

ISSN: 2007-1167



P L A N T A



Año 8, No. 17

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Julio — Diciembre 2013





UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN®

Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Jesús Ancer Rodríguez

Rector

Ing. Rogelio G. Garza Rivera

Secretario General

Dr. Juan Manuel Alcocer González

Secretario Académico

Lic. Rogelio Villarreal Elizondo

Secretario de Extensión y Cultura

Dr. Celso José Garza Acuña

Director de Publicaciones

cDr. Antonio Guzmán Velasco

Director de la Facultad de Ciencias Biológicas

Dr. José Ignacio González Rojas

Subdirector Académico de la FCB

Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez

Dr. Sergio M. Salcedo Martínez

Dr. Víctor R. Vargas López

Editores Responsables

PLANTA, Año 8, Nº 17, julio-diciembre 2013. Es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Ciencias Biológicas. Domicilio de la publicación: Ave. Pedro de Alba y Manuel Barragán, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 66451. Teléfono: + 52 81 83294110 ext. 6456. Fax: + 52 81 83294110 ext. 6456. Editores Responsables: Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez, Dr. Sergio M. Salcedo Martínez y Dr. Víctor R. Vargas López. Reserva de derechos al uso exclusivo: 04-2010-030514061800-102. ISSN 2007-1167, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Licitud de título y contenido No. 14,926, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: En trámite. Impresa por: Imprenta Universitaria, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 66451. Fecha de terminación de impresión: 31 de Enero de 2014, Tiraje: 500 ejemplares. Distribuido por: Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Ciencias Biológicas. Domicilio de la publicación: Ave. Pedro de Alba y Manuel Barragán, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 66451.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores.

Prohibida su reproducción total o parcial, en cualquier forma o medio, del contenido editorial de este número.

Impreso en México
Todos los derechos reservados
© Copyright 2014
planta.fcb@gmail.com

Editorial

Comúnmente al llegar al último mes de cada año nos damos cuenta que el tiempo ha pasado rápidamente y tal vez, que sólo algunas de las metas que nos trazamos al inicio del año que termina fueron plenamente alcanzadas, mientras otras solamente logramos cumplirlas parcialmente o simplemente algunas no se alcanzaron en absoluto. Entonces llega enero, revaloramos nuestros propósitos y algunas de aquellas metas incumplidas se retoman con nuevos bríos y surgen nuevas metas, así como la esperanza de alcanzarlas en el transcurso del nuevo año.

En una ceremonia de graduación a la que asistimos recientemente, el orador, una persona exitosa profesionalmente, compartió con los asistentes algo que nos gustaría a la vez compartir con nuestros lectores, esperando sirva para plantear nuestro proyecto de vida en el 2014.

Para alcanzar el éxito en cualquier profesión debemos: **hacer lo que es nuestra obligación**, hacerlo bien y **disfrutar haciéndolo**. Si en lo que hacemos no hay satisfacción, lo hacemos con desgano o nos cuesta mucho realizarlo y postergamos las tareas asignadas hasta que ya no hay más remedio que realizarlas, es un buen momento para preguntarnos si no es el tiempo de cambiar de trabajo. Comúnmente el cambio cuesta esfuerzo pero también es cierto que frecuentemente es para bien; como mínimo, resultará mentalmente saludable. **Aprovechemos todas las oportunidades y tomemos riesgos**. ¿Cuántas veces por permanecer en nuestra zona de confort, no buscamos o rechazamos ofertas de trabajo sin siquiera evaluar los beneficios de un nuevo puesto o que implican el abordar nuevas áreas donde no somos tan competentes, sólo para descubrir al paso del tiempo que nos hemos estancado en un trabajo que o bien ya no nos recompensa económicamente, o se ha vuelto tedioso y aburrido porque no ofrece nuevos retos? Que toda decisión implica riesgos, es cierto, pero debemos preguntarnos qué es lo peor que podría pasar, sopesar los pros y contras y dar el salto de fé en nosotros mismos. Si todo sale bien mejoraremos, si todo sale mal... ¡Perfecto! Habrá que **aprender del error**, sobreponemos buscando la causa sin buscar culpables y **levantarnos con una nueva propuesta** para seguir adelante y sobresalir.

Hay que **actualizarse continuamente**; resulta ingenuo pensar que los conocimientos y habilidades que adquirimos en una carrera técnica o profesión con duración de 2 a 5 años, nos bastarán para desempeñarnos competitivamente el resto de nuestra vida, que en promedio durará 50 años más. En una sociedad globalizada, la educación solamente nos permite encajar en su engranaje adecuadamente. De nosotros dependerá el destacar, ser indispensables, formar parte de equipos de trabajo competentes o caer en la mediocridad y volvernos obsoletos. Debemos **trabajar, trabajar y trabajar**, teniendo objetivos claros y una administración de nuestro tiempo efectiva, es decir, esforcémonos porque diariamente 8 horas efectivas del día estén encaminadas a cumplir con nuestras metas profesionales. Finalmente, **compartamos en familia**. Disfrutemos los triunfos por pequeños o grandes que éstos sean en el seno familiar, que es donde realmente valen y se aprecian, asimismo los fracasos, los cuales nos serán menos dolorosos y amargos al contárselos a quienes jamás nos juzgan y siempre nos apoyan incondicionalmente.

Esperamos que estas recomendaciones les sean de alguna utilidad a nuestros recién egresados, así como al resto de nuestros colegas y amigos en su vida profesional. Les deseamos que en el 2014 se cumplan todas sus metas profesionales y sean rebasadas con creces sus expectativas de éxito. ¡FELICIDADES!

Los Editores

Katherine Esau, Una vida consagrada a la Botánica Estructural



**Katherine Esau
(1898—1997)**

Katherine Esau nació el 3 de abril de 1898, en la ciudad de Ekaterinoslav en Ucrania. La ciudad lleva el nombre de Catalina la Grande (al igual que Katherine Esau) Se encuentra en el río Dniéper y su nombre fue cambiado a Dnepropetrovsk después de la Revolución Rusa. Esau provenía de una familia menonita alemana que emigró a Rusia y se instaló en Ucrania en 1788. La madre de Katherine, Margarethe Heese Toews, también nació en Ekaterinoslav. Katherine tenía un hermano,

Paul, ambos asistieron a las escuelas rusas, y hablaban ruso y alemán.

Durante la primera parte del siglo XX la familia de Esau prosperó. El padre de Katherine, Johan se convirtió en un ciudadano prominente en Ekaterinoslav. Entrenado como ingeniero, él estableció y dirigió varias fábricas de maquila allí. Desde 1905-1909 se involucró en la política local y fue elegido alcalde de Ekaterinoslav. Como alcalde obtuvo un préstamo de cinco millones de rublos de Francia para la construcción de un sistema de agua para la ciudad, un sistema de tranvía, un nuevo edificio del mercado que todavía existe hoy, y el establecimiento de cuatro centros de enseñanza secundaria. Durante la Primera Guerra Mundial, Esau era el jefe de la división económica de la filial de la Cruz Roja de los ejércitos del sur de Rumania y territorios del Mar Negro. Cuando los alemanes ocuparon Rusia en 1918, fue elegido de nuevo alcalde, pero fue retirado de su cargo antes del final del año por el gobierno revolucionario.

Katherine Esau vivió en su ciudad natal hasta finales de 1918, cuando ella y su familia huyeron a Alemania como refugiados durante la revolución bolchevique. La mayor parte de sus pertenencias se quedaron atrás en Rusia, incluyendo muchos álbumes familiares.



Cuando la familia Esau huyó a Rusia, Katherine acababa de terminar su primer año de estudios en la Escuela de Agricultura de la Mujer Golitsin en Moscú. Después de dos semanas, la familia llegó a Berlín donde vivieron durante tres años. Al llegar a Alemania, Katherine se inscribió en la Escuela de Agricultura de Berlín. Esau pasó tres años en la universidad y desarrolló una amistad cercana con el profesor Erwin Baur, un genetista que se hizo famoso por sus estudios en el fitomejoramiento.

La familia Esau emigró de Alemania a los Estados Unidos en 1922. En un principio se establecieron en Reedley, California, comunidad menonita. En 1923, el Dr. Esau tomó un trabajo con la empresa de semillas de Sloan en Oxnard. Un año más tarde fue contratado por la Compañía Azucarera Spreckels en Salinas, para desarrollar una remolacha resistente a la enfermedad rizado-top de la remolacha, un virus que era un problema importante para los agricultores en California. Durante un corto período de tiempo, el padre y el hermano de Katherine también trabajaron en Spreckels. En 1927, Katherine dejó Spreckels para comenzar sus estudios de postgrado en el campo de la botánica en la Escuela de Agricultura de la Universidad de California en Davis, ahora la UC Davis. Sin embargo, debido a que el campus Davis no tenía un programa de graduados, Esau recibió su grado de la UC Berkeley, donde ella tomó muchos de sus cursos en Botánica.

Después de su graduación, fue contratada como Botánico junior en la Estación Experimental y comenzó a enseñar botánica en la Universidad Agrícola en Davis. Esto marcó el inicio de una carrera excepcional y productiva de 64 años como especialista y reconocida autoridad en anatomía vegetal.

Katherine Esau nunca se casó. Desde 1938 hasta 1963, vivió en la casa de sus padres en Davis. En 1963 se trasladó a Santa Bárbara por sugerencia de su colega y amigo Vernon Cheadle, nuevo rector de la UCSB.



Esau fue una pionera en el campo de la anatomía vegetal, quizás una de las más grandes del siglo XX. Sus libros **Anatomía Vegetal** y **Anatomía de las plantas con semilla** son textos de referencia obligados para los estudiantes de biología e investigadores desde hace más de cuatro décadas.

Sus trabajos iniciales en anatomía vegetal estaban enfocados al efecto de los virus sobre las plantas, específicamente sobre tejidos vegetales y el desarrollo. La Dra. Esau trabajó como maestra en UC Davis y posteriormente llegó a ser reconocida como Profesora de Botánica. Mientras enseñaba, ella continuó su investigación sobre virus y posteriormente sobre uno de sus temas predilectos, el floema, el tejido de conducción de la savia elaborada de las plantas.

Entre sus múltiples logros y reconocimientos destaca el haber obtenido la **Medalla Nacional de Ciencia** en Estados Unidos en 1989. Este premio se lo entregó el entonces Presidente George Bush. Además, fue elegida miembro de la Academia Nacional de Ciencias en 1957, siendo la sexta mujer en obtener este reconocimiento.

Para honrar su memoria y en reconocimiento a sus contribuciones a la ciencia como profesora, autora e investigadora, se creó el **Premio Katherine Esau**, el cual se otorga al estudiante de posgrado que presenta el mejor artículo en **Botánica estructural y Biología del desarrollo** en la reunión anual de la sociedad Botánica de América.

Esau se retiró de la enseñanza en 1965, pero continuó su investigación hasta 1992, cuando tenía 94 años. En su fructífera carrera publicó más de 162 artículos y 5 libros.

Katherine Esau falleció el 4 de junio de 1997 en Santa Barbara, California a la edad de 99 años. Ella ya no está con nosotros pero su legado a la Botánica trascenderá por generaciones.

LAS PLANTAS Y LA CIVILIZACIÓN

Historia de las Especies

Jorge A. Villarreal-Garza, María Luisa Cárdenas Ávila, Sergio Moreno-Limón

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. San Nicolás de los Garza, N. L.

Resultaría imposible separar la historia del mundo de la historia de las especias, pues su uso y comercio son más antiguos de lo que muchos creen. Éstas han sido la causa de guerras, apertura de rutas de comercio, del descubrimiento de América, promulgación de edictos y decretos papales, descubrimiento de curas medicinales, preparados cosméticos y rituales religiosos, sin dejar de mencionar los más sabrosos platillos.



China y las especias

Hace 5,000 años, en China, el emperador Shen Nung escribió un tratado médico analizando las virtudes del jengibre, la casia, el anís y la cúrcuma. Fundó mercados de especias y su longevidad se atribuye a las enormes cantidades de especias que consumía con la comida. Confucio, hacia el año 550 a.C., aconsejó a sus discípulos que sólo comieran alimentos debidamente sazonados.

Los comerciantes árabes

Al mismo tiempo, la cultura árabe se dedicaba al comercio de especias con la India. En los puertos indios de la costa de Malabar se comerciaba con cardamomo, jengibre, cúrcuma, pimienta, sésamo y comino. Los barcos iban cargados con macetas de jengibre, que protegía contra el escorbuto, y los árabes compraban especias de otros lugares (canela de Sri Lanka; macis, nuez moscada y clavo de las In-

dias Orientales, mirra del este de África) y producían su propio incienso. Las rutas de comercio eran largas y arduas -vía Golfo Pérsico-. Era un negocio provechoso y los árabes mantenían en secreto la localización de los países productores; a veces, incluso se inventaban fantásticas y absurdas historias sobre los lugares donde las encontraban, para desviar de la ruta a los posibles competidores. Los comerciantes árabes eran importadores y exportadores. Compraban y vendían en lugares como Egipto, Persia, Afganistán y el Mediterráneo. Y de allí a Europa.

Grecia y Roma

En Grecia y Roma, las especias se consideraban valiosas e importantes. Los griegos y romanos lo condimentaban todo y escribieron sobre las propiedades cosméticas y medicinales de las especias, pero también las derrochaban. De Nerón se cuenta que quemó las provisiones de canela de todo un año en el funeral de su esposa (no solo sus propias provisiones, sino las de toda Roma).

A los griegos les gustaba la comida sencilla y sin decoración, y el filósofo Epicuro sostenía que era importante obtener placer, pero haciendo un uso racional de él.

Al extenderse el Imperio Romano por toda Europa, los romanos llevaron consigo las especias y las introdujeron entre las poblaciones indígenas -algunas de las cuales, tenían las suyas propias- y, tras la caída del Imperio y la retirada de Roma, dejaron un rico legado de especias. Los Visigodos invasores adoptaron el uso de la pimienta a tal grado que cuando sitiaron Roma en el año 408 d.C., uno de los rescates que pidieron fue 1,500 kilos de pimienta.

Alta Edad Media

Con el saqueo de Roma llegaron 700 años de oscuridad en Europa. El comercio de especias prosiguió en Oriente Próximo y Extremo Oriente, pero el arte de los condimentos se perdió en Europa hasta que los soldados de las cruzadas volvieron de Palestina en el siglo XII y se inició un nuevo comercio. Europa despertó de nuevo y el comercio de especias volvió a florecer.

El Renacimiento Italiano

Venecia y Génova se enriquecieron con este próspero

comercio y surgió el Renacimiento Italiano. La cocina medieval adquirió una importancia y originalidad nuevas (con una marcada inclinación a condimentarlo y colorearlo todo, a pesar de que las especias eran muy caras). Hubo una época en que un caballo valía lo mismo que medio kilo de azafrán, y se podía trocar una oveja por medio kilo de jengibre o una vaca por un kilo de macis. La pimienta era tan valiosa que su precio se calculaba en granos, que se empleaban para pagar impuestos y alquileres. Más tarde, cuando los granos de pimienta perdieron valor, los arrendatarios que aún podían utilizarlos para pagar eran considerados muy afortunados. El inglés todavía se habla del "alquiler de grano de pimienta", aunque con un significado muy distinto al original.

Marco Polo

Pero la civilización árabe todavía controlaba el flujo y el comercio de especias y mantenía altos los precios. A inicios del siglo XIII, Marco Polo emprendió un viaje desde Venecia para encontrar una nueva ruta que lo llevara al Extremo Oriente y así evitar las rutas trazadas por los árabes. Pasaron 25 años para que regresara trayendo consigo invaluables riquezas y fabulosos tesoros de la corte del emperador chino Khubla Khan. Evidentemente trajo consigo especias nunca antes vistas y nadie en Venecia creyó que hubiese realizado tan fantástico viaje hasta que obsequió a sus amistades con una magnífica comida elaborada con las nuevas y exóticas especias que había traído. Sin embargo, todavía transcurrieron otros dos siglos hasta que los europeos decidieron que ya estaban hartos de los precios desorbitados y que tenían que hacer algo al respecto.

Marco Polo (1254 -1324)



Marco Polo (1254 -1324)

Enrique el Navegante

Enrique el Navegante

Venecia había firmado acuerdos comerciales con los árabes, que mantenían altos los precios y enriquecían a los venecianos. Por esta razón no sería un veneciano quien buscaría rutas alternativas. Fue Enrique de Portugal, conocido como "Enrique el navegante", quien financió expediciones que navegaron alrededor de África para encontrar una ruta

que llegara al Océano Índico. Las técnicas de navegación todavía eran muy primitivas, por lo que el Príncipe murió sin poder ver el éxito de su empresa. En 1480 los portugueses habían aprendido a navegar con el viento a favor, recorrieron las costas de África e incluso llegaron a la ruta de la India en 1497, pero no sin antes despertar la preocupación de sus grandes rivales, los españoles.



Enrique El Navegante (1394 -1460)

Cristóbal Colón

Un italiano desconocido por los españoles, Cristóbal Colón, afirmaba que podía llegar a la India antes que los portugueses, pero no rodeando África, sino hacia el oeste, cruzando el Atlántico. Empezó el viaje en 1492 y tres meses después desembarcó en la Antillas. Evidentemente quedó muy decepcionado ya que, en lugar de llegar a la India, encontró América. De allí, regresó con pimienta de Jamaica de las Antillas, los chiles y vainilla de México y otros frutos tropicales de América Central. De esta manera, se abrieron ambas rutas casi simultáneamente y las guerras por las especias se intensificaron. Los españoles y portugueses encontraban tantas maneras de entrometerse en el comercio del otro que el Papa se vio obligado a emitir un edicto que dividía el mundo del comercio de especias en dos mitades: España tendría derecho sobre la mitad que quedaba al oeste de una línea



imaginaria trazada en el Atlántico y Portugal, sobre la mitad al este.

Magallanes

Los españoles contrataron a Fernando de Magallanes (que era portugués) para que navegara hacia el oeste con cinco naves y más de doscientos marinos con el fin de encontrar una ruta hacia las Islas Molucas y las Islas Banda. Argumentaban que si se acercaban desde el oeste permanecerían dentro de su dominio sin contradecir al



Fernando de Magallanes (1480 -1521)

Papa y se harían en el mercado de **clavo y nuez moscada**. Magallanes murió en Filipinas, pero parte de su tripulación y un barco regresaron tras rodear la costa de Sudamérica.

Los Ingleses y los Holandeses

Los Holandeses fundaron la Compañía Holandesa de las Indias Orientales para el comercio directo de especias con la India. Por su parte, los Ingleses financiaron a Francis Drake para que viajara alrededor del mundo en busca de otra ruta hacia China. España e Inglaterra entraron en guerra a causa de las rutas de comercio, una guerra que condujo a la derrota española y a la creación de la Compañía Inglesa de las Indias Orientales.

En 1658 los holandeses ganaron a los portugueses el comercio de **canela** de Ceilán y se hicieron también con los puertos de Malabar y Java (comercio de **pimienta**). En 1690 controlaban el monopolio del comercio de **clavo** (quemaron los claveros que crecían en todas las islas excepto en Aboyna). Mantuvieron con ferocidad este monopolio durante 60 años, hasta que un francés consiguió sacar clandestinamente un fruto maduro de la isla y lo llevó a las colonias francesas, donde fue plantado con éxito. A finales del siglo XVIII, los ingleses habían expulsado a los holandeses de la India y Londres se convirtió en el centro de comercio mundial de especias, aunque no por mucho tiempo.

Estados Unidos

Durante la revolución estadounidense, los norteamericanos (o colonos, como eran llamados) desarrollaron los clíperes, unos rápidos barcos de vela para derrocar a la poderosa flota británica. Una vez ganada la Guerra, estos bar-

cos sirvieron para navegar hacia las Indias Orientales. El monopolio inglés de las especias había terminado antes de empezar.

El actual comercio de las especias

Después de haber visto cuán feroz ha sido el comercio en los últimos 600 años, la situación actual parece realmente tranquila. Las especias no tienen tanto valor, ya no buscamos nuevas rutas ni estallan guerras por su causa. Tal vez hemos crecido habituados a las especias no tan



frescas que se comercializan y se venden en los supermercados. Quizás haya llegado el momento de que volvamos a molerlas nosotros mismos para que nuestro paladar recuerde el rico aroma y las intensas propiedades de las especias frescas. Puede ser que, gracias a la introducción del refrigerador en prácticamente todos los hogares occidentales, tengamos tantos alimentos frescos que no necesitemos condimentarlos para disimular su falta de sabor. De todos modos, las especias sirven para mucho más que disimular: proporcionan un variado y exquisito abanico de sabores y experiencias.

En la actualidad, el cultivo y la distribución de las especias resultan fascinantes. ¿Quién hubiera podido imaginar que los chiles descubiertos en México serían exportados a la India e incorporarlos al curry? Hoy mucha gente cree que los chiles indios son originarios de la India. ¿Y quién hubiese pensado que Canadá se convertiría en el mayor productor de mostaza del mundo? Hoy en día, las especias ya no se consideran un milagro de la medicina, pero todavía tienen un papel muy importante en la elaboración de cosméticos y perfumes, y se comercializan por sus propiedades colorantes y conservantes. La nuez moscada y el macis ya no ocupan la mayor parte de los cultivos de las islas Molucas, en cambio, se cultivan a gran escala en Granada, una isla de las Antillas.

Sin embargo, el clavo todavía procede de Madagascar y Zanzíbar, nombres evocadores y románticos que aún nos hacen sentir el aroma de las especias.

Bibliografía:

Desrosier, N.W. 1985. Elementos de Tecnología de Alimentos. Compañía Editorial continental, S.A. de C.V. México.

MARAVILLAS DEL REINO VEGETAL

Dispersión de Semillas

Yehosua Zuñiga Silva

La naturaleza nos ha demostrado la complejidad de las diversas especies en el mundo. Podemos encontrar todo tipo de seres vivos en las más recónditas partes del mundo. Una de las necesidades primordiales de la mayoría de los seres vivos es el oxígeno, mismo que proveen mayormente las plantas. Partiendo desde ese punto, podemos ver la importancia de las mismas.

