

Review [Revisión]



APORTES CIENTÍFICOS EN EL CULTIVO DE HELICONIAS EN MÉXICO †

[SCIENTIFIC CONTRIBUTIONS IN HELICONIAS CULTIVATION IN MEXICO]

Ariadna Linares-Gabriel, Nereida Rodríguez-Orozco*
and Mario Alejandro Hernández-Chontal

Facultad de Ciencias Agrícolas-Xalapa, Universidad Veracruzana, Lomas del Estadio s/n, C.P. 91000. Xalapa, Veracruz, México.

**Corresponding autor*

SUMMARY

Background: Heliconias are commercially important flowers due to its abundance of shapes, sizes, and colors. In Mexico, however, this ornamental crop is not considered in the statistical yearbook of agricultural production. In addition, there is no research regarding the context of tropical floriculture. **Objective:** To explore all scientific contributions related to the cultivation of heliconias. **Methodology:** A bibliographic search was conducted in Redalyc, SciELO, Scopus and Google Scholar with the key word “heliconia.” After cleansing the database of similar results, we generated a final compilation of 42 papers, which were then subject to an analysis of textual content by using Nvivo 12 Plus software to identify the contributions by means of the following categories of analysis: Production, post-harvesting, and commercialization. The species of heliconias were also identified. **Results:** The content analysis showed that 73.71% of all scientific contributions correspond to the production category, 12.5 % to post-harvesting, and 13.88% to commercialization. For each category, different topics which guide the contributions were identified. We found 43 species of heliconias that were used for research purposes in the three categories of analysis. **Implications:** The analysis was limited only to scientific contributions explored. An analysis that considered other sources of information could have strengthened this analytical exercise. **Conclusion:** The scientific contributions regarding the cultivation of heliconias are mainly oriented to the production category, which demonstrates that the focus is on the improvement of the production process. On the contrary, the contributions on post-harvesting and commercialization are incipient; therefore, it is important to address these topics in future research.

Key words: tropical floriculture; category of analysis; content analysis.

RESUMEN

Antecedentes: Las heliconias son flores con importancia comercial por sus exuberantes formas, tamaños y colores. Sin embargo, en México este cultivo ornamental no está considerado en el anuario estadístico de la producción agrícola, además, existe un vacío en la generación de conocimientos sobre el contexto de la floricultura tropical. **Objetivo:** Explorar los aportes científicos relacionados al cultivo de heliconias. **Metodología:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en Redalyc, SciELO, Scopus y Google académico, con la palabra clave “heliconia”. La depuración de las bases de datos por similitud de archivos generó un compilado final de 42 documentos a lo que se les realizó un análisis de contenido textual con el software Nvivo 12 Plus para identificar las contribuciones a través de las categorías de análisis de producción, postcosecha y comercialización. También se identificaron las especies de heliconias. **Resultados:** El análisis de contenido mostró que 73.71 % de los aportes científicos corresponden a la categoría producción, 12.5 % postcosecha y 13.88 % comercialización. Dentro de cada categoría se identificaron diversos tópicos que orientan las contribuciones. Se identificaron 43 especies de heliconias utilizadas para investigación en las tres categorías de análisis. **Implicaciones:** El análisis se limitó sólo a las contribuciones científicas exploradas. Un análisis que considere otras fuentes de información pudo fortalecer este ejercicio analítico. **Conclusión:** Las contribuciones

† Submitted July 28, 2022 – Accepted September 16, 2022. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4446>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID = A. Linares-Gabriel: <https://orcid.org/0000-0002-3825-5450>; N. Rodríguez-Orozco: <https://orcid.org/0000-0001-8694-5870>; M.A. Hernández-Chontal: <https://orcid.org/0000-0002-9711-7971>

científicas en el cultivo de heliconias están orientadas en su mayoría a la categoría de producción, lo que demuestra que se ha prestado atención a la mejora del proceso productivo. Por el contrario, las contribuciones en postcosecha y comercialización son incipientes, por lo que es importante abordar en investigación estos tópicos.

Palabras clave: floricultura tropical; categorías de análisis; análisis de contenido.

INTRODUCCIÓN

En México, la floricultura es una actividad económica rentable, especialmente en el sur del Estado de México, ya que produce casi dos terceras partes de la producción nacional, y en donde destacan tres municipios: Villa Guerrero, Tenancingo y Coatepec de Harinas, que constituyen “el corredor florícola” con cultivos a cielo abierto e invernaderos (Ramírez and Avitia, 2018). Esta zona se caracteriza por tener un clima templado, por lo que se producen cultivos de mayor oferta en el mercado como: rosas (*Rosa sp.*), gerberas (*Gerbera L.*) y Gladiolas (*Gladiolus L.*) principalmente (Velasco, 2007).

En contraste, estados del sur de México como Chiapas, Veracruz, Tabasco etc., presentan características climatológicas distintas, en consecuencia, se desarrolla un tipo de floricultura denominada tropical. La diferencia con la floricultura del centro del país, es que se producen flores diferentes, tales como: las heliconias (*Heliconia L.*), el ave de paraíso (*Strelitzia reginae*), los anturios (*Anthurium*) las maracas (*Zingiber spectabile*), el ginger (*Alpinia purpurata*), las musas (*Musa L.*) y el bastón del rey (*Etlingera elatior*), además de otros follajes (Donjuan *et al.*, 2013). En el sur, la floricultura se practica comúnmente a cielo abierto y en combinación con otros cultivos de importancia económica para el productor (Murguía *et al.*, 2007). De forma que se desarrollan con altas temperaturas y con lluvias abundantes; su uso principal es ornamental, aunque en algunos lugares del país las hojas son utilizadas para el techado de chozas y envoltura de alimentos (Báez, 1996), razón por la cual algunos productores las comercializan.

Las heliconias tienen un gran potencial comercial en diversas áreas del trópico húmedo, por sus exuberantes flores, durabilidad de las inflorescencias, variedad de tamaños, formas y colores (Linares-Gabriel *et al.*, 2019a), de manera que es importante situarlas como productos ornamentales de valor comercial. Al combinar diferentes cultivares de esta misma especie, se puede tener producción y flujo de efectivo todo el año, debido a que, a partir de la floración, estas plantas están en constante producción. Por lo tanto, es una buena opción invertir en la floricultura

tropical (Baltazar-Bernal and Zavala-Ruiz, 2012, Tejeda-Sartorius and Arévalo-Galarza, 2012).

Después de Brasil y Colombia, México es uno de los tres países que más aportes científicos realizan en el cultivo de estas flores (Linares-Gabriel *et al.*, 2020). En la comercialización, estas especies se han estudiado recientemente por su presencia en las florerías, por el impacto visual que genera en los consumidores finales y el impacto económico que beneficia a productores, intermediarios y floristas (Linares-Gabriel *et al.*, 2017b, Tejeda-Sartorius *et al.*, 2015). En la producción, la nutrición mineral del cultivo es uno de los aspectos más relevantes para obtener tallos florales de calidad (Linares-Gabriel *et al.*, 2019a). En postcosecha, la longevidad es un factor importante para el éxito en la comercialización dado que en condiciones adecuadas de almacenamiento se disminuye el proceso de senescencia y se aumenta la durabilidad del tallo floral (Leite *et al.*, 2015).

Si bien las heliconias tienen presencia en el mercado nacional, en el anuario estadístico de la producción agrícola en México del año 2019, solo existe información del ave de paraíso y de anturios, identificando a los estados de Michoacán, México y Guerrero como los únicos productores (SIAP, 2019). Dado que no existen datos oficiales sobre la producción y volumen de comercialización (Donjuan *et al.*, 2013), y dado que existe un vacío en la generación de conocimiento sobre el contexto de la floricultura tropical, así como del papel de las heliconias como producto emergente en la investigación y el mercado (Linares-Gabriel *et al.*, 2020), se realizó esta investigación con el objetivo de explorar los aportes científicos en el cultivo de heliconias en términos de producción, postcosecha y comercialización en México.

