

EL CHILE HABANERO: SU ORIGEN y USOS

Nancy Ruiz-Lau, Fátima Medina Lara y Manuel Martínez Estévez

Yucután se conoce a nivel mundial por sus ciudades mayas, como Chichen Itzá y Uxmal; por su cultura y tradición culinaria, por la calidez de su pueblo y por sus altas temperaturas. La sopa de lima, el escabeche oriental, los *panuchos* y *salbutes*, entre otros muchos platillos, nunca faltan en la mesa del yucateco, siempre acompañados de salsas picantes y condimentos, muchos de los cuales son productos agrícolas de la región.

Las especies hortícolas de mayor importancia que se cultivan en el estado de Yucatán se agrupan taxonómicamente en dos familias botánicas: *Solanáceas* y *Cucurbitáceas*. Dentro de la familia de las solanáceas se encuentran, como principales cultivos, el tomate y el chile. Este último pertenece al género *Capsicum*. Este género presenta características que lo distinguen, como las diferencias marcadas que sus frutos pueden presentar en forma, tamaño y color, así como en los niveles de picor de cada una de sus especies.

Existen cinco especies domesticadas dentro de este género: *Capsicum annuum* L., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L., *C. pubescens* R. y P., y *C. chinense* Jacq.; esta última es la de mayor importancia en la región.

Origen y llegada de *Capsicum chinense* a la Península de Yucatán

Diversos estudios han definido como centro de origen del género *Capsicum* a una gran área ubicada entre el sur de Brasil y el este de Bolivia, el oeste de Paraguay y el norte de Argentina. En esta región se observa la mayor distribución de especies silvestres

en el mundo. Soria y colaboradores (2002) citan que Laborde indicó desde 1982 que probablemente el *C. chinense* era originario de América del Sur, de donde fue introducido a Cuba, aunque en la isla no se siembra ni se consume. De ahí se cree que fue traído a la Península de Yucatán. Esta hipótesis se refuerza al comprobar que *C. chinense* Jacq. es el único chile que no tiene nombre maya, a diferencia de otros.

En Yucatán el chile *C. chinense* es comúnmente llamado “habanero”. Este chile se encuentra distribuido en toda la península, donde se observan diferentes formas, colores y tamaños del fruto. Como cultivo, tiene gran importancia económica para los productores de hortalizas en el estado de Yucatán: ocupa el segundo lugar, después del cultivo del tomate, en cuanto a superficie cultivada. La mayor superficie de cultivo se encuentra en la parte norte del estado, y contribuye con más de 90 por ciento del volumen de la producción estatal, la cual se comercializa y se consume en fresco, principalmente.

Cultivo del chile habanero en la Península de Yucatán

El conocimiento de los requerimientos agroclimáticos para cultivar el chile habanero permitirá ubicarlo en los sitios más adecuados para su desarrollo y productividad en la región.

Los factores climáticos que limitan la adaptación, desarrollo y producción del chile habanero en Yucatán son la precipitación y la temperatura, aunque la primera es la más determinante, ya que varía tanto en las



EL HABANERO VISTO POR UN BOTÁNICO

La clasificación de los chiles permite establecer fácilmente hasta el nivel de género, pero debido a su gran diversidad en cuanto a flores y frutos, la diferenciación a nivel de especie y variedad es muy complicada.

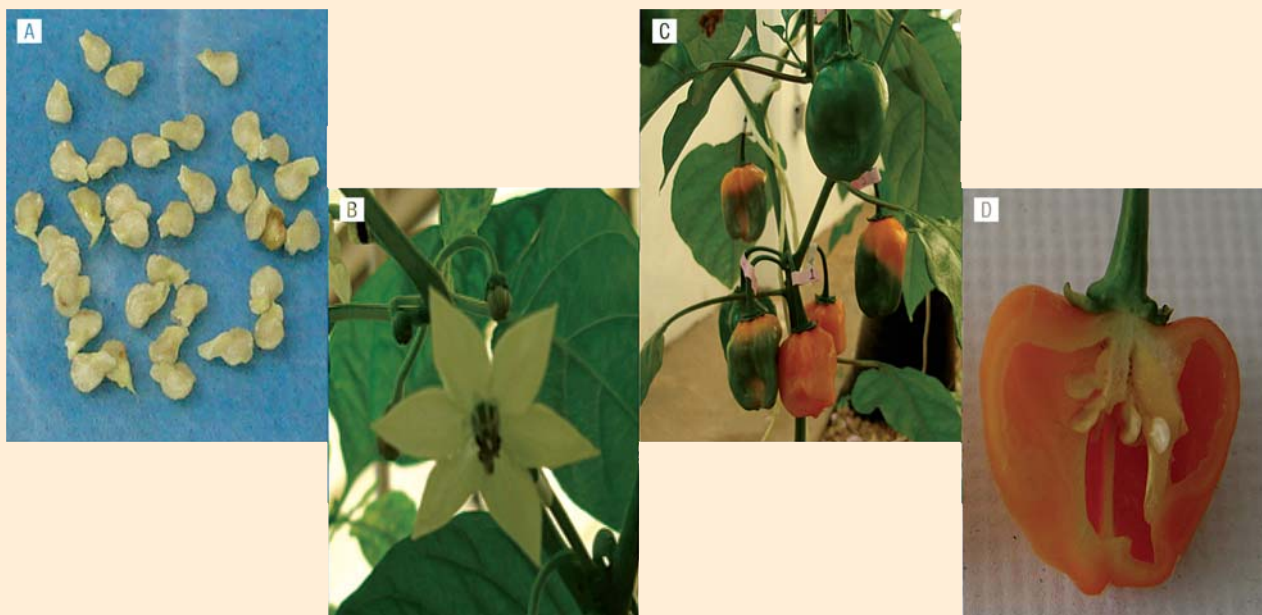
El chile habanero se clasifica como de clase Angiosperma, subclase Dicotiledóneas, superorden Simpétalas, orden Tubifloral, familia Solanácea, género *Capsicum* y especie *C. chinense* Jacq.

Es una planta de ciclo anual, que puede alcanzar hasta 12 meses de vida, dependiendo del manejo agronómico. Su altura es variable: puede oscilar de 75 y 120 centímetros en condiciones de invernadero. Su tallo es grueso, erecto y robusto; con un crecimiento semideterminado. Las hojas son simples, lisas, alternas y de forma lanceolada, de tamaño variable, lo mismo que su color, el cual puede presentar diferentes tonos de verde, dependiendo de la variedad. Tiene una raíz principal de tipo pivotante, que profundiza de 0.40 a 1.20 metros, con un sistema radicular bien desarrollado, cuyo tamaño depende de la edad de la planta, las características del suelo y las

prácticas de manejo que se le proporcionen; puede alcanzar longitudes mayores a los 2 metros.

La floración inicia cuando la planta empieza a ramificarse. Las flores se presentan solitarias o en grupos de dos o más en cada una de las axilas, y son blancas. Su tamaño varía entre 1.5 y 2.5 centímetros de diámetro de la corola (Figura B). El número de sépalos y pétalos es variable, de cinco a siete, aun dentro de la misma especie, lo mismo que la longitud del pedúnculo floral.

El fruto es una baya poco carnosa y hueca; tiene entre tres y cuatro lóbulos, las semillas se alojan en las placentas y son lisas y pequeñas, con testa de color café claro a oscuro, y su periodo de germinación varía entre ocho y quince días (Figura A). Las plantas presentan en promedio hasta seis frutos por axila; éstos son de un tamaño entre 2 y 6 centímetros. El color es verde cuando son tiernos, y cuando están maduros pueden ser anaranjados, amarillos, rojos o cafés y su sabor siempre es picante, aunque el grado de picor depende del cultivar (Figuras C y D).



Morfología de *Capsicum chinense*, donde se aprecian las semillas (A), una flor (B), los frutos (C) y un corte longitudinal del fruto (D). Fotografía: Nancy Ruiz-Lau.

distintas regiones del estado como a lo largo del año. Pero también puede ser la más fácil de resolver, aplicando técnicas de riego.

En la entidad existen zonas menos húmedas, donde dominan los climas cálidos subhúmedos con diferentes gamas de precipitación pluvial. La humedad se desplaza de la parte norte, menos húmeda, hasta la porción oriental, con mayor humedad, de manera que la parte norte presenta menos lluvias durante el año y una larga temporada seca.

El chile habanero, para su cultivo, demanda una cantidad de agua relativamente alta (550 a 700 milímetros por ciclo), sobre todo durante las etapas de floración, fructificación y llenado de fruto. Se desarrolla mejor en regiones con temperatura promedio superior a 24 grados centígrados, poca variación entre las temperaturas diurnas y nocturnas, y humedad aprovechable del suelo entre 80 y 90 por ciento. No tolera temperaturas menores a 15 grados centígrados, las cuales se pueden presentar ocasionalmente, durante pocas horas, en los meses de enero y febrero.

Importancia y usos del chile habanero

La importancia económica del chile se basa principalmente en la utilización de sus frutos. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el chile es a nivel mundial el quinto producto hortícola, por superficie cultivada. El interés por este cultivo no se centra únicamente en su importancia económica y consumo humano; también se ha demostrado que el chile es una fuente excelente de colorantes naturales, minerales y vitaminas A, C y E.

El chile habanero tiene gran demanda en Estados Unidos, ya que se considera dentro de los más picantes y aromáticos. Los únicos países que se sabe exportan esta especie son Belice y México; generalmente se hace en forma de pasta, para ser utilizada en la preparación de salsas verdes y rojas de chile habanero, que se distribuyen en el mercado nacional, Estados Unidos y Canadá. Además de su uso como alimento o condimento, el chile habanero y otros chiles menos picantes son utilizados en medicina, debido a la presencia de unos compuestos denominados *capsaicinoides*, que

determinan el grado de picor en la mayoría de los frutos del género *Capsicum*.

Desde hace algunos años, los capsaicinoides son empleados por sus propiedades médicas y farmacológicas. La capsaicina, el principal capsaicinoide, estimula la membrana mucosa del estómago, incrementando la secreción salival y la peristalsis (contracciones del intestino que hacen avanzar el alimento), lo que estimula el apetito. Además, los chiles picantes intensifican la secreción nasal y lagrimal, así también como la de los jugos gástricos. Asimismo, la capsaicina tiene un efecto antiinflamatorio y contra-irritante. Existen productos farmacéuticos hechos a base de extracto de chile habanero que sirven para aliviar dolores musculares. También se usa en ungüentos, lociones y cremas para tratar externamente problemas de dolor crónico relacionado con artritis, gota, neuralgias y cicatrices quirúrgicas. Del chile habanero se extraen *oleorresinas*, cuya aplicación, además de la industria alimentaria, se extiende a la industria química para la elaboración de pinturas y barnices, gases lacrimógenos, etcétera.

Capsaicinoides, metabolitos secundarios

Una de las características que definen a los vegetales es la existencia de ciertas cadenas de reacciones químicas llamadas *rutas metabólicas* distintas a las del metabolismo primario, que es común en todos los seres vivos. Por medio de estas rutas denominadas “metabolismo secundario”, se fabrican ciertos compuestos químicos, generalmente restringidos a un grupo taxonómico o incluso a una especie concreta.

La biosíntesis de estos compuestos suele estar limitada a estados específicos del desarrollo, tanto del organismo como de células especializadas y muchas veces varía en relación con periodos de estrés causados por deficiencias nutritivas, hídricas, factores ambientales o por el ataque de microorganismos.

Existe gran cantidad de tipos de metabolitos secundarios en plantas; se pueden clasificar según la presencia o no de nitrógeno en su composición. No obstante, los tres grupos de metabolitos secundarios más importantes en plantas son los *terpenoides* (o *isoprenoides*), los *fenilpropanoides* (o compuestos fenóli-

cos) y los *alcaloides* (este último grupo lleva nitrógeno en su anillo aromático), como lo indica Valle (2008).

En el caso de los frutos, las características organolépticas (de sabor, textura, color) y aromáticas están basadas frecuentemente en su composición fenólica. Los compuestos fenólicos no solamente son los productos del metabolismo secundario más frecuentes, sino que algunas veces están presentes en concentraciones elevadas. Los compuestos característicos de algunos frutos del género *Capsicum* son los ya mencionados capsaicinoides, responsables de su picor. Los chiles han sido utilizados por el humano durante varios siglos, como especia, pero hasta el momento no se conoce con exactitud la función de los capsaicinoides en la planta. Se especula que podían servir como un sistema de defensa contra los insectos o algunas aves, aunque muchos de ellos son incapaces de sentir el picor de dichos chiles.

Acerca de los capsaicinoides

Los capsaicinoides son compuestos fenólicos, amidas derivadas de ácidos grasos, que tienen entre nueve y 11 átomos de carbono. Como ya se dijo,

son responsables del picor de algunos chiles. El 90 por ciento de este picor está dado principalmente por dos capsaicinoides: la capsaicina y la dihidrocapsaicina (Figura 1). Las principales diferencias entre los varios tipos de capsaicinoides son la longitud de la cadena, la presencia o ausencia de doble enlace, el punto de ramificación y su picor relativo (Figura 1).

Como se mencionó, la principal característica de los capsaicinoides es su picor. Esta propiedad es consecuencia de la capacidad de los mamíferos para percibir la capsaicina y otros compuestos relacionados, nombrados en conjunto *vainilloides*.

El receptor de la capsaicina (la proteína que permite que sea percibida) es llamado VR1, por sus siglas en inglés (*vanilloid receptor subtype 1*); el de la rata ha sido identificado y clonado. Técnicamente, este receptor VR1 es un *canal catiónico no selectivo*, localizado en los nervios sensoriales primarios (*nociceptores*), y que puede ser activado por calor (mayor de 43 grados centígrados) y por los capsaicinoides. Se localiza en los nervios sensoriales primarios, los cuales responden a daños mecánicos, térmicos y estímulos químicos. Este receptor forma parte de la familia de canales iónicos llamados “canales con potencial transitorio de recep-

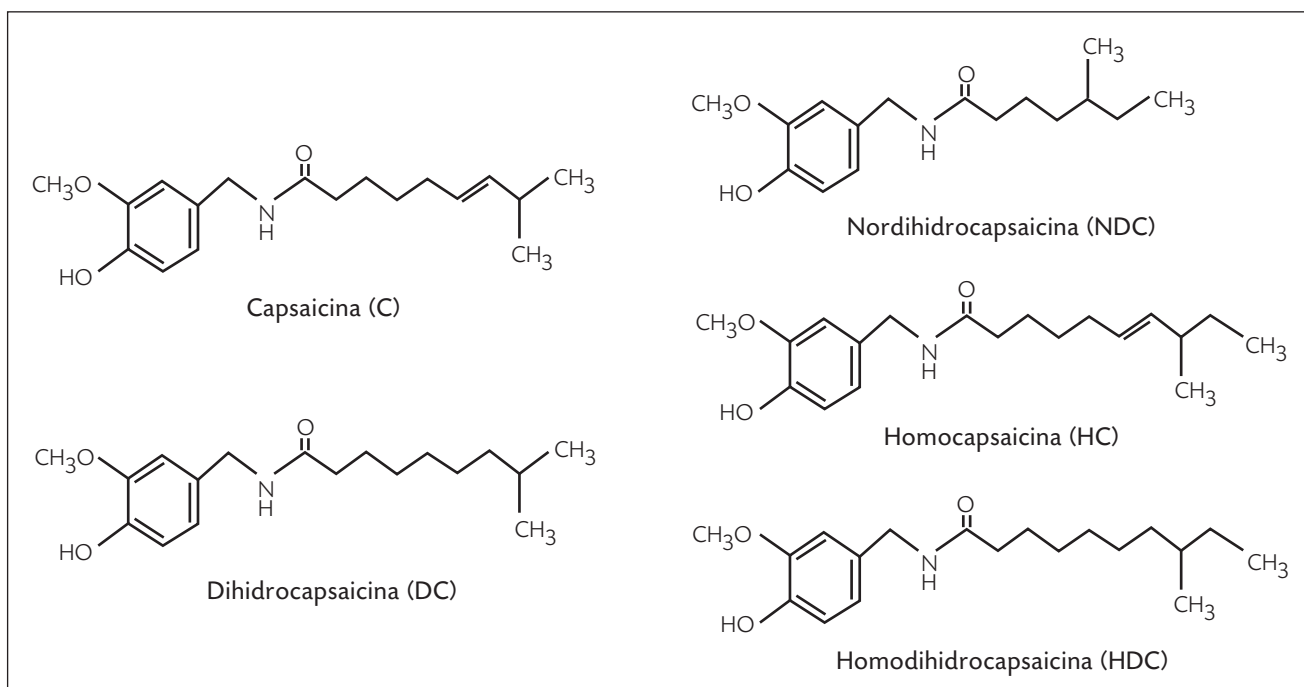


Figura 1. Estructura química de los capsaicinoides más frecuentes en los frutos del género *Capsicum* (Estrada y colaboradores, 2000).

tor” (TRP, por sus siglas en inglés) y ha sido nombrado TRPV1.

Una de las cuestiones importantes en el estudio de los capsaicinoides es conocer en qué parte del fruto se producen estos compuestos. Los primeros autores que describieron los órganos secretores en el género *Capsicum* fueron Fujita y colaboradores (1954), quienes examinaron los cambios morfológicos en el tejido de frutos de chile en diferentes estados de desarrollo. Más tarde, se concluyó que los órganos de secreción de los capsaicinoides están localizados en la placenta. Según estudios más recientes, la biosíntesis y acumulación de estos compuestos ocurre más específicamente en las células epidérmicas del *septum* interlocular en la placenta del fruto (Figura 2).

A pesar de que existen numerosos estudios de los capsaicinoides y de su síntesis y acumulación en los frutos, se ha reportado poca información sobre la presencia de estos compuestos en los órganos vegetativos de las plantas.

Aunque algunos autores han reportado la presencia de capsaicinoides en otros órganos de la planta, aún no se sabe si la biosíntesis de estos compuestos ocurre en alguno de estos órganos, o si podría existir alguna vía de traslocación desde el fruto hacia los órganos vegetativos.

Los capsaicinoides y su ruta metabólica

La capsaicina es el producto final de una ruta metabólica bien caracterizada. En 1980 se demostró que los aminoácidos son los precursores de los capsaicinoides. Según Estrada y colaboradores (2000), la síntesis de los ácidos grasos fue verificada en 1968, marcando con isótopos radiactivos los precursores de la capsaicina. Todavía no han sido identificadas la totalidad de las enzimas que participan en esta síntesis, pero sí la enzima *capsaicina sintasa*, que realiza la unión de las dos ramas metabólicas. El primer trabajo sobre la estructura de la capsaicina fue el de Nelson en 1920, el cual planteó que su estructura estaba compuesta por una unidad básica, la *vainillilamina*, y un componente ácido que él denominó “ácido isodeceñoico”. Posteriormente, se determinó que este compo-

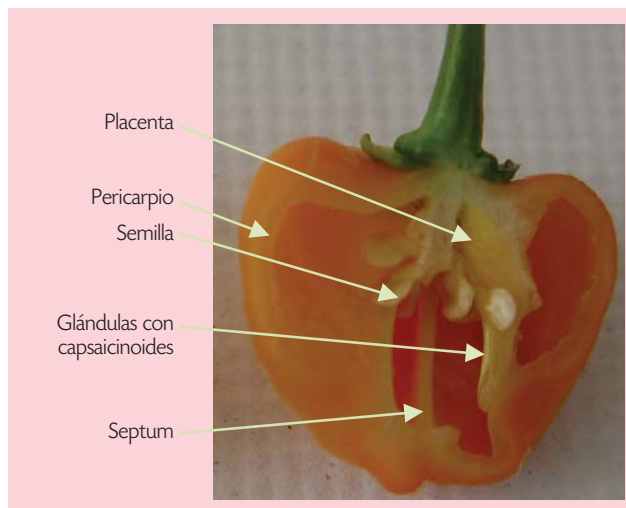


Figura 2. Corte transversal de un fruto de chile habanero (*C. chinense* Jacq.), en el que se aprecian las estructuras internas y localización del sitio de síntesis y acumulación de los capsaicinoides. Fotografía: Nancy Ruiz-Lau.

mente en realidad es el ácido 8-metil-6-nonenoico. La formación de cada uno de los capsaicinoides está determinada por el aminoácido que da origen al ácido graso de cadena corta que se unirá con la vainillilamina. Si el primer aminoácido de la ruta de los ácidos grasos es la L-valina, se formará capsaicina y dihidro-capsaicina; y si es L-leucina, los capsaicinoides serán nordihidrocapsaicina, homodihidrocapsaicina y homocapsaicina.

El estrés abiótico y los capsaicinoides

Los factores ambientales o abióticos condicionan la existencia de todos los seres vivos; así, cada organismo animal o vegetal está adaptado a vivir en determinadas condiciones que pueden oscilar dentro de márgenes delimitados. Cuando los parámetros ambientales varían y se sobrepasan los límites normales, las condiciones se tornan desfavorables y puede hablarse de *estrés abiótico*.

Se entiende por “estrés” un conjunto de síntomas que revelan la alteración del funcionamiento normal del organismo vegetal. Levitt, en 1980, definió a los estreses ambientales como cambios en las condiciones del medio que reducen o cambian desfavorablemente el crecimiento o desarrollo de las plantas. Se conside-



ra que las plantas están bajo estrés cuando experimentan una severa escasez de algún constituyente esencial o un exceso de una sustancia potencialmente tóxica o perjudicial. La magnitud del efecto global depende tanto de la duración e intensidad del agente causante del estrés como de la sensibilidad y la etapa de desarrollo del organismo.

En el caso de los niveles de picor en el género *Capsicum*, se ha reportado que están determinados por dos factores: la genética de la planta y cómo ésta interactúa con el ambiente. La importancia de factores ambientales como temperatura, luz, humedad del suelo, régimen de fertilización y periodos de sequía en la producción de capsaicinoides ha sido estudiada en distintos cultivares del género *Capsicum*.

La disponibilidad de los nutrimentos es uno de los principales factores ambientales que determinan la productividad de los ecosistemas vegetales. La cantidad total de nutrimentos disponible para los vegetales depende de la concentración y la forma utilizable del mismo en el suelo.

Al determinar el efecto de la fertilización nitrogenada y potásica en chile jalapeño (*C. annuum* L.), Johnson y Decoteau (1996) encontraron que sólo la fertilización con nitrógeno incrementa el nivel del picor en los frutos de este género. Sin embargo, a pesar de que el potasio no produce un aumento de estos compuestos, es capaz de incrementar la biomasa y la producción de frutos. De igual forma, Estrada y colaboradores (1997), analizando el efecto del régimen de fertilización mineral con diferentes concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio en frutos de chile pa-

drón (*C. annuum* var. *annuum*), determinó que la fertilización afecta el picor en los frutos de este chile.

En un trabajo más reciente, Medina-Lara y colaboradores (2008) determinaron el efecto de la fertilización mineral sobre el contenido de capsaicina en frutos de chile habanero (*C. chinense* Jacq.). Estos autores evaluaron diferentes concentraciones de nitrógeno y potasio por separado y no detectaron incremento en el contenido de capsaicina. Ellos proponen que posiblemente sea difícil incrementar los niveles de capsaicina utilizando sólo un régimen de fertilización, en este caso con nitrógeno.

Otro factor abiótico que influye sobre los cultivos y el picor de los frutos de chile es el estrés hídrico. El agua es el componente predominante de los organismos; por tal razón es el ambiente en donde se realizan las funciones más importantes para la vida, y no puede ser sustituida por ninguna otra sustancia. Por tanto, un aumento o disminución en el suministro normal de agua altera las funciones vitales de las plantas.

Los términos “déficit hídrico” y “estrés hídrico” se usan por lo general indistintamente, pero definen situaciones diferentes. A medida que la cantidad de agua disponible para las plantas en el suelo se reduce (déficit hídrico), se afecta el contenido hídrico de las plantas. Estas reducciones en el contenido de agua en los tejidos vegetales provocan alteraciones en los procesos metabólicos, originando efectos negativos en el crecimiento y desarrollo de las plantas (estrés hídrico). La magnitud del efecto negativo y los procesos metabólicos involucrados, dependen de la especie, el momento de su desarrollo (la sensibilidad puede variar a lo largo de éste) y de la intensidad y duración del estrés hídrico.

Hay reportes en los cuales se demuestra que las condiciones ambientales y el estrés hídrico pueden producir un aumento en la concentración de capsaicinoides en diferentes variedades de *Capsicum*, aunque se hallaron considerables diferencias en el total de capsaicinoides dentro de cultivos en invernaderos, estudios de laboratorio y plantaciones normales, lo cual subraya el efecto de las condiciones ambientales sobre el contenido de capsaicina.

Estrada y colaboradores (1999), al evaluar el estrés hídrico por medio de un aumento (exceso hídrico) o disminución del contenido de agua en el suelo (déficit

hídrico), durante el desarrollo de los frutos de *Capsicum annuum* L. var. *annuum*, observaron que las plantas que estuvieron expuestas a estas condiciones presentaron una mayor concentración de capsaicinoides en comparación con el testigo (a capacidad de campo), siendo la cantidad de capsaicinoides mayor en frutos de plantas sometidas a déficit hídrico.

Como conclusión, podemos plantear que el chile habanero, como algunos de los otros miembros de su género, se ve afectado por las condiciones de estrés, y esto influye de manera fundamental en sus características tanto de picor como de desarrollo del fruto y de las plántulas en las condiciones antes mencionadas.

Nancy Ruiz-Lau es bióloga egresada del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán. Tiene maestría en Ciencias y Biotecnología de Plantas por el Centro de Investigación Científica de Yucatán. Actualmente se encuentra realizando el doctorado en Ciencias Biológicas en el propio CICY. Su interés actual es el estudio del efecto hídrico en la producción de capsaicinoides en plantas de chile habanero (*C. chinense* Jacq.) y el transporte de potasio a través de membranas celulares.

nancy80@cicy.mx

María de Fátima Medina Lara es química farmacéutica bióloga por la Universidad Autónoma de Yucatán. Desde hace 10 años trabaja en el Centro de Investigación Científica de Yucatán, realizando tareas de investigación. Actualmente su trabajo se centra en estudios relacionados con el efecto del estrés nutricional en la síntesis de compuestos en chile habanero, así como la clonación y caracterización funcional de canales y transportadores permeables a potasio en dicha especie.

med72lmf@cicy.mx

Manuel Martínez Estévez es licenciado en Biología por la Universidad de La Habana, 1988; especialista en Recursos Fito-genéticos por la Universidad Politécnica de Madrid, 1993, y doctor en Ciencias y Biotecnología de Plantas por el Centro de Investigación Científica de Yucatán, 2001. Es investigador titular en la Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). Su área de investigación es el estudio del estrés abiótico y el transporte a través de membranas celulares en plántulas de chile habanero.

luismanh@cicy.mx

Bibliografía

- Estrada, A. B., F. Pomar, J. Díaz, F. Merino y Ma. Bernal (1997), "Effects of mineral fertilizer supplementation on fruit development and pungency in Padrón peppers", *Journal of horticultural science and biotechnology*; 73(4): 493-497.
- Estrada, A. B., F. Pomar, J. Díaz, F. Merino y Ma. Bernal (1999), "Pungency level in fruits of Padrón pepper with different water supply", *Scientia horticulturae*; 81:385-396.
- Estrada, A. B., Ma. A. Bernal y F. Merino (2000), *Maduración del pimiento padrón: transformaciones bioquímicas*, Universidad de Coruña, Servicios de Publicaciones, pp. 1-18, 72-83, 107-112.
- Johnson, D. C. y D. R. Decoteau (1996), "Nitrogen and potassium fertility affects Jalapeño pepper plant growth, pod yield, and pungency", *HortScience*; 31(7): 1119-1123.
- López, R. G. (2003), "Chilli, la especia del nuevo mundo", *Ciencias*; 69: 66-75.
- Medina Lara, F., I. Echevarría Machado, R. Pacheco Arjona, N. Ruiz Lau, A. Guzmán Antonio y M. Martínez Estévez (2008), "Influence of nitrogen and potassium fertilization on fruiting and *Capsicum* content in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.)", *HortScience*; 4(5): 1549-1554.
- Soria, F. M., A. Trejo, J. Tun, R. Saldívar (2002), *Paquete tecnológico para la producción de chile habanero* (*Capsicum chinense* Jacq.), Secretaría de Educación Pública/SEIT/Instituto Tecnológico Agropecuario de Conkal, Yucatán, pp. 1-21.
- Valle, P. C. (2008), *Metabolitos secundarios en las plantas*, tesina de curso de naturopatía, Psicostasia, abril (disponible en: www.psicostasia.com/revista.html).