Las plantas han llegado a colonizar ambientes inhóspitos en los cuales facilitan la llegada de otras especies, muchas veces con ayuda de organismos simbióticos, como los hongos. Pero para entender este proceso, habrá que entender lo que implica la colonización de un nuevo ambiente.

Muchas personas desestiman la vida de las plantas por el simple hecho de no tener motilidad para traslación, a diferencia de los mamíferos que pueden trasladarse de distintas maneras. Pero siguen estando en todos lados ¿cómo es posible esto? Aquí es donde entra el concepto de “dispersión de semillas”. Este es el conjunto de mecanismos por los cuales se llevan las semillas de las plantas a una distancia más alejada de la planta madre, así se evita crecer en el mismo espacio geográfico y también se evita el que las plantas se reproduzcan entre si. La dispersión se realizará por el viento, el agua, por autopropulsión y por los insectos.

Mecanismos de dispersión

Imagine un “diente de león” (*Taraxacum* sp.), al cual soplará y se alejarán sus componentes. Es un acto muy común, inclusive un cliché. Estos componentes volátiles son semillas que están débilmente aferradas a la planta por medio de estructuras llamadas vilanos, y por ello pueden ser llevadas por el



Diente de León, *Taraxacum* sp.

viento hacia distintos lugares. También está el caso del arce, cuyos frutos poseen un tejido similar a un ala, a estos se les llama sámaras. Con la cual pueden desplazarse a través de corrientes de aire. Cuando el viento es el que provoca la dispersión, le llamamos anemocoria. Existe otro tipo de anemocoria en la cual la planta entera se deja llevar por el viento, los estepicursoros; y su elemento trasladado es llamado diáspora. Un ejemplo claro son las llamadas plantas

“rodadoras” (*Salsola* sp), son aquellas que se popularizaron por pasar en las “películas del Viejo Oeste”.

El agua es también un buen vector para la dispersión de semillas, el proceso es llamado hidrocoria. Un ejemplo conocido es el coco (*Cocos nucifera*) que viaja, dada su baja densidad, a través de las corrientes de agua; pero la *Anemone hepática* también utiliza el agua como forma de propagación, pero lo hace con la lluvia.



Bardana o Lampazo, *Arctium lappa*

Otro método es el del método de autopropulsión o balocoria, el cual consiste en la explosión de la semilla debido a la presión hidrostática interna por el paso de un animal, la fuerza de la lluvia o el viento. Un curioso ejemplo es la planta conocida como “pepinillo del diablo” (*Ecballium elaterium*), la cual es tóxica y al contacto produce una explosión de su interior.

De igual manera, los animales también propician la dispersión de semillas. Así como las abejas son fundamentales en el proceso de polinización de las plantas, existen otros animales que actúan en la dispersión de las semillas. A esto se le llama zoocoria. Esta modalidad existe en dos posibles formas: ectozoocoria y endozoocoria. En la primera, la semilla se aferrará a la superficie de un animal por medio de ganchos, tal como

el lampazo (*Arctium lappa*) o el muérdago (*Viscum album*). Existe una invención relacionada con este tipo de propagación ectozoocoria. El velcro es producto de la observación de George de Mestral al ver el pelaje de su perro lleno de semillas de lampazo.

En la endozoocoria podemos encontrar muchos ejemplos. Esta puede consistir en que el animal se alimente del fruto de la planta, pase a su sistema digestivo, se traslade junto con el animal y sea depositada en otro lugar como producto de la digestión del animal. Los primates son animales que promueven mucho este tipo de dispersión debido a la amplia gama de alimentos que consumen. Este es también el caso del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en Bolivia. A los animales que comen

fruta se les llama frugívoros. Un caso conocido es el del zorro volador, o murciélago de gran tamaño que vive en áreas selváticas; el cual poliniza, consume los frutos y traslada la semilla en su tracto digestivo.

La mirmecoria es un tipo de zoocoria en la cual la hormiga busca a la planta, como la *Euphorbia characias*, y toma su semilla. Esta semilla lleva un eleosoma (“cuerpo graso”) que constituye un nutriente a la hormiga, por ello lo traslada a su nido; pero también traslada la semilla, que es abandonada y a su vez dispersada.

Pero sin duda, un caso de endozoocoria que ha llamado la atención es el de la *Helicodiceros muscivorus* que en la actualidad puebla las costas rocosas de las islas e islotes que hace unos 6 millones de años conformaban la región Tirrénica: las Islas Baleares, Córcega y Cerdeña. Su flor realmente es una inflorescencia con una superficie peluda color carne, que imita a un animal muerto en descomposición y el extremo de la espádice se parece a la cola peluda de una rata con sus tricomas purpúreos muy oscuros dispuestos en escobillón. La flor emite un intenso hedor a carne putrefacta (como la putrescina) que atrae a las escasas moscas carroñeras que sobreviven en las costas rocosas alimentándose de los cadáveres de las gaviotas, las ratas y las cabras asilvestradas. Haciendo que la mosca



Timador de las moscas, *Helicodiceros muscivorus*

polinice cada vez que se acerca a alguna de las plantas.

Pero ahí no acaba la dispersión de semillas por parte de esta planta. En las Islas Baleares sus frutos son un alimento muy apreciado por la lagartija balear, sargantana (*Podarcis lilfordi*), que tras la digestión de la pulpa defeca las semillas ya escarificadas por sus jugos gástricos, las cuales germinan con mucha facilidad abonadas por el nitrógeno de las heces y promoviendo así la dispersión de semillas en las islas.

Sin duda podemos ver que las plantas evolucionan de formas en las que se ayudan tanto con elementos bióticos como abióticos. Por ello las semillas pueden llegar a lugares que no pensaríamos posibles, dado a su poca motilidad para traslación. Es por ello que las plantas constituyen

un elemento sumamente importante en la ecología y de gran impacto en la existencia de vida en el planeta.

Literatura consultada

- Alcaraz-Ariza, J. 2013. España. Geobotánica. Polinización y dispersión. Universidad de Murcia.
- Fenner, M., Thompson, K. (2005). The ecology of seeds. Cambridge University Press, Cambridge, UK. ISBN 978-0521653688.
- Galindo-González, J. 1998. México. Dispersión de semillas por murciélagos: Su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. Acta Zool. Mex. (n.s.) 73: 57-74.
- Kite, G. 2000. United Kingdom. Inflorescence Odour of the Foul-Smelling Aroid *Helicodiceros muscivorus*. Royal Botanic Gardens, Kew. Vol. 55, No. 1 (2000), pp. 237-240.
- Reyes, J. 2000. España. Dispersión secundaria de semillas por hormigas (Hymenoptera, Formicidae): nuevos ejemplos en ecosistemas mediterráneos. Boln. Asoc. esp. Ent., 24 (3-4): 2000. ISSN: 0210-8984 201.
- Reyes-López, J. 2000. España. Dispersión secundaria de semillas por hormigas (Hymenoptera, Formicidae): nuevos ejemplos en ecosistemas mediterráneos. Boln. Asoc. esp. Ent., 24 (3-4): 2000. ISSN: 0210-8984



Pepino del diablo, *Ecballium elaterium*

- Rivadeneira-Cañedo, C. 2008. Bolivia. Estudio del oso andino (*Tremarctos ornatus*) como dispersor legítimo de semillas y elementos de su dieta en la región de Apolobamba-Bolivia. Ecología en Bolivia, Vol. 43(1), 29-39, Abril 2008.

- http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema6/6_9diseminac.htm
- <http://www.botanical-online.com/polinizacion.htm>
- <http://ensconet.maich.gr/es/Dispersion.htm>
- <http://www.tela-botanica.org/eflore/BDNFF/4.02/nn/7043/export/pdf>
- <http://jardin-mundani.blogspot.mx/2012/04/helicodiceros-muscivorus-el-timador-de.html>

PICOS DE PATO: HERBÍVOROS PREHISTÓRICOS DEL NORESTE MEXICANO

Raúl Ernesto Narváez Elizondo y Luis E. Silva Martínez

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. San Nicolás de los Garza, N. L.

La Tierra al igual que todo el universo se encuentra en constante cambio. Los escenarios ambientales que podemos apreciar en la actualidad no son más que un pequeño instante de la enorme historia del universo escrita desde aquella explosión cósmica denominada “Big Bang” hace unos 15 mil millones de años.



Figura 1. Imagen de algunos *Kritosaurus* sp., tomada de Norman (1987).

Uno de los intervalos de tiempo más fascinantes en la historia evolutiva de nuestro planeta sucedió hace unos 245 millones de años durante la Era Mesozoica, tiempo en el que surgieron los dinosaurios.

Los dinosaurios fueron reptiles, los cuales han sido los animales terrestres más prósperos que jamás han existido. Habitaron la Tierra durante más de 150 millones de años, vivieron en todos los continentes y evolucionaron hasta alcanzar una gran variedad de formas. Gigantescos herbívoros (algunos más grandes que una casa) compartieron el mundo con minúsculos carnívoros del tamaño de un pollo y con muchas otras especies de dinosaurios de todas formas y tamaños (Barrett y Sanz, 2002). Durante el período Cretácico (una de las 3 escalas de tiempo geológico en que se divide la Era Mesozoica), el noreste de México estaba poblado de una gran diversidad de dinosaurios, entre ellos los del género *Kritosaurus*, uno de los más importantes y vistosos para la paleontología de México (Figura 1). Estos dinosaurios denominados comúnmente “pico de pato” debido a la presencia de un pico plano y sin dientes en el extremo del hocico, llegaron a medir entre 7 y 13 metros, habitando hace 70 millones de años territorios como lo que hoy es el estado de Coahuila.

Distribución en el noreste de México

Los fósiles de *Kritosaurus* sp., suelen encontrarse en rocas sedimentarias (como la arenisca, lutita y lodolitas) cuyo ambiente de depósito y formación indican ambientes costeros o deltas. Prieto Márquez (2013) reporta que para el estado de Coahuila restos de *Kritosaurus navajovius*

han sido encontrados, por ejemplo, en la Formación Cerro del Pueblo, unidad estratigráfica perteneciente al Grupo Difunta (conjunto de formaciones estratigráficas relacionadas a costas y deltas) ver Figura 2. Por otro lado, Barret y Butler (2008), realizan un estudio para determinar las preferencias paleoambientales de algunos grupos de dinosaurios herbívoros, incluyendo la familia de los hadrosaurios, mediante el análisis de ocurrencias (presencia de una taxa en determinada localidad) reportadas en las grandes bases de datos de paleontología, concluyendo que sí existe un nivel de significancia válido para hablar de una asociación de restos de hadrosaurios con sedimentos de origen marino o costeros.

Dieta

La morfología de los dientes de los “pico de pato” revelan que su alimentación era a base de plantas y que probablemente la estructura de forma plana carente de dientes en el extremo del hocico les servía para arrancar hojas y ramas (Figura 3). La misma Formación Cerro del Pueblo además de revelar la fauna del Período Cretácico Tardío, nos ofrece un vistazo de la flora presente en ese tiempo, así Cevallos Ferriz, Estrada Ruíz y Pérez Hernán-

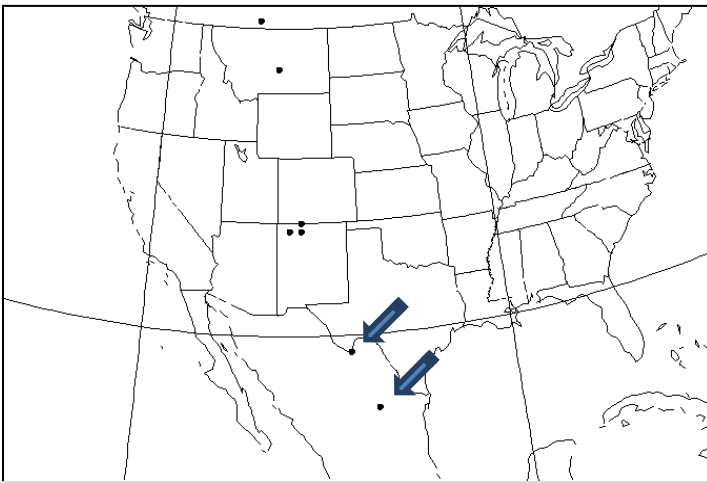


Figura 2. Imagen tomada de la Paleobiology database, las flechas señalan los dos sitios donde han sido reportados dos ejemplares de *Kritosaurus* sp. en México, de los 17 reportados para esta base de datos mundial.

dez (2007) comentan sobre la presencia de microfósiles y polen fósil de plantas pertenecientes a las familias Betulaceae, Bombacaceae, Liliaceae, Magnoliaceae, Ranunculaceae y Phytolaccaceae y Araceae (representado por la especie *Opoerculifructus lopezii*) e Incertae sedis (*Tricostatocarpum silvapinedae*), caso notable por ser los frutos los que se fosilizaron, los cuales son ovalados, tricarpelares y de abundantes pequeñas semillas periféricas (Figura 4).

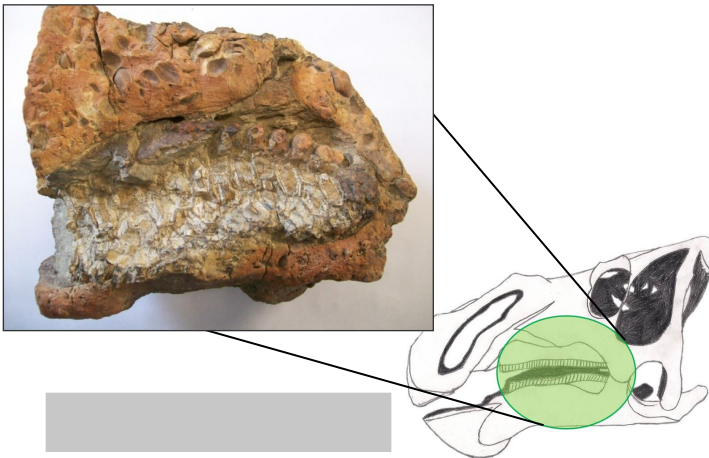


Figura 3. Los dientes de los “pico de pato” se desgastaban constantemente debido al consumo de materia vegetal dura, por lo que sus dientes eran reemplazados gracias a la presencia de una batería dental. Ejemplar de la Colección del Laboratorio de Paleobiología de la Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L.



Figura 4. Fruto fósil de una Angiosperma dicotiledónea del Cretácico Superior de Coahuila.

Depredadores

Al mismo tiempo que las manadas de “picos de pato” recorrían los territorios y formaban colonias de nidificación en el territorio de Coahuila, hay evidencia de que enormes carnívoros rondaban cerca para alimentarse de ellos. Por ejemplo, Rodríguez de la Rosa (2007) comenta que en la misma Formación Cerro del Pueblo, en Coahuila, han sido encontrados restos del enorme carnívoro

Tyrannosaurus rex así como de algunos raptors.

La importancia de los dinosaurios

El estudio de los fósiles de dinosaurios nos ayuda a comprender y a responder cuestiones evolutivas como el origen de las aves, de los mismos reptiles y hasta el nuestro, los mamíferos, siendo de alguna manera evidencia que el mismo planeta nos ofrece de que el presente es producto de constantes cambios a lo largo de millones de años.

Referencias

- Barrett, P. y J.L. Sanz. 2002. Larousse de los Dinosaurios, Del Inicio a la Extinción. Spes Editorial, S.L. Barcelona. Pp 1-2.
- Barret, P. y R. Butler. 2008. Paleoenvironmental control on the distribution of Cretaceous herbivorous dinosaurs. *Naturwissenschaften*. Vol. 95. Pp 1027-1032.
- Cevallos-Ferriz, S.R.S., E. Estrada Ruíz, y B.R. Pérez Hernández. 2008. Phytolaccaceae infructescence from Cerro del Pueblo Formation, Upper Cretaceous (late Campanian), Coahuila, Mexico. *American Journal of Botany*. Vol. 95, Núm. 1. Pp 77-83.
- Norman D., 1987: *Dinosaurs*, Salamander Books, Ltd, New York.
- Prieto Márquez, A. 2013. Skeletal morphology of *Kritosaurus navajovius* (Dinosauria: Hadrosauridae) from the Late Cretaceous of the North American south-west, with an evaluation of the phylogenetic systematics and biogeography of Kritosaurini. *Journal of Systematic Paleontology*. Pp 1-43.
- Rodríguez de la Rosa, R.A. 2007. *El Estudio de los Dinosaurios de México: Historia, Registro y Perspectivas*. Investigación y Ciencia. Universidad Autónoma de Aguascalientes. 37: 49-58.
- The Paleobiology Database (en línea). Disponible en: <http://paleodb.org/bridge.pl>

IRRADIACIÓN CON UV Y SU EFECTO SOBRE GERMINACIÓN Y VIGOR DE SEMILLAS de *Helianthus annuus* L.

Elly Bacopulos Mejia¹, Rahim Foroughbakhch², Adalberto Benavides- Mendoza¹

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah.

² Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, San Nicolás de los Garza, N.L.

Los niveles de radiación en la superficie terrestre dependen de factores como la posición del sol, la altitud, la latitud, la cobertura nubosa, la cantidad de ozono en la atmósfera y el albedo superficial. Pueden combinarse con otras condiciones de estrés inducido por déficit hídrico, salino y por alta irradiación para condicionar las respuestas fotoquímicas, bioquímicas, morfológicas y funcionales de las plantas frente a la radiación ultravioleta (Andrade-Cuvi *et al.*, 2010; Bintsis *et al.*, 2000).

La radiación ultravioleta (UV) abarca el espectro electromagnético con longitudes de onda menores que la radiación visible, desde los 400 hasta los 150nm. Se suelen diferenciar tres bandas: UV-A (320 a los 400nm), UV-B (280 a los 320nm) y UV-C (menores de 280nm). La radiación UV-C es la porción más energética del espectro, de importante acción bactericida y germicida (Pombo, 2009).

En el caso de la UV-C el mecanismo bioquímico de acción se ha descrito en forma de daños por ionización y dimerización de pirimidinas en las moléculas de ADN (Fonseca, 2009). González- Aguilar *et al.* (2001) reportaron que la exposición a dosis bajas en mango incrementa el contenido de fenoles y flavonoides totales a 2.46 y 4.93 (10^3Kgf/s^2) y en fresa la dosis de 4 kJ/m² aplicada con irradiancia de 3 y 33 Wm/m² incrementa la fenilalanina amonioliasa, enzima clave en la síntesis de fenoles (Cote-Daza, 2011). En el pimiento las dosis de 2.2, 4.4 y 6.6 kJ/m² retrasan la pérdida de firmeza (Surassawadee y Suriyan, 2012).

La mayoría de la información disponible versa sobre los tejidos fotosintéticos de plantas, frutos y hortalizas poscosecha, pero la información disponible acerca de la irradiación de semillas con UV-C es muy escasa. En base a lo anterior se planteó el objetivo de determinar el efecto de distintas dosis de irradiación UV-C sobre la germinación y vigor de semilla de girasol (*Helianthus annuus* L.), como una planta de importancia económica.

Girasol (*Helianthus annuus* L.)

Historia y Distribución

El girasol (*Helianthus annuus* L.) Es nativo de Norteamérica. Se originó en el suroeste de los Estados Unidos y Norte de México, territorio en el cual aún crece en forma silvestre. El género *Helianthus* es altamente diversificado, se compone de 49 especies y 19 subespecies con 12 especies anuales y 37 perennes, las cuales representan una considerable variabilidad que puede utilizarse para el mejoramiento genético de varias características agronómicas e industriales de la especie cultivada (Figura 1). Varias de estas especies se extienden hacia Canadá y México.



Figura 1. Flores y Semillas del girasol (*Helianthus annuus*).

El tipo de planta de un sólo capítulo, con semillas muy semejantes a las del girasol cultivado, fue desarrollado y sembrado por los grupos indígenas que habitaban estas regiones desde el año 3000 a.C. e incluso existen evidencias de que pudo haberse domesticado antes de que el maíz fuera introducido a este territorio. Estos grupos utilizaban al girasol como alimento, planta medicinal, fuente de pigmentos y colorantes para propósitos ceremoniales y decoración de vasijas. A principios del siglo XVI, el girasol fue llevado a España desde donde se dispersó a todo el continente europeo primero como planta ornamental y luego con propósitos alimenticios y medicinales (Cisneros-Zevallos, 2003).

El uso extensivo del girasol como fuente de aceite comestible se inició en Rusia en 1830. El cultivo se reintrodujo a Norteamérica desde Europa a finales del siglo XIX con el interés inicial de utilizarlo como forraje para ganado, iniciándose la extracción de aceite comestible hasta 1946 cuando Canadá lo promovió para propósitos de confitería y alimentos para pájaros.

Características botánicas

Pertenece a la familia Asteraceae. Se trata de una planta anual, con un desarrollo vigoroso en todos sus órganos. El sistema radicular está formada por una raíz pivotante y un sistema de raíces secundarias y terciarias, normalmente la longitud de la raíz principal sobrepasa la altura del tallo.

El tallo es de consistencia semileñosa y maciza en su interior, siendo cilíndrico y con un diámetro variable entre 2 y 6 cm, y una altura hasta el capítulo entre 0.4 y 2 m. La superficie exterior del tallo es rugosa, asurcada y vellosa; excepto en su base. Las hojas son alternas, grandes, trinervadas, largamente pecioladas, acuminadas, dentadas y de áspera vellosidad tanto en el haz como en el envés. El número de hojas varía entre 12 y 40, según las condiciones de cultivo y la variedad. La inflorescencia en forma del receptáculo floral o capítulo puede tener forma plana, cóncava o convexa. El capítulo es solitario y rotatorio y está rodeado por brácteas involucrales. El número de flores varía entre 700-3000 en variedades para aceite, hasta 6000 o más en variedades de consumo directo. Las flores del exterior del capítulo (pétalos amarillos) son estériles, están dispuestas radialmente y su función es atraer a los polinizadores. Las flores del interior están formadas por un ovario inferior, dos sépalos, una corola en forma de tubo compuesta por cinco pétalos y cinco anteras unidas a la base del tubo de la corola. El fruto es un aquenio de tamaño comprendido entre 3 y 20 mm de largo y entre 2 y 13 mm de ancho. El pericarpio es fibroso y duro, quedando pegado a la semilla. La membrana seminal crece con el endospermo y forma una película fina que recubre al embrión y asegura la adherencia entre el pericarpio y la semilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tratamiento de irradiación por ultravioleta UV-C. Se colocaron las semillas de *Helianthus annuus* en una bandeja plástica de manera que el embrión estuviera expuesto a la fuente de radiación con un mínimo de interferencia por los tejidos del endospermo. La bandeja se introdujo en una cámara (Figura 2) que dispone de una lámpara emisora de radiación UV-C a una intensidad de radiación de 1.6W/m² durante el tiempo: 0 (testigo), 5, 10, 15, 30, 60 y



Figura 2. La introducción de bandejas semillas de girasol a la cámara de radiación UV.