METODOLOGÍA

Se realizó una consulta bibliográfica en marzo de 2022. Se consideró el Sistema de Información Científica Redalyc, SciELO, Scopus y Google académico limitando la exploración a México, sin limitación temporal dado a la poca información disponible. Para la consulta en Redalyc se utilizó la palabra clave “heliconia” y se encontraron 27 documentos (artículos), a partir de los cuales se realizó una revisión previa, quedando un compilado total de siete documentos. Para el caso

del buscador Scielo, se utilizaron los mismos filtros y la base de datos arrojó seis documentos (artículos), con una compilación final de tres documentos. En cuanto a Scopus, se utilizó la palabra clave “heliconia”, limitando la búsqueda a México, y se identificaron 34 documentos (31 artículos, 2 review y 1 conference paper). El criterio de inclusión para los tres casos fue que los documentos se relacionaran con el cultivo de heliconias específicamente; por ende, el total de documentos se redujo a 21. La palabra clave “heliconia”, permitió recopilar todas las contribuciones científicas sobre el cultivo, lo cual fue el objetivo de la investigación.

Las bases de datos de los tres buscadores se contrastaron para eliminar documentos repetidos y tener una sola base de datos depurada. Esto generó una base de datos en Excel con la información bibliográfica de los documentos (N=31), que contenía nombre de los autores, título, año de publicación, volumen, número, páginas, afiliaciones de los autores, tipo de documento, resumen, Link y el identificador de objeto digital (DOI, por sus siglas en inglés); estos dos últimos se utilizaron para realizar la descarga de los documentos completos en PDF.

Debido a la poca información en las plataformas de búsqueda científica, se realizó una búsqueda exhaustiva en el mes de abril, en Google Académico. Los filtros que se utilizaron fueron los siguientes: palabras clave “heliconia en México”,

en “cualquier momento”, “cualquier idioma” y “ordenar por relevancia”. De los primeros 10 documentos que arrojó la búsqueda sólo se utilizaron 6, de los cuales se encontró un libro; de los siguientes 10 documentos se utilizaron tres; de los 10 documentos posteriores solo se utilizaron dos, un manual y una tesis de maestría. No se prosiguió a la siguiente sección debido a la repetición de los documentos, además de que no tenían similitud con el objeto de estudio, quedando un total de 12 documentos.

De los cuatro buscadores resultó un total de 42 documentos (N=42). Se realizó un análisis de contenido textual mediante el software Nvivo 12 Plus (Nvivo, 2011), a través de categorías de análisis, las cuales fueron: producción, postcosecha y comercialización de heliconias con base en la metodología utilizada por Linares-Gabriel *et al.* (2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron un total de 43 especies de heliconias (Cuadro 1) en el total de trabajos de investigación (Figura 1). Se hace énfasis en cuanto a la similitud de los nombres y probable confusión entre especies. Sin embargo, entre estos mismos estudios se aclara la importancia de la caracterización genética (Avendaño-Arrazate *et al.*, 2017).

Cuadro 1. Listado de especies de heliconias utilizadas para investigación en México.

1) <i>H. stricta</i> Dwarf Jamaican	23) <i>H. psittacorum</i> (var. Lady Di)
2) <i>H. standleyi</i> Macbride	24) <i>H. psittacorum</i>
3) <i>H. wagneriana</i> var. Rainbow	25) <i>H. nickeriensis</i>
4) <i>H. wagneriana</i> Petersen	26) <i>H. mooreana</i> R. R. Smith
5) <i>H. wagneriana</i>	27) <i>H. librata</i> Griggs
6) <i>H. veracruzensis</i> Gutiérrez-Báez	28) <i>H. latispatha</i> Benth
7) <i>H. veracruzensis</i>	29) <i>H. latispatha</i> Benth
8) <i>H. vaginalis</i> Benth	30) <i>H. latispatha</i>
9) <i>H. vaginalis</i>	31) <i>H. collinsiana</i> Griggs var. collinsiana
10) <i>H. uxpanapensis</i> Gutiérrez	32) <i>H. collinsiana</i>
11) <i>H. uxpanapensis</i>	33) <i>H. champneiana</i> Griggs cv. Maya Gold
12) <i>H. stricta</i> cv. Iris	34) <i>H. champneiana</i>
13) <i>H. stricta</i> (var. Iris Red)	35) <i>H. bourgaeana</i> Peterson
14) <i>H. spissa</i> Griggs	36) <i>H. bourgaeana</i>
15) <i>H. spathocircinata</i>	37) <i>H. bihai</i> (L.) L. Halloween
16) <i>H. schiedeana</i> Klotzsch	38) <i>H. bihai</i>
17) <i>H. rostrata</i>	39) <i>H. aurantiaca</i> Ghiesbr. ex Lemaire
18) <i>H. psittacorum x spathocircinata</i>	40) <i>H. adflexa</i> Griggs Standley
19) <i>H. psittacorum x H. spathocircinata</i> Aristeguieta var. Golden Torch	41) <i>H. adflexa</i>
20) <i>H. psittacorum</i> var. Golden Torch Adrian	42) <i>H. stricta</i>
21) <i>H. psittacorum</i> L.f. x <i>H. Spathocircinata</i>	43) <i>H. psittacorum</i> cv. Tropica
22) <i>H. psittacorum</i> (var. Sassy)	

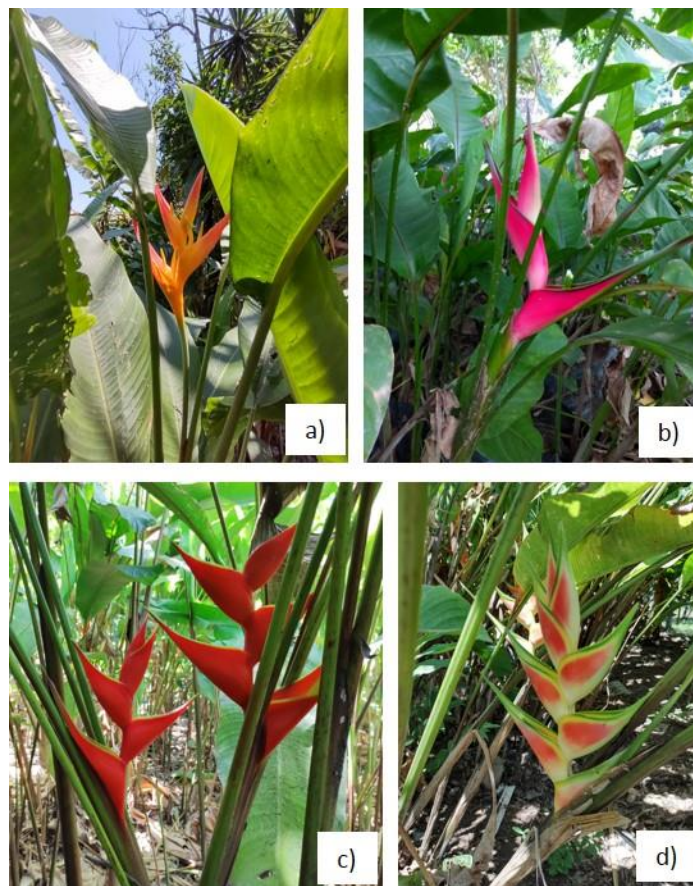


Figura 1. a) *Heliconia psittacorum* cv. Trópica, b) *Heliconia stricta* Dwarf Jamaican, c) *Heliconia bihai*, d) *Heliconia wagneriana*.

