOI: 10.21273/HORTSCI.43.5.1549
- Mejía-Bautista, M.A., Reyes-Ramírez, A., Cristóbal-Alejo, J., Tun-Suárez, J.M. y L.C. Borges-Gómez. 2016. *Bacillus* spp. en el control de la marchitez causada por *Fusarium* spp. en *Capsicum chinense*. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 34: 208-222. DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.1603-1

- Mejía-Teniente, L., Joaquín-Ramos, A.J., Torres-Pacheco, I., Rivera-Bustamante, R.F., Guevara-Olvera, L., Rico-García, E. and R.G. Guevara-González. 2015. Silencing of a Germin-Like Protein Gene (CchGLP) in Geminivirus-resistant pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) BG-3821 increases susceptibility to single and mixed infections by geminiviruses PHYVV and PepGMV. *Virus*. 7: 6141-6151. DOI: 10.3390/v7122930
- Meneses-Lazo, R., Garruña-Hernández, R., Latournerie-Moreno, L., Andrade-Torres, J.L. y A. Pérez-Gutiérrez. 2018. Caracterización fenológica y fisiológica de variedades experimentales de chile habanero con alto potencial agronómico. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 41(1): 67-74.
- Moguel-Salazar, F., Quijano-Ramayo, A., Keb-Llanes, M., Moreno-Valenzuela, O. and I. Islas-Flores. 2007. Isolation of *Pseudomonas* spp. from diseased *Capsicum chinense* (Habanero pepper) plants in Yucatan, Mexico. *Journal of Phytopathology*. 155: 470-474. DOI: 10.1111/j.1439-0434.2007.01259.x
- Monforte-González, M., Medina-Lara, F., Gutiérrez-Carbajal, G. and F. Vázquez-Flota. 2007. Capsaicinoid quantitation by in situ densitometry of thin layer chromatography plates. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*. 30: 1697-1704. DOI: 10.1080/10826070701225041
- Monforte-González, M., Guzmán-Antonio, A., Uuh-Chim, F. and F. Vázquez-Flota. 2010. Capsaicin accumulation is related to nitrate content in placentas of habanero peppers (*Capsicum chinense* Jacq.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 90: 764-768. DOI: 10.1002/jsfa.3880
- Montalvo-Peniche, M.C., Iglesias-Andreu, L.G., Mijangos-Cortés, J.O., Nahuat-Dzib, S.L., Barahona-Pérez, F., Canto-Flick, A. and N. Santana-Buzzy. 2007. *In vitro* germplasm conservation of Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *HortScience*. 42(5): 1247-1252. DOI: 10.21273/HORTSCI.42.5.1247
- Nieves-González, F., Alejo-Santiago, G., Luna-Esquível, G., Lemus-Flores, C., Juárez-López, P. y E. Salcedo-Pérez. 2015. Extracción y requerimiento de fósforo en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) 'Big Brother'. *Interciencia*. 40(4): 282-286. DOI: 10.13140/RG.2.1.3462.6088
- Nieves-González, F., Aburto-González, C.A., Alejo-Santiago, G., Juárez-Rosete, C.R., Bugarín-Montoya, R., Juárez-López, P. y E. Sánchez-Hernández. 2018. Nutrición fosfatada en producción de plántulas de pepino y chile habanero. *Interciencia*. 43(7): 516-520.
- Noh-Medina, J., Borges-Gómez, L. y M. Soria-Fregoso. 2010. Composición nutrimental de biomasa y tejidos conductores en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12: 219-228.
- Núñez-Pastrana, R., Arcos-Ortega, G.F., Souza-Perera, R.A., Sánchez-Borges, C.A., Nakazawa-Uejí, Y.E., García-Villalobos, F.J., Guzmán-Antonio, A.A. and J.J. Zúñiga-Aguilar. 2011. Ethylene, but not salicylic acid or methyl jasmonate, induces a resistance response against *Phytophthora capsici* in Habanero pepper. *European Journal of Plant Pathology*. 131: 669-683. DOI: 10.1007/s10658-011-9841-z
- Núñez-Ramírez, F., González-Mendoza, D., Grimaldo-Juárez, O. and L. Cervantes D. 2011. Nitrogen fertilization effect on antioxidants compounds in fruits of Habanero chili pepper (*Capsicum chinense*). *International Journal of Agriculture & Biology*. 13: 827-830.
- Ocampo T., P. 2014. Diagnóstico histórico de la producción de chile habanero, papaya, plátano y miel en el sureste de México. CICY. Mérida, Yucatán, México. 156 p.