90, hasta 480 minutos de exposición (Moreno, 1996), siendo 4.608, 8.64 y 43.20 KJ/m² la dosis mínima, máxima y letal respectivamente (Cuadro 1).

La intensidad de radiación se mantuvo constante a 1.6W/m² y las dosis aplicadas, se obtuvieron variando el tiempo de exposición a la distancia fijada, mediante la expresión: $D = (I \times t)/1000$,

Donde: D = Dosis de radiación aplicada (kJ/m²); I = Irradiancia (W/m²); t = tiempo de exposición (López-Rubira *et al.*, 2007).

Pruebas Fisiológicas

Prueba de Germinación Estándar (PGE)

Después de irradiada la semilla se procedió a la evaluación por medio de la prueba de germinación estándar, colocando 100 semillas en papel seedburo (k-22) para germinación humedecido, cubriéndose las semillas con otro papel para posteriormente enrollarlo y formar los tacos e introducirlos en la cámara de germinación con temperatura constante de 25°C. Se registraron la tasa de germinación, el número de plántulas normales y anormales así como el número de semillas no germinadas, siguiendo la metodología de Moreno (1996) y de la ISTA (1999).

Prueba de envejecimiento acelerado ó vigor (PEA)

Cuadro 1. Dosis de radiación UV-C y tiempos de exposición para la semilla de girasol con irradiancia de 1.6W/cm².

Especie	Dosis Mínima		Dosis Máxima		DL50	
	KJ/m ²	tiempo (min)	KJ/m ²	tiempo	KJ/m ²	tiempo
Girasol	4.608	30	8.64	90	43.20	450

Dentro de una cámara de envejecimiento artificial, se colocó un vaso de precipitado de 600 ml conteniendo 250 ml de agua, colocándose arriba del nivel del agua 200 semillas en una malla plástica, sostenidas por un soporte en el interior y tapándose con una película plástica, teniendo un total de 16 frascos en la cámara, es decir, 4 frascos por tratamiento. El tiempo de exposición aplicado fue de 48 h para la semilla de girasol. Al finalizar el periodo de exposición al estrés de la PEA las semillas se dejaron enfriar a temperatura ambiente y posteriormente se efectuó el procedimiento de la PGE, evaluándose el número de plántulas normales y anormales así como la longitud media de radícula y plúmula (Figura 3), siguiendo la metodología de Moreno (1996), ISTA (1999).

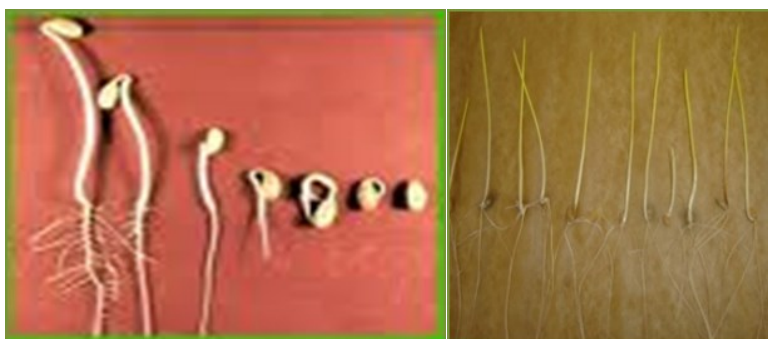


Figura 3. Plántulas normales, no normales y la longitud de la radícula de girasol.

Análisis estadístico: Las variables evaluadas fueron analizadas mediante el paquete estadístico SAS versión 9 bajo un diseño completamente al azar. El factor irradiación con UV-C se aplicó con cuatro niveles. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey (Zar, 2010) con un nivel de significancia de $P \leq 0.05\%$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) para las variables de plántulas normales (PN), plántulas anormales (PA), longitud media de plúmula (LMP), peso fresco (PF) y peso seco (PS), sin embargo, para la semilla sin germinar (SSG), Longitud Media de Radícula (LMR) no se detectaron diferencias significativas (Cuadro 2).

El girasol mostró la sensibilidad al tratamiento de irradiación UV-C aplicado sobre la semilla. El principal efecto ocurrió con dosis altas y se manifestó como decoloración de la testa de la semilla y su intensidad varió con el tiempo de exposición a la UV-C (Cuadro 3). La irradiación UV en semillas estimula mecanismos de adaptación en las plantas de prueba; sin embargo, dependerán de la intensidad de la irradiación, de las especies y variedades vegetales (Kacharava *et al.*, 2009). El número de PN disminuyó, mientras que la de PA aumentó, al elevar la dosis de aplicación de radiación UV-C. La exposición a la radiación UV puede dar lugar a la formación de radicales libres

favoreciendo la oxidación de los lípidos de las membranas y provocando alteraciones funcionales a nivel celular (Cote-Dazas, 2011).

En las variables de SSG y LMR no mostré ningún efecto por parte de los tratamientos; esto se podría explicar debido a que la pared y membrana celular son organelos blanco a la irradiación UV-C, ya que los componentes de la membrana (fosfolípidos y glucolípidos) y de pared (proteínas y ligninas), absorben energía en el rango ultravioleta; al mismo tiempo la UV-C da lugar a la acumulación de especies activas de oxígeno que causan estrés oxidativo dañando así la capacidad de la semilla para desarrollarse (Rivera *et al.*, 2007).

Prueba de envejecimiento acelerado

El análisis de varianza para esta prueba mostró que los tratamientos no indujeron cambios significativos ($p > 0.05$) en las variables PN, PA, SSG, LMP, LMR, PF y PS.

En los parámetros de vigor donde se presentan las variables de LMP presentó un efecto positivo al incrementar la longitud del hipocotilo; LMR, PF y PS se muestra una disminución en estas variables al ir aumentando las dosis de irradiación debido a la reducción de síntesis de antioxidantes por efecto del estrés de la prueba (Cuadro 4).

Comparando lo observado en ambas pruebas, el aumento entre los testigos y tratamientos de una prueba a la otra se debió a la aplicación de alta humedad y alta temperatura a la que se sometió la semilla irradiada con UV-C maximizando su efecto. El efecto ocasionado por altas temperaturas y alta humedad relativa contribuyen en gran medida al deterioro de la semilla propiciando la oxidación de lípidos, desdoblamiento de proteínas y enzimas y el aumento de las plántulas anormales. Sin embargo, dependiendo de la dosis de UV algunas de las respuestas de las plantas pueden ser positivas, como la inducción de diferentes grados de tolerancia a otras variables ambientales (Tapia *et al.*, 2002).

Cuadro 2. Cuadros medios de las variables medidos y su grado de significancia.

Fuente Variación	vigor %	GER %	PN	PA	SSG	LMP	LMR	PF	PS
Tratam	2.75NS	4.7083NS	22.4583*	18.3645*	4.7083NS	13.8331*	40.4579NS	35.2109*	0.096*
E.E.	4.25	5.4553	7.375	5.6383	5.4553	3.2704	17.7919	8.842	0.0169
C.V.	10.7906	13.1125	30.3854	26.4756	32.4962	27.8142	31.434	35.8745	36.819
MEDIA	19.125	17.8125	8.9375	8.9687	7.1875	6.5018	13.4187	8.2887	0.3534
F-valor	0.65	0.86	3.05	3.26	0.86	4.23	2.27	3.98	5.67
P	0.5922	0.4718	0.0451	0.0363	0.4718	0.0138	0.1018	0.0176	0.0036

**= Altamente significativo ($P < 0.01$); *= Significativo ($P < 0.05$); NS= No Significativo ($p > 0.05$); CV= Coeficiente de variación; PN= Plántulas Normales; PA= Plántulas Anormales; SSG= Semilla Sin Germinar; LMP=Longitud Media de Plúmula; LMR= Longitud Media de Radícula; PS= Peso Seco; PF= Fresco.

Cuadro 3. Medias de las variables de la Prueba de Germinación Estándar realizada en semilla girasol.

TRATAMIENTOS	VIGOR %	GER %	PN %	PA%	SSG%	LMP (cm)	LMR (cm)	PF(g)	PS (g)
Testigo	73a	68.5a	39ab	29.48a	31.48a	7.39a	11.2a	9.00ab	0.421a
Dosis mín./30	77.48a	75a	41a	34ab	25a	7.49a	13.9a	9.65a	0.435a
Dosis máx./90	77.48a	72.5a	37ab	36ab	27.48a	6.46ab	16.35a	9.33a	0.361ab
(DL50) /450	78a	69a	26a	44a	31a	4.65b	12.22a	5.16b	0.196b

Plántulas Normales (PN), Plántulas Anormales (PA), Semilla Sin Germinar (SSG), Longitud Media de Plúmula (LMP), Longitud Media de Radícula (LMR), Peso Fresco (PF) y Peso Seco (PS). Valores de una misma columna con igual letra no presentaron diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

Cuadro 4. Medias de las variables de la prueba de Envejecimiento Acelerado realizada en semillas de girasol.

TRATAMIENTOS	VIGOR %	GER %	PN %	PA%	SSG%	LMP (cm)	LMR (cm)	PF(g)	PS (g)
Testigo	74.72a	76.72a	8.72a	61.48a	25.24a	15.5a	5.25a	1.56a	0.056a
Dosis mín./30	77.48a	78a	3a	72a	25a	18a	2.42a	0.83a	0.026a
Dosis máx./90	80a	77a	4a	73a	23a	18.25a	3.18a	1.06a	0.056a
(DL50) /450	79.48a	76.48a	3.5a	73a	23.48a	18.25a	2.77a	0.83a	0.052a

Plántulas Normales (PN), Plántulas Anormales (PA), Semilla Sin Germinar (SSG), Longitud Media de Plúmula (LMP), Longitud Media de Radícula (LMR), Peso Fresco (PF) y Peso Seco (PS). Valores de una misma columna con igual letra no presentaron diferencias significativas (Tukey $p=0,05$).

CONCLUSIÓN

El tratamiento a la semilla con radiación UV-C presenta efectos tanto positivos como negativos, así como la inducción de diferentes grados de tolerancia a otras variables ambientales, esto dependerá de la dosis aplicada, la morfología y composición de semilla.

Cuando los resultados de la prueba de envejecimiento acelerado son elevados y están próximos a la prueba de germinación, indican que el lote de semillas posee una buena condición de vigor.

La semilla de girasol en ambas pruebas mostró una alta sensibilidad tanto a la radiación como a la combinación de está con alto contenido de humedad y alta temperatura siendo la dosis de 4.608kJ/m² por 30 minutos la que presentó una mejor respuesta en la prueba de germinación estándar; al analizar la prueba de envejecimiento acelerado bajo la dosis de 8.64kJ/m² por 90 minutos donde en lugar de degradar las estructuras y compuestos celulares presentó un beneficio para la semilla.

REFERENCIAS

Andrade-Cuvi, M.J., Moreno-Guerrero, C., Henríquez-Bucheli, A., Gómez-Gordillo, A., Concellón, A. 2010. Influencia de la radiación UV-C como tratamiento postcosecha sobre carambola (*Averrhoa carambola* L.) mínimamente procesada, almacenada en refrigeración. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 11 (1)18-27.

Bintsis, T., Litopoulou-Tzanetaki, E. and Robinson, R. 2000. Existing and potencial applications of ultraviolet light in the food industry- A critical review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80: 637-645.

Cisneros-Zevallos B. 2003. The use of controlled postharvest abiotic stresses as a tool for enhancing the nutraceutical content and adding- value of fresh fruits and vegetables. J. of Food Sci. Vol. 68 (5):1560-1565.

Cote Daza S. 2011. Efecto de la intensidad de la radiación UV-C sobre la calidad sensorial, microbiológica y nutricional de frutos". Tesis de maestría. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Exactas, Buenos Aires, Argentina.

Fonseca J. 2009. Efecto de la luz UV-C en la calidad de hortalizas. Revista Productores de Hortalizas. Meister Media Wordide. Vol. Primer trimestre 2009.

González-Aguilar G A, Wang C Y y Buta J G. 2001. Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe "Tommy Atkins" mangos. Int. Journal of Food Science and Technology. 36: 775-782.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA).1999. International rules for seed testing 1999. Seed Science and Technology 27, Supplement.

Kacharava N., Chanishvili S., Badridze G., Chkhubianishvili E., Janukashvili N. 2009. Effect of seed irradiation on the content of antioxidants in leaves of Kidney bean, Cabbage and Beet cultivars. Australian Journal of Crop Science 3(3):137-145. ISSN: 1835-2707.

López-Rubira V., Artés-Hernández, F., y Artés, F. 2007. Evaluación de la Calidad de Granadas Tratadas con UV-C y Almacenadas en Atmósfera Controlada. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. 2007. <http://horticom.com/pd/article.php?sid=68010>.

Moreno, EM. 1996. Análisis físico y fisiológico de semillas agrícolas. Tercera edición, UNAM. Ciudad Universitaria, México, D.F. Pp 393.

Pombo, M. 2009. Irradiación de frutillas con UV-C: efecto sobre la síntesis de proteínas, degradación de la pared celular y mecanismos de defensa. Laboratorio de Bioquímica y Fisiología de la Maduración y Senescencia (UB-4) IIB-INTECH (Chascomús) UNSAM. Universidad Nacional de San Martín.

Surassawadee P. y Suriyan S. 2012. Effect of ultraviolet-C (UV-C) illumination on post-harvest quality and bioactive compounds in yellow bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.) during storage. African Journal of Agricultural Research Vol. 7(28), pp. 4084-4096, 24 July, 2012.

Zar, J.H. 2010. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, Inc. Englewood, New Jersey 895 p.

BIOLOGIA E IMPORTANCIA DEL SOTOL (*Dasyilirion* spp). PARTE II: ECOFISIOLOGÍA, USOS E INTERROGANTES

**M. Humberto Reyes-Valdés¹, Adalberto Benavides-Mendoza², Homero Ramírez-Rodríguez²
y José Ángel Villarreal-Quintanilla³**

¹Depto. de Fitomejoramiento. ²Depto. de Horticultura. ³Depto. de Botánica.

Introducción

En la primera parte de esta revisión presentamos los aspectos básicos del género *Dasyilirion*, un grupo de plantas comúnmente llamadas sotoles en varias partes de México. Resaltamos el hecho de su distribución en áreas desérticas del norte de nuestro país, de sus comportamientos sexual dióico y del poco conocimiento que se tiene sobre su base genética. En esta segunda parte, abordamos los temas de ecofisiología y usos pasados y presentes de estas plantas, así como de las grandes interrogantes y áreas de oportunidad de estudio en este género botánico.

Ecofisiología

La región de distribución del sotol se caracteriza por humedad relativa muy baja, régimen irregular y escaso de lluvias que normalmente coinciden con la época más cálida del año, altas temperaturas diurnas que pueden alternar con bajas temperaturas nocturnas, suelos con diversos grados de salinidad, generalmente con pH arriba de 7.0 y que por su pobreza en materia orgánica tienden a mostrar poca capacidad de retención de agua y baja disponibilidad de algunos elementos minerales como el N, P, Fe, Mn y otros metales. En estos suelos pobres es especialmente importante la actividad microbiana para la vida de las plantas.

Las plantas que crecen en los desiertos y semidesiertos descienden de especies que prevalecían en un ambiente subtropical a tropical. Se estima que hace unos 5 millones de años comenzó la transformación de esas regiones hacia su actual carácter árido, llevando aparejados los cambios adaptativos de los organismos presentes en las mismas. En la actualidad las zonas mencionadas, que ahora conocemos como desiertos y semidesiertos, muestran una gran diversidad de organismos adaptados al entorno reinante.

Se espera que las diferentes especies de sotol que posean una serie de adaptaciones reproductivas, morfológicas, fisiológicas y bioquímicas que les permitan coleccionar, conservar y metabolizar los recursos del ambiente semiárido en que transcurre su ciclo vital. Sin embargo el sotol ha sido poco estudiado y se conoce muy poco sobre las men-

cionadas adaptaciones.

Un estudio sobre la composición química de las plantas masculinas y femeninas no mostró diferencias significativas entre sexos (Cruz-Requena *et al.*, 2007). Actualmente se realizan investigaciones para determinar si en el nivel bioquímico y genómico radica el mecanismo de la diferenciación sexual (Reyes-Valdés *et al.*, proyecto Conacyt CB 154682), así como la posibilidad de que dicho conocimiento sea utilizado para verificar el sexo de plántulas o plantas de sotol, tanto en poblaciones naturales como en viveros.

La tolerancia de las semillas frente a los factores ambientales no ha sido descrita. En un estudio realizado por Probert *et al.* (2009), se encontró que en una muestra de 195 especies de 71 familias, las semillas de sotol mostraron buena resistencia al envejecimiento por la aplicación de alta temperatura y humedad durante el almacenamiento; sin embargo, los valores no se encontraron en el rango alto. Es posible que la producción de una gran cantidad de semillas por individuo, aunado a la alta capacidad germinativa constituyan parte de las adaptaciones que aseguran el establecimiento inicial de un gran número de plántulas. Sin embargo, bajo condiciones naturales el establecimiento inicial se ve mermado en gran magnitud por acción de factores ambientales adversos como la sequía y el forrajeo por la fauna o el ganado (Vega-Cruz *et al.*, 2006).

Posterior a la germinación, la raíz presenta un crecimiento de 6 cm a los 48 días después de la siembra en un sustrato en invernadero. La plántula emerge sobre el sustrato 14 días después de la imbibición (Francisco-Francisco *et al.*, 2012). Sin embargo, la variación en las características de germinación y posterior crecimiento de las plántulas es enorme (Vega-Cruz *et al.*, 2006), lo cual hace difícil establecer una característica promedio para las plántulas.

En el estudio de Robertson *et al.* (2008), se encontró que las raíces de *D. leiophyllum* son fibrosas, y que exploran densamente el perfil del suelo ubicado entre los 10 y 30 cm de profundidad, la cual puede aumentar en las plan-

tas de mayor edad. Por otra parte Patrick *et al* (2007) mencionan que *D. leiophyllum* se comportó como una planta que extrae agua no de la superficie del suelo, sino de capas más profundas.

Con respecto a nutrición, los únicos estudios realizados sobre ello se refieren a estudios de las respuestas a la aplicación de fertilizantes en plantas llevadas a condiciones controladas (Vega-Cruz *et al.*, 2006). Por otro lado, se sabe que el sotol crece de forma natural en suelos delgados y pedregosos con bajo contenido de materia orgánica (Cano-Pineda y Martínez-Burciaga, 2007).

La estructura del tallo sugiere un almacén de reservas adaptado para un entorno con variaciones en el aporte de recursos; un tema sin embargo que no ha sido bien estudiado (Robertson *et al.*, 2008) a pesar de que es mencionado como un factor importante para la supervivencia de las plántulas (Sierra-Tristán *et al.*, 2008). El tallo es un caudex, una estructura de almacenamiento con un gran volumen y poca superficie de exposición, la cual se cubre con los restos de las hojas desarrolladas en temporadas de crecimiento anteriores. Dichas hojas, además de proporcionar soporte mecánico, pudieran funcionar como aislantes térmicos para el tallo, disminuyendo así la transpiración. Se tienen reportes de tallos de sotol hasta de 3 m de altura y 150 kg de peso, si bien lo normal para las plantas del estado de Coahuila es de 80 kg (López-Barbosa, 2005).

Las hojas son perennes y alargadas, de color verde claro a verde grisáceo o glauco, con espinas en los márgenes y recubiertas de una capa de hidrocarburos que forman una cutícula gruesa. La superficie no presenta tricomas por lo que su apariencia no es pubescente.

Los reportes acerca del metabolismo fotosintético señalan que *D. wheeleri* colectado en Nuevo México se comporta como una especie C3 constitutiva sin mostrar rasgos de inducción de CAM (Kemp y Gardetto, 1982), contrario a muchas especies de *Yucca* y prácticamente todos los agaves y cactus del semidesierto que son plantas CAM constitutivas. Sternberg *et al.* (1984) indican igualmente que *D. texanum* muestra metabolismo C3. La información anterior, sin embargo, no puede extenderse a todas las especies de sotol, ya que se sabe que en un mismo género puede ocurrir la presencia de especies C3 y CAM, o bien que reviertan de C3 a CAM y viceversa según las condiciones ambientales (Lüttge, 2004), por ello debiera extenderse la verificación del metabolismo fotosintético a las especies de *Dasyliirion* presentes en México.

Las plantas de sotol presentan un sistema radical que explora profundamente el suelo y a su vez mantiene raíces superficiales. La productividad de estas plantas depende fuertemente de los eventos grandes de precipitación (Robertson *et al.*, 2008), lo cual indica que las raíces

profundas aportan en mayor cuantía al crecimiento de la planta. En un estudio publicado por Patrick *et al.* (2007), se menciona que la asimilación de CO₂ y la tasa de transpiración son dependientes directamente de la magnitud del aporte de agua, sin reportarse algún mecanismo de aumento en la eficiencia en el uso del agua por parte de la planta.

Entre las adaptaciones bioquímicas se encuentra la acumulación de carbohidratos. Se sabe que los tallos acumulan principalmente fructanos que son estructuralmente diferentes a los de los agaves (Mancilla-Margalli y López, 2006). Los fructanos son compuestos con una aparente función dual en las plantas, ya que tienen un papel como fotosintatos y por otra como osmolitos, elevando así la tolerancia al estrés hídrico en varias especies vegetales (Spollen y Nelson, 1994; Wang y Nobel, 1998). Parte de esta habilidad de los fructanos depende de su capacidad para asociarse con las membranas a través de un efecto de retención de agua que aumenta su estabilidad (Demel *et al.*, 1998; Hinch *et al.*, 2000; Valluru y Van den Ende, 2008). Los fructanos del sotol y del agave, cuyo interés se centra principalmente en la fermentación para producir alcohol (Ávila-Fernández *et al.*, 2009), no se consideran en nuestra cultura como un producto útil para su consumo como alimento. Sin embargo, además de constituir una fuente de fibra dietética, son compuestos con interesantes cualidades nutritivas por su bajo aporte calórico (Urías-Silvas *et al.*, 2008), además de que los fructanos del sotol muestran propiedades nutraceuticas como la gran actividad promotora *in vitro* de bifidobacterias y lactobacillus (López y Urías-Silvas, 2007).

Usos pasados y presentes

El sotol formó una parte importante de los recursos para el sostenimiento de la vida humana en la prehistoria y la historia de aridoamérica. Para varios cronistas de la época de la conquista del norte de México, lo que consumían los habitantes del desierto no era considerado como alimento, pues en su imaginario, comida significaba pan de trigo, carne de res y puerco, manteca de cerdo, azúcar, etc. De tal manera que recursos como la carne de víbora, el pulque, las tunas y el mezquite no eran vistos por ellos como alimento (Valdés, 2011). Sin embargo, plantas como el sotol y la lechuguilla formaban parte importante de la dieta de los habitantes nativos de esta región. En ambos casos, los tallos eran cocidos en hoyos con piedras calientes y consumidos directamente. Se ha sugerido que la parte de planta del sotol consumida por esos pobladores hace 10 000 años fueron principalmente las hojas y el tallo (Sobolik, 1991). Existe evidencia que el sotol fue una fuente rica en carbohidratos ya que junto con agave y cebolla proporcionaron en su momento más del 60% de calorías a los nativos de la región texana (Leach y Sobolik, 2010). Además, se utilizó en la época prehispánica como artesanía y pro-

tección para sus construcciones rústicas (Trelease, 1911).

Hay comunidades que continúan utilizando esa planta como alimento. Las flores son guisadas y luego combinadas con otros alimentos (López-Barbosa y Portes-Vargas, 2002). La sección central y tierna del bulbo es utilizada para elaborar harina o consumirse también cocida (Acosta, 1959). Este órgano también es asado en rocas, rayado y hervido en ollas, machacado y luego agregado en otros platillo (Herrera-Ramírez *et al.*, 2006; Arce *et al.*, 2003). No obstante, el uso actual de más valor económico para el sotol es la producción de licor.

El uso del sotol para la elaboración de licor se remonta a la época colonial, con la introducción del proceso de destilación durante los siglos XVI al XVIII por los españoles en la región de la Nueva Vizcaya (López Barbosa, 2005). Se fueron así creando factorías artesanales para fermentar el tallo del sotol y producir la bebida alcohólica, que hoy en día se llama también "sotol". Con el paso del tiempo, además de las factorías artesanales, se han establecido algunas que gozan de las ventajas de la tecnología, y que hacen uso de los servicios de enólogos profesionales.

En forma permanente el sotol es comparado en clara competencia con otros licores como el tequila, mezcal y bacanora. La diferencia de estos licores con el sotol es que este último pertenece a plantas del género *Dasylirion* spp, el cual es muy característico del Desierto Chihuahuense (Bogler, 1995). El sotol como licor ha cumplido con la norma de regulación mexicana y ha recibido la misma con la identificación NOM-159-SCFI-2004, con denominación de origen para los estados de Coahuila, Chihuahua y Durango (Secretaría de Economía, 2004). Con base en esas experiencias, la competencia está dirigida a la conquista de nuevos mercados y al gusto de los consumidores. Por lo tanto, la mercadotecnia y canales y estrategias de distribución son claves.

Otro uso que se le dan a la planta del sotol es la con-



Algunos usos misceláneos del sotol. A. "Chimal", flor artificial hecha con hojas de sotol. B. Don Marcos Molina, habitante del desierto Chihuahuense, procurándose un bastón con un escapo de sotol.

fección de cestería y flores artificiales, por artesanos de diferentes lugares de su zona de distribución. Los escapos a su vez se utilizan como material de construcción para cercas y chozas. Asimismo, los escapos labrados se venden como bastones en catálogos internacionales.

La colecta del sotol ocurre en las poblaciones naturales, por lo que varias de ellas son sujetas a sobreexplotación (Golubov *et al.*, 2007). Por esa razón durante años se ha realizado la multiplicación de los individuos de esta especie en viveros o en laboratorio (Villavicencio-Gutiérrez *et al.*, 2007) con el objetivo de realizar reforestación y conservar el germoplasma. Sin embargo, atendiendo al ya explicado carácter dióico de estas plantas, es difícil llevar a cabo una adecuada reforestación si no se considera un adecuado balance entre plantas hembras y machos.

Interrogantes y perspectivas

Fisiología. El conocimiento sobre la fisiología del sotol es muy escaso. La ampliación en esta ciencia será de gran valor y permitirá conocer su funcionamiento a mayor profundidad. Esto a su vez contribuirá a modernizar el manejo de la planta en su hábitat y orientará a su introducción en otras regiones con condiciones adquiridas como resultado del cambio climático. Por otro lado, no se encontró información o evidencia de la realización de estudios sobre otros metabolitos del sotol. Temas tan básicos como estudios bromatológicos, el contenido de clorofilas, antioxidantes u otros metabolitos bioactivos, así como estudios de composición mineral con el enfoque de aumentar el conocimiento acerca de las adaptaciones de esta especie a sus condiciones de vida o diversificar su uso industrial o medicinal no se han realizado o bien no están disponibles en medios impresos.

Agente Polinizador. No existe una base contundente que sustente la participación de insectos en el proceso de polinización del género *Dasylirion* (Henrickson y Johnston, 1986). Los reportes localizados en la literatura (Cruz-Requena *et al.*, 2007) y experiencias personales permiten

sugerir que el viento contribuye eficientemente al traslado de grano de polen de flor masculina a flor hembra. Esta característica también ha sido observada en otras especies como el nogal pecanero y nogal de castilla. En ambas especies se ha demostrado que sus flores masculinas y femeninas no resultaron atractivas a las abejas americanas (Soltész *et al.*, 2006).

Determinación Sexual. Se desconoce a la fecha cual es la base genética para la determinación del sexo en las plantas de sotol. Se sabe que en las plantas hay una serie de mecanismos posibles, como la herencia simple, la presencia de cromosomas heteromórficos, cromosomas homomórficos, niveles de ploidía y determinación ambiental. Con relación a la inducción floral en plantas hermafroditas, existe suficiente documentación que demuestra que las citocininas juegan un papel importante en el proceso del estímulo de yema meristemática a yema floral. Esta evidencia ha sido observada en árboles frutales como manzano, durazno y chabacano (Ramírez *et al.*, 2004). En plantas dióicas como nogal y pistache, se ha reportado que las giberelinas estimulan la formación de flor masculina (Durand y Durand, 1984); mientras que el etileno, ácido abscísico y auxinas podrían participar en la formación de flores femeninas (Lovatt y Zheng, 2010). Estas experiencias pudieran orientar estudios futuros en el proceso de floración en la planta de sotol y establecer la posible participación hormonal en el fenómeno de la dioecia observado en este género.

Reproducción. La tasa de éxito reproductivo hasta la formación de la semilla, la dispersión de las propias semillas y el porcentaje de las plántulas que realmente logran perdurar en condiciones naturales, son conocimientos muy básicos acerca de los cuales no se dispone de información (Golubov *et al.*, 2007). Se observa asimismo que en los años con menos precipitación la floración del sotol disminuye o simplemente no ocurre, esta pareciera una adaptación a la situación de estrés, pero no existe evidencia que lo demuestre. No se sabe cuándo se forman los primordios florales que darán lugar a las flores que emergen en un año particular; se ignora igualmente la magnitud del efecto del déficit de agua sobre el metabolismo de las plantas y en particular sobre la formación de estructuras florales. Por las razones anteriores se desconoce totalmente como se controla la presencia o ausencia de floración en un año particular ¿depende de un mecanismo regulado por hormonas que responden al déficit de agua en el suelo? o bien ¿se relaciona con una disminución en el presupuesto de carbohidratos de la planta? Además del aparente control por la precipitación, la floración parece estar sujeta a un ciclo más amplio de seis años (López-Barbosa, 2005), sin haberse corroborado tal periodicidad. Por otro lado, no se conoce de alguna adaptación específica en la estructura de la semilla que aumente la germinación en las condiciones del semidesierto salvo la presencia de brácteas que retra-

san la germinación por algunos meses (Vega-Cruz *et al.*, 2006; Sierra-Tristán *et al.*, 2008).

Requerimientos edáficos. No se dispone de información que indique las limitantes a la germinación en las poblaciones no sujetas a manipulación humana. La manera en que crece la raíz en los ambientes edáficos naturales es conocida por dos estudios. Se sabe muy poco sobre las necesidades de elementos minerales del sotol y de cómo son satisfechas. Ante la falta de un suministro abundante de nutrientes disueltos en un suelo con esas características, seguramente que las plantas de sotol requieren de microorganismos asociados a las raíces que ayuden a movilizar los nutrientes del suelo (Chapin, 1980); sin embargo la información al respecto es nula.

Potencial como alimento humano. El sotol por su vasta distribución en el Desierto Chihuahuense requiere de mayor atención por parte de investigadores en el tema de tecnología de alimentos y salud humana, con el propósito de analizar otras sustancias que pudieran enriquecer la dieta alimenticia humana y nuevas fuentes de medicamentos. Sería interesante investigar la posible presencia de antioxidantes y sustancias de influencia médica. Sin embargo, siempre debe tenerse en cuenta el costo ecológico con respecto al beneficio que pueda obtenerse con los diferentes usos, y que los mismos sean bajo una visión de sustentabilidad.

Comentarios finales

Destacan a lo largo de este artículo varios hechos relevantes con relación a la planta sotol: su amplia adaptación a las zonas desérticas, su presencia cercana al desarrollo de la vida humana a lo largo de la historia en el Desierto Chihuahuense, sus particularidades reproductivas -especialmente la dioecia- y su importancia económica actual y potencial en la producción de licor. Por encima de todo, resalta nuestra gran ignorancia sobre el funcionamiento de esta planta y su relación con las variables ambientales. Asimismo, hay un déficit de estudios sobre su potencial alimenticio y médico y de las posibilidades de explotación sustentable. Esperamos que este trabajo motive el desarrollo de nuevos proyectos, que exploren las potencialidades de adquisición de conocimiento y uso de este particular grupo de plantas.

Agradecimientos

El presente documento está auspiciado por el CONACYT, a través del proyecto "Análisis comparativo de caracteres genéticos y fisiológicos hipotéticamente relacionados con la determinación sexual en sotol (*Dasyilirion cedrosanum*)", clave CB 154682.

Referencias

- Acosta S.M. 1959. Propagación vegetativa de leñosas y forestales. Editorial La Hacienda, Barcelona, España 36p.
- Arce L., Valdés J., Valdés A., Gallegos A y Padilla G. 2003. Pruebas de germinación de semilla de sotol (*Dasyliirion cedrosanum* Trel.) utilizando extractos secos de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) bajo condiciones de laboratorio. En: Resultados de proyectos de investigación 2003. Dirección de investigación, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah., México. p. 492-495.
- Ávila-Fernández A, Rendón-Poujol X, Olvera C, González F, Capella S, Peña-Alvarez A y López-Munguía A. 2009. Enzymatic hydrolysis of fructans in the tequila production process. J. Agric. Food Chem. 57:5578-5585.
- Bogler D.J. 1995. Systematics of *Dasyliirion* taxonomy and molecular phylogenía. Boletín de la Sociedad Botánica de México 56: 69-76.
- Cano-Pineda A. y Martínez-Burciaga O.U. 2007. Determinación de áreas potenciales para el establecimiento de plantaciones de sotol (*Dasyliirion cedrosanum* Trel.) en el estado de Coahuila. Folleto Técnico 31. INIFAP-CIRNOR. México 28 p.
- Chapin III, S.F. 1980. The mineral nutrition of wild plants. Ann. Rev. Ecol. Syst. 11:233-260.
- Cruz Requena M, Rodríguez Herrera R, Aguilar CN, de la Garza Toledo H y Aguilera Carbo A. 2007. Caracterización fisicoquímica de las plantas de diferente sexo del sotol. XII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. XII Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería. Morelia, Michoacán, México.
- Demel RA, Dorrepaal E, Ebskamp MJ, Smeekens JC and de Kruijff B. 1998. Fructans interact strongly with model membranes. Biochim. Biophys. Acta 1375:36-42.
- Durand R and Durand B. 1984. Sexual differentiation in higher plants. Physiol. Plant. 60:267-274.
- Francisco-Francisco N, García-Osuna HT, Benavides-Mendoza A, Hernández-Juárez A y Ramírez-Godina F. 2012. Germinación, morfología y anatomía foliar de *Dasyliirion cedrosanum* Trel. Reporte técnico. Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Golubov J, Mandujano MC, Arizaga S, Martínez-Palacios A y Koleff P. 2007. Inventarios y conservación de Agavaceae y Nolinaceae. En: Colunga P, Eguiarte L y García A (eds). El género Agavaceae y Nolinaceae en México: una síntesis del estado del conocimiento. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, Conacyt, UNAM. p 25-52.
- Henrickson J and Johnston MC. 1986. Vegetation and community types of the Chihuahuan Desert. In: Barlow JD (ed). Second Symposium on Resources of the Chihuahuan Desert Region: United States and Mexico. Chihuahuan Desert Research Institute, Sul Ross State University. p. 20-39.
- Herrera-Ramírez EB, Rodríguez-Herrera R, Aguilar CN, Contreras-Esquivel JC y De la Garza-Toledo H. 2006. Sotol: Una planta con pasado, presente y futuro. Cienciaviva 5:21-22.
- Hincha DK, Hellwege EM, Heyer AG and Crowe JH. 2000. Plant fructans stabilize phosphatidylcholine liposomes during freeze-drying. Europ. J. Biochem. 267:535-540.
- Kemp PR and Gardetto PE. 1982. Photosynthetic pathway types of evergreen rosette plants (Liliaceae) of the Chihuahuan Desert. Oecologia 55:149-156.
- Leach JD and Sobolik KD. 2010. High dietary intake of probiotic inulin-type fructans from prehistoric Chihuahua Desert. British Journal of Nutrition 103: 1558-1561.
- López Barbosa LA. 2005. El sotol en Coahuila, potencialidades y limitaciones. En: Conteras Delgado C y Orega Ridaura I (eds). Bebidas y regiones, historia e impacto de la cultura etílica en México. Plaza y Valdés, S.A. México. pp 63-84.
- López-Barbosa LA y Portes-Vargas L. 2002. El sotol una planta muy especial. Manual del productor. Print Power, S.A de C.V. México, D.F. 34p.
- López MG and Urías-Silvas JE. 2007. Agave fructans as prebiotics. In: Norio S, Noureddine B and Shuichi O (eds.). Advances in fructooligosaccharides research. Research Signpost, Kerala, India. pp. 2-14.
- Lovatt CJ and Zheng Y. 2010. Use of plant bioregulators to stimulate embryo growth and loosen fruit to increase split nut yield of pistachio. Acta Hort. 884: 549-557.
- Lüttge U. 2004. Ecophysiology of crassulacean acid metabolism (CAM). Ann. Bot. 93:629-652.
- Mancilla-Margalli A and López MG. 2006. Water-soluble carbohydrates and fructan structure patterns from Agave and *Dasyliirion* species. J. Agric. Food Chem. 54:7832-7839.
- Patrick L, Cable J, Potts D, Ignace D, Barron-Gafford G, Griffith A, Alpert H, Van Gestel N, Robertson T, Huxman TE, Zak J, Loik ME and Tissue D. 2007. Effects of an increase in summer precipitation on leaf, soil, and ecosystem fluxes of CO₂ and H₂O in a sotol grassland in Big Bend National Park, Texas. Oecologia 151:704-718.
- Probert RJ, Daws MI and Hay FR. 2009. Ecological correlates of ex situ seed longevity: a comparative study on 195 species. Ann. Bot. 104:57-69.
- Ramírez H, Benavides A, Robledo V, Alonso R and Gomez J. 2004. Gibberellins and cytokinins related to fruit bud initiation in apple. Acta Hort. 636: 409-413.
- Reyes-Valdés et al. 2012. Análisis comparativo de caracteres genéticos y fisiológicos hipotéticamente relacionados con la determinación sexual en sotol (*Dasyliirion cedrosanum*). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Proyecto Conacyt CB 154682.
- Robertson TR, Bell CW, Zak JC and Tissue DT. 2008. Precipitation timing and magnitude differentially affect aboveground annual net primary productivity in three perennial species in a Chihuahuan Desert grassland. New Phytol. 181:230-242.
- Secretaría de Economía, 2004. NORMA Oficial Mexicana NOM-159-SCFI-2004, Bebidas alcohólicas-Sotol-Especificaciones y métodos de prueba. <<http://www.aduanas-mexico.com.mx/claa/ctar/normas/nm159asc.htm>>
- Sierra-Tristán JS, Lara Macías CR, Carrillo-Romo R, Melgoza-Castillo A, Morales-Nieto C y Royo-Vázquez MH. 2008. Los soteles (*Dasyliirion* spp.) de Chihuahua. Folleto Técnico 20 INIFAP-CIRNOC. México. 58 p.
- Sobolik KD. 1991. Prehistoric diet and subsistence in the lower Pecos as reflected in coprolites from Baker cave, Valverde County Texas. Texas studies in Archaeology Series No. 7.
- Soltész M, Nyéki J and Sabó Z. 2006. Walnut. In: Kozma P, Nyéki J, Soltész M and Szabó Z. (eds). Floral biology, pollination and fertilization in temperate zone fruit species and grape. Akademiai Kiado, Budapest Hungria. P. 451-464.
- Spollen WG and Nelson CJ. 1994. Response of fructan to water deficit in growing leaves of tall fescue. Plant Physiol. 106:329-336.
- Sternberg LO, DeNiro MJ, Johnson HB. 1984. Isotope ratios of cellulose from plants having different photosynthetic pathways. Plant Physiol. 74:557-561.
- Trelease W. 1911 The desert group Nolineae. P. Am. Philos. Soc. 50:404-443.
- Urías-Silvas JE, Cani PD, Delmée E, Neyrinck A, López MG, Delzenne NM. 2008. Physiological effects of dietary fructans extracted from *Agave tequilana* Gto. and *Dasyliirion* spp. Brit. J. Nutrition 99:254-261.
- Valdés CM. 2011. El desierto como interpretación y como vivencia. Visiones de militares y religiosos de la región árida del centro norte mexicano entre los siglos XVI y XIX. En: Trejo Barajas D (ed.). Los desiertos en la historia de América, una mirada multidisciplinaria. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad Autónoma de Coahuila. p. 45-69.
- Valluru R and Van den Ende W. 2008. Plant fructans in stress environments: emerging concepts and future prospects. J. Exp. Bot. 59:2905-2916.
- Vega-Cruz J, Melgoza-Castillo A y Sierra-Tristán JS. 2006. Caracterización del crecimiento de dos especies de sotol (*Dasyliirion leiophyllum* Engelm. ex Trelease y *D. sereke* Bogler) fertilizadas con nitrógeno y fósforo. Rev. Ciencia Forestal en México 31:55-71.
- Villavicencio-Gutiérrez E, Cano-Pineda A y Juárez-Santana A. 2007. Guía para la micropropagación y producción in vitro de plantas de sotol (*Dasyliirion cedrosanum* Trel.). Folleto Técnico 37 INIFAP-CIRNOR. México 20 p.
- Wang N and Nobel PS. 1998. Phloem transport of fructans in the crassulacean acid metabolism species Agave deserti. Plant Physiol. 116:709-714.

EFFECTO DEL SELENIO SOBRE LA CUANTIFICACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Rocío Castillo-Godina¹, Rahim Foroughbackhch-Pournavab², Adalberto Benavides-Mendoza¹

¹Depto. de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah.

² Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, San Nicolás de los Garza, N.L.

El consumo de alimentos sanos y con alto contenido de nutrientes antioxidantes contribuyen a la protección de las membranas celulares del daño oxidativo y en la prevención de diversas enfermedades (Broadley, 2006). Los radicales libres son protagonistas de numerosas enfermedades que provocan reacciones en cadena; estas reacciones sólo son eliminadas por la acción de otras moléculas que se oponen a este proceso tóxico en el organismo, los llamados sistemas antioxidantes defensivos. En estos, un primer grupo trabaja sobre la cadena del radical inhibiendo los mecanismos de activación, un segundo grupo neutraliza la acción de los radicales libres ya formados, por tanto detiene la cadena de propagación; en este grupo pueden encontrarse algunas enzimas detoxificadoras (Sahnoun *et al.*, 1997). Las enzimas antioxidantes utilizan en su mayoría elementos traza como cofactores para sus reacciones y se destaca la función del selenio (Se) como elemento esencial (Fig. 1) y cofactor para la actividad de las mismas (Arthur, 2003), y la deficiencia de este elemento pudiera inducir modificaciones del estado oxidativo celular (Fig. 2) y la aparición de diversas enfermedades (Jackson, 2004), así como aumento en el riesgo de adquirir y en el avance de ciertos tipos de cáncer como el de hígado, próstata, colo-rectal y de pulmón (Rayman, 2005). La Ingesta mayor a 300 µg reduce el riesgo de enfermedades como diferentes tipos de cáncer (Combs, 2001).

La función biológica más trascendente que se le atribuye al Se es su poder antioxidante a través de su rol como cofactor de selenoenzimas (Rayman, 2008). De la misma forma al actuar el selenio como inductor

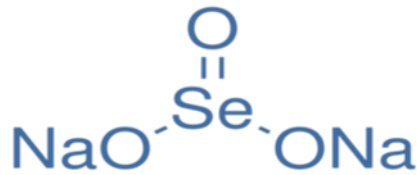


Figura 1: El selenio es metabolizado en las plantas (Se⁺⁶ y Se⁺⁴)



Figura 2. El selenio es distribuido en cantidades limitadas en los alimentos



Fig. 3. Siembra de semillas y trasplante a macetas de 20 L.

de antioxidantes enzimáticos actúa como inductor de vías metabólicas generadoras de antioxidantes no enzimáticos dentro los que destacan el ácido ascórbico.

La población en general recibe la mayor parte de la ingesta diaria de selenio a través de los alimentos (huevo, carne, mariscos, trigo). En los Estados Unidos el consumo de Se es 72-152 µg día⁻¹ persona⁻¹, mientras que en México el consumo promedio es de 40 µg día⁻¹ persona⁻¹ (AMDN A.C., 2009), lo cual se encuentra muy por debajo de los niveles de consumo en otros países y de los recomendados en diferentes artículos científicos (Broadley *et al.*, 2006), entre los que se destaca la recomendación realizada por Combs (2001).

Broadley *et al.* (2006), señalan que todas las formas de selenio han sido encontradas en hojas, tallos y raíces de plantas y que en general las plantas cultivadas que crecen en suelos no seleníferos presentan concentraciones de Se de 0.01 a 1 mg kg⁻¹ de peso seco. El selenio es metabolizado en las plantas por la vía de asimilación del azufre y su distribución y acumulación dependerá de la especie química y la concentración del elemento suministrado a las raíces y por vía foliar, así como de la naturaleza y la concentración de otras sustancias en la solución. Respecto a su forma química, en el corto plazo la mayor parte de Se tomado como selenato se mantiene en forma inorgánica, mientras que cuando se aplica como selenito se acumula en su forma orgánica (Cartes, 2006).

Por su parte, el ácido ascórbico es necesario para producir colágeno que es una proteína que sostiene muchas estructuras corporales y que representan un papel muy importante en

la formación de huesos y dientes. También favorece la absorción de hierro procedente de los alimentos de origen vegetal. El escorbuto es la clásica manifestación de insuficiencia grave de ácido ascórbico. Sus síntomas se deben a la pérdida de la acción cimentadora del colágeno, y entre ellos están las hemorragias, caída de dientes y cambios celulares en los huesos de los niños. El ácido ascórbico se encuentra en cítricos, fresas frescas, pomelo (toronja), piña y guayaba. Buenas fuentes vegetales son brócoli, coles de Bruselas, tomates, espinacas, col, pimientos verdes, repollo y nabos.



Figura 4. A) *Lycopersicon esculentum* Mill B) Siembra en charolas de poliestireno C) Trasplantar en macetas

En base a lo anterior, se planteó como estrategia el enriquecimiento de los cultivos alimenticios con Se para aumentar los niveles de consumo de dicho elemento. De tal manera, en el presente proyecto, se generó la información básica sobre los cambios que suceden con antioxidantes específicos en este caso el ácido ascórbico del tejido foliar y del fruto de tomate, generada como consecuencia del enriquecimiento de la planta con Se aplicado como selenito.

En base a lo anterior, se planteó como estrategia el enriquecimiento de los cultivos alimenticios con Se para aumentar los niveles de consumo de dicho elemento. De tal manera, en el presente proyecto, se generó la información básica sobre los cambios que suceden con antioxidantes específicos en este caso el ácido ascórbico del tejido foliar y del fruto de tomate, generada como consecuencia del enriquecimiento de la planta con Se aplicado como selenito.

Fase experimental

La fase experimental se llevó a cabo durante la temporada agrícola del año 2012 en un invernadero del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Fig. 3), ubicado en Buenavista, Saltillo Coahuila. Se utilizaron como material experimental para la producción de plantas, semillas de tomate tipo bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) de la variedad "Toro" de crecimiento determinado (Fig. 4 A). La siembra se realizó en charolas de poliestireno de 200 cavidades (Fig. 4 B), monitoreando el crecimiento y el respectivo cuidado de la plántula durante un periodo de 30 a 40 días. Posteriormente, se trasplantaron en macetas de una capacidad de 20 L utilizando como sustrato peat moss y perlita en una proporción 70:30 (Fig. 4 C). La nutrición del cultivo se realizó mediante la aplicación de tres tratamientos 0, 2 y 5 mgL⁻¹ de Selenito de Sodio, con 30 repeticiones con un total de 90 unidades experimentales. La unidad experimental fué una planta en una maceta de selenito de sodio (Na₂SeO₃) y el testigo (la solución Steiner sin Se). La concentración de la solución aplicada fué acorde a la etapa fenológica.

Se realizaron podas de yemas laterales y tutoreo de plantas cada 8 días, se llevó un control de plagas y enfermedades mediante aplicaciones preventivas de productos

fitosanitarios. La aplicación de selenito de sodio (Na₂SeO₄) se realizó 15 días después del trasplante (ddt) vía sistema de riego en la solución Steiner con un volumen de riego de acuerdo a cada etapa fenológica del cultivo. El diseño experimental de los tratamientos fue un completamente al azar con un arreglo en bloques que surgió de la necesidad de aplicar el selenio usando sistemas de riego independientes. Durante el experimento se realizaron 3 muestreos. El primer muestreo se llevó a cabo a los 40 días después del trasplante, etapa previa a la primera floración. De cada tratamiento se muestrearon 6 plantas elegidas al azar. Tres muestras por tratamiento del tejido colectado fueron colocadas en un congelador a temperatura de -80 °C antes de ser usadas en la determinación del contenido de ácido ascórbico. El segundo y tercer muestreo correspondieron a la colección de tejido foliar y del fruto, el cual se llevó a cabo a los 80 y 120 ddt respectivamente.

Para la cuantificación de ácido ascórbico se aplicó el procedimiento propuesto por AOAC (1990).

Para la cuantificación de ácido ascórbico se aplicó el procedimiento propuesto por AOAC (1990).

Resultados

La concentración de Se fue notablemente mayor en los tratamientos de 2 y 5 mg.L⁻¹ de Selenito de Sodio para los componentes de tallos (0.46-0.52 mg/kg) en comparación con los componentes de fruta (0.25-0.36) y hoja (0.20-0.22 mg/kg). Los mejores resultados en la concentración se obtuvo con el tratamiento 5 mg L⁻¹ de Selenito (del 0.20 en las hojas hasta 0.52 mg/kg en tallos de tomate) en com-

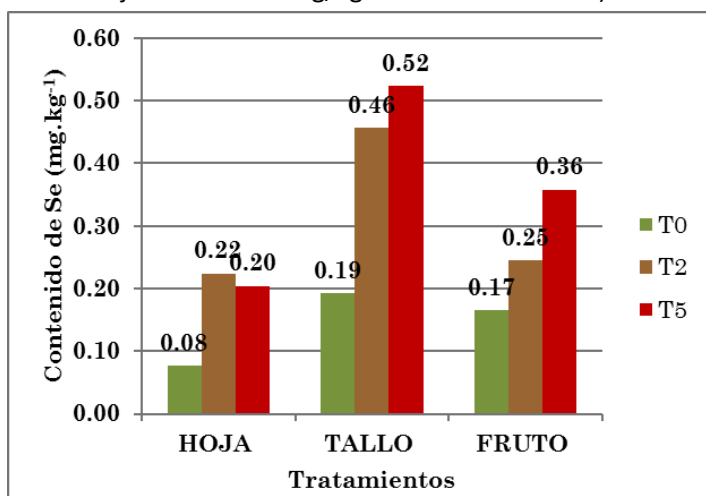


Figura 5. Contenido de Selenio (mg kg⁻¹) en tres tejidos de la planta de tomate bajo tres tratamientos.

Tabla 1. Contenido de ácido ascórbico en tejido foliar y fruto de tomate, durante tres muestreos obtenidos durante distintas etapas fenológicas del cultivo

Tratamiento	Hoja (mgAA/10g)				Fruto (mgAA/10g)		
	M1	M2	M3	% Aumento	M2	M3	% Aumento
Tt0 mg.L-1	5.7	6.3	8.1	29.5	20.3	28.5	28.8
T2 mg.L-1	7.1	8.9	9.0	20.8	22.9	34.1	32.8
T5 mg.L-1	14.8	23.8	40.3	63.2	45.0	68.0	33.8

M1. Muestreo 1, M2. Muestreo 2, M3. Muestreo 3. T. Tratamiento. mg/10g de ácido ascórbico por cada 10 g de material vegetal.

paración con el testigo con valores 0.08, 0.17 y 0.19 mg/kg en hojas, tallos y frutos respectivamente (Fig. 5).

En la Tabla 1 también se muestran los resultados correspondientes a la concentración de ácido ascórbico (AA) en hoja de la planta de tomate, durante los tres muestreos obtenidos en distintas etapas fenológicas del cultivo de la planta (40, 80 y 120 ddt). Se puede observar que existe un aumento gradual en el contenido de AA durante el avance del crecimiento de la planta, este aumento se dio en las plantas bajo todos los tratamientos. También se muestra el porcentaje de aumento obtenido desde el primer muestreo y hasta el tercero. Este indica que se da un porcentaje de aumento de hasta 63.19% en el contenido en las hojas bajo el mayor tratamiento de selenito de sodio (5 mg.L-1), lo cual indica a su vez que se aumentó la concentración de AA en el tejido foliar de las plantas que estuvieron bajo exposición constante de selenito de sodio en la mayor concentración estudiada.

Del mismo modo, en la tabla 1, se encuentra la concentración de AA correspondiente al fruto de las plantas bajo exposición de selenito de sodio, dado para los tres tratamientos analizados y para los dos muestreos correspondientes al fruto. Cabe señalar que en este caso se llevaron a cabo dos muestreos puesto que el fruto no se daba aún en la etapa fenológica correspondiente a la fecha del primer muestreo. En este caso, el porcentaje de cambio en el contenido de AA se aumenta paulatinamente del muestreo 2 al muestreo 3, siendo así un aumento de 20.3 a 28.5 en el tratamiento testigo, 22.9 a 34.1 en el tratamiento 2 mg.L-1 y 45.0 a 68.0. Correspondiendo este último a un porcentaje de cambio de 33.8 %. Lo cual manifiesta una acumulación de AA mayor en el fruto de las plantas bajo exposición de selenito de sodio 5 mg.L-1 que aquellos frutos bajo exposición de concentraciones de selenito de sodio menores.

Conclusiones

La aplicación de tratamientos favorecieron un aumento en el contenido de vitamina C del tejido foliar hasta del 63.19%, siendo los valores máximos 14.84 mg AA/10g de tejido foliar en la primera etapa del cultivo y 40.30 mg

AA/10g de tejido foliar el encontrado en la tercera etapa (120 después del trasplante).

Se logró también un aumento hasta un 33.82% en el contenido de ácido ascórbico del fruto con la aplicación de 5 mg L-1 de Se. La conclusión fue que la aplicación de selenio en el agua de riego con una concentración de hasta 5 mg L-1 estimuló la acumulación de ácido ascórbico en hojas y frutos del tomate.

La acumulación de Selenio fue significativa en hoja, en tallo y fruto, lo cual representa la factibilidad del enriquecimiento del cultivo de plantas de tomate con dicho elemento.

El Selenio se puede correlacionar positivamente con otros elementos minerales esenciales de las plantas, lo cual significa un beneficio adicional dado por dicho elemento.

El consumo de alimentos con alto contenido de nutrientes antioxidantes contribuyen a disminuir el daño oxidativo. El selenio (Se) es un elemento que tiene un gran potencial fortificante para las hortalizas, ya que actúa como un inductor del metabolismo antioxidante en las plantas.

Referencias

- Asociación Mexicana de Nutriología A. C. (AMDN A.C.). <http://www.asociaciondenutriologia.org/>.
- AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis of AOAC.1 15th edition. Vol. II. Washington, D.C. USA. pp: 829–830.
- Arthur JR. 2003. Selenium supplementation: does soil supplementation help and why? *Proceedings of the Nutrition Society*. 62: 393–397.
- Broadley MR, White PJ, Bryson RJ, Meacham MC, Bowen HC, Johnson SE, Hawkesford MJ, Mc Grath SP, Zhao FJ, Breward N, Harriman M, and Tucker M. 2006. Biofortification of UK food crops with selenium. *Proceedings of the Nutrition Society* 65: 169-181.
- Cartes P, Shene C, and Mora M. 2006. Selenium distribution in ryegrass and its antioxidant role as affected by sulfur fertilization. *Plant Soil*. 285:187–195.
- Combs GF. 2001. Selenium in global food systems. *Br. J. Nutr.* 85:517-547.
- Jackson M. J., Dillon S. A., Broome C. S., Mc Ardle A., Hart C. A. and Mc Ardle F. 2004. Are there functional consequences of a reduction in selenium intake in UK subjects? *Proceedings of the Nutrition Society*. 63: 513–517.
- Rayman M. P. 2005. Selenium in cancer prevention: a review of the evidence and mechanism of action. *Proceedings of the Nutrition Society*. 64: 527–542.
- Rayman, M. P. 2008. Food-chain selenium and human health: emphasis on intake. *Brit. J. Nutr.* 100: 254–268.
- Sahnoun Z., Jamoussie K., Zegal K. M. 1997. Free radicals and antioxidants: human physiology and therapeutic aspects. *Therapics*. 52(4):251-70.

BACTERIOCINAS: METABOLITOS BACTERIANOS VIABLES PARA EL BIOCONTROL DE PATÓGENOS

D.F. Lafuente-Rincón¹, J.E. Barboza-Corona², R. Salcedo-Hernández², R. Abraham-Juárez², J.A. Valadez-Lira³, D. Quistián-Martínez³, N.M. De la Fuente-Salcido^{1*}

¹Universidad Autónoma de Coahuila, Escuela de Ciencias Biológicas. Torreón, Coahuila

²Universidad de Guanajuato Campus Irapuato-Salamanca, División Ciencias de la Vida, Irapuato, Guanajuato,

³Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, San Nicolás de los Garza, Nuevo León

Actualmente la fresa está considerada en nuestro país como uno de los productos agrícolas más importantes en cuanto al volumen de siembra y el valor de la producción (SAGARPA, 2013), por lo tanto su producción impacta directamente en el desarrollo de empleos y en la generación de importantes divisas en nuestro país.

La fresa (*Fragaria* spp. Fam. Rosaceae) es una frutilla producida por una planta perene, herbácea de porte bajo; de hojas pinnadamente trifoliadas y alternas con las estípulas unidas en la base del pecíolo. Las flores de blancas a rojizas, al inicio nacen sobre pedúnculos basales o escapos en pequeños grupos semejantes a un racimo. Flores hermafroditas, algunas veces unisexuales, poseen un receptáculo agrandado llegando a ser muy carnoso, portando los frutos (aquenios) sobre la superficie con apariencia de semillas (Bailey, 1949) (Figura 1). Este género, crece preferentemente en regiones caracterizadas por una altitud de 1,300 hasta 2,000 msnm, con un clima templado donde destacan temperaturas entre los 10 y 14°C y provistas de hasta 12 horas de luz, condiciones que le proporcionan a la planta sus características de siembra como son la termo y fotoperiodicidad (SIAP, SAGARPA 2012).

Se considera que los cultivos de fresas derivan de tres especies: la fresa nativa de las montañas de América y las Antillas (*F. vesca* L.); la fresa escarlata o fresa de Virginia (*F. virginiana* Duchesne) del este de Norte América y la fresa de Chile o de playa (*F. chiloensis* Duchesne), nativa de las regiones montañosas del hemisferio occidental (Finn *et al.*, 2013). La última especie se parece a la fresa silvestre común, y se



Figura 1. *Fragaria ananassa* Duchesne (aparece al centro como *Fragaria fructu magno*) Publicado en Bessler, Basilius, Hortus Eystettensis, vol. 1: *Septimus ordu Collectarum plantarum vernalium*, t. 119, fig. 1640. Disponible en: <http://plantillustrations.org/taxonomy.php>

originó en Europa central por la hibridación de las variedades europeas de frutos más gruesos llamados fresones. Se considera a *F. vesca* como la variedad salvaje de la fresa y *F. ananassa*, conocida comúnmente como fresón o frutilla, es la especie que actualmente presenta mayor demanda comercial para su consumo en fresco o bien en productos congelados.

Producción de fresa en México

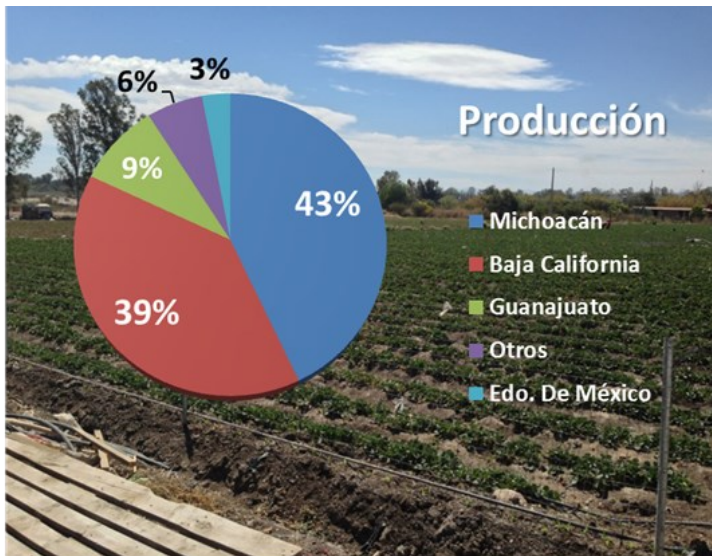
La naturaleza perecedera de la fruta de fresa obliga a los agricultores a una constante y exigente verificación de los procedimientos para agilizar el proceso de la cosecha, habitualmente realizados con una periodicidad de tres días, a realizarla manualmente, y además, se requiere que las fresas deban ser empacadas y conservadas bajo las más estrictas normas de calidad dependiendo del mercado al que van dirigidas, es decir si son destinadas para consumo inmediato o bien empacadas para exportación.

La fresa disponible en el mercado es bien aceptada por los consumidores que principalmente las apetecen por sus características sensoriales que incluyen poseer un buen tamaño, un color rojo profundo que antoja la degustación, un delicioso e inconfundible aroma y especialmente por su incomparable sabor. No obstante a sus cualidades sensoriales, en México la Norma Oficial Mexicana NMX-FF-062-1987 establece los parámetros para clasificar las fresas de acuerdo a diferentes grados de calidad en el producto, y estos incluyen especificaciones físicas como el tamaño y la coloración, cumplir con normas de etiquetado, envase y embalaje, así como la verificación de las cualidades sensoriales que requiere cumplir como fruta fresca (NMX-Z-013-1977; www.colpos.mx).

¿Porque es importante la fresa en México?

Es muy importante mencionar que Guanajuato, Michoacán y Baja California son las entidades de mayor producción de fresa en México y juntos aportan más del 90% (227 mil toneladas/año) (Fig. 2) (SAGARPA, 2012). Por su sabor y cualidades nutritivas, la fresa mexicana es muy demandada en el mercado mundial y México es reconocido como el tercer exportador de esta frutilla, con una capacidad de producción de 174, 000 toneladas anuales, y con expectativas de ventas más elevadas y constantes, en productos cómo la fresa fresca y la fresa congeladas. Lo anterior ha permitido que la fresa mexicana sea distribuida mundialmente en 16 países. Cómo es de esperarse por la cercanía geográfica, los Estados Unidos representan el mayor destino de exportación de la fresa, considerándose un 95 a 98 por ciento el volumen total, y el segundo destino de exportación es ocupado por otro país situado más al norte, Canadá.

En Irapuato Guanajuato, se estima que actualmente



Fuente: Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Figura 2. Principales entidades productoras de fresa en México

existe un promedio de 1, 200 toneladas de fresa potenciales para su cosecha, siendo éste uno de los principales municipios productores del cultivo a nivel regional y nacional. Sin embargo, durante años las contaminaciones con hongos, principalmente *Fusarium sp*, *Rhizoctonia sp*, *Verticillium sp* y *Phytophthora sp* representan un riesgo para los cultivos porque son causantes de la enfermedad conocida como la "secadera" y otras enfermedades ocasionadas por hongos fitopatógenos como *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia sp* en planta y fruto, considerándose uno de los más graves problemas para la producción agrícola de fresa porque coarta su rendimiento y producción generando grandes pérdidas económicas de hasta un 50 por ciento de la cosecha de los productores (Basurto *et al.*, 2012; De los Santos, *et al.*, 2003; SAGARPA, 2007).

BIOCONTROL: Alternativa para eliminar patógenos de fresa
Uno de los retos actuales de la agricultura en México y en el mundo es el incremento en la producción de alimentos de manera sustentable, tratando de reducir cada vez más el uso de fertilizantes y plaguicidas químicos que dañan los ecosistemas y ponen en riesgo la salud de los consumidores. En años recientes se ha impulsado el desarrollo de estrategias alternas para el biocontrol de patógenos en diversos productos agrícolas en las que se busca desarrollar biofertilizantes y bioplaguicidas que reduzcan el daño al medio ambiente.

La producción agrícola como es el caso de la fresa, se encuentra en un punto crucial respecto al control de enfermedades de los cultivos, que requiere urgentemente de generar prácticas novedosas con resultados favorables. Dos problemáticas afectan al cultivo de la fresa, una la representan los productores que requieren alternativas que disminuyan los costos de producción, minimizando las pérdidas económicas por bajo rendimiento de las cosechas y mermas en el producto final. Y por otro lado, cumplir con las exigencias de los consumidores habituales de la fresa, que cada vez demandan disminuir el uso de plaguicidas y/o fertilizantes químicos. Lo anterior ha generado grandes expectativas respecto al desarrollo de metodologías alternas que apliquen productos biológicos seguros y a la vez eficientes, marcando una nueva etapa de biocontrol con el uso de productos derivados del metabolismo microbiano para el control de microorganismos patógenos.

En la actualidad ciertos metabolitos biosintetizados por bacterias del género *Bacillus*, particularmente los que derivan del metabolismo de diferentes subespecies de *B. thuringiensis* (Bt) se encuentra en franco desarrollo para concebir una alternativa destacada que puede llegar a ser un producto biológico efectivo contra el desarrollo de bacterias y hongos fitopatógenos (Abriouel *et al.*, 2010). Esta bacteria es reconocida a nivel mundial por su capacidad entomopatógena contra dípteros, lepidópteros y coleópteros, conferida por sus proteínas Cry y Cyt, lo cual ha permitido generar el mayor mercado de los bioinsecticidas. Sin embargo, además de las proteínas mencionadas, la maquinaria biosintética de este bacilo grampositivo produce proteínas con capacidad quitinolítica como son las quitinasas y péptidos con actividad antimicrobiana denominados bacteriocinas. Ambos tipos de proteínas pueden expandir la perspectiva de aplicación de esta bacteria, particularmente con la aplicación de las bacteriocinas en el biocontrol de hongos fitopatógenos (Barboza-Corona *et al.*, 2012).

Avances en el estudio de las bacteriocinas como alternativa de biocontrol

Mundialmente se han reportado 18 diferentes bacteriocinas (De la Fuente-Salcido *et al.*, 2013) y particularmente cinco de éstas (Morricina, Kurstacina, Kenyiacina, Entomocina, Tolworthcina) derivan metabólicamente de las cepas mexicanas de *B. thuringiensis ssp morrisoni*, *B. thuringiensis subsp kurstaki*, *B. thuringiensis subsp kenyae*, *B. thuringiensis*

subsp. entomocidus y *B. thuringiensis subsp. tolworthi* respectivamente (Tabla 1) (Barboza-Corona *et al.*, 2007). Estas bacteriocinas han mostrado una amplio espectro de actividad antimicrobiana contra bacterias y hongos (De la Fuente-Salcido *et al.*, 2008) y se pueden considerar para el control de patógenos en cultivos y en la prevención de enfermedades transmitidas por alimentos (Barboza-Corona *et al.*, 2012). La actividad de estas bacteriocinas se ha investigado a través de diversas pruebas contra hongos fitopatógenos aislados de suelos destinados al cultivo de fresa para evaluar la capacidad antimicrobiana (Lafuente *et al.*, 2013a). En una primera etapa de la investigación se realizaron pruebas de fitopatogenicidad en fresa infectada artificialmente con los géneros *Fusarium* sp, *Mucor* sp, *Aspergillus*, *Trichoderma* sp, *Geotrichoum* sp, *Cladosporium* sp y *Chrysonilia* sp, hongos aislados de muestras de suelo destinado al cultivo de fresa y que se identificaron molecularmente. Estos ensayos han confirmado la patogenicidad en heridas de fresas inoculadas artificialmente, confirmando daño por los hongos en el crecimiento celular y deshidratación, en pudrición y necrosis (Fig. 3.3). Además en la superficie del fruto se confirmó que estos hongos causan daño por crecimiento micelial y deshidratación, además de la pudrición blanda. En una segunda etapa se realizaron bioensayos de inhibición de los hongos fitopatógenos por la acción de las bacteriocinas (Fig. 3.2). Las pruebas se realizaron mediante la evaluación *in vitro* de la inhibición del crecimiento y/o esporulación de los hongos, demostrando que estas proteínas resultan efectivas contra más de la mitad de los aislados, destacando un efecto considerable contra *Fusarium* que corresponde al género más abundante, además se confirmó el mayor efecto sobre el género *Mucor*, sin embargo, el menor efecto se observó contra los géneros *Aspergillus*, *Trichoderma* y *Geotrichoum*. Los bioensayos *in vitro* permitieron confirmar la eficacia de las bacteriocinas de *B. thuringiensis* como agentes biológicos con potencial para aplicarse en el biocontrol de hongos fitopatógenos de cultivos de fresa, y actualmente se realizan pruebas más específicas que muestren la inhibición de la germinación de las esporas de los hongos y el daño celular (Fig. 3.1), mismos que se verificarán con pruebas de viabilidad y microscópicamente respectivamente (Lafuente *et al.*, 2013b).

Conclusiones

El cultivo de la fresa en nuestro país representa una importante actividad agrícola y económicamente un fuerte ingreso de divisas. Sin embargo, la posibilidad del desarrollo de infecciones de las fresas en los campos de cultivo, que común-

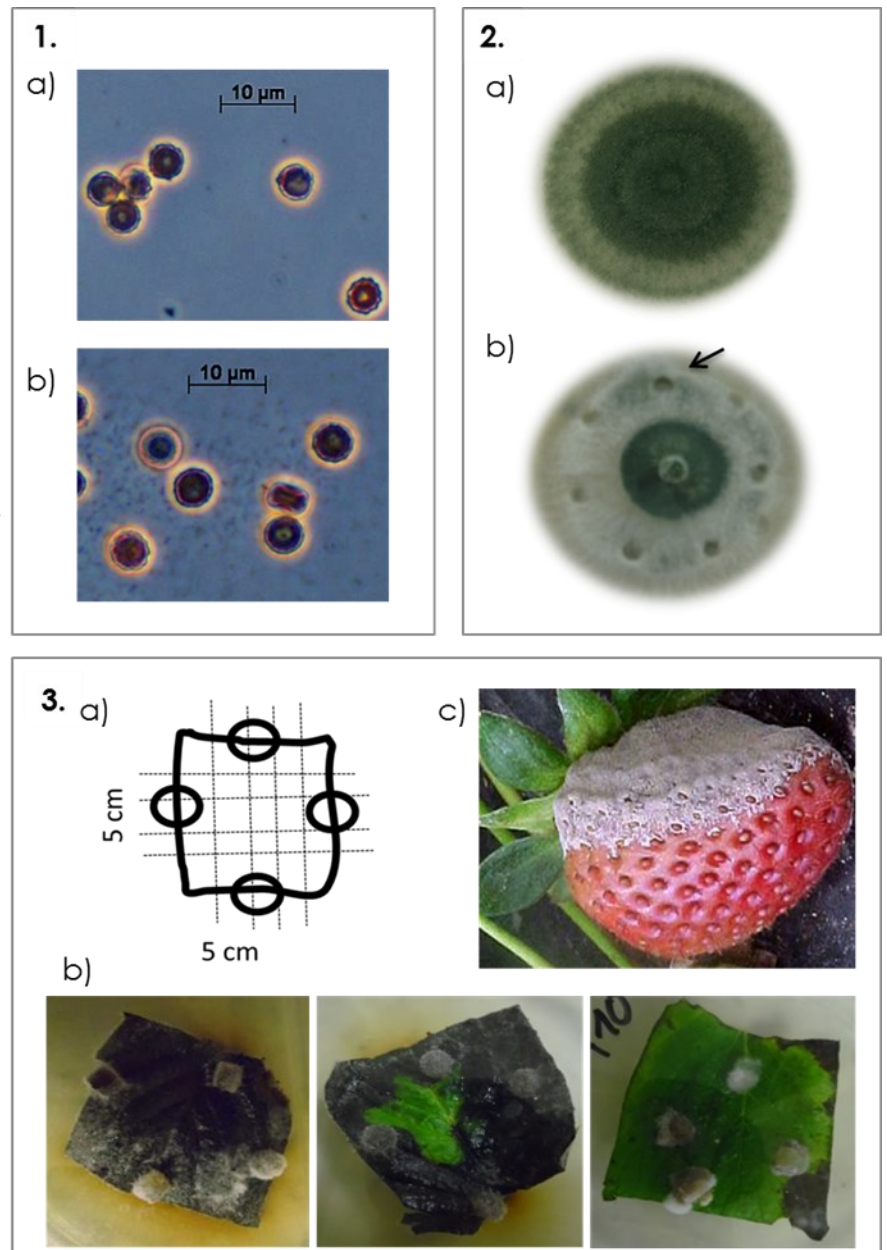


Figura 3. Ensayos de actividad de bacteriocinas. 1. Daño celular: a) Esporas sin daño, b) Daño celular en esporas. 2. Efecto de péptidos antimicrobianos sobre el crecimiento de hongos *in vitro*: a) Crecimiento de *Trichoderma* spp. sin bacteriocina, b) Ensayo de actividad antimicrobiana de bacteriocinas de *Bacillus thuringiensis* contra *Trichoderma* spp. Se señala los puntos de inoculación de la bacteriocina. 3. Bioensayos de patogenicidad de hongos en fresa (*F. ananassa*): a) Ilustración de una prueba de patogenicidad de hongos sobre una sección de 5 cm² de tejido vegetal, b) Distintos grados de extensión de mancha necrótica por hongos; total (100%), alta (>50%) y moderada (>10%) respectivamente, c) Invasión fitopatológica sobre fruto.

mente son provocadas por microorganismos fitopatógenos, obliga a los productores a buscar y aplicar nuevos métodos para el control para evitar mermas en la cosecha que redundarían en pérdidas económicas significativas. Una novedosa alternativa para contrarrestar las contaminaciones de los cultivos se puede encontrar en diferentes procedimientos para el biocontrol de los patógenos, y que además evita la utilización de compuestos químicos que dañan el ambiente.

Tabla 1. Bacteriocinas producidas por *Bacillus thuringiensis*. Fuente: Barboza-Corona *et al.*, 2007; De la Fuente-Salcido *et al.*, 2008.

Cepa Productora	Bacteriocina	Fase de Síntesis	pH/ Temperatura	Microorganismos sensibles
Grupo A				
<i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>morrisoni</i>	Morricina	Inicio de fase estacionaria	5.0-9-0/80 °C	Diversas especies de <i>B. thuringiensis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>Listeria innocua</i> , <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>S. xylosum</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Salmonella sp.</i> , <i>Str. pyogenes</i> , <i>E. coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Proteus vulgaris</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> , <i>Enterococcus faecium</i> , <i>Rizophus sp.</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Mucor rouxii</i> IM80, <i>Trichoderma sp. SH1</i> , <i>Trichoderma sp. SD3</i> .
<i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i>	Kurstacina			
Grupo B				
<i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>kenyae</i>	Kenyacina	Mitad de fase Logarítmica	5.0-9.0/121 °C	
<i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>Entomocidus</i>	Entomocina			
<i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>tolworthi</i>	Tolworthcina			

La aplicación de metabolitos de bacterias como las bacteriocinas derivadas de *B. thuringiensis* es uno de los procedimientos más innovadores y efectivos para contrarrestar el crecimiento de hongos fitopatógenos por su capacidad de inhibir la esporulación, efecto que se ha demostrado por pruebas in vitro contra hongos que afectan los cultivos de *F. ananassa*. La utilización de metabolitos microbianos como las bacteriocinas, puede llegar representar uno de los tratamientos alternativos de biocontrol con mayor futuro para preservar los cultivos mexicanos libres de microorganismos fitopatógenos, coadyuvando en el aseguramiento de la calidad microbiológica de la fresa que se destina al consumo nacional y extranjero.

Literatura citada

Abriouel, H., Franz, C., Ben Omar, N., Gálvez, A. 2011. Diversity and applications of *Bacillus bacteriocins*. FEMS Microbiology Reviews. Vol. 35: 201-232

Bailey L.H. 1949. Manual of cultivated plants. MacMillan Publishing Co. Inc. N.Y. pp.1116

Barboza-Corona, J.E., Vázquez-Acosta, H., Bideshi, D., and Salcedo-Hernández, R. 2007. Bacteriocin-like inhibitor substances production by Mexican strains of *Bacillus thuringiensis*. Archives of Microbiology. Vol. 187: 117-126.

Barboza-Corona, J.E., De la Fuente-Salcido, N.M., and León-Galván F. 2012. Future challenges and prospects of *Bacillus thuringiensis*. In *Bacillus thuringiensis* biotechnology. Edited by E. Sansinenea. Springer, N.Y., USA. pp. 367-384.

Basurto-Cadena, M.G.L., Vázquez-Arista, M., García-Jiménez, J., Salcedo-Hernández, R., Bideshi, D., Barboza-Corona, J.E. 2012. Isolation of a New Mexican Strain of *Bacillus subtilis* with Antifungal and Antibacterial Activities. The Scientific World Journal. Vol. 2012: 1-7.

Finn, C.D., Retamales, J.B., Lobos, G.A., Hancock, J.F. 2013. The Chilean Strawberry (*Fragaria chiloensis*): Over 1000 Years of Domestication.

Hortscience. Vol. 48(4): 418-421.

De la Fuente-Salcido, N., Alanís-Guzmán, M.G., Bideshi, D.K., Salcedo-Hernández, R., Bautista-Justo, M., Barboza-Corona, J.E. 2008. Enhanced synthesis and antimicrobial activities of bacteriocins produced by Mexican strains of *Bacillus thuringiensis*. Archives of Microbiology. Vol. 190: 633-640.

De la Fuente-Salcido, N.M., Casados-Vázquez, L.E., Barboza-Corona, J.E. 2013. Bacteriocins of *Bacillus thuringiensis* can expand the potential of this bacterium to other areas rather than limit its use only as microbial insecticide. Canadian Journal of Microbiology. Vol. 59: 515-522.

De los Santos, B., Barrau, C., Romero, F. 2003. Strawberry fungal diseases. Food, Agriculture and Environment Vol. 1: 129-132.

Lafuente Rincón, D.F., Velásquez Chávez, T.E., Salcedo-Hernández, R., Barboza-Corona, J.E., De la Fuente-Salcido, N.M. 2013. Biocontrol de fitopatógenos en fresa (*Fragaria ananassa* Duchesne) por bacteriocinas de *Bacillus thuringiensis*. RESPyN. Vol. 2: 371-376.

Lafuente Rincón, D.F., Salcedo-Hernández, R., Quistián-Martínez, D., Valadez-Lira, A., Barboza-Corona, J.E., De la Fuente-Salcido, N.M. 2013. Efecto de las bacteriocinas de *Bacillus thuringiensis* contra hongos fitopatógenos de fresa (*Fragaria ananassa* Duchesne). Memorias Congreso Internacional de Inocuidad Alimentaria 2013, Monterrey, Nuevo León, octubre 2013.

Normalización e Inspección de Calidad Frutícola. México, 1980. NMX-Z-013-1977. Guía para la redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Mexicanas. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Dirección General de Normas

SIAP Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA, disponible en:

URL: <http://w4.siap.gob.mx/AppEstado/Monografias/Frutales/Fresa.html> (12 Noviembre 2013)

URL: <http://mexicoproduce.mx/articulos/fresaMexicana.html> (15 noviembre 2013)

URL: <http://www.colpos.mx/bancodennormas/nmexicanas/NMX-FF-062-1987.PDF> (16 Noviembre 2013)

MICRO-RNAs VEGETALES: MOLÉCULAS PEQUEÑAS CON GRANDES IMPLICACIONES

Raúl Alejandro Garza-Aguirre, Sergio Moreno-Limón

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas San Nicolás De Los Garza, N.L.

1. Estrés abiótico

El ciclo vital de una planta está ligado estrechamente a los factores ambientales donde se establece y desarrolla, incrementos o decrementos en factores como la luz, CO₂, temperatura, nutrientes o disponibilidad de agua, pueden causar inhibición, retraso o defectos serios en el crecimiento y rendimiento vegetal. La salinidad, la contaminación por metales pesados y el déficit hídrico son algunos de los factores abióticos comúnmente encontrados en la naturaleza. Para hacer frente a estos factores de estrés, las plantas requieren percibir y amplificar las señales ambientales de manera rápida y eficaz con el objetivo de reprogramar la expresión genética en cada célula entrando en un “nuevo estado fisiológico” capaz de regular la presión osmótica mediante la acumulación de metabolitos osmoprotectores, controlar el movimiento de agua (aquaporinas), compartimentalizar iones a nivel subcelular (transportadores iónicos) y mantener la homeostasis de especies reactivas de oxígeno (ROS) a través de los mecanismos antioxidantes (enzimas y compuestos orgánicos) todo esto con la finalidad de minimizar el daño a proteínas y membranas durante las condiciones de estrés. Los análisis de expresión genética y proteómica han revelado que las plantas sufren cambios drásticos en los niveles de expresión de cientos e inclusive miles de genes durante el estrés, los cuales son regulados a nivel transcripcional y post-traducciona [5, 31, 2, 25]. Posteriormente algunos estudios han elucidado el rol de la regulación post-transcripcional durante el estrés, sin

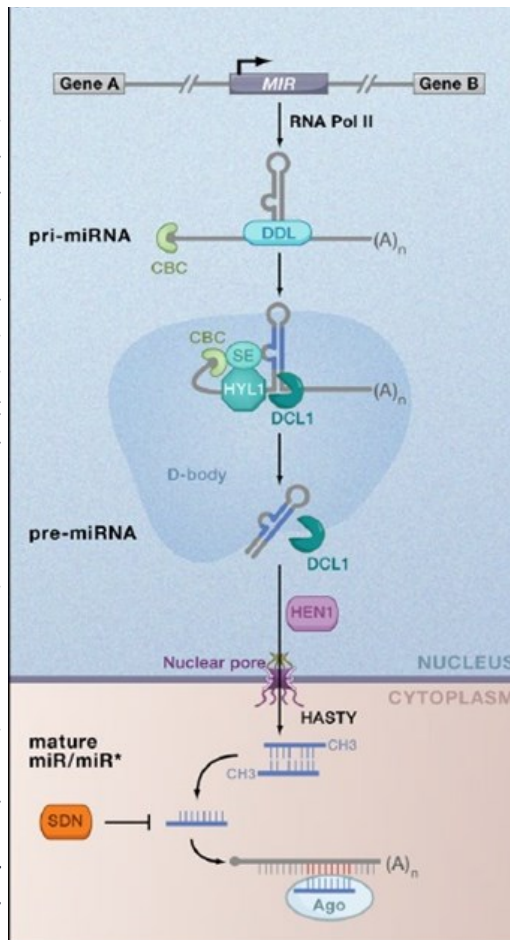


Figura 1. Orígenes y biogénesis de los miRNAs vegetales. RNA polimerasa II (RNA Pol II), proteína de unión a RNA DAWDLE (DDL), complejo de unión a Cap (CBC), proteína SERRATE-C2H2 zinc finger (SE), proteína de unión a RNA de doble cadena HYPONASTIC LEAVES1 (HYL1), Dicer Like1 (DCL1), nucleasa degradadora de sRNAs (SDN), proteínas ARGONAUTAS (AGO). Tomado y modificado: Voynet O. (2009). *Origin, biogenesis and activity of plant microRNAs. Cell* 136:669-687.

embargo los detalles moleculares siguen siendo desconocidos [8]. Con el surgimiento de los sRNAs de respuesta al estrés y en especial con el estudio de los miRNAs durante el desarrollo, una porción importante de la regulación genética post-transcripcional ha sido esclarecida [20, 18, 17, 6]. El entendimiento de los mecanismos de acción de los miRNAs junto con el conocimiento que se tiene actualmente sobre los genes de respuesta al estrés permitirá diseñar estrategias para incrementar la tolerancia a factores abióticos en los principales recursos vegetales de importancia económica y ecológica.

2. miRNAs: biogénesis

Los miRNAs son RNAs pequeños no codificantes con un tamaño aproximado de entre 20-22 nucleótidos (nt) con función reguladora, codificados por los genes MIR y transcritos por la RNA polimerasa II (Pol II) [12]. El transcrito primario (pri-miRNA) forma un precursor de miRNAs que parcialmente posee una estructura de “stem-loop” de doble cadena. En plantas el pri-miRNA es catalizado a pre-miRNA mediante DCL1 y asistido por HYL1 y las proteínas SE [23]. El pre-miRNA es convertido finalmente en un dúplex miRNA/miRNA* de 20-22 nt por DCL1, HYL1 y SE. El dúplex es metilado en el extremo 3' a través de HUA ENHANCER 1 (HEN1) y exportado al citoplasma mediante la exportina HASTY (HST1) [11, 16]. En el citoplasma una cadena del dúplex es seleccionada por la proteína ARGONAUTAS (AGO).

NAUTA (AGO) del complejo RISC, al cual guía hasta el transcrito objetivo por complementariedad de secuencia (Figura 1). Adicionalmente los miRNA pueden causar cambios epigenéticos en la metilación de histonas y DNA [9, 1, 24].

3. miRNAs: Su rol durante el desarrollo

Estudios genómicos funcionales sobre miRNAs altamente conservados han revelado que estos juegan un papel clave en múltiples procesos biológicos y metabólicos. Ellos orquestan los programas para desarrollo de la planta, como el desarrollo de la hoja y su polaridad, limitación meristemática y diferenciación de órganos, formación de raíces laterales, señalización por auxinas, la reproducción, coordinan las fases vegetativas y de floración, la identidad del órgano floral y las rutas mismas para la regulación de miRNAs (Tabla 1) [10].

4. miRNAs: Su rol en la respuesta al estrés abiótico

El estrés ambiental puede provocar que una planta sobre exprese o sub exprese miRNAs e inclusive sintetice nuevos miRNAs. Se han estudiado diferentes miRNAs de respuesta al estrés en diferentes plantas modelo bajo condiciones abióticas, incluyendo entre otros estrés hídrico [13, 27, 28], salino [13, 22] térmico [29], nutrientes [4], ácido abscísico [19], mecánico [14], oxidativo [21], hipoxia [15, 26] y por radiaciones UV-B [30] (Figura 2).

En estudios recientes, se analizaron mediante microarreglos los niveles de expresión de 117 miRNAs de *Arabidopsis* bajo condiciones de sequia, salinidad y temperatura, de los cuales se encontraron 17 miRNAs de respuesta al estrés. Estos miRNAs fueron confirmando analizando sus patrones de expresión y los elementos Cis-reguladores presentes en sus secuencias promotoras [13].

Tabla 1. Función de los miRNAs vegetales altamente conservados

Función	Familia/miRNA	Genes/Blanco
<i>Desarrollo de la hoja</i>	miR159	MYB
	miR164	NAC1
	miR166	HD-ZIPIII
	miR172	AP2
	miR319	TCP
<i>Polaridad de la hoja</i>	miR166	HD-ZIPIII
	miR168	AGO1
	miR390	ARF
<i>Identidad del órgano floral</i>	miR160	ARF10
	miR164	NAC1
	miR172	AP2
	miR319	TCP
<i>Tiempo de floración</i>	miR156	SBP
	miR159	MYB
	miR172	AP2
<i>Señalización por auxinas</i>	miR160	ARF10
	miR164	NAC1
	miR167	ARF8
	miR390	ARF
	miR393	TIR1/F-box AFB
<i>Regulación de miRNAs</i>	miR162	DCL1
	miR168	AGO1
	miR403	AGO2

Jones-Rhoades y Bartel [7], encontraron nuevos miRNAs en *Arabidopsis* dirigidos por predicción hacia súper oxidado dismutasas, lacasas y ATP sulfurilasas (APS). La expresión de miR395 se incrementa ante la deficiencia de sulfato, lo cual demuestra que los miRNAs pueden expresarse ante factores abióticos y no solo por procesos del desarrollo. miR395 tiene como blanco los genes que codifican las ATP sulfurilasas APS1, APS3 y APS4, las cuales catalizan la primera reacción en la asimilación del sulfato inorgánico [7, 19]. Sunkar y Zhu [19], construyeron bibliotecas de miRNAs de semillas de *Arabidopsis thaliana* expuestas a diferentes formas de estrés abiótico incluyendo frío, sequia, salinidad y ABA e identificaron diferentes miRNAs que responden de manera específica a los diferentes factores de estrés. Se encontró el miR393 regulado positivamente en todas las condiciones, miR397b y miR402 fueron sobre expresados significativamente por todos los tratamientos de estrés mientras que miR319c solamente por baja temperatura y finalmente miR389a fue regulado negativamente por todas las formas de estrés. Estos resultados hacen evidente que el estrés puede regular de manera positiva o negativa la expresión de estos miRNAs, los cuales además exhiben patrones de expresión específicos de tejido y estado del desarrollo.

Hipoxia		ABA		Baja temperatura		Salinidad		Sequía	
Zm-miR159	MYB	At-miR319/159	TCP/MYB	At-miR166	HD-ZIPIII	At-miR156	SBP-LIKE	At-miR157	SBP-LIKE
Zm-miR166	HD-ZIPIII	At-miR160	ARF	At,Bd,Pt-miR169	NFY/MtHAP2-1	Zm-miR156	SBP-LIKE	At-miR167	ARF
Zm-miR167	ARF	Os-miR167	ARF	At,Bd-miR172	AP2-LIKE	At-miR158	PPR	At-miR168	AGO
Zm-miR171	Spry-2	At,Os-miR169	NFY	At-miR393	TIR1/AFB	Zm-miR162	DCL	At-miR169	NFY
At-miR395	APS	At,Pv-miR393	TIR1/AFB	At-miR396	GRF	At-miR167	ARF	Os,Mt-miR169	MtHAP2-1
Os-miR396	WRKY	At-miR397	Laccase	At,Bd,Pt-miR397	Laccase	Zm-miR167	ARF	At-miR171	SCL
Pt-miR474	Acyl-CoA thioesterase	At-miR398	CSD	At-miR408	PCL	At,Zm-miR168	AGO	At-miR319/159	TCP/MYB
Os-miR528	Aldehyde dehydrogenase	At-miR389a	Unknown	Pt-miR168 _{a,b}	AGO	At,Zm-miR169	NFY/MtHAP2-1	At,Os,Mt,Pv-miR393	TIR1/AFB
At-tasIR289 (TAS1a,b,c)	PPRs	At-miR402	HhH-GPD	Pt-miR477 _{a,b}	GRAS	At-miR171	SCL	At-miR396	GRF
Nutrientes		At-miR417	RDRP	Pt-miR156 _g	SBP-LIKE	At-miR319/159	TCP/MYB	At-miR397	Laccase
Nitrogeno alto		Pv-miR2118	U170K-related	Pt-miR475 _{a,b}	PPR	At,Pv-miR393	TIR1/AFB	Mt-miR398	CSD
At-miR167a	ARF	Pv-miR159.2	Chlatriin heavy chain	Pt-miR476a	PPR	At-miR394	F-box	At,Mt-miR408	Plastocyanin
Fosfato bajo		Pv-miRS1	bHLH	At-miR402	HhH-GPD	Zm-miR395	AST/APS	Os-miR156	SBP-LIKE
At-miR399	E2-UBC	Pv-miR1514	PsEMF1-related	Ta-SIRNA 005047_0654_1904.1		At-miR396	GRF	Os-miR168	AGO
Sulfato bajo		Pv-miR2119	ADH1	Alta temperatura		Zm-miR396	GRF	Os-miR172	AP2-LIKE
Bn-miR160	ARF	Pp-miR1026	bHLH	Ta-miR156	SBP-LIKE	At-miR397	Laccase	Os-miR319	TCP
Bn-miR164	NAC	Radiación UV-B		Ta-miR159	MYB	At-miR398	CSD	Os-miR396	GRF
Bn-miR394 _{a-c}	F-box	At,Pt-miR156	SBP-LIKE	Ta-miR160	ARF	Pt-miR482.2	DRP	Os-miR397	Laccase
At-miR395	AST/APS	At-miR159	MYB	Ta-miR166	HD-ZIPIII	Pt-miR1450	L-RTMK	Os-miR408	Plastocyanin
Cobre bajo		At,Pt-miR160	ARF	Ta-miR168	AGO	Pt-miR171 _{fn}	SCL	Pt-miR1446 _{a-g}	GRML
At-miR398	CSD	At,Pv-miR166	HD-ZIPIII	Ta-miR169	MtHAP2-1	Pt-miR530a	Zinc knuckle (CCHC-type)	Pt-miR1444 _a	Polyphenol oxidase
At-miR397	Laccase	At,Pv-miR167	ARF	Ta-miR172	AP2-LIKE	Pt-miR1445	DHPM	Pt-miR1447	Ankyrin repeat
At-miR408	PCL	Pt-miR168	AGO	Ta-miR393	TIR1	Pt-miR1446 _{a-g}	GRML	Pt-miR1450	L-RTMK
At-miR857	Laccase	At-miR169	NFY/MtHAP2-1	Ta-miR827	Unknown	Pt-miR1447	Ankyrin repeat	Pv-miR2118	U170K-related
Metales pesados		At-miR171	SCL	Ta-SIRNA 002061_0636_3054.1		Pv-miRS1	bHLH	Pv-miR159.2	Chlatriin heavy chain
Bn-miR160	ARF	At-miR172	AP2-LIKE	Ta-SIRNA 005047_0654_1904.1		Pv-miR159.2	Chlatriin heavy chain	Ta-SIRNA 002061_0636_3054.1	
Bn-miR164	NAC	At-miR393	TIR1/AFB	Ta-SIRNA 080621_1340_0098.1		SRO5-P5CDH-natsiRNA	P5CDH	Ta-SIRNA 005047_0654_1904.1	
Bn-miR394 _{a-c}	F-box	At,Pv-miR398	CSD					Ta-SIRNA 007927_0100_2975.1	
Os-miR602	XET	At-miR401	Unknown						
Os-miR604	WAK-LIKE								

Figura 2. Algunos sRNAs regulados durante el estrés abiótico y sus genes blanco. Verde: regulación positiva, Rojo: regulación negativa, At (*Arabidopsis thaliana*), Bd (*Brachypodium distachyon*), Bn (*Brassica napus*), Br (*Brassica rapa*), Mt (*Medicago truncatula*), Nt (*Nicotiana tabacum*), Os (*Oryza sativa*), Pt (*Populus trichocarpa*), Pta (*Pinus taeda*), Ptr (*Populus tremula*), Pp (*Physcomitrella patens*), Pv (*Phaseolus vulgaris*), Ta (*Triticum aestivum*), Zm (*Zea mays*). Tomado y modificado: Khraiwesh B., Zhu J.K., Zhu J. (2012). Role of miRNAs and siRNAs in biotic and abiotic stress responses of plants. *Biochim. Biophys. Acta.* 1819:137-148.

Estos mismos fenómenos se han manifestado y confirmado en variedades de *Oryza* sensibles y tolerantes a estrés [28]. Lu *et al.* [14], identificaron 48 miRNAs en el genoma de *Populus* y detectaron que la mayor parte de estos, están dirigidos hacia genes del desarrollo, defensa biótica y abiótica. Los autores de esta investigación también lograron identificar algunos miRNAs que se expresan como resultado del estrés mecánico y que estos quizás jueguen un papel crucial en la defensa mecánica y estructural contra fitopatógenos.

Conclusiones y perspectivas

La regulación post-transcripcional de los miRNAs pueden crear efectos complejos sobre la regulación y expresión genética debido a que la mayoría de los blancos son múltiples factores de transcripción generalmente de la misma familia, los cuales pueden cambiar la expresión genética de los genes río abajo o en cascada [18]. Esta revisión destaca que los miRNAs forman parte integral de la red de regulación de respuesta al estrés en plantas. Los estudios sobre los miRNAs son de carácter reciente y debido a los grandes adelantos tecnológicos en la secuenciación

ción, microarreglos y proteómica, no sería sorprendente encontrar nuevos miRNAs y atribuirles nuevas funciones a los ya conocidos. ¿Cuántos de esos miRNAs son responsables de la adaptación al estrés? y ¿Cuántos de estos son solo consecuencia de la disrupción de la homeostasis celular? Son preguntas que deberán ser resueltas en el futuro próximo. A nivel de ecotipo se exhiben y pueden encontrarse sensibilidades diferenciales al estrés, debido a cambios puntuales o epigenéticos en sus genomas. Las nuevas tendencias en la producción de variedades resistentes mediante la manipulación genética, requiere la identificación de los rasgos moleculares de sus parientes tolerantes más cercanos [3]. La tolerancia al estrés se encuentra muy evolucionada en especies y variedades silvestres, las cuales representan un importante reservorio genético, que puede ser explotado de manera consciente para lograr el entendimiento de la tolerancia al estrés a nivel molecular y eventualmente sea útil para mejorar la tolerancia en especies sensibles de importancia económica.

Referencias

- Bao N., Lye W.K., Barton M.K. (2004). MicroRNA binding sites in *Arabidopsis* class III HDZIP mRNAs are required for methylation of the template chromosome. *Dev. Cell.* 7:653-662.
- Bartels D., Sunkar R. (2005). Drought and salt tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant. Sci.* 24:23-58.
- Bressan R., Bohnert H., Zhu J.K. (2009). Abiotic stress tolerance: from gene discovery in model organisms to crop improvement. *Mol. Plant.* 2:1-2.
- Fujii H., Chiou T.J., Lin S.I., Aung K., Zhu J.K. (2005). A miRNA involved in phosphate starvation response in *Arabidopsis*. *Curr. Biol.* 15:2038-2043.
- Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.K., Bohnert H.J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant. Mol. Biol.* 51:463-99.
- Hilbricht T., Varotto S., Sgaramella V., Bartels D., Salamini F., Furini A. (2008). Retrotransposons and siRNA have a role in the evolution of desiccation tolerance leading to resurrection of the plant *Craterostigma plantagineum*. *New Phytol.* 179:877-87.
- Jones-Rhoades M.W., Bartel D.P. (2004). Computational identification of plant micro-RNAs and their targets, including a stress-induced miRNA. *Mol. Cell.* 14:787-799.
- Kawaguchi R., Girke T., Bray E.A., Bailey-Serres J. (2004). Differential mRNA translation contributes to gene regulation under non-stress and dehydration stress conditions in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* 38:823-39.
- Khraiweh B., Arif M.A., Seumel G.I., Ossowski S., Weigel D., Reski R., Frank W. (2010). Transcriptional control of gene expression by microRNAs, *Cell* 140:111-122.
- Khraiweh B., Zhu J.K., Zhu J. (2012). Role of miRNAs and siRNAs in biotic and abiotic stress responses of plants. *Biochim. Biophys. Acta.* 1819:137-148.
- Kim V.N. (2004). MicroRNA precursors in motion: exportin-5 mediates their nuclear export. *Trends Cell Biol.* 14:156-159.
- Lee Y., Kim M., Han J., Yeom K.H., Lee S., Baek S.H., Kim V.N. (2004). MicroRNA genes are transcribed by RNA polymerase II, *EMBO J.* 23:4051-4060.
- Liu H.H., Tian X., Li Y.J., Wu C.A., Zheng C.C. (2008). Microarray-based analysis of stress-regulated microRNAs in *Arabidopsis thaliana*. *RNA* 14:836-843.
- Lu S.F., Sun Y.H., Shi R., Clark C., Li L.G., Chiang V.L. (2005). Novel and mechanical stress responsive microRNAs in *Populus trichocarpa* that are absent from *Arabidopsis*. *Plant Cell.* 17:2186-2203.
- Moldovan D., Spriggs A., Yang J., Pogson B.J., Dennis E.S., Wilson I.W. (2009). Hypoxia responsive microRNAs and trans-acting small interfering RNAs in *Arabidopsis*. *J. Exp. Bot.* 61:165-177.
- Park M.Y., Wu G., Gonzalez-Sulser A., Vaucheret H., Poethig R.S. (2005). Nuclear processing and export of microRNAs in *Arabidopsis*. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 102:3691-3696.
- Phillips J.R., Dalmay T., Bartels D. (2007). The role of small RNAs in abiotic stress. *FEBS Lett.* 581:3592-7.
- Shukla L.I., Chinnusamy V., Sunkar R. (2008). The role of microRNAs and other endogenous small RNAs in plant stress responses. *Biochim Biophys Acta.* 1779:743-8.
- Sunkar R, Zhu J.K. (2004). Novel and stress-regulated microRNAs and other small RNAs from *Arabidopsis*. *Plant Cell.* 16:2001-2019.
- Sunkar R., Chinnusamy V., Zhu J., Zhu J.K. (2007). Small RNAs as big players in plant abiotic stress responses and nutrient deprivation. *Trends Plant Sci.* 12:301-9.
- Sunkar R., Kapoor A., Zhu J.K. (2006). Posttranscriptional induction of two Cu/Zn superoxide dismutase genes in *Arabidopsis* is mediated by downregulation of miR398 and important for oxidative stress tolerance. *Plant Cell.* 18:2051-2065.
- Sunkar R., Zhou X., Zheng Y., Zhang W., Zhu J.K. (2008). Identification of novel and candidate miRNAs in rice by high throughput sequencing, *BMC Plant Biol.* 8:25.
- Voinnet O. (2009). Origin, biogenesis and activity of plant microRNAs. *Cell* 136:669-687.
- Wu L., Zhou H., Zhang Q., Zhang J., Ni F., Liu C., Qi Y. (2010). DNA methylation mediated by a microRNA pathway. *Mol. Cell* 38:465-475.
- Yamaguchi-Shinozaki K., Shinozaki K. (2006). Transcriptional regulatory networks in cellular responses and tolerance to dehydration and cold stresses. *Annu. Rev. Plant Biol.* 57:781-803.
- Zhang Z., Wei L., Zou X., Tao Y., Liu Z., Zheng Y. (2008). Submergence-responsive microRNAs are potentially involved in the regulation of morphological and metabolic adaptations in maize root cells. *Ann. Bot.* 102:509-519.
- Zhao B., Liang R., Ge L., Li W., Xiao H., Lin H., Ruan K., Jin Y. (2007). Identification of drought-induced microRNAs in rice, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 354:585-590.
- Zhou L., Liu Y., Liu Z., Kong D., Duan M., Luo L. (2010). Genome-wide identification and analysis of drought-responsive microRNAs in *Oryza sativa*. *J. Exp. Bot.* 61:4157-4168.
- Zhou X., Wang G., Sutoh K., Zhu J.K., Zhang W. (2008). Identification of cold-inducible microRNAs in plants by transcriptome analysis. *Biochim. Biophys. Acta.* 780-788.
- Zhou X., Wang G., Zhang W. (2007). UV-B responsive microRNA genes in *Arabidopsis thaliana*. *Mol. Syst. Biol.* 3:103.

LOS ESTUDIANTES DE LA FCB EN LA INVESTIGACIÓN BOTÁNICA

Durante el período 2012—2013, nuestro Cuerpo Académico BOTANICA (PROMEP-CA186), desarrolló el proyecto de red “Desarrollo de Sistemas tecnológicos para el aprovechamiento, uso y conservación del orégano en el noreste de México” en el cual hubo una importante participación de los estudiantes a través de proyectos de Servicio Social y Tesis. A continuación presentamos seis de estos proyectos.

1.— CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS GRANOS DE POLEN DE LAS ESPECIES DE ORÉGANO DE LOS GÉNEROS *Lippia* (VERBENACEAE) Y *Poliomintha* (LAMIACEAE) DE NUEVO LEÓN.

Estudiante:

Jessica Elizabeth García Sánchez

Director de tesis:

Dra. Alejandra Rocha Estrada

Introducción. El orégano es una planta aromática que se desarrolla en las zonas áridas y semiáridas de nuestro país. En México existen dos géneros de orégano que tienen importancia comercial, los cuales son *Lippia* (Verbenaceae) y *Poliomintha* (Lamiaceae). En la identificación de las especies de orégano generalmente se toman en cuenta caracteres morfológicos como forma y textura de las hojas, tipo de inflorescencia, tipo de fruto, entre otras; pero no se consideran las características morfológicas del polen. La palinología es la ciencia que se encarga de estudiar los granos de polen con el fin de obtener caracteres taxonómicos a través del análisis de la pared de exina; por lo tanto, también es un elemento útil para delimitar las especies, en especial cuando existen complicaciones en su ubicación taxonómica. **Material y Método.** En el presente estudio se prepararon laminillas temporales por medio de la técnica de Wodehouse y permanentes por acetólisis; la descripción de los granos de polen se realizó utilizando microscopía óptica a una magnifica-

ción de 400x. Se realizaron medidas del eje polar, eje ecuatorial, diámetro, largo y ancho de las aperturas y grosor de la exina. Además se tomaron fotografías al microscopio óptico de cada uno de los tipos polínicos. Para la observación tridimensional de los granos de polen se utilizó material fresco y se llevó al microscopio electrónico de barrido. **Resultados y discusión.** Los granos de polen de *L. graveolens* se encontró que son de tipo esferoidal para las muestras colectadas en Loma Larga; mientras que para Salinas Victoria y Mina los granos son oblado esferoidal; para Linares y General Bravo son prolado esferoidal. Con respecto al tipo de apertura son tricolporados, lo que concuerda con la descripción de Erdtman (1966) para la familia Verbenaceae. Por su parte, Ludlow Weichers et al. (2003), mencionan que los granos de *Lippia* sp presentaron un promedio de 25µm de diámetro en vista ecuatorial lateral y son tricolporados, en el presente estudio se encontró que el diámetro polar de los granos de polen para *L. graveolens* en las diferentes localidades varió entre 20.5 a 27.8µm. Por su parte Erdtman (1966), menciona que los granos de esta familia pueden ser de peroblados a prolados; Sousa et al. (2013), encuentran que el polen de 17 especies de *Lippia*, sus granos de polen son tricolporados y tetracolporados, la forma del polen varió de oblado esferoidal a prolado esferoidal, y que el ámbito va de triangular a cuadrado, mientras que la exina es psilada, escabrosa y perforada. El ámbito que presentan los granos de polen de *L. graveolens* es triangular convexo en todas las localidades, y el índice del área polar varió entre 0.41 a 0.51 µm. Para el género *Poliomintha* se presenta variación en el tamaño, siendo el polen de *P. bustamanta* de mayor tamaño (42.2 x 49.4µm) para la localidad de Bustamante y Galeana (39.0 x 40.2µm), mientras que para la localidad de Higuera los granos son de menor tamaño (35.8 x 40.8µm). Por otra parte, todas las especies estudiadas del género *Poliomintha* presentan polen mediano, oblado esferoidal y son hexacolporados, características descritas por Roubik y Moreno (1991) para la familia Lamiaceae y además presentan el patrón de exina reticulado, coincidiendo con la descripción realizada por Moon et al. (2008) para *P. longiflora*.

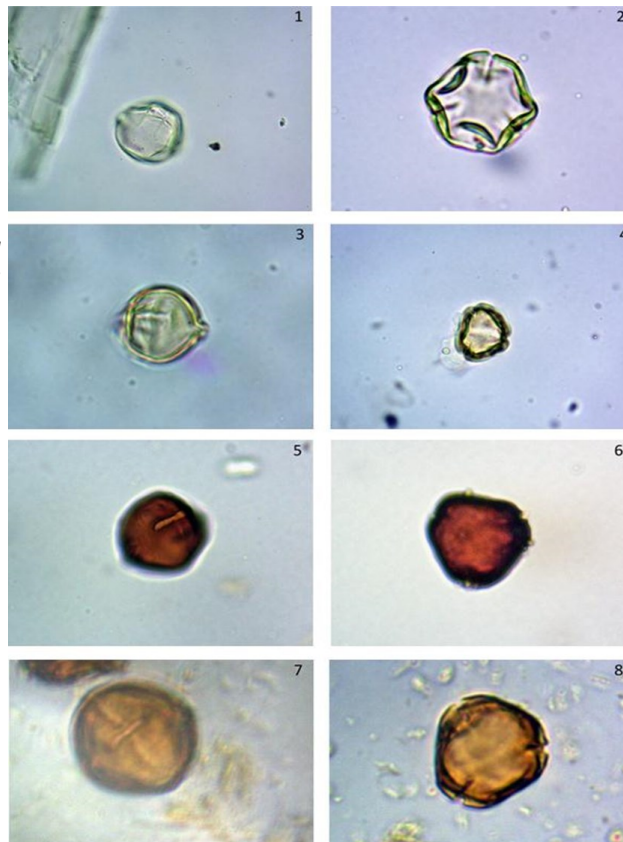


Figura 1. *L. graveolens*. Salinas Victoria. 1. Vista ecuatorial; 2. Vista polar. Loma Larga. 3. Vista ecuatorial; 4. Vista polar. Mina. 5. Vista ecuatorial; 6. Vista polar. General Bravo. 7. Vista ecuatorial; 8. Vista polar.

2.- ANÁLISIS FLORÍSTICO-ECOLÓGICO Y DE LA DIVERSIDAD DE COMUNIDADES VEGETALES CON ORÉGANO (*Lippia graveolens* H. B. K.) EN EL NORESTE DE NUEVO LEÓN, MÉXICO.

