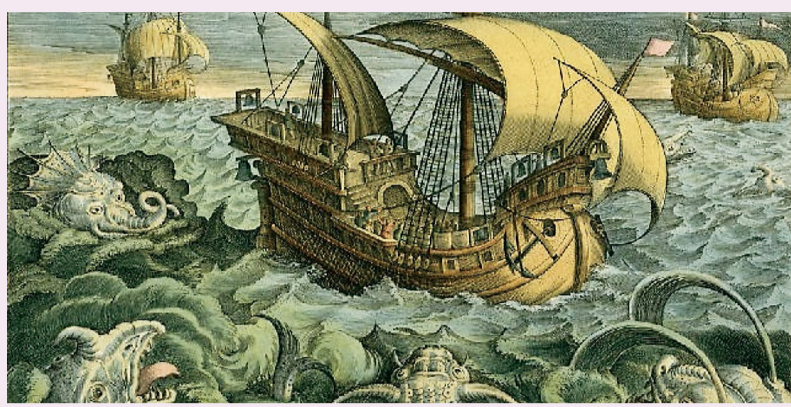


PROYECTO UNAM

Texto: **FERNANDO GUZMÁN AGUILAR** alazu10@hotmail.com



El 'Mar Tenebroso' en la Baja Edad Media

El Instituto de Investigaciones Históricas de la UNAM, dentro del ciclo "Viajes y cartografía. Representaciones del mar y de las navegaciones en la Edad Moderna", invita a la conferencia "IncurSIONES Y REGISTROS DEL 'MAR TENEBROSO' EN LA BAJA EDAD MEDIA: LE CANARIEN", que dictará Martín Ríos Saloma, el 21 de noviembre, a las 17:00 horas, en el Salón de Actos del citado instituto, en Ciudad Universitaria.

Violencia en el noviazgo, antinatural

De acuerdo con Silvia Ortiz León, jefa del Departamento de Psiquiatría y Salud Mental de la Facultad de Medicina de la UNAM, la violencia en el noviazgo es vista por muchos jóvenes como una conducta natural o normal, por lo que es recurrente entre ellos. Cifras del Instituto Mexicano de la Juventud indican que 41.6% de las mexicanas de 15 años o más han sido agredidas por su pareja, y de ellas, prácticamente todas (40.6%) reportaron haber sufrido violencia emocional. En el ámbito legal, la violencia en el noviazgo aún no está tipificada expresamente.



Ganadores del Concurso Capturando-me

Hora libre, de Diana Gabriela López Pérez, del Colegio de Ciencias y Humanidades Azcapotzalco, y *Esteban Cortés*, de Elesban Molina Salgado, de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Morelia, obtuvieron el primer lugar en las categorías Bachillerato y Licenciatura, respectivamente, en el Primer Concurso Capturando-me. Mi vida en la UNAM, para cortometrajes de ficción filmados con teléfonos celulares o tabletas digitales. Este certamen fue organizado por la Coordinación de Difusión Cultural, así como por la Filмотeca UNAM y TV UNAM.

Los misterios del toloache

Es utilizado por un ecólogo puma como modelo experimental para descifrar la evolución de la defensa de las plantas contra los herbívoros



Unos usan esta planta para "enamoratontar" a quien se les resiste; otros, para curar heridas o mitigar el dolor abdominal. Juan Núñez Farfán, investigador del Instituto de

Ecología de la UNAM, la utiliza como modelo experimental para descifrar la evolución de la defensa de las plantas contra los herbívoros. En México la conocemos como toloache. Aquí hay 11 especies, la mayoría endémicas. La más común es *Datura stramonium*, que florece en las zonas templadas (y algunas tropicales) y en la Ciudad de México.

"La resistencia es una propiedad genética de las plantas para evitar que los insectos se las coman, mientras que la tolerancia es una estrategia de flexibilidad fisiológica para seguir produciendo semillas una vez que han sido deprimadas por los herbívoros. En la evolución, dejar semillas (o hijos) es la meta. Por supuesto, la capacidad de tolerar el daño es proporcional a la cantidad de daño que se recibe. Perder las hojas o una porción grande de ellas significa no capturar luz para la fotosíntesis y, a veces, morir", explica el investigador.

Para la genética evolutiva, el toloache es una planta modelo de estudio idóneo por su ciclo de vida corto (anual), que permite analizar generaciones completas durante la vida de un ser humano; por sus flores tubulares grandes, que facilitan los experimentos de cruzamiento entre plantas para estudios de mejora genética y producción de líneas endogámicas; y por sus características defensivas, entre las que destacan la producción de alcaloides como la escopolamina y la atropina.

"La resistencia de plantas como el toloache se debe en buena medida a muchos de sus alcaloides, que reducen el herbivorismo y así incrementan su éxito reproductivo. Sin embargo, esto no hace a las plantas invulnerables: también los insectos han evolucionado para adaptarse y seguir alimentándose de ellas. Este proceso de ofensa y defensa entre insectos y plantas se llama coevolución y es el epítome de la adaptación biológica por selección natural."

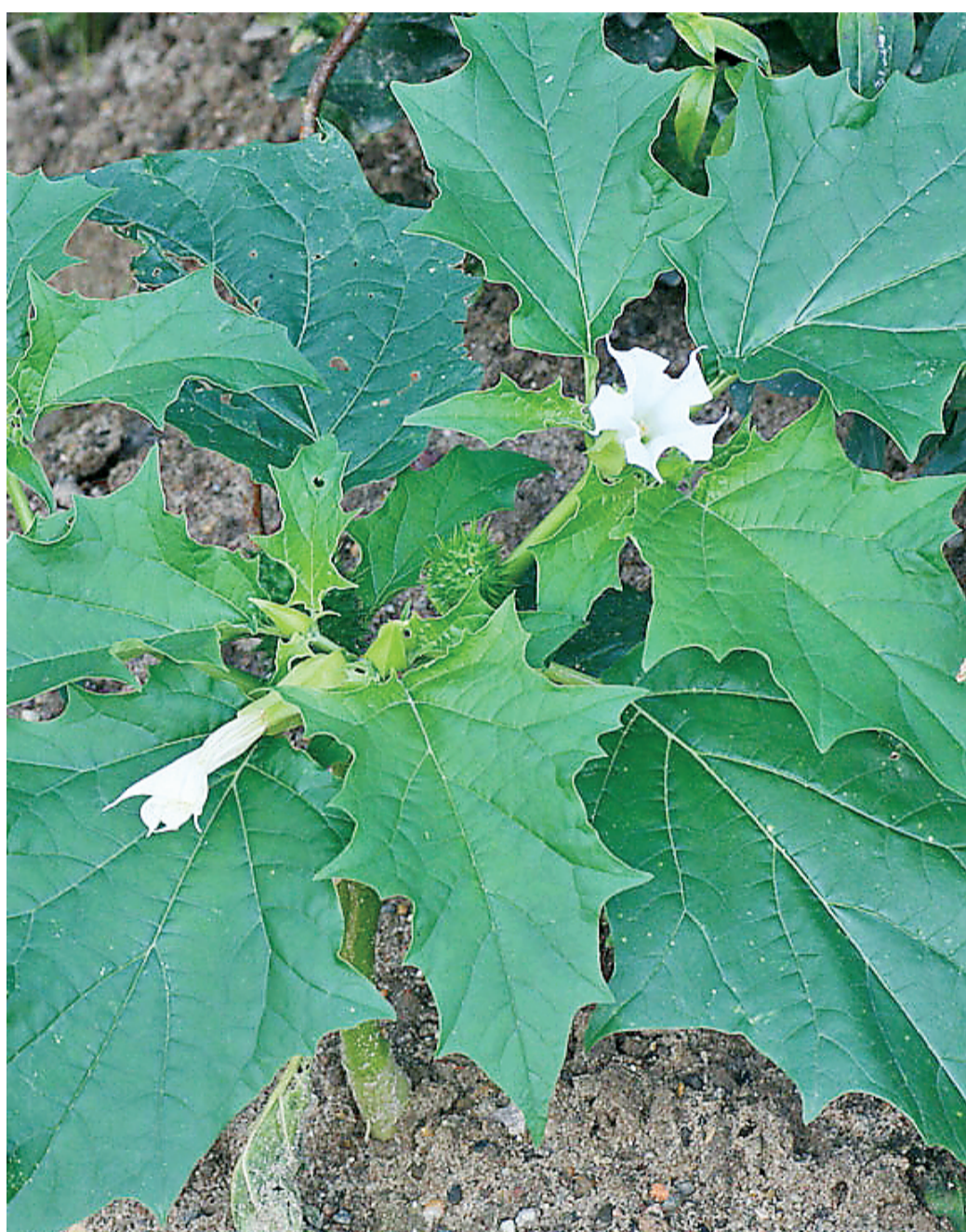
Éxito reproductivo

La evolución es un proceso transgeneracional de cambio genético y fenotípico en las especies. Cuando estos cambios son por selección natural, se produce la adaptación. El estudio de este proceso en *Datura stramonium* es la línea original de investigación en genética evolutiva de Núñez Farfán.

"En la evolución lo importante es dejar descendientes, porque éstos llevan los múltiples genes con las instrucciones, en interacción con el ambiente, para que se produzcan las adaptaciones. Si el objetivo es que se transmitan las características adaptativas de los organismos, no hay de otra: éstos deben reproducirse, tener éxito reproductivo o *fitness*, como lo describió Darwin, y lo conseguirán los que se ajusten más a las demandas del ambiente, sea éste físico o biótico, como los herbívoros. Darwin llamó a ese proceso la sobrevivencia del más apto, pero ésta no es sino la descripción popular del proceso de la selección natural", señala el investigador.

Núñez Farfán y sus colaboradores miden el *fitness* de distintos genotipos del toloache en experimentos de laboratorio y en campo. Con ese fin estudian cómo varía y evoluciona su resistencia a los herbívoros en distintos ambientes, donde también varían las especies de herbívoros y su abundancia. En otro nivel investigan cómo ha evolucionado la defensa contra herbívoros durante la formación de las distintas especies del género *Datura*.

Además de los alcaloides, el toloache posee tricomas, prolongaciones epidérmicas de hojas y tallos a manera de agujones que impiden que los insectos se coman sus hojas. En ciertas lo-



En México, la especie más común es *Datura stramonium*.

calidades de México, las poblaciones de toloache seleccionan los tricomas como defensa, pero en otras son los alcaloides los que evitan el daño de los herbívoros.

Alcaloides

La escopolamina y la atropina son los alcaloides de mayor concentración en el toloache. El primero es tan tóxico que reduce los niveles de infestación y daño a la planta; en cambio, la atropina hace que los insectos la consuman más porque su fisiología evolucionada les permite metabolizar dicho alcaloide, pero también usarlo como una "clave" para encontrar a su planta huésped.

Acorde a la presión de los herbívoros, las poblaciones de toloache tienen mayor o menor defensa, lo que ha dado lugar a un mosaico de selección natural, con regiones donde tanto plantas como herbívoros evolucionan a la par en lo que se ha llamado una carrera armamentista de evolución de defensa y contra-defensa, y con regiones donde la interacción es poco intensa o fría. Un ejemplo de esto son las poblaciones de toloache de Teotihuacan, Estado de México, y Tlucumán, Morelos, esta última con una concentración superior de escopolamina y menor daño por herbívoros.

"Creemos que los genes involucrados en la defensa contra los herbívoros difieren en ambas poblaciones. Por eso, nuestro objetivo es descubrir los *loci* (posiciones fijas de genes o marcadores genéticos en un cromosoma) de la adaptación para confrontarlos."

La tolerancia al daño es también una respuesta muy importante cuando no se posee resistencia o ésta ha sido sobrepasada por los herbívoros. Los investigadores de la UNAM han demostrado que existen poblaciones de toloache muy tolerantes al daño y otras muy susceptibles, y que la tolerancia puede involucrar distintas respuestas a nivel de hoja: unas poblaciones incrementan su tasa de asimilación, otras la masa asignada a hojas. Cuando son dañadas, la tolerancia puede mantener el *fitness* de las plantas o incrementarlo. Sin embargo, esto no es del todo gratis: la capacidad de las plantas para compensar las pérdidas en el *fitness* debidas al

daño es menor cuando crecen cercanas a su máxima capacidad.

Asuntos de familia

Al estudiar las especies de toloache que crecen en México, una de las alumnas de Núñez Farfán encontró que comparten más o menos todos los alcaloides, pero difieren en la concentración de tropina, hiosciamina, escopolamina, atropina y solanina; también descubrió que las plantas jóvenes no tienen tanta cantidad de alcaloides.

EL DATO

Planta proscrita. Durante la Colonia, el toloache fue una planta proscrita. La Santa Inquisición procesó a personas que la usaban para "enamorar" a quienes se les resistían (más bien los atontaban). En el siglo XX, científicos alemanes sintetizaron sus alcaloides y desde entonces se utilizan como componentes del analgésico butilscopolamina.



"La resistencia de numerosas plantas como el toloache se debe en buena medida a muchos de sus alcaloides, que reducen el herbivorismo y así incrementan su éxito reproductivo"

JUAN NÚÑEZ FARFÁN
Investigador del Instituto de Ecología de la UNAM

Otros estudios muestran que la resistencia y la tolerancia evolucionan en una relación muy estrecha con el ambiente. Si el suelo es rico en nitrógeno y agua, el toloache repone el tejido de manera más fácil que en un desierto, donde faltan nutrientes y el vital líquido.

Reasignación de recursos

"Otros estudios que hicimos en diversas poblaciones indican que el toloache puede reasignar recursos para mantener el éxito reproductivo. Por ejemplo, poblaciones sin herbívoros que se las coman, como sucede con las especies que crecen en España y Francia, no tienen que invertir en resistencia", dice Núñez Farfán.

Al comparar la selección natural en poblaciones de toloache de México y España, los ecólogos de la UNAM y colegas de la Universidad de Sevilla observaron que la tolerancia de las de allá es casi absoluta porque los conquistadores se llevaron las semillas, no los bichos mexicanos con que las de aquí han coevolucionado; en cambio, las de aquí presentan hasta 80% de daño en sus hojas. Y al medir los alcaloides resultó que las poblaciones de toloache de México tienen muchos más que las de España, porque éstas invierten más en crecer y dar frutos que en labores de defensa contra los herbívoros (otras plagas las atacan).

Como los conquistadores tampoco se llevaron los polinizadores nativos, las poblaciones de toloache de México son más diversas genéticamente. Que las de España se autofertilicen no tiene consecuencias como en las de México, donde hay más diversidad. Claro, las de España son menos visitadas por otros polinizadores.

Depredadores

Núñez Farfán y sus colaboradores han observado que, en lugares distintos, una misma especie del género *Datura* no sólo enfrenta condiciones ambientales distintas, sino también distintos depredadores. Unos son muy voraces y otros son herbívoros diversos pero no tan especializados (chapulines).

Un enemigo voraz del toloache es el escarabajo *Lema trilineata*. El macho y la hembra se comen las hojas y, cuando la planta es joven, se aparean. Sus larvas también devoran las hojas e incluso las flores. En la fase de pupa entran en hibernación para convertirse en adultos y acaban con la planta (se comen hasta los frutos).

Otro depredador y a la vez polinizador del toloache es la palomilla *Spodoptera frugiperda*, que con su trompa gigante chupa el néctar de las flores que a las seis de la tarde se abren y sueltan su fragancia.

Núñez Farfán también descubrió que el insecto *Trichobaris soror* es un depredador especializado en comer semillas de toloache y evidentemente afecta su éxito reproductivo.

Historia evolutiva

Núñez Farfán y sus colaboradores se han adentrado ahora en la historia evolutiva de las poblaciones de toloache. Analizarán, a través de los genes, las múltiples introducciones de esta planta en otros países. Así, como parte del estudio "Ecología evolutiva de la invasión de ambientes nuevos por *Datura*", experimentan en México con semillas traídas de España. Complemento de este proyecto será el estudio "Geografía evolutiva de *Datura* hacia Sudamérica", que realiza Juan Arroyo, de la Universidad de Sevilla, España.

El equipo de Núñez Farfán también buscará ensamblar todo el genoma de *Datura* como se hizo con el del ser humano. Después tratará de encontrar las regiones que determinan ciertas funciones en su fisiología y morfología; por ejemplo, los sitios donde están los genes de la resistencia, en particular de los alcaloides.

Mediante este estudio genómico del género *Datura* (inscrito en la convocatoria Fronteras de la Ciencia del CONACYT) se podrán obtener de manera más fina los genotipos de alta producción que no están en todas las especies del toloache.

"Nuestra línea de investigación está en la frontera, ya que hay pocos estudios de la interacción planta-herbívoro de los que se sepa tanto como de éste. Con la planta modelo *Arabidopsis thaliana* se ha avanzado mucho, pero no se conocen bien su herbarizado. Del toloache se conoce los lugares de invasión y los bichos con que ha coevolucionado a lo largo de la historia", finaliza Núñez Farfán. ●