De acuerdo con el análisis realizado, se obtuvo un total de 72 elementos codificados: 73.71 % corresponde a producción, 12.5 % a postcosecha y 13.88 % a comercialización. De igual forma, de todas las contribuciones se identificaron diferentes especies de heliconias que utilizaron los investigadores para su estudio.

PRODUCCIÓN

Con base en los elementos codificados (N=53) en la categoría de análisis “producción” se identificaron cinco tópicos relacionados con el uso de enmiendas al suelo para la producción de heliconias: uso del agua, insectos benéficos y no benéficos, variabilidad genotípica de heliconias y métodos de propagación.

Enmiendas para la producción de heliconias

Los resultados están orientados al uso de fertilizantes químicos y orgánicos aplicados vía foliar y al suelo en el cultivo de heliconias. Por ejemplo, la aplicación de biol (fertilizante

fermentado) y de polímeros superabsorbentes (SAP) no mostró efectos en el crecimiento de *Heliconia psittacorum* cv. Trópica (Linares-Gabriel *et al.*, 2018). Adicional al uso de biol y polímeros, se ha utilizado fertilización química como complemento al uso de enmiendas. Los tratamientos combinados de fertilización química, biol y aplicación de SAP mostraron diferencias estadísticas en el número de hojas, área foliar y vigor (Linares-Gabriel *et al.*, 2017a). Estos autores sugieren el uso de biol como complemento en la fertilización química, además del uso de sustratos con alto nivel de materia orgánica como alternativa para la retención de agua.

Para *Heliconia stricta* Dwarf Jamaican, los autores Linares-Gabriel *et al.* (2019a), encontraron efectos favorables en vigor y color de la planta con dosis 31-31-31 y 62-62-62 kg ha⁻¹ de NPK. En cuanto a los contenidos de P, Mg y Cu fueron influenciados por las dosis 31-31-31, 62-62-62 y 93-93-93 kg ha⁻¹ de NPK.

También se ha evaluado el efecto de la aplicación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el desarrollo de *Heliconia stricta*, demostrando que el inóculo nativo produce efectos estadísticamente significativos en la colonización de las raíces ($p \leq 0.05$), lo que se refleja en el crecimiento de las plantas: mayor altura, mayor número de brotes por planta y mayor tasa fotosintética (Uc-Ku *et al.*, 2019).

Asimismo, se ha realizado inoculación al cultivo de *Heliconia psittacorum* L. F. x *H. spathocircinata* CV. tropics, evaluando el efecto de 350 esporas de *Entrophospora colombiana* y *Funneliformis mosseae* sobre el crecimiento vegetativo de las plantas. Adicionalmente, al momento de la siembra, se complementó con fertilización química de 100-0-150, 100-30-150 y 100-60-150 kg ha⁻¹ de NPK. Estos autores encontraron que *E. colombiana* + 100-30-150 NPK estimula la altura de la planta, el diámetro del tallo, el número de brotes, el área foliar, el contenido de clorofila y el peso seco de la raíz, por lo que recomiendan su uso para incrementar la producción (Baltazar-Bernal and Jaen-Contreras, 2020).

En general, se recomienda la utilización de la fertilización órgano-mineral (combinación de fertilizantes orgánicos con fertilizante mineral), ya que promueve un mejor crecimiento y desarrollo de las heliconias y se reducen los costos de producción por bajas dosis químicas en el cultivo (Albuquerque *et al.*, 2010).

Heliconias y el uso del agua

En este tópico se encontraron dos subtemas en los que se ha orientado la investigación con respecto al uso del agua. El primero presenta resultados sobre el tratamiento de aguas residuales domésticas. Los autores del estudio mencionan que con el CW en *H. psittacorum* se mostró el nivel más alto de remoción de demanda bioquímica de oxígeno (48%), demanda química de oxígeno (64%), fósforo total (39%) y nitrógeno total (39%). Esta especie y *H. stricta* pueden ser una alternativa viable al uso macrófitas en CW en áreas tropicales como Chiapas (Méndez-Mendoza *et al.*, 2015).

En el segundo, se realizó un experimento con hidroponía para evaluar la influencia de las proporciones NO₃⁻ / NH₄⁺ (100/00, 85/15, 80/20 y 68/32%, respectivamente) sobre el crecimiento y la concentración de nutrientes foliares de las plantas de *H. psittacorum*. Los autores sugieren la proporción 85/15% NO₃⁻ / NH₄⁺ para la producción de heliconias en condiciones hidropónicas (Gómez-Merino *et al.*, 2012).

Insectos benéficos y no benéficos

Para este tópico se resalta la utilización de las heliconias en los huertos familiares, además de que estas plantas se han encontrado en los listados florísticos de monocotiledóneas (Góngora-Chin *et al.*, 2016, Mejía-Marín *et al.*, 2016). Asimismo, este cultivo es atrayente de insectos, tanto en huertos familiares como en el campo o bosques, algunos para favorecer el desarrollo de las plantas y otros para causarles daño.

Algunos estudios han comparado la estructura de la comunidad de invertebrados asociada a especies de *H. latispatha* y *H. collinsiana*. Debido a que proporcionan alimento y hábitat para la fauna asociada y varios microhábitats para la colonización, se dice que las heliconias podrían usarse como elementos de hábitat para la conservación de invertebrados en paisajes antropogénicos (Benítez-Malvido *et al.*, 2014). Por otro lado, se han realizado estudios en cultivos de heliconias para la conservación de la biodiversidad de insectos, utilizando conjuntos de hormigas como bioindicadores. Se destaca la importancia de la composición de especies como parámetro predictor de cambios funcionales en el paisaje (Landerro-Torres *et al.*, 2014a).

Los cultivos ornamentales con baja intensificación de manejo agrícola, como las heliconias, representan un hábitat que ofrece recursos y condiciones a diferentes gremios de hormigas y otros invertebrados (Landerro-Torres *et al.*, 2014b). La importancia de las hormigas asociadas a este tipo de cultivos radica en que algunas especies podrían depredar o desplazar a otros insectos considerados plaga de los cultivos de heliconias (Landerro-Torres *et al.*, 2015).

Algunos autores sugieren el uso de *Heliconia sp.* en el enriquecimiento de bosques secundarios y fragmentos de bosque como una alternativa para combinar el manejo forestal con la conservación biológica (Santos *et al.*, 2009). Este cultivo brinda servicios ecosistémicos, por lo que puede servir en las comunidades indígenas para el rescate y preservación del conocimiento valioso sobre el uso de los ecosistemas (Santiago, 2019).

Con relación al nivel de incidencia y severidad hacia el cultivo de heliconias, algunos autores han encontrado daño foliar causado por orugas y hormigas en *H. latispatha* y *H. collinsiana*. De igual forma se han encontrado daños en hojas por hongos patógenos en hábitats alterados por humanos (Santos and Benítez-Malvido, 2012).

Se ha identificado morfológicamente una especie de insecto de la familia *Chrysomelidae* que daña las inflorescencias y hojas nuevas de un híbrido de heliconia (*Heliconia psittacorum* x *H. spathocircinata*) (Sánchez, 2016). Asimismo, se identificaron cuatro especies de insectos pertenecientes a tres órdenes y tres familias: *Cephaloleia sallei* (Coleoptera: Chrysomelidae) asociada a *H. psittacorum*, *Cephaloleia vicina* (Coleoptera: Chrysomelidae) asociada a *H. latispatha*, *Pentalonia* sp. (Hemiptera: Aphididae) asociada a *H. latispatha*, y *Telchin atymnius futilis* (Lepidoptera: Castniidae) asociada a *H. psittacorum*, *H. bihai* y *H. stricta* (Del Rivero Bautista et al., 2020).