Estudiante:

Aldo Jesús Silva Gutiérrez

Director de Tesis:

Dr. Marco A. Guzmán Lucio



Introducción

La importancia del orégano Mexicano *Lippia graveolens* H.B.K. es cada vez más patente y tiende a desplazar el uso del orégano de montaña *Poliomintha* spp. en la cocina del noreste de México. Nuestro país es el principal exportador de orégano a nivel mundial con alrededor de 4000 toneladas anuales (Huerta, 1997). Dentro de este contexto de su demanda y aprovechamiento se realizó el presente estudio para conocer sobre diferentes aspectos botánico-ecológicos de los sitios en donde se desarrolla esta especie, con la finalidad de buscar una asociación con los tipos de vegetación existentes en el estado de Nuevo León y datos de su producción.

Objetivos

Analizar la población de orégano en relación a la estructura de las comunidades vegetales asociadas al Noreste del estado de Nuevo León.

Obtener una lista de las especies de plantas asociadas al orégano *Lippia graveolens*.

Caracterizar las comunidades vegetales en función de la importancia ecológica de sus especies.

Evaluar la diversidad, equitatividad y dominancia de las diversas poblaciones con *Lippia graveolens*, presentes en el Noreste del estado de Nuevo León.

Material y Métodos

Se analizaron las comunidades vegetales con orégano *Lippia graveolens* en un total de 5 sitios distribuidos en el noreste de Nuevo León, para obtener datos acerca de su riqueza florística y diversidad, valor de importancia de sus especies y similitud florística entre comunidades. Para su evaluación se consideró un sistema de parcelas de muestreo con 3 módulos en forma de L de acuerdo a una metodología (SARH, 1994) modificada con parcelas de 100 m² y cuadrantes al interior de 25 m² y 1 m². Se registraron medidas de altura y copa por estrato de todos los individuos de las especies encontradas.

Resultados

Se identificaron 106 especies del total de sitios analizados. El matorral espinoso tamaulipeco (INEGI, 1986) es el principal tipo de vegetación al cual se asocia la especie *Lippia graveolens*. El porcentaje de similitud máximo entre comunidades fue de 48.48. Las especies *Acacia rigidula*, *Cordia boissieri* y *Leucophyllum frutescens* son las más representativas del matorral. El sitio con el mayor valor de diversidad y equitatividad se localizó en la porción sur del área de estudio. La densidad promedio de individuos para *L. graveolens* con respecto al resto de las especies del estrato subarbutivo fue de 7,067 individuos (Figura 1).

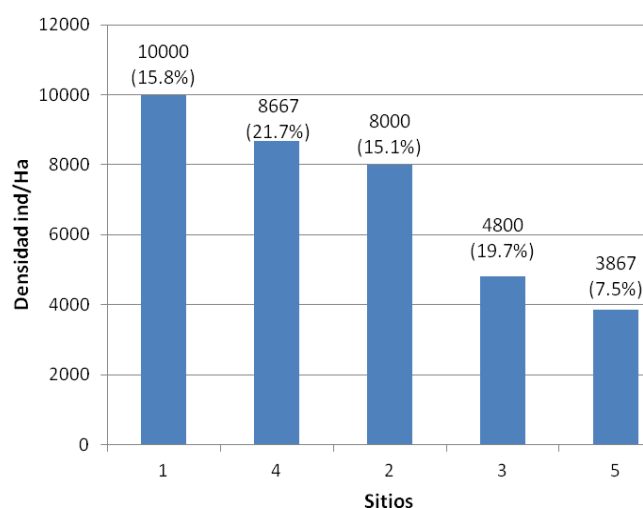


Figura 1 Densidad promedio de *Lippia graveolens*

Conclusiones

La especie *Lippia graveolens* en la región se distribuyó en zonas de bajas altitudes que van desde los 158 a 676 msnm. En mayor medida se asocia al matorral espinoso tamaulipeco y en algunos otros casos en zonas de transición con otros tipos de vegetación con los cuales confluye. La densidad de individuos del orégano mexicano varía notablemente entre los diferentes sitios al igual que su composición florística.

Referencias

- Huerta, C. 1997. Orégano Mexicano: Oro vegetal. CONABIO. Biodiversitas. 15:8-13.
- INEGI. 1986. Síntesis Geográfica de Nuevo León. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F. 170 p.
- SARH. 1994. Inventario Nacional forestal Periódico. Subsecretaría Forestal y de fauna Silvestre. México, D. F.

3.- TAXONOMÍA Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE ORÉGANO DE LOS GÉNEROS *LIPPIA* (VERBENACEAE) Y *POLIOMINTHA* (LAMIACEAE) EN EL ESTADO DE NUEVO LEÓN, MÉXICO

Nombre del Tesista:

Celia Ivonne Díaz de León Martínez

Director de Tesis:

Dra. Marcela González Álvarez.



Resumen

Introducción: El orégano es un recurso forestal no maderable, en México se encuentra principalmente en forma silvestre en las regiones áridas y semiáridas. Es usado como condimento, planta decorativa, aromatizante y para la producción de aceites esenciales. En Nuevo León están presentes dos géneros de orégano de gran importancia comercial: *Lippia* de la familia Verbenaceae y *Poliomintha* de la familia Lamiaceae.

Dentro de los **Objetivos** de la investigación se identificaron y describieron taxonómicamente las diferentes especies de orégano presentes en el Estado, en base a sus características morfológicas; se estableció la distribución geográfica de las mismas y se elaboraron claves para la identificación de los géneros y especies.

Los **Métodos** implementados incluyeron trabajo de campo y trabajo de laboratorio. El trabajo de campo consistió en: Determinación de las localidades de colecta. Colectas selectivas de ejemplares botánicos. Obtención de datos ecológicos y de distribución de las especies. Obtención de fotografías de las especies en su hábitat. El trabajo de laboratorio incluyó: Herborización, fumigación e inclusión de ejemplares en la Colección del Herbario UNL de la Facultad de Ciencias Biológicas de la U.A.N.L. Revisión de ejemplares depositados en herbarios. Identificación de los ejemplares en base a claves taxonómicas. Elaboración de descripciones de las especies encontradas en el estado. Elaboración de claves de identificación.



Fig. 1. Inflorescencia de *Lippia graveolens*



Fig. 2. Flores de *Poliomintha bustamanta*



Fig. 3. Flores de *Poliomintha dendritica*



Fig. 4. Flores de *Poliomintha longiflora*

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: Se realizaron recorridos exploratorios y colectas en diversos municipios del estado, así como revisiones de ejemplares en los siguientes herbarios: UNL, TEX-LL, MEXU, ANSM y CFUANL. Se corroboró la presencia de 4 especies de orégano. De la familia Verbenaceae: *Lippia graveolens*, en los municipios de Agualeguas, Anáhuac, Bustamante, Cerralvo, Doctor González, General Bravo, General Terán, General Zaragoza, General Zuazua, Lampazos de Naranjo, Linares, Los Herrera, Los Ramones, Melchor Ocampo, Mina, Montemorelos, Monterrey, Parás, Sabinas Hidalgo, Salinas Victoria, San Pedro Garza García, Santa Catarina, Vallecillo, Villaldama y Rayones, en vegetaciones como Matorral espinoso tamaulipeco y Mezquital. De la familia Lamiaceae: *Poliomintha bustamanta* en los municipios de Bustamante e Higuera; *Poliomintha dendritica* en el municipio de Bustamante y *Poliomintha longiflora* var. *longiflora* en el municipio de Allende, Aramberri, Doctor Arroyo, Galeana, Higuera, Linares, Monterrey y Villa de Santiago. Las tres especies se distribuyen en vegetaciones de Matorral submontano y Bosque de encino.

Conclusiones. De los dos géneros de orégano de mayor importancia comercial presentes en Nuevo León, *Lippia* de la familia Verbenaceae cuenta con una mayor distribución, *Lippia graveolens* es la única especie que se reporta para el estado, encontrándose en más de 25 municipios. El género *Poliomintha* de la familia Lamiaceae, cuenta con 3 especies: *Poliomintha bustamanta*, *Poliomintha dendritica* y *Poliomintha longiflora*. Este género tiene una menor distribución, encontrándose solo en 11 municipios de Nuevo León.

4.- CULTIVO DE CALLO IN VITRO DEL ORÉGANO MEXICANO (*Lippia graveolens* H.B.K.) EN MEDIO ADICIONADO CON JUGO DE NARANJA.

Estudiante:

Edgar Galaviz Morales

Directora de Tesis:

Dra. María Luisa Cárdenas Ávila



El orégano es una planta perteneciente a cuatro familias taxonómicas, pero la más representativa de nuestro país es la familia Verbenaceae. *Lippia graveolens* H.B.K. esta descrita como un pequeño arbusto de 45 cm a 1.80 m. Sus hojas son ovales y anchas con bordes enteros o ligeramente dentados. El haz es suave y piloso y el envés tiene glándulas aromáticas y está densamente tomentoso. Sus flores son diminutas de color blanco que nacen apretadas inflorescencias terminales muy ramificadas. Su fruto es pequeño y está encerrado en el cáliz. Crece sobre colinas secas y rocosas, valles, arroyos, chaparrales y matorrales desérticos (Villavicencio *et al.*, 2010 y Correl and Johnston, 1970). El orégano es una importante hierba aromática que se distribuye en México y crece de forma silvestre. Su uso como condimento y hierba curativa comenzó desde la antigua cultura prehispánica y continua hasta la actualidad. Se le atribuyen propiedades antioxidantes, fungicidas, bactericidas además de citotóxicas útil en la industria de alimentos y farmacología, beneficiando la salud humana y animal. Una parte importante de la biotecnología es el cultivo de tejidos vegetales en donde existe la formación de una masa desdiferenciada sin control en su crecimiento que recibe el nombre de callo *in vitro*, y es inducido asépticamente a partir de una porción de una planta en contacto con un medio adecuado para su proliferación. El propósito de la presente investigación es lograr el establecimiento aséptico e inducción de callo *in vitro* del orégano mexicano *Lippia graveolens* H.B.K. en medio MS adicionado con el regulador de crecimiento 2,4- diclorofenoxiacético (2,4-D) y jugo de naranja (JN) extraído de frutos maduros de naranja como complejo natural para evitar la oxidación del cultivo; para lo cual se plantearon los siguientes objetivos: 1.- Establecer un método de asepsia adecuado para el cultivo *in vitro* del orégano mexicano (*Lippia graveolens* H.B.K.). 2.- Determinar la concentración óptima del regulador de crecimiento 2,4- diclorofenoxiacético (2,4-D) para la inducción de callo *in vitro*. 3.- Evaluar el efecto de jugo de naranja (JN) en el medio de cultivo sobre la calidad del callo *in vitro*. 4.- Obtención de extractos de hoja para determinar algunos compuestos químicos presentes mediante cromatografía en placa, así como su actividad biológica en bacterias.

Se trabajó con plantas de orégano mexicano *Lippia graveolens* (H.B.K.) (Figura 1a) colectadas en la localidad de Loma Larga, San Pedro, N.L. (25° 38' 56.8" N; 100° 19' 20.4" O. 663 msnm) y frutos de naranja (*Citrus sinensis* Osb. cv. Valencia) (Figura 2) del municipio de Hualahuises, N.L. Las plantas de orégano colectadas se trasplantaron a macetas

con tierra negra como sustrato y se colocaron, para su mantenimiento dentro de una cámara bioclimática (LB Line Mark III) bajo condiciones controladas de 12 h de luz, temperatura de 26 ± 1°C y riego constante con agua corriente. En explantes (0.5 cm) de hoja sanas, se probaron diferentes protocolos de desinfección en etanol 100% por 30 seg. seguida de diferentes concentraciones de solución de hipoclorito de sodio comercial (cloralex al 10,12 y 15% v/v) mas 0.1 mL de tween 20 por varios tiempos (5, 10 y 15 minutos) y posteriores enjuagues con agua destilada esterilizada. Inmediatamente fueron sembrados dentro de una campana de flujo laminar en el medio de cultivo Murashige-Skoog (MS) (1962) (Sigma Aldrich) con diferentes concentraciones (3, 5 y 10 mg/L) del regulador de crecimiento vegetal (RCV) 2,4-Diclorofenoxiacético (2,4-D); y de jugo de naranja en concentraciones de 0, 10 y 20% (v/v). De las diferentes concentraciones y combinaciones de 2,4- D y JN se obtuvo un total de 9 tratamientos, los que se trabajaron con 12 unidades experimentales y cuatro explantes foliares cada uno de ellos. El Análisis de Varianza demostró que existe diferencia significativa entre los tratamientos en relación a promover la formación de callo de *Lippia graveolens* H.B.K. La inducción de tejido desdiferenciado se logró a los 10 días; en los distintos tratamientos (T) probados, el tratamiento T3 con 3mg/L de 2,4-D y sin jugo de naranja, mostró los mejores resultados a los 40 días del cultivo al presentar callo *in vitro* friable de gran tamaño. La coloración de los callos obtenidos en los diferentes tratamientos va de verde a crema o amarillo cristalino (Figura 1b y c).

El uso del complejo natural jugo de naranja no influyó en la respuesta sobre la oxidación del callo *in vitro*. Los callos inducidos se conservaron a -12°C. Se pesaron (peso fresco) y se secaron en un horno (RIOSSA®) a 65 °C hasta peso constante (3 días) para la obtención del peso seco. Del mismo modo se obtuvieron el peso fresco y peso seco de hojas de la planta. Los callos, al igual que las hojas, se trituraron hasta quedar polvo fino y se colocó en frasco ámbar con 10 mL de etanol al 96% y se agitó manualmente. Se dejó reposar a 26 °C durante 72 horas, se filtró con papel Whatman No. 2 y se centrifuga a 1500 rpm por 3 minutos.

Se puede concluir hasta el momento que con la desinfección con hipoclorito de sodio comercial 15% (v/v) por 15 minutos se logró el establecimiento aséptico del cultivo de callo *in vitro* del orégano mexicano *Lippia graveolens* H.B.K.; que en el tratamiento T3 con 3mg/L de 2,4-D y sin jugo de naranja, se obtiene el callo más abundante y friable a los 40 días del cultivo *in vitro* y que el uso del complejo natural jugo de naranja no influyó en la respuesta sobre la oxidación del callo *in vitro*.

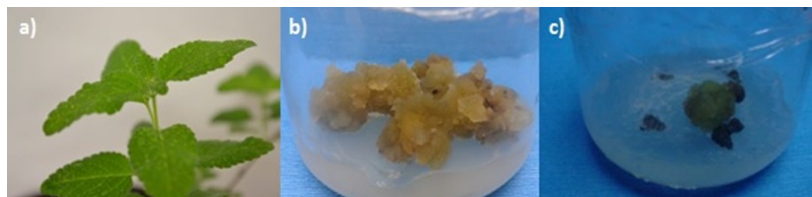


Figura 1. a) Orégano mexicano *Lippia graveolens* H.B.K. b) Callo *in vitro* en medio MS con 3 mg 2,4-D. c) MS con 10 mg 2,4-D.

5.- EVALUACION DE EXTRACTOS DE ORÉGANO (*Poliomintha longiflora* A. GRAY) SOBRE LA PRODUCCIÓN DE CO₂ EN SEMILLAS DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. MOENCH)

Estudiante:

Joan Emmanuel Escalante Pérez

Director de tesis:

Dra. Hilda Gámez González

Resumen

La búsqueda de productos de origen natural, considerado dentro del control biológico como bioherbicidas o bioestimulantes de las plantas, se vislumbra como una de las estrategias más prometedoras dentro del marco del manejo integrado aún cuando no ha sido explotado con todo su potencial, debido a los pocos estudios aplicables en forma objetiva. Por este motivo se planteó este trabajo para evaluar la producción de CO₂ durante la respiración de semillas de genotipos de sorgo expuestos a diferentes tratamientos de extractos acuosos de orégano.

Objetivo General. Evaluar la actividad de extractos acuosos y metanólicos de orégano (*Poliomintha longiflora* A.Gray) sobre semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en la producción de CO₂ desprendido por la semilla. **Material y Métodos.** Se realizó una colecta de plantas de orégano *Poliomintha longiflora* en el ejido Mina, del municipio de Mina, Nuevo León para la obtención del material vegetal a partir del cual se obtuvieron los extractos. Este material se secó a temperatura ambiente hasta peso constante y posteriormente se limpió cuidadosamente para separar las hojas a partir de las cuales se realizaron los extractos acuosos y metanólicos. Por otra parte, se utilizaron semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) de cinco genotipos suministrados por el Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León que corresponden a los siguientes genotipos: PAMPA SD 36111, PAMPA SD 5491, PAMPA SD 5611, PAMPA SD 5401, PAMPA SD 36126. El diseño de los tratamientos para el bioensayo se obtuvo por la combinación de los factores de genotipo de sorgo y los tres niveles de concentración de los extractos. Esto produjo un diseño completamente al azar con arreglo factorial AxB siendo A= genotipos a tratar B= concentraciones de los extractos.

Resultados. Con base en los resultados obtenidos sobre la producción de CO₂ durante la evaluación in vitro en semillas de cinco genotipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench: PAMPA SD 36111, PAMPA SD 5491, PAMPA SD 5611, PAMPA SD 5401, PAMPA SD 36126), tratados con extractos acuosos y metanólicos obtenidos a partir de hojas de orégano, se encontró que con base en el Análisis de Varianza (Cuadro 1) con el extracto acuoso se presentaron diferencias significativas entre genotipos (P<0.01) y concentraciones (P<0.05) pero no en su interacción. Sin embargo, con el extracto metanólico si hubo diferencia altamente significativa (P<0.01) tanto entre los genotipos como en las concentraciones y sus interacciones.

Con base en la comparación Múltiple de Medias, se encontró que en respuesta al extracto acuoso la formación de tres grupos estadísticamente diferentes, en el primero los genotipos

Cuadro 1. Análisis de varianza durante la evaluación in vitro de la producción de CO₂ de cinco genotipos de sorgo tratados con extractos acuosos y metanólicos de orégano (*Poliomintha longiflora* A.Gray).

FV	GL	Extracto	
		Acuoso	Metanólico
Factor a	4	259.1381**	592.0075**
Factor b	3	5.8516*	9.7337**
Interacción	12	1.361ns	5.4503**
Error	160		
Total	179		
C.V.=		7.23%	5.54%

** (P<0.01); Diferencias altamente significativas; * (P<0.05) Diferencias significativas; ns Diferencias no significativas. Factor: A =Genotipos; Factor: B Concentración del extracto.

PAMPA SD 36111 y PAMPA SD 5401, en el segundo los genotipos PAMPA SD 5611 PAMPA SD 36126 y en el tercero el genotipo PAMPA SD 5491 el cual es estadísticamente diferente a los demás genotipos. En respuesta al extracto metanólico, se formaron cuatro grupos en los cuales, los genotipos PAMPA SD 5611 y PAMPA SD 5401 son estadísticamente iguales (P<0.05), mientras que los genotipos PAMPA SD 36111, PAMPA SD 5491, PAMPA SD 36126 forman grupos diferentes, y son estadísticamente diferentes a los del primer grupo.

En respuesta a las diferentes concentraciones, la producción de CO₂ durante la germinación de las semillas bajo el tratamiento de los extractos acuosos se formaron dos grupos en los cuales el Testigo es estadísticamente igual (P<0.05) a las demás concentraciones (2%, 4%, 6%), mientras la concentración al 4% es estadísticamente diferente a las concentraciones de 2% y 6% siendo estas últimas iguales entre sí. Por otra parte, con los extractos metanólicos se formaron solamente dos grupos en los cuales se puede observar que entre el testigo y la concentración de 10ppm no hay diferencia estadística (P<0.05), sin embargo, si se presenta esta diferencia contra las concentraciones de 25ppm y 50ppm siendo estas últimas estadísticamente iguales entre sí.

Estos resultados evidencian el efecto adverso sobre la germinación de las semillas que se traduce en una baja en la producción de CO₂ indicando con esto el inicio de una cascada de acontecimientos en el proceso enzimático que culminan en un disturbio respiratorio. Se ha sugerido que el efecto sobre la respiración es a través de la pérdida de la integridad de las membranas, como resultado de las peroxidaciones de fosfolípidos inducido por radicales libres, simultáneamente con la inhibición de la síntesis vegetal de antioxidantes naturales (Kunert *et al.*, 1987).

Conclusiones. Los extractos de orégano muestran un efecto significativo en la producción de CO₂ durante la germinación de las semillas de sorgo, este efecto es más evidente con los extractos metanólicos que con los acuosos. A mayor concentración del extracto metanólico se observa un decremento en la producción de CO₂.

Los genotipos PAMPA SD 36111 y PAMPA SD 5491 mostraron una mayor producción de CO₂ tanto en los extractos acuosos como metanólicos, mientras que el genotipo PAMPA SD 5401 presentó una mayor producción de CO₂ en el extracto acuoso con respecto al extracto metanólico.

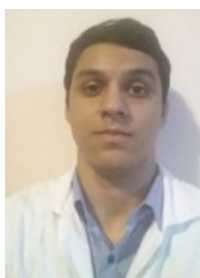
6.- CULTIVO IN VITRO DE *Poliomintha bustamanta* B.L. TURNER

Estudiante:

Alejandro Ibarra López

Directora de Tesis:

Dra. María Luisa Cárdenas Ávila



Resumen

El orégano es apreciada como condimento y por sus propiedades medicinales; además, su aceite se emplea en la elaboración de jabones, perfumes, cosméticos, etc. En México su explotación es generalmente en forma silvestre. En la actualidad, la demanda de este producto ha incrementado los esfuerzos en producirlo intensivamente, pese a ello la calidad final es limitada. Este entorno favorece la utilización de alternativas biotecnológicas como el cultivo *in vitro*, el cual puede ser dirigido hacia la producción de orégano de alto valor comercial y la explotación sostenible de la especie. El propósito de esta investigación fue lograr la inducción de callo *in vitro* de explantes de hoja y tallo de orégano mexicano (*Poliomintha bustamanta* B. L. Turner), en el medio de cultivo Murashige y Skoog (MS) (1962), modificado con diferentes concentraciones y combinaciones de reguladores de crecimiento vegetal (RCV): ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) (0, 2.5, 5, 7.5 y 10 mg/L) y ácido naftalenacético (ANