



Malformaciones en las flores de *Capsicum chinense* por el aumento de la temperatura

MAURICIO CASTILLO¹, LAURA YÁÑEZ-ESPINOSA², RUBÉN ANDUEZA-NOH³ Y RENÉ GARRUÑA^{3*}

¹Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Conkal. Av. Tecnológico s/n, 97345, Conkal, Yucatán, México.

²Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Calle Altair No. 200, Colonia del Llano, 78377, San Luis Potosí, SLP., México.

³SECIHTI-Instituto Tecnológico de Conkal. Av. Tecnológico s/n, 97345, Conkal, Yucatán, México.

*rene.garruna@itconkal.edu.mx

Resumen: Las temperaturas altas ocasionan daños en el sistema reproductivo de las plantas por la sensibilidad que tienen las flores cuando se desarrollan en ambientes calurosos. Algunas de las especies del género *Capsicum* son representativas de México por su importancia agrícola, gastronómica y social; sus frutos pungentes se utilizan en gran variedad de platillos. Sin embargo, sus flores son vulnerables a ambientes con temperaturas que superan su óptimo térmico. En este trabajo se presentan algunos de los efectos que la temperatura alta ocasiona en la morfología de inflorescencias y flores de chile habanero (*Capsicum chinense*).

Palabras clave: Cambio climático, chile habanero, hortalizas, inflorescencia, sistema reproductivo.



Gobierno de
México

Ciencia y Tecnología

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación





El aumento en la concentración atmosférica de CO₂ está propiciando un incremento considerable en la temperatura del planeta. Se estima que la temperatura media global aumentará entre 2.6 y 4.8 °C hacia finales de este siglo, pero en las zonas tropicales el incremento podría alcanzar los 7 °C (Marcano & Castillo 2023). Algunos estudios mencionan que especies de interés agroalimentario como el tomate (Oliva-Ruiz *et al.* 2023) y los pimientos (Pereyda-González *et al.* 2022) modificarán su floración y sufrirán alteraciones fisiológicas que afectarán su rendimiento.

El chile habanero y su adaptación a la península de Yucatán: El chile habanero de la península de Yucatán es un pimiento picoso de la especie *Capsicum chinense* Jacq., considerada como una de las hortalizas con el fruto más pungente del mundo (Meneses-Lazo & Garruña 2020). Se cree que el género *Capsicum* L. se originó en Bolivia subcentral con radiación y especiación hacia los Andes y la Amazonia (Long-Solís 1998). La especie *C. chinense* tuvo una exitosa adaptación a las condiciones de la península de Yucatán donde las variedades locales potenciaron su grado de picor (pungencia), característica de mayor interés comercial en la especie (Meneses-Lazo & Garruña 2020). Sin embargo, las proyecciones sobre el incremento de temperatura en las regiones tropicales son alarmantes y en algunos estudios donde se incrementó la temperatura del aire simulando futuros escenarios de cambio climático sobre esta especie demostraron que la exposición constante a temperaturas altas modificó los ritmos fenológicos y causó efectos irreversibles durante la reproducción de *C. chinense* afectando el desarrollo de la flor (Pereyda-González *et al.* 2022).

Estudios sobre *C. chinense* en escenarios de cambio climático: Desde el año 2019 en el Instituto Tecnológico de Conkal se ha estudiado la respuesta de *C. chinense* en atmósferas con temperatura alta y CO₂ elevado. Durante estos años se han realizado investigaciones donde se han observado los efectos benéficos que el CO₂ elevado tiene sobre esta especie. Sin embargo, la temperatura alta ocasiona efectos negativos que el aumento de CO₂ no puede contrarrestar. Esto indica que el incremento en la temperatura del aire es un factor abiótico que traerá consecuencias en la producción de chile habanero. Generalmente, este tipo de experimentos se realizan en cámaras de crecimiento, donde se pueden controlar la temperatura, la humedad relativa y la concentración atmosférica de CO₂.

Deformación en las inflorescencias y flores por temperatura alta: Las plantas de *Capsicum chinense* crecen en un eje principal, sobre el cual se desarrollan dos ramas laterales, que a su vez se dividen en otras dos ramas, este ciclo puede repetirse varias veces según sea el crecimiento y el desarrollo de la planta. Entre rama y rama se forman las axilas, en cada una de ellas se puede desarrollar un racimo de hasta cinco flores. Se ha observado que las plantas de *C. chinense* que se cultivan a una temperatura de 30 °C distribuyen sus flores desde el eje principal hacia las ramas más alejadas del centro (Figura 1A). Sin embargo, cuando las plantas se cultivan en temperaturas altas (40 °C) las flores sólo se desarrollan en las axilas más cercanas al eje principal (Figura 1B), esta distribución de las inflorescencias protege las flores del calor, porque en fotografías térmicas se observó que las hojas más cercanas al eje principal tienen la temperatura más baja.



Figura 1. Distribución de las flores en el dosel y morfología de las inflorescencias de *C. chinense*. **A, C.** Cultivadas a 30 °C. **B, D.** Cultivadas a 40 °C. (Fotografías: Mauricio Castillo).

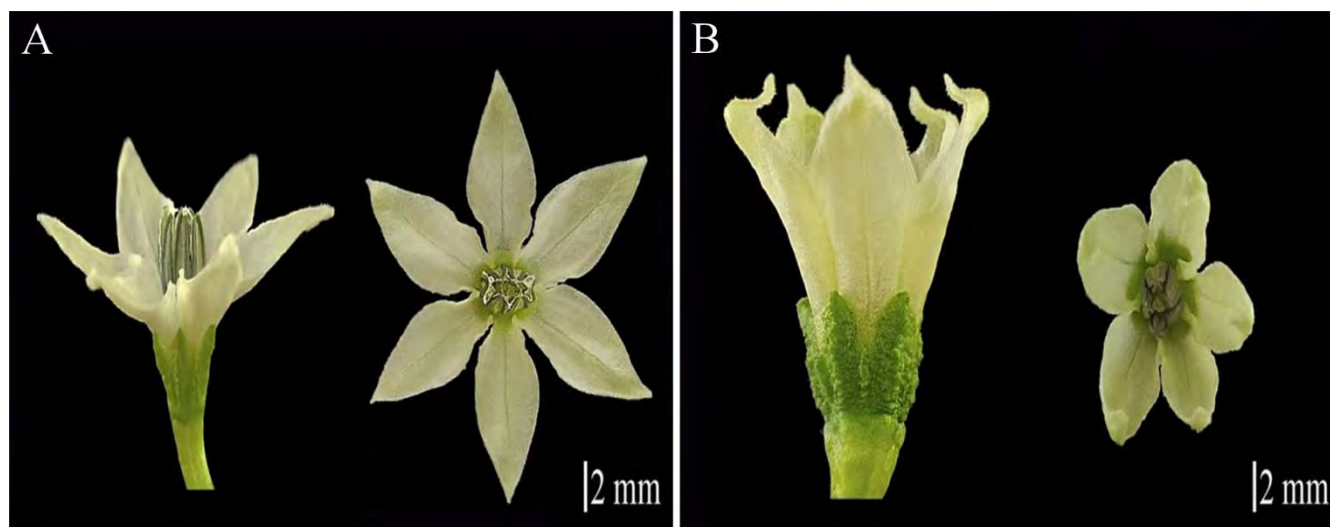


Figura 2. Apertura de flores de *C. chinense*. **A.** Cultivadas a 30 °C. **B.** Cultivadas a 40 °C. (Fotografías: Mauricio Castillo).

Entonces, el incremento de la temperatura modifica la morfología de las plantas de *C. chinense* y afecta el metabolismo de la planta, reduciendo la fotosíntesis (Jarma-Orozco *et al.* 2012), esto impacta en el crecimiento y el desarrollo de las flores porque estos órganos requieren grandes cantidades de azúcares originados en ese proceso metabólico (Erickson & Markhart 2002). Las temperaturas altas también ocasionan malformaciones en las inflorescencias de las solanáceas, debido a una reducción en la expresión de una familia de genes llamados MADS-box, los cuales controlan la formación de patrones en los órganos florales (Müller *et al.* 2016).

Las inflorescencias de *C. chinense* (Figura 1C) pueden presentar malformaciones cuando las plantas son cultivadas en temperaturas altas (40 °C), aparecen pedúnculos alargados y racimos de siete a veinte flores (Figura 1D). A diferencia de las flores cultivadas a 30 °C (Figura 2A) las flores en temperatura alta (40 °C) adoptan una forma acampanada porque no abren por completo sus pétalos (Figura 2B). A

pesar de que esta especie se puede auto fecundar es probable que esta modificación afecte, porque la forma acampanada de la flor limita el contacto de las anteras con el aire y los polinizadores, lo que podría afectar la libración y dispersión de los granos de polen.

Otras malformaciones ocasionadas por el incremento de la temperatura son las flores aberrantes formadas por dos pistilos, con inserción por flor de 10 a 14 estambres, de 10 a 12 sépalos y de 10 a 12 pétalos (Figura 3A). También aparecen flores con sépalos y pétalos atrofiados, con el pistilo y las anteras expuestas (Figura 3B), algunas flores cuando culminan en fruto presentan la inserción de botones y flores en el mismo pedicelo (Figura 3C). Estas anomalías ocurren porque la temperatura alta acelera el desarrollo de los sépalos, pétalos, estambres y pistilo, afectando la apertura de la flor y las posibilidades de ser fecundadas (García & Javier 2022).

Cuando la temperatura aumenta (40 °C) los granos de polen (Figura 4A) disminuyen hasta 70% (Figura 4B) y su viabilidad se reduce hasta



Figura 3. Malformaciones en flores de *C. chinense* por efecto de la temperatura alta (40 °C). **A.** Flor bicéfala. **B.** Flor con sépalos y pétalos atrofiados. **C.** Fruto con botones y flores insertos en la misma inflorescencia. (Fotografías: Mauricio Castillo).

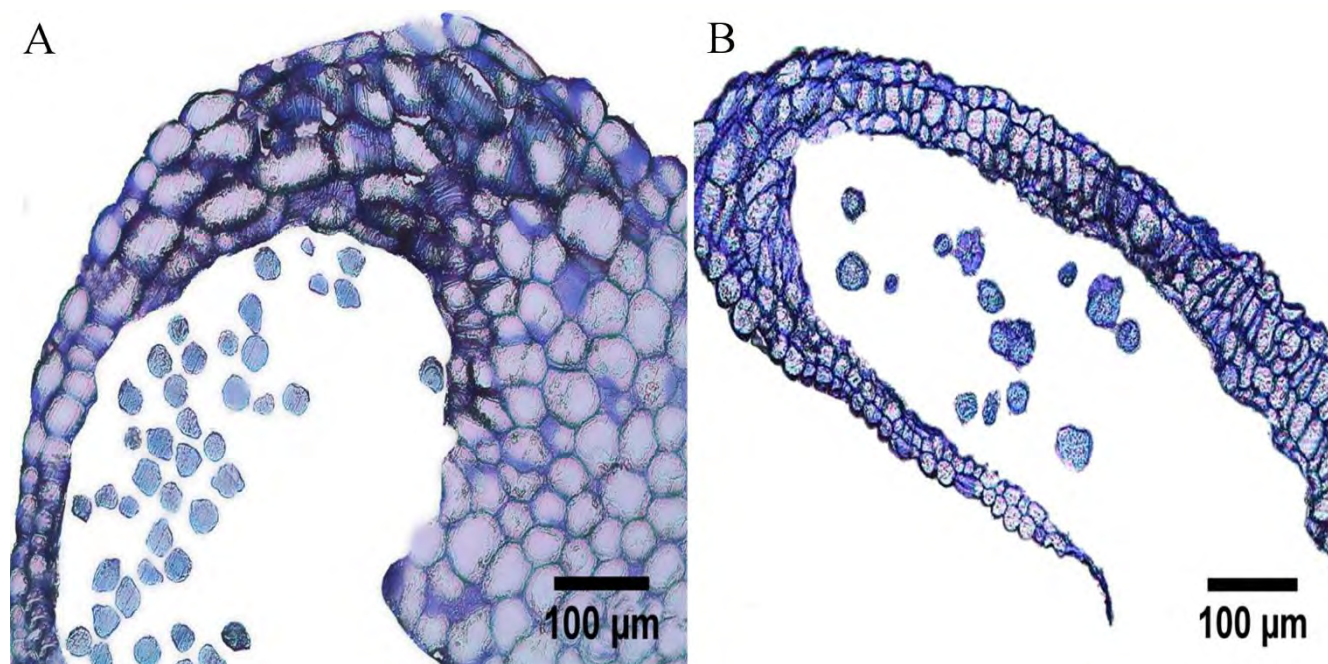


Figura 4. Granos de polen en anteras de flores de *C. chinense*, cortes transversales realizados en anteras maduras. **A.** Cultivadas a 30 °C. **B.** Cultivadas a 40 °C. (Fotografías: Mauricio Castillo).

92%. La exposición a la temperatura alta origina desarrollo prematuro de las anteras (Ud *et al.* 2015) y afecta la liberación y la dispersión de los granos de polen (Florido & Álvarez 2015). También hay una reducción en la fotosíntesis (Garraña-Hernández *et al.* 2014) que es la fuente de azúcares en la planta y de acuerdo con Bennici *et al.* (2019) durante la formación del gameto masculino se necesita glucosa, sacarosa y fructuosa, pues una deficiencia en estos carbohidratos puede ocasionar la esterilidad del polen (Erickson & Markhart 2002).

Conclusiones: La temperatura alta afecta considerablemente las flores de *C. chinense* propiciando malformación en las inflorescencias, modificando el desarrollo y el tamaño de los órganos de la flor, induciendo deformaciones en los sépalos, pétalos y anteras, así como una disminución en el número y la viabilidad de los granos de polen.

Referencias

- Bennici S., Distefano G., Casas G., Guardo M., Lana, G., Pacini E., Malfa S., & Gentile A. 2019. Temperature stress interferes with male reproductive system development in clementine (*Citrus clementina* Hort. ex. Tan.). *Annals of Applied Biology* 175: 29-41. <https://doi.org/10.1111/aab.12508>
- Erickson A. & Markhart A. 2002. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. *Plant, Cell and Environment* 25:123-150. <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00807.x>
- Florido M. & Álvarez M. 2015. Some aspect related to heat tolerance in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos tropicales* 36: 77-95.
- García R. & Javier F. 2022. Efectos del cambio climático en frutales de hueso. Unidad de



Ciencia Vegetal, Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Universidad de Zaragoza (CITA). España. pp. 64-68.

Garruña-Hernández R., Orellana R., Larque-Saavedra A., & Canto A. 2014. Understanding the physiological responses of a tropical crop (*Capsicum chinense* Jacq.) at high temperature. *PLoS one* 9(11): e111402.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111402>

Jarma-Orozco A., Cardona-Ayala C., & Araméndiz-Tatis H. 2012. Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* 15(1): 63-76.
<https://doi.org/10.31910/rudca.v15.n1.2012.803>

Long-Solís J. 1998. *Capsicum y cultura: La historia del chilli*. Fondo de cultura económica, Ciudad de México, México. 203 pp.

Marcano V. & Castillo L. 2023. Riesgos de desaparición de líquenes por desplazamiento del hábitat en un escenario de calentamiento global en el suroeste de los Andes venezolanos. *Collectanea Botanica* 42: e003.
<https://doi.org/10.3989/collectbot.2023.v42.003>

Meneses-Lazo R. & Garruña R. 2020. El cultivo de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) como modelo de estudio en México. *Tropical and subtropical agroecosystems* 23: 1-17.

Müller F., Xu J., Kristensen L., Wolters-Arts M., de Groot P.F., Jansma S. Y., Mariani C., Park S., & Rieu I. 2016. High-temperature-induced defects in tomato (*Solanum lycopersicum*) anther and pollen development are associated with reduced expression of B-class floral patterning genes. *PLoS One* 11(12): e0167614.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167614>

Oliva-Ruiz M., Pacheco N., Cuevas-Bernardino J.C., Tezara W., De-la-Peña C., Andueza-Noh R.H., Pierre J.F., & Garruña R. 2023. Growth, Phenotypic Plasticity and Fruit Quality in Tomato: A Study under High Temperature and Elevated CO₂. *Horticulturae* 9: 1266.

<https://doi.org/10.3390/horticulturae9121266>

Pereyda-González J.M., De-la-Peña C., Tezara W., Zamora-Bustillos R., Andueza-Noh R.H., Noh-Kú J.G., Carrera-Martín M., & Garruña R. 2022. High temperature and elevated CO₂ modify phenology and growth in pepper plants. *Agronomy* 12: 1836.

<https://doi.org/10.3390/agronomy12081836>

Ud J., Khan S., Khan A., Qayyum A., Sarfraz K., & Jenks M. 2015. Evaluation of potential morpho-physiological and biochemical indicators in selecting heat-tolerant tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) genotypes. *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 56: 769-776.

<https://doi.org/10.1007/s13580-015-0098-x>

Desde el Herbario CICY, 17: 146-152 (26-junio-2025), es una publicación semanal editada por el Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., con oficinas en Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Tel. 52 (999) 942-8330 Ext. 110, www.cicy.mx/Sitios/Desde_Herbario/, webmas@cicy.mx. Editores responsables: Germán Carnevali, Patricia Rivera Pérez y José Luis Tapia Muñoz. Reserva de Derechos al Título Exclusivo No. 04-2016-041413195700-203, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISSN: 2395-8790. Responsable de la publicación: José Fernely Aguilar Cruz, Calle 43 x 32 y 34 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo, C.P. 97205, Mérida, Yucatán, México. Fecha de última modificación: 26 de junio de 2025. Las opiniones expuestas por los autores no necesariamente expresan la postura del editor de la publicación. De la misma manera, la responsabilidad sobre la veracidad y la precisión de los contenidos, le corresponde totalmente a los autores de los ensayos.