- Ordaz-Trinidad, N., Dorantes-Álvarez, L., Salas-Benito, J., Barrón-Romero, B.L., Salas-Benito, M. y M. De Nova-Campo. 2018. Citotoxicidad y actividad antiviral de extractos de chiles (*Capsicum* spp). *Polibotánica*. 46: 273-285. DOI: 10.18387/polibotanica.46.18
- Ornelas-Paz, J.J., Martínez-Burrola, J.M., Ruíz-Cruz, S., Santana-Rodríguez, V., Ibarra-Junquera, V., Olivas, G.I. and J.D. Pérez-Martínez. 2010. Effect of cooking on the capsaicinoids and phenolics contents of Mexican peppers. *Food Chemistry*. 119: 1619-1625. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.09.054
- Ornelas-Paz, J.J., Cira-Chávez, L.A., Gardea-Béjar, A.A., Guevara-Arauza, J.C., Sepúlveda, D.R., Reyes-Hernández, J. and S. Ruiz-Cruz. 2013. Effect of heat treatment on the content of some bioactive compounds and free radical-scavenging activity in pungent and non-pungent peppers. *Food Research International*. 50: 519-525. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.01.006

- Pacheco-Arjona, J.R., Ruiz-Lau, N., Medina-Lara, F., Minero-García, Y., Echevarría-Machado, I., De los Santos-Briones, C. and M. Martínez-Estévez. 2011. Effects of ammonium nitrate, cesium chloride and tetraethylammonium on high-affinity potassium uptake in habanero pepper plantlets (*Capsicum chinense* Jacq.). African Journal of Biotechnology. 10(62): 13418-13429. DOI: 10.5897/AJB10.2097
- Pérez-Ambrocio, A., Guerrero-Beltrán, J.A., Aparicio-Fernández, X., Ávila-Sosa, R., Hernández-Carranza, P., Cid-Pérez, S. and C.E. Ochoa-Velasco. 2017. Effect of blue and ultraviolet-C light irradiation on bioactive compounds and antioxidant capacity of habanero pepper (*Capsicum chinense*) during refrigeration storage. Postharvest Biology and Technology. 135: 19-26. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2017.08.023
- Pérez-Gutiérrez, A., Pineda-Doporto, A., Latournerie-Moreno, L., Pam-Pech, W. y C. Godoy-Ávila. 2008. Niveles de evapotranspiración potencial en la producción de chile habanero. Terra Interamericana. 26: 53-59.
- Pérez-Gutiérrez, A., Dzul-Mukul, C.R., Borges-Gómez, L.C., Latournerie-Moreno, L., Ruiz-Sánchez, E. y G. Ayora-Ricalde. 2015. Uso potencial de aguas residuales de criaderos de cerdo en la producción de *Capsicum chinense*. Revista Fitotecnia Mexicana. 38(4): 383-387.
- Pérez-Gutiérrez, A., Garruña, R., Vázquez, P., Latournerie-Moreno, L., Andrade, J. L. and R. Us-Santamaría. 2017. Growth, phenology and chlorophyll fluorescence of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) under water stress conditions. Acta Agronómica. 66(2): 214-220. DOI: 10.15446/acag.v66n2.55897
- Pérez-Pastrana, J., Islas-Flores, I., Bárány, I., Álvarez-López, D., Canto-Flick, A., Canto-Canché, B., Peña-Yam, L., Muñoz-Ramírez, L., Avilés-Viñas, S., Testillano, P.S. and N. Santana-Buzzy. 2018. Development of the ovule and seed of Habanero chili pepper (*Capsicum chinense* Jacq.): Anatomical characterization and immunocytochemical patterns of pectin methyl-esterification. Journal of Plant Physiology. 230: 1-12. DOI: 10.1016/j.jplph.2018.08.005
- Pino, J., Sauri-Duch, E. and R. Marbot. 2006. Changes in volatile compounds of Habanero chile peppers (*Capsicum chinense* Jack. cv. Habanero) at two ripening stages. Food Chemistry. 94: 394-398. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.11.040
- Pino, J., González, M., Ceballos, L., Centurión-Yah, A.R., Trujillo-Aguirre, J., Latournerie-Moreno, L. and E. Sauri-Duch. 2007. Characterization of total capsaicinoids, color and volatile compounds of Habanero chilli pepper (*Capsicum chinense* Jack.) cultivars grown in Yucatan. Food Chemistry. 104: 1682-1686. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.12.067
- Quintal O., W.C., Pérez-Gutiérrez, A., Latournerie M., L., May-Lara, C., Ruiz S., E. y A.J. Martínez C. 2012. Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Revista Fitotecnia Mexicana. 35(2): 155-160.
- Ramírez-Luna, E., C.C. Castillo-Aguilar, E. Aceves-Navarro y E. Carrillo-Ávila. 2005. Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de fruto en chile 'Habanero'. Revista Chapingo Serie Horticultura, 11: 93-98. DOI: 10.5154/r.rchsh.2003.12.080
- Regla-Márquez, C.F., Canto-Flick, A., Avilés-Viñas, S., Valle-Gough, R.E., Pérez-Pastrana, J., García-Villalobos, F. J. and N. Santana-Buzzy. 2016. Cadaverine: a common polyamine in zygotic embryos and somatic embryos of the species *Capsicum chinense* Jacq. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 124: 253-264. DOI:10.1007/s11240-015-0889-x
- Reyes-Ramírez, A., López-Arcos, M., Ruiz-Sánchez, E., Latournerie-Moreno, L., Pérez-Gutiérrez, A., Lozano-Contreras, M.G. y M.J. Zavala-León. 2014. Efectividad de inoculantes microbianos en el crecimiento y productividad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). Agrociencia. 48: 285-294.
- Rodas-Junco, B.A., Cab-Guillen, Y., Muñoz-Sánchez, J.A., Vázquez-Flota, F., Monforte-González, M. and S.M.T. Hernández-Sotomayor. 2013. Salicylic acid induces vanillin synthesis through the phospholipid signaling pathway in *Capsicum chinense* cell cultures. Plant Signaling & Behavior. 8(10): 1-8. DOI: 10.4161/psb.26752
- Rodríguez-Canché, L.G., Cardoso-Vigueros, L., Carvajal-León, J. and S.C. Poot D. 2010. Production of habanero pepper seedlings with vermicompost generated from sewage sludge. Compost Science & Utilization. 18: 42-46. DOI: 10.1080/1065657X.2010.10736932

- Rosa-Lugo, V., Acevedo-Quiroz, M., Déciga-Campos, M. and M.Y. Rios. 2017. Antinociceptive effect of natural and synthetic alkamides involves TRPV1 receptors. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 67: 884-895. DOI: 10.1111/jphp.12721
- Ruíz S., E., Aguilar O., O., Cristóbal A., J., Tun S., J.M., Latournerie M., L. y A. Pérez G. 2009. Comparación de la efectividad de un insecticida botánico y dos químicos convencionales en el control del picudo (*Anthonomus eugeni* Cano) (Coleoptera: Curculionidae) en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Fitosanidad*. 13(2): 117-120.
- Ruíz-Lau, N., Medina-Lara, F., Minero-García, Y., Torres-Tapia, L.W., Peraza-Sánchez, S.R. and M. Martínez-Estévez. 2010. Capsaicinoids are absent in Habanero pepper vegetative organs (*Capsicum chinense* Jacq.). *HortScience*. 45(2): 323-326. DOI: 10.21273/HORTSCI.45.2.323
- Ruíz-Lau, N., Medina L., F. y M. Martínez E. 2011a. El chile habanero: su origen y usos. *Revista Ciencia - Academia Mexicana de Ciencias*. 62(3): 70-77.
- Ruíz-Lau, N., Medina-Lara, F., Minero-García, Y., Zamudio-Moreno, E., Guzmán-Antonio, A., Echevarría-Machado, I. and M. Martínez-Estévez. 2011b. Water deficit affects the accumulation of capsaicinoids in fruits of *Capsicum chinense* Jacq. *HortScience*. 46(3): 487-492. DOI: 10.21273/HORTSCI.46.3.487
- Ruíz-Lau., N., Bojórquez-Quintal, E., Benito, B., Echevarría-Machado, I., Sánchez-Cach, L.A., Medina-Lara, M.F. and M. Martínez-Estévez. 2016. Molecular Cloning and functional analysis of a Na⁺-insensitive K⁺ transporter of *Capsicum chinense* Jacq. *Frontiers in Plant Science*. 17(1980): 1-14. DOI: 10.3389/fpls.2016.01980
- Samaniego-Gámez, B.Y., Garruña, R., Tun-Suárez, J.M., Kantun-Can, J., Reyes-Ramírez, A. and L. Cervantes-Díaz. 2016. *Bacillus* spp. inoculation improves photosystem II efficiency and enhances photosynthesis in pepper plants. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 76(4): 409-416. DOI: 10.4067/S0718-58392016000400003
- Sánchez-Segura, L., Téllez-Medina, D.I., Evangelista-Lozano, S., García-Armenta, E., Alamilla-Beltrán, L., Hernández-Sánchez, H., Jiménez-Aparicio, A.R. and G.F. Gutiérrez-López. 2015. Morpho-structural description of epidermal tissues related to pungency of *Capsicum* species. *Journal of Food Engineering*. 152: 95-104. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2014.11.022
- Santana-Buzzy, N., Canto-Flick, A., Barahona-Pérez, F., Zapata-Castillo, P.Y., Solís-Ruiz, A., Zaldívar-Collí, A., Gutiérrez-Alonso, O. and M.L. Miranda-Ham. 2005. Regeneration of Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) via organogenesis. *HortScience*. 40(6): 1829-1831. DOI: 10.21273/HORTSCI.40.6.1829
- Santana-Buzzy, N., Canto-Flick, A., Iglesias-Andreu, L.G., Montalvo-Peniche, M.C., López-Puc, G. and F. Barahona-Pérez. 2006. Improvement of in vitro culturing of Habanero pepper by inhibition of ethylene effects. *HortScience*. 41(2): 405-409. DOI: 10.21273/HORTSCI.41.2.405
- Santana-Buzzy, N., López-Puc, G., Canto-Flick, A., Barredo-Pool, F., Balam-Uc, E., Avilés-Viñas, S., Solís-Marroquín, D., Lencona-Guzmán, C., Bello-Bello, J.J., Gómez-Uc, E. and J.O. Mijangos-Cortés. 2009. Ontogenesis of the somatic embryogenesis of Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *HortScience*. 44: 113-118. DOI: 10.21273/HORTSCI.44.1.113
- Santiago-Antonio, G., Lizama-Gasca, M.G., Carrillo-Pech, M. and I. Echevarría-Machado. 2014. Natural variation in response to nitrate starvation among varieties of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Australian Journal of Crop Science*. 8(4): 523-535.
- Sebastián-Fort, R., Trinidad B., J.M., Dourron, J., Colazzo, M., Aguirre-Crespo, F.J., Duhagon, M.A. and G. Álvarez. 2018. Isolation and Structural Characterization of Bioactive Molecules on Prostate Cancer from Mayan Traditional Medicinal Plants. *Pharmaceuticals*. 11(78): 1-16. DOI: 10.3390/ph11030078
- SIAP. 2019. Anuario estadístico de producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Consulta: 14 de Marzo de 2019
- Silva R., J. y A. Escobar O. 2000. Mercados indígenas en México, Chile y Argentina, Siglos XVIII-XIX. Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. México, D. F. 213 p.
- Solís-Marroquín, D., Lencona-Guzmán, C.A., Canto-Flick, A., Bello-Bello, J.J. and N. Santana-Buzzy. 2011. *In vitro* selection of a salt-tolerant embryogenic line in Habanero pepper

- (*Capsicum chinense* Jacq.). HortScience. 46(12): 1666-1671. DOI: 10.21273/HORTSCI.46.12.1666
- Solís-Ramos, L.Y., González-Estrada, T., Nahuath-Dzib, S., Zapata-Rodríguez, L.C. and E. Castaño. 2009. Overexpression of WUSCHEL in *C. chinense* causes ectopic morphogenesis. Plant Cell Tissue and Organ Culture. 96: 279-287. DOI: 10.1007/s11240-008-9485-7
- Solís-Ramos, L.Y., Nahuath-Dzib, S., Andrade-Torres, A., Barredo-Pool, F., González-Estrada, T. and E. Castaño de la S. 2010a. Indirect somatic embryogenesis and morphohistological analysis in *Capsicum chinense*. Biologia. 65(3): 504-511. DOI: 10.2478/s11756-010-0049-z
- Solís-Ramos, L.Y., González-Estrada, T., Andrade-Torres, A., Godoy-Hernández, G. and E. Castaño de la S. 2010b. Endogenous GUS-like activity in *Capsicum chinense* Jacq. Electronic Journal of Biotechnology. 13(4): 1-7. DOI: 10.2225/vol13-issue4-fulltext-3
- Sosa-Moguel, O., Pino, J.A., Ayola-Talavera, G., Sauri-Duch, E. and L. Cuevas-Glory. 2017. Biological activities of volatile extracts from two varieties of Habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). International Journal of Food Properties. 20(53): S3042-S3051. DOI: 10.1080/10942912.2017.1397694
- Torres B., A.I., Morales M., A., Grijalva C., R.L., Cervantes D., L. y F. Núñez-Ramírez. 2017. Hierro foliar y acolchado plástico en *Capsicum chinense* Jacq. infectado con tospovirus. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 8(2): 369-380. DOI: 10.29312/remexca.v8i2.57
- Torres-Bojórquez, A.I., Morales-Maza, A., Núñez-Ramírez, F. y L. Cervantes-Díaz. 2017. Utilización de acolchado plástico y aplicación de hierro foliar en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) cultivado en malla sombra infectado por virus. Acta Universitaria. 27(5): 3-10. DOI: 10.15174/au.2017.1333
- Troconis-Torres, I.G., Rojas-López, M., Hernández-Rodríguez, C., Villa-Tanaca, L., Maldonado-Mendoza, I.E., Dorantes-Álvarez, L., Tellez-Medina, D. and M.E. Jaramillo-Flores. 2012. Biochemical and molecular analysis of some commercial samples of chilli peppers from Mexico. Journal of Biomedicine and Biotechnology. Art. ID: 873090. DOI: 10.1155/2012/873090
- Tucuch-Haas, C.J., Alcántar-González, G., Ordaz-Chaparro, V.M., Santizo-Rincón, J.A. y A. Larqué-Saavedra. 2012. Producción y calidad de chile habanero con diferentes relaciones $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ y tamaño de partícula de sustratos. Terra Latinoamericana. 30: 9-15.
- Tun S., J.M., Zavaleta M., E., Ochoa M., D.L., Sánchez G., P., Soto H., M. y J. Cristóbal A. 2007. Incidencia del virus mosaico de la alfalfa en semillas y plántulas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en Yucatán, México. Fitosanidad. 11: 11-14.
- Urrea-López, R., Díaz de la G., R.I. and J.I. Valiente-Banuet. 2014. Effects of substrate salinity and nutrient levels on physiological response, yield, and fruit quality of Habanero pepper. HortScience. 49(6): 812-818. DOI: 10.21273/HORTSCI.49.6.812
- Valadez-Bustos, M.G., Aguado-Santacruz, G.A., Carrillo-Castañeda, G., Aguilar-Rincón, V.H., Espitia-Rangel, E., Montes-Hernández, S. and A. Robledo-Paz. 2009. *In vitro* propagation and agronomic performance of regenerated chili pepper (*Capsicum* spp.) plants from commercially important genotypes. In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant. 45: 650-658. DOI: 10.1007/s11627-009-9193-y
- Vargas-Hernández, M., Torres-Pacheco, I., Gautier, F., Álvarez-Mayorga, B., Cruz-Hernández, A., García-Mier, L., Jiménez-García, S.N., Ocampo-Velázquez, R.V., Feregrino-Pérez, A.A. and R.G. Guevara-González. 2016. Influence of hydrogen peroxide foliar applications on *in vitro* antimicrobial activity in *Capsicum chinense* Jacq. Plant Biosystems. DOI: 10.1080/11263504.2016.1168494
- Vázquez V., P. y M.C. Navarro C. 2018. Use of organic alternatives in the production system of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) under greenhouse conditions. African Journal of Agricultural Research. 13(21): 1091-1094. DOI: 10.5897/AJAR2016.12074
- Vázquez-Flota, F., Monforte-González, M., Miranda-Ham, M.L. and L.A. Castro-Concha. 2017. Transformation of ferulic acid and vanillin by isolated placentas of *Capsicum chinense* and *Capsicum annum*. Journal of the Mexican Chemical Society. 61(1): 54-59. DOI: 10.29356/jmcs.v61i1.128
- Zamudio-Moreno, E., Echevarría-Machado, I., Medina-Lara, M.F., Calva-Calva, G., Miranda-Ham, M.L. and M. Martínez-Estévez. 2014. Role of peroxidases in capsaicinoids degradation in habanero pepper

- (*Capsicum chinense* Jacq.) plants grown under water deficit conditions. Australian Journal of Crop Science. 8(3): 448-454.
- Zapata-Castillo, P.Y., Canto-Flick, A., López-Puc, G., Solís-Ruíz, A., Barahona-Pérez, F., Santana-Buzzy, N. and L. Iglesias-Andreu. 2007.
- Somatic embryogenesis in Habanero pepper (*C. chinense* Jacq.) from cell suspensions. HortScience. 42(2): 329-333. DOI: 10.21273/HORTSCI.42.2.329