De igual forma se han presentado daños de raspaduras en la superficie de las brácteas de *Heliconia psittacorum* (var. Sassy) y *H. psittacorum* (var. Lady Di) causadas por *Cephaloleia sallei*; raspado de superficie de hojas jóvenes de *Heliconia latispatha* por *Cephaloleia vicina*; abertura de túneles y galerías en cormos y tallos de *Heliconia bihai*, *H. stricta* (var. Iris Red) y *H. psittacorum* (var. Golden Torch Adrian) por larvas *Telchin atymnius futilis*; defoliaciones de pistilo de las inflorescencias de *Heliconia psittacorum* (var. Sassy) y *H. psittacorum* (var. Lady Di) por *Maruca* sp.; succión de floema en hojas de *Heliconia latispatha* por *Pentalonia nigronervosa* (Lugo-Cruz, 2015).

Los insectos benéficos, en su mayoría, han sido considerados así por el uso paisajístico que se le da al cultivo de heliconias. Por otro lado, los insectos no benéficos son identificados de esta manera por el daño que causan a las plantas de monocultivos. Sin embargo, no se recomienda el uso de insecticidas sintéticos, solo en casos extremos (Lemos et al., 2010).

Variabilidad genética de heliconias

Con relación a este tópico, Ortiz-Curiel et al. (2020) enfatizan la manera de contribuir al conocimiento palinológico, comprender la interrelación morfológica del polen del género *Heliconia* y contribuir al mejoramiento genético. El estudio lo realizaron en nueve especies (12 accesiones) de *Heliconias* nativas de México. Encontraron que la heterogeneidad de características les permitió generar grupos de polen; mientras que las características relativamente homogéneas permitieron el reconocimiento de especies y variedades dentro de los grupos.

Asimismo, se presenta el primer estudio en el género *Heliconia* que reporta la presencia de cromosomas subtelocéntricos. Estudios cariológicos en *Heliconia* reportan especies con $2n = 2x = 22$, $2n = 2x = 24$ y $2n = 3x = 36$ cromosomas. Dado que en las especies de heliconias en México se desconoce el número y morfología cromosómica, se ha determinado el cariotipo de *Heliconia uxpanapensis*, endémica de México, *H. latispatha* y *H. stricta* cv. Iris. El primero y segundo par de cromosomas de *H. latispatha* y *H. uxpanapensis*, respectivamente, presentan satélites, mientras que en *H. stricta* la presencia del satélite se observó en un solo cromosoma del genoma (Ortiz-Curiel et al., 2018).

De igual forma se ha recolectado la mayor diversidad de especies de heliconias presentes en México para su conservación, estudio y aprovechamiento. De este estudio los autores Ortiz-Curiel et al. (2015) registraron 32 accesiones de doce especies, entre ellas una endémica (*H. uxpanapensis*) en los estados de Chiapas, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Esta diversidad genética entre los ecotipos interespecíficos e intraespecíficos provenientes de diferentes especies de heliconias llevaron a Avendaño-Arrazate et al. (2017) a la realización de una caracterización genética, con el uso de 39 descriptores varietales (16 cualitativos y 23 cuantitativos) logrando diferenciar las especies de *Heliconia*. Catorce descriptores de inflorescencia (bráctea) fueron los más importantes, seguidos por los descriptores de planta (11), hoja (8), semilla (3), fruto (2) y flor (1). Estos autores indican que existe una gran diversidad morfológica en las heliconias nativas de México, y, como fuentes de germoplasma, son importantes para el patrimonio genético, ya que podrían constituir una fuente para la producción de nuevos materiales con características comerciales.

Por último, dentro de los documentos analizados se describe a *Heliconia veracruzensis* Gutiérrez-Báez, una nueva especie de Heliconiaceae del estado de Veracruz. Se menciona la rareza de esta especie y su presencia en la selva alta perennifolia. Esta heliconia es morfológicamente similar a *H. collinsiana* Griggs var. *Collinsiana* y *H. mooreana* R. R. Smith, pero puede ser distinguida por tener un peciolo más largo, mayor número de brácteas, la disposición de las brácteas basales es helicoidales y dísticas las terminales, además de brácteas más anchas y glabras y filamento más corto (Báez et al., 2016).

Con la finalidad de determinar el potencial comercial como flor cortada en la industria de las flores tropicales (Pereira *et al.*, 2016), México tiene una amplia gama genética de heliconia y los estudios encontrados respaldan la importancia de este ornamental tropical, sin embargo, son muy pocos los estudios orientados a este tópico. Dada la importancia de este ornamental, se resalta el protagonismo a nivel nacional del Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agropecuarias (INIFAP) del estado de Chiapas, puesto que coadyuvan a evitar la pérdida especies de heliconias y reintroducirlas en casos donde ya no existan en condiciones *in situ*.

Métodos de propagación

Los procedimientos de propagación reportados en heliconias pueden ser sexual, vegetativa y por medios biotecnológicos (cultivo de tejidos vegetales). A continuación, se presentan los estudios en los que se mencionan los protocolos de propagación más adecuados para diferentes especies de heliconias.

Benítez-Domínguez *et al.* (2011), estudiaron la anatomía de semillas y determinaron su contenido de ácido abscísico y nutrientes, así como la germinación *in vitro* de cuatro especies de heliconia. Dichos autores concluyen que *Heliconia bourgaeana*, *H. collinsiana*, *H. latispatha* y *H. psittacorum* varían en el nivel de consumo de reserva de endospermo, en presencia de taninos y almidón, en ácido abscísico (ABA), contenidos de macro y micronutrientes y en porcentaje de germinación *in vitro*.

Sosa-Rodríguez *et al.* (2009), mencionan que el cultivar *Heliconia standleyi* Macbride se puede propagar en medio líquido mediante desinfección con hipoclorito de sodio (-NaOCl) al 2% durante 20 min, medio de cultivo suplementado con 6-BAP (Bencilaminopurina 2,0 mg · litro⁻¹) y ácido indolacético (AIA 0,65 y 1,3 mg · litro⁻¹), siempre y cuando los explantes tengan un tamaño mayor a 1.0 cm en medio semilíquido. El coeficiente de multiplicación después del subcultivo fue de 4,6 explantes / meristemos. La aclimatación es satisfactoria en invernadero hasta 45 días en condiciones controladas y el tamaño de las plantas oscila de 3 - 5 cm.

Autores como Hernández-Meneses *et al.* (2018) desarrollaron un protocolo de micro propagación desde el medio de cultivo hasta su aclimatación en *Heliconia collinsiana*, *H. nickeriensis* y *H. psittacorum* cv. Golden Torch vía organogénesis.

La multiplicación de brotes las obtuvo con 11.1 μ M de bencilaminopurina combinado con 1 μ M de ácido indolacético en las tres especies; 6.9 brotes por explante en *H. collinsiana*, 4.1 brotes en *H. psittacorum* cv. Golden Torch y 3.6 en *H. nickeriensis*. El enraizamiento se indujo con 1 μ M de ácido naftalenacético. Dichos autores lograron la aclimatación de las plantas con la mezcla de turba y perlita aplicando riegos de 50% de solución nutritiva Steiner después de 55 días del trasplante.

Por otro lado, la propagación por semilla es un método de propagación poco utilizado en producción de plantas de polinización cruzada, ya que generalmente tiene como objetivo la selección de genotipos diferentes y con características superiores a la planta madre. Propagar por semilla una planta seleccionada equivale a perder, en algunos de los descendientes, algunas de las características valiosas de la planta madre. Muchas especies de heliconias son auto-compatibles, es decir, pueden producir semilla por autofecundación. Sin embargo, en otros casos se requiere de la intervención de un polinizador para efectuar una polinización cruzada (los murciélagos y colibríes, por ejemplo, son los principales polinizadores) (Donjuan *et al.*, 2013). La semilla recolectada de los frutos maduros puede sembrarse inmediatamente en cajas de germinación con una mezcla de tierra franca, arena y materia orgánica preparada un mes antes de la siembra. Durante la propagación por semilla de heliconias, es posible que se presenten bajos índices de germinación, dependiendo del genotipo; ello se debe a que en algunas especies de heliconias se presenta el fenómeno de dormancia en sus semillas, el cual puede ser causado por la presencia de testa dura o de un inhibidor de la germinación (Kamel *et al.*, 1975).

Otra forma de propagación es a través de la división de rizomas, esto dependerá de la especie y del tipo de estructura que presenten. Las heliconias con rizomas gruesos y que forman macollos (paquimorfos) generalmente se cortan en secciones individuales en su punto de unión con el rizoma; posteriormente se corta la parte aérea y la sección obtenida es la que se debe trasplantar a un lugar nuevo. En el caso de las plantas con rizoma delgado y extendido (leptomorfo) se sigue un procedimiento similar; en este caso se seccionan del rizoma los brotes laterales de forma independiente para trasplantarlos (Donjuan *et al.*, 2013).

Como se menciona en los diferentes trabajos presentados, se han estudiado diferentes métodos de propagación asexual y sexual. Estos métodos de

propagación en heliconias dependerán de los objetivos que se persigan; en primera instancia si los objetivos son los de propagación masiva de especies comerciales con características sobresalientes, los métodos biotecnológicos de propagación clonal ofrecen grandes ventajas. Sin embargo, cuando la tecnología de producción *in vitro* no está disponible, es indispensable considerar un buen manejo metodológico y sanitario para conseguir tasas elevadas de propagación por los métodos de propagación tradicionales (Donjuan *et al.*, 2013).

POSTCOSECHA

Con base a los elementos codificados (N=9) en la categoría de análisis “postcosecha” se han realizado estudios orientados a incrementar la vida de florero de heliconias utilizando diferentes tratamientos. Un estudio se orientó a evaluar los efectos del recubrimiento de quitosano sobre la vida en florero de los tallos de las flores de *Heliconia bihai* (L.) L. Halloween almacenados en condiciones de laboratorio (Bañuelos-Hernández *et al.*, 2017). En otros estudios, *Heliconia psittacorum x spathocircinata* mostró la mejor respuesta con maquillaje de aceite mineral y con el uso de tratamiento en seco (posterior al corte, no se utilizó agua para su conservación en florero) (Linares-Gabriel *et al.*, 2019b). Una característica interesante en Heliconias es que no existen conexiones vasculares entre el pedúnculo floral y las hojas, lo que contribuye a una baja absorción de agua después de la cosecha (Carrera Alvarado *et al.*, 2019).

En otros estudios se ha evaluado el efecto del hidrogel Carbopol 940® mezclado con tres soluciones conservantes diferentes, sobre la vida en florero en *Heliconia psittacorum x H. spathocircinata* Aristeguieta var. Golden Torch Adrián. Los resultados mostraron una mayor pérdida de agua del tallo y una senescencia acelerada (33,5%). Sin embargo, las combinaciones no fueron efectivas para extender la vida en florero de las especies seleccionadas (Leyva-Ovalle *et al.*, 2011).

Carrera-Alvarado *et al.* (2021), evaluaron la efectividad de la cera y el ácido salicílico (1 mM) para reducir el daño por frío y aumentar la vida de florero en tallos de *Heliconia wagneriana* petersen almacenado a 13 °C. No encontraron efecto significativo para el uso de ácido salicílico (1 mM). Mencionan que el tejido de brácteas de los tallos encerados muestra menor actividad enzimática, reflejada en menor estrés oxidativo en comparación con el control. Estos autores recomiendan el uso de

recubrimientos de cera (Decco Vegetable Lustr®) para preservar la turgencia y vida útil de los tallos.

A diferencia de otras flores de corte, para las heliconias la temperatura recomendada para el transporte y almacenamiento es de alrededor de 10 °C, ya que son sensibles al daño por frío. En *H. wagneriana* se ha aplicado cera en las brácteas y el uso de ácido salicílico (SA a 1 mM) en solución conservante a temperatura ambiente y en cámara frigorífica (10 °C / 10 días). Los tallos control almacenados a temperatura ambiente tuvieron 9 d de vida en florero, mientras que los encerados 12 d; los tallos de control almacenados en refrigeración tuvieron 4.3 d adicionales de vida en florero y los encerados 6.2 días (Carrera Alvarado *et al.*, 2019).

Los problemas de producción y comercialización de esta especie se han centrado en el tamaño y peso de los tallos comerciales, en los requisitos de almacenamiento y en los desafíos encontrados por los productores, los cuales involucran aspectos de propagación, control de floración y mayor vida útil en el jarrón (Pizano, 2005). Lo anterior da pauta para la realización de futuros trabajos orientados a estos rubros con la finalidad de mejorar la calidad del producto.

COMERCIALIZACIÓN

Con base a los elementos codificados (N=10), los estudios para esta categoría fueron realizados en los estados de Tabasco, Chiapas y Veracruz. Se enfatiza la importancia de sistematizar el conocimiento global generado sobre heliconia debido a la importancia económica en la floricultura tropical y el mercado de flores cortadas (Linares-Gabriel *et al.*, 2020).

En México no existen datos oficiales sobre la producción y volumen de comercialización, solamente se conoce que los principales estados productores de heliconias son Veracruz y Chiapas (Donjuan *et al.*, 2013). Un dato interesante que se menciona es que en algunas regiones productoras de café en el sur de México los cafecultores han establecido una asociación de sus cultivos con especies ornamentales para mejorar sus ingresos como resultado de los bajos precios del café en la región (Aguirre-Cadena *et al.*, 2016). Es así que las especies de *Heliconia* que más se comercializan en México son *H. stricta*, *H. bihai*, *H. caribea*, *H. psittacorum* y *H. wagneriana*, entre otras (Carrera Alvarado *et al.*, 2019).

La floricultura en Tabasco, México, forma parte de un plan de diversificación para incrementar ingresos agrícolas con expectativas alentadoras.

Actualmente, solo se comercializa el 11% de la producción, lo que hace evidente la necesidad de desarrollar un mercado nacional e internacional. Además, se menciona que la infraestructura tecnológica para el riego, producción y postcosecha es insuficiente para desarrollar la actividad hacia un mercado de exportación (Saldaña *et al.*, 2013).

Por otro lado, en el estado de Chiapas, México, los productores de flores del Ejido Raymundo Enríquez identifican como principal problema la existencia de pocos canales de comercialización; asimismo, realizan una actividad productiva de manera empírica, no se observa control legal ni financiero y no hay evidencia de que se promueva una capacitación especializada. Con respecto a la denominación de origen, es necesario hacer el registro correspondiente para ubicar y reconocer la calidad de las flores exóticas en el Municipio de Tapachula. En este estudio se enfatiza la importancia de la capacitación para la mejora de los procesos de producción (Ristori, 2016).

En un estudio realizado en la ciudad de Acayucan, Veracruz, México, se caracterizó el mercado de heliconias (*Heliconia* L.), para identificar su potencial de comercialización en las florerías. Los resultados indicaron que el 100% encuestado conoce y vende heliconias, sobresaliendo en las preferencias de venta *Heliconia wagneriana* var. Rainbow (41.6%) en arreglo floral; el precio promedio de tallos florales que compran los floristas es de \$8 a \$10 MXN. El consumidor prefiere heliconias grandes (42.8%) y medianas (42.8%) y erectas. De acuerdo con los autores, la venta de heliconias registró un beneficio/costo de 1.4 a 1.8 (Linares-Gabriel *et al.*, 2017c) para los emprendedores de las florerías.

Para este tópico, es recomendable contar con las características deseables para la comercialización y que sean identificadas por los productores de heliconias, tales como longitud adecuada, tamaño, color, durabilidad y capacidad de envío, debido a que existe un atractivo segmento de mercado para el desarrollo de alternativas productivas regionales que garanticen la continuidad de poblaciones tradicionales en el campo, con efecto directo a la economía local (Arruda *et al.*, 2008).

Es evidente la ausencia de información oficial y la incipiente información científica sobre el cultivo y comercialización de heliconias, a pesar de que existe un mercado que demanda este tipo de flores y de que el cultivo es utilizado por los productores como una alternativa de producción para la obtención de ingresos, los cuales complementan a los obtenidos por sus cultivos principales.

LAS HELICONIAS EN LA FLORICULTURA TROPICAL

Los principales estados de México que han orientado las investigaciones con respecto a este cultivo en las tres categorías de análisis son Campeche, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Puebla. Con base en los documentos analizados se confirma que existe producción y comercialización de heliconias en estas regiones; aunque en datos oficiales solo exista información para el ave de paraíso y los anturios, en los estados de Michoacán, México y Guerrero (SIAP, 2019).

Por ejemplo, el cultivo de heliconias en el estado de Veracruz, México, es una actividad que se realiza en unidades de producción en superficies pequeñas de 0.56 ha por especie o grupo de especies (Murguía *et al.*, 2007) y en combinación con otros cultivos como el café (*Coffea arabica* L.) y otros follajes (*Chamaedorea* spp. Will, *Dracaena* spp. Vand. Ex L.) (Aguirre-Cadena *et al.*, 2016). En síntesis, las heliconias en estos estados presentan exigencias ecológicas muy definidas, áreas con temperaturas de 15 y 25 °C y abundantes precipitaciones, lo cual es característico de estados con clima tropical (Jerez, 2007).

La comercialización de heliconias es una actividad económica que aporta al desarrollo local de los estados ya mencionados; sin embargo, dadas las características de los productores y el contexto en el que se cultivan, es importante implementar programas orientados a la “floricultura tropical” en las tres categorías analizadas: producción, postcosecha y comercialización, dado que este tipo de floricultura es distinta a la convencional (la que se desarrolla en invernaderos).

Además, se debe potencializar el desarrollo de estas regiones y que los programas destinados a la floricultura logren permear tal y como están determinados en los Planes de Desarrollo Nacional, Estatal y Municipal (Terán *et al.*, 2017). Asimismo, es importante posicionar a las pequeñas regiones productoras de flores de corte como parte de la “floricultura mexicana” y no solo al sur del Estado de México por abarcar la mayor zona productora de flores de corte con el 63% de la producción florícola en México (Rosales-Salinas *et al.*, 2018).

Con base en lo anterior, México podría ocupar la primera posición en la exportación de flores a nivel mundial, debido a su posición geográfica con puertos comerciales ubicados en dos océanos, su cercanía con los Estados Unidos como uno de los principales mercados, y la firma de tratados comerciales que le permiten acceso a más de 40

mercados internacionales (Tejeda-Sartorius *et al.*, 2015). En ese sentido, México puede competir con el principal país productor de heliconias, Colombia, aun si la iniciativa de mercadeo de flores tropicales colombianas hacia mercados internacionales es altamente viable (Aranda *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

En México, las aportaciones científicas están orientadas en su mayoría a la categoría de producción, donde se identificaron tópicos relacionados a enmiendas al suelo para la producción de heliconias, el uso del agua con cultivos de heliconias, insectos benéficos y no benéficos, variabilidad genotípica de heliconias y métodos de propagación.

En cuanto a la categoría de comercialización, se recomienda explorar nuevos mercados orientados a la floricultura tropical. Para postcosecha, se resalta la vida de anaquel de esta flor, dado que su durabilidad es de hasta 30 días. También se identificaron 43 especies de heliconias utilizadas para investigación en las tres categorías de análisis.

Con base en los documentos analizados, el cultivo de heliconias en México tiene potencial productivo y comercial para los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca y Puebla. No obstante, se demanda atención en cuanto a la implementación de programas orientados a la floricultura tropical para extender la oferta de heliconias a nivel nacional e internacional.

Finalmente, se requiere realizar estudios relacionados a las características socioeconómicas de los productores, intermediarios y floristas, conocer los canales de comercialización, caracterizar genéticamente las heliconias orientadas a la comercialización de flor de corte comercial, además de diseñar estrategias orientadas al desarrollo local-regional de los principales estados productores de heliconias.

Acknowledgements

National Committee of Science and Technology (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Conacyt).

Funding. Postdoctoral Fellowship for Mexico, modality 1, academic postdoctoral stay, National Committee of Science and Technology (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Conacyt).

Conflict of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Compliance with ethical standards. Not applicable due to the nature of the study.

Author contribution statement (CRediT). A.

Linares-Gabriel: Conceptualization, Formal Analysis, Methodology, Software, Writing – original draft and Writing – review & editing. **N. Rodríguez-Orozco:** Conceptualization, Formal Analysis, Methodology and Writing – original draft. **M. A. Hernández-Chontal:** Conceptualization, Formal Analysis, Methodology, Software and Writing – review & editing.

REFERENCIAS

- Aguirre-Cadena, J., Cadena-Iñiguez, J., Ramírez-Valverde, B., Trejo-Téllez, B., Sánchez, J.J. and Morales-Flores, F., 2016. Crop diversification in coffee plantations as a development strategy. Amatlan case. *Acta Universitaria*, 26 pp. 30-38. <https://doi.org/10.15174/au.2016.833>.
- Albuquerque, A. W., Rocha, E. S., Da Costa, J. P. V., Farias, A. P. and Bastos, A. L., 2010. Produção de helicônia golden torch influenciada pela adubação mineral e orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(10), pp. 1052-1058. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010001000005>.
- Aranda, Y., Bello, J. and Montoya, I., 2007. Exploración del mercado de heliconias en el segmento de consumo intermedio en las ciudades de Arauca (Colombia) y Acarigua y Caracas (Venezuela). *Agronomía Colombiana*, 25, pp. 189-196. [online] Available at: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652007000100021&lang=pt>. [Acceso 22 marzo 2022].
- Arruda, R., Carvalho, V. T. d., Andrade, P. C. M. and Pinto, M. G., 2008. Hêliconias como alternativa econômica para comunidades amazônicas. *Acta Amazonica*, 38(4), pp. 611-616. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000400003>.
- Avendaño-Arrazate, C. H., Arrazate-Argueta, J. A., Ortiz-Curiel, S., Moreno-Pérez, E., Iracheta-Donjuan, L., Reyes-López, D., Grajales-Solís, M., Martínez-Bolaños, M. and Cortés-Cruz, M., 2017.

- Morphological characterization in wild species of *Heliconia* (*Heliconia* spp) in Mexico. *American Journal of Plant Sciences*, 8(06), pp. 1210. <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.86080>.
- Báez, C. G., Reyes, S. A. and Crescencio, P. Z., 2016. *Heliconia veracruzensis*, nueva especie de Veracruz, México. *Bouteloua*, 25, pp. 101-103. [online] Available at: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5703075>>. [Acceso 22 marzo 2022].
- Baltazar-Bernal, O. and Jaen-Contreras, D., 2020. Arbuscular mycorrhizal fungi and fertilization in *Heliconia psittacorum* LF x *H. spathocircinata* cv. Tropics. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 43, pp. 45-52. <https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.45>.
- Baltazar-Bernal, O. and Zavala-Ruiz, J., 2012. Cultivo de Maracas (*Zingiber* spp.) en la floricultura tropical. *Agroproductividad*, 5(3), pp. 20-28. [online] Available at: <<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/405>>. [Acceso marzo 2022].
- Bañuelos-Hernández, K., García-Nava, J., Leyva-Ovalle, O., Peña-Valdivia, C., Trejo, C. and Ybarra-Moncada, M., 2017. Chitosan coating effect on vase life of flowering stems of *Heliconia bihai* (L.) L. cv. Halloween. *Postharvest Biology and Technology*, 132, pp. 179-187. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.05.009>.
- Benítez-Domínguez, L., Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I. and Robledo-Paz, A., 2011. Anatomy, abscisic acid and nutrient content and germination of heliconia seeds. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34(3), pp. 189-196. [online] Available at: <<https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v34n3/v34n3a10.pdf>>. [Acceso marzo 2022].
- Benítez-Malvido, J., Martínez-Falcón, A. P., Dáttilo, W. and Del Val, E., 2014. Diversity and network structure of invertebrate communities associated to *Heliconia* species in natural and human disturbed tropical rain forests. *Global Ecology and Conservation*, 2, pp. 107-117. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2014.08.007>.
- Carrera-Alvarado, G., Arévalo-Galarza, M. d. L., Velasco-Velasco, J., de-la-Cruz-Guzmán, G. H., Salinas-Ruiz, J. and Baltazar-Bernal, O., 2021. Treatments to prolong the postharvest life of *Heliconia wagneriana* Petersen. *Ornamental Horticulture*, 27, pp. 476-484. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v27i4.2376>.
- Carrera Alvarado, G., Arévalo Galarza, M.L., Velasco Velasco, J., Baltazar Bernal, O. and Salinas Ruíz, J., 2019. Effect of waxing, cold storage and salicylic acid on the quality and vase life of *Heliconia wagneriana*. *Acta Horticulturae*, 1237, pp. 221-226. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1237.29>.
- Donjuan, I., L., Olivera de los Santos, A., Ortiz Curiel, S. and López Gómez, P., 2013. Propagación de heliconias. Chiapas, México INIFAP, CIRPAS, pp. 29.
- Del Rivero Bautista, N., Lugo-Cruz, E., Sánchez-Soto, S., Osorio-Osorio, R. and Romero-Nápoles, J., 2020. Insectos fitófagos asociados a cultivos de heliconias (*Heliconia* spp.) en Tabasco, México. *Agro Productividad*, 13(2), pp. 31-36. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1582>.
- Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I. and Vidal-Morales, B., 2012. *Heliconia psittacorum* responds to variations of nitrate/ammonium ratios under hydroponic conditions. *Acta Horticulturae*, 947, pp. 261-268. <http://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.947.33>.
- Góngora-Chin, R. E., Flores-Guido, S., Ruenes-Morales, M. d. R., Aguilar-Cordero, W. d. J. and García-López, J.E., 2016. Uso tradicional de la flora y fauna en los huertos familiares mayas en el municipio de Campeche, Campeche, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(9), pp. 379-389. [online] Available at: <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282016000300379>. [Acceso 22 marzo 2022].

- Gutiérrez Báez, C., 1996. Heliconiaceae de México (los platanillos). [online] Available at: <<https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/5464>>. [Acceso 22 marzo 2022].
- Hernández-Meneses, E., López-Peralta, M. and Estrada-Luna, A., 2018. Micropropagación de tres especies de heliconia de interés comercial en México vía organogénesis directa. *Revista Bio Ciencias*, 5, pp. 18. <https://doi.org/10.15741/revbio.05.e487>.
- Jerez, E., 2007. El cultivo de las Heliconias. *Cultivos Tropicales*, 28, pp. 29-35. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193215858005>.
- Kamel, H. A., Sallam, S. H., El-Din, M. E. and Omran, S., 1975. Studies on germination and growth of irradiated *Strelitzia reginae* seeds. *International Journal of Agricultural Research and Reviews*, 53, pp. 113-117.
- Landero-Torres, I., Galindo-Tovar, M. E., Leyva-Ovalle, O. R., Murguía-González, J., Lee-Espinosa, H. E. and García-Martínez, M. Á., 2015. Hormigas asociadas a dos cultivos de heliconias ornamentales en Ixtaczoquitlán, Veracruz, México. *Entomología Mexicana*, 2, pp. 106-111.
- Landero-Torres, I., García-Martínez, M. Á., Galindo-Tovar, M. E., Leiva-Ovalle, O. R., Lee-Espinosa, H. E., Murguía-González, J. and Negrín-Ruiz, J., 2014a. An ornamental Heliconia crop as a reservoir of the native Myrmecofauna: A case of tropical horticulture in central Veracruz, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 39, pp. 135-146. <https://doi.org/10.3958/059.039.0113>
- Landero-Torres, I., Madrid-Ñeco, I., Valenzuela-González, J. E., Galindo-Tovar, M. E., Leyva-Ovalle, O. R., Murguía-González, J., Lee-Espinosa, H. E. and García-Martínez, M. Á., 2014b. Myrmecofauna from three ornamental agroecosystems with different management and a forest remnant in Ixtaczoquitlán, Veracruz, Mexico. *Southwestern Entomologist*, 39(4), pp. 783-796. <https://doi.org/10.3958/059.039.0409>.
- Leite, K., Costa, A., Pinheiro, P., Gomes, R. and Loges, V., 2015. Postharvest of cut flower *Heliconia stricta* 'Bucky' stored under different conditions. *Acta horticulturae*, 1060, pp. 235-241. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1060.35>.
- Lemos, W. d. P., Ribeiro, R. C., Lhano, M. G., Da Silva, J. P. S. and Zanuncio, J. C., 2010. Cornops frenatum frenatum (Marschall)(Orthoptera: Acrididae, Leptysminae) in crops of tropical flowers of Heliconia spp. in the State of Pará, Brazil. *Entomotropica*, 25, pp. 43-47. [online] Available at: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1014668/1/PaperWalky26.pdf>>. [Acceso 22 marzo 2022].
- Leyva-Ovalle, O. R., Rodríguez-Goya, A. Y., Herrera-Corredor, J. A., Galindo-Tovar, M. E. and Murguía-González, J., 2011. Polímero hidrofílico combinado con soluciones preservadoras en la vida de florero de tallos florales de rosa y heliconia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(3), pp. 551-559. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/1372>
- Linares-Gabriel, A., Gallardo-López, F., Villarreal, M., Landeros-Sánchez, C. and López-Romero, G., 2020. Global vision of heliconias research as a cut flowers: a review. *Ornamental Horticulture*, 26(4), pp. 633-646. <https://doi.org/10.1590/2447-536X.v26i3.2172>.
- Linares-Gabriel, A., Guerrero-Peña, A., Hernández-Chontal, M. A., Dios-León, G. E. and Rodríguez-Orozco, N., 2019a. Growth and nutrients content of heliconia under mineral fertilization. *Ornamental Horticulture*, 25, pp. 307-313. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/2447-536x.v25i3.2058>.
- Linares-Gabriel, A., López-Collado, C. J., Hernández-Chontal, M. A., Velasco-Velasco, J. and López-Romero, G., 2018. Application of soil amendments and their effect in the growth of heliconia. *Ornamental Horticulture*, 24(3), pp. 248-254. <https://doi.org/10.14295/oh.v24i3.1252>.

- Linares-Gabriel, A., López-Collado, C. J., Tinoco-Alfaro, C. A., Velasco-Velasco, J. and López-Romero, G., 2017a. Application of biol, inorganic fertilizer and superabsorbent polymers in the growth of heliconia (*Heliconia psittacorum* cv. Tropica). *Revista Chapingo Serie horticultura*, 23, pp. 35-48. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.02.004>.
- Linares-Gabriel, A., Rodríguez-Orozco, N. and Hernández-Chontal, M. A., 2019b. Effect of hydration in vase life of two *Heliconia* cultivars. *Ornamental Horticulture*, 25, pp. 74-79. <http://dx.doi.org/10.14295/oh.v25i1.1987>.
- Linares-Gabriel, A., Velasco-Velasco, J., Rodríguez-Orozco, N., Tinoco-Alfaro, C. A., Hernández-Chontal, M. A. and López-Collado, C., 2017b. Comercialización de heliconias (*Heliconia* L.) en Acayucan, Veracruz, México. *Agroproductividad*, 10(3), pp. 56-61. [online] Available at: <<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/970>>. [Acceso 22 marzo 2022].
- Lugo-Cruz, E., 2015. Especies de insectos que ocasionan daños en plantas ornamentales cultivadas de los géneros *Heliconia* y *Alpinia* en Tabasco, México. *Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Agroalimentaria en el Trópico, Colegio de Postgraduados, Colpos digital*, pp. 65. [online] Available at: <<http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/2677>>. [Acceso 22 de marzo 2022].
- Mejía-Marín, M. I., Espejo-Serna, A., López-Ferrari, A. R. and Fonseca-Juárez, R. M., 2016. Las monocotiledóneas del municipio de San Juan Colorado, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87, pp. 187-199. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.007>.
- Méndez-Mendoza, A. S., Bello-Mendoza, R., Herrera-López, D., Mejía-González, G. and Calixto-Romo, A., 2015. Performance of constructed wetlands with ornamental plants in the treatment of domestic wastewater under the tropical climate of South Mexico. *Water Practice and Technology*, 10, pp. 110-123. <https://doi.org/10.2166/wpt.2015.013>.
- Murguía, G., Lee, E. and Landero, T. 2007., La horticultura ornamental en el estado de Veracruz, México. *Actas de Horticultura. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas*, 48, pp. 485-488.
- Nvivo, 2011. NVIVO 12 Plus for Windows. QSR International.
- Ortiz-Curiel, S., Avendaño-Arrazate, C., Grajales-Solís, M., Canul-Ku, J., Cortés-Cruz, M. and Iracheta-Donjuan, L., 2015. *Heliconia* L.: género subutilizado en México. *Agroproductividad*, 8(4), pp. 51-59. [online] Available at: <<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/673>>. [Acceso 22 de marzo 2022].
- Ortiz-Curiel, S., Carrillo-Castañeda, G., Corona-Torres, T., Cortés-Cruz, M. and Muratalla-Lua, A., 2018. Determinación del cariotipo en heliconias nativas de México. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 41(3), pp. 221-226. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.3.221-226>.
- Ortiz-Curiel, S., López-Guillén, G., Avendaño-Arrazate, C. H. and Martínez-Bolaños, M., 2020. Pollen morphology of *Heliconia* spp. (Heliconiaceae) from Mexico and its interspecific and intraspecific relationship. *Revista de Biología Tropical*, 68(3), pp. 933-946. <http://doi.org/10.15517/RBT.V68I3.40893>.
- Pereira, F. R. A., Moraes, R. M., Martins, L. S. S., Montarroyos, A. V. V. and Loges, V., 2016. Genetic diversity and morphological characterization of half-sib families of *Heliconia bihai* L., *H. chartacea* Lane ex Barreiros, and *H. wagneriana* Peterson. *Genetics and Molecular Research*, 15(2), pp. 9. <https://doi.org/10.4238/gmr.15028003>.
- Pizano, M., 2005. International market trends - tropical flowers. *Acta horticulturae*, 683, pp. 79-86. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.683.6>.

- Ramírez, H. J. J. and Avitia, R. J. A., 2018. Corredor florícola del estado de México: la percepción de la población del cambio climático. In: *Nuevos escenarios mundiales, repercusiones en México y potencialidades regionales*. Ed. 2018. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C. Coeditores, México, pp. 1-21. [online] Available at: <<http://ru.iiec.unam.mx/3785/>>. [Acceso 22 de marzo 2022].
- Ristori, D. 2016. Factores Mercadológicos de la Producción y Venta de Flores Exóticas en el Ejido Raymundo Enríquez en Tapachula, Chiapas. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 38(1345), pp. 343-354.
- Rosales Salinas, I. G., Avitia Rodríguez, J. A. and Ramírez Hernández, J. J., 2018. Externalidades sociales de la floricultura en el sur del estado de México: efectos de los agroquímicos en la salud. In: *Impacto socio-ambiental, territorios sostenibles y desarrollo regional desde el turismo*. Ed. 2018. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C. Coeditores, México, pp. 224-236.
- Saldaña, M. I., Álvarez, R. G., Pat, J. M., Solís, J. D. Á., Pérez, J. and Ortiz, C., 2013. The socioeconomic and technical status of cut flower producers in Tabasco, Mexico. *Ciencia e Investigación Agraria: Revista Latinoamericana de Ciencias de la Agricultura*, 40, pp. 5-15. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202013000100001>
- Sánchez, S. S., 2016. Incidencia de adultos y daños de *Cephaloleia sallei* Baly (Coleoptera : Chrysomelidae) en cultivo de heliconia en tabasco, México. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 17, pp. 8-12.
- Santiago, M. A. L., 2019. La valoración de los servicios ecosistémicos desde la cosmovisión indígena totonaca. *Madera y Bosques*, 25(3), pp. 1-15. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2531752>
- Santos, B. A. and Benítez-Malvido, J., 2012. Insect herbivory and leaf disease in natural and human disturbed habitats: lessons from early-successional *Heliconia* herbs. *Biotropica*, 44, pp. 53-62. [online] Available at: <<https://www.jstor.org/stable/41419538>>. [Acceso 22 de marzo 2022].
- Santos, B. A., Lombera, R. and Benítez-Malvido, J., 2009. New records of *Heliconia* (Heliconiaceae) for the region of Chajul, Southern Mexico, and their potential use in biodiversity-friendly cropping systems. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 80(3), pp. 857-860.
- SIAP. 2019. *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola* [online]. Available at: <<https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/2021>>.
- Sosa-Rodríguez, F., Ortiz, R., Hernández, R., Armas, P. and Guillen, D., 2009. Propagación *in vitro* de *Heliconia standley* Macbride en cuba. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15, pp. 17-23.
- Tejeda-Sartorius, O. and Arévalo-Galarza, M., 2012. La floricultura, una opción económica rentable para el minifundio mexicano. *Agroproductividad*, 5(3), pp. 11-20.
- Tejeda-Sartorius, O., Ríos-Barreto, Y., Trejo-Téllez, L. I. and Vaquera-Huerta, H., 2015. Caracterización de la producción y comercialización de flor de corte en Texcoco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), pp. 1105-1118.
- Terán Varela, O.E., Saldívar Esteba, S., Espinosa Ayala, E. and Rocha González, Y. I., 2017. Política pública como herramienta de desarrollo para la floricultura del municipio de Tepetlaxpa Estado de México. *Revista Global de Negocios*, 5(2), pp. 89-102. [online] Available at: <<https://ssrn.com/abstract=2913870>>. [Acceso 22 de marzo 2022].
- Uc-Ku, A. G., Arreola-Enríquez, J., Carrillo-Avila, E., Osnaya-González, M., Alarcón, A., Ferrera-Cerrato, R. and Landeros-Sánchez, C., 2019. Inoculación de hongos micorrízicos arbusculares en el cultivo de *Heliconia stricta*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(5), pp. 1057-1069. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i5.1608>

Velasco, P. J. I., 2007. *Heliconias para Flor Cortada: una especie nueva en el catálogo de la floricultura Mexicana* [online]: 2000 AGRO, Revista industrial

del campo. Available at:
<http://www.2000agro.com.mx/agroindustria/heliconias-para-flor-cortada-una-especie-nueva-en-el-catalogo-de-la-floricultura-mexicana/2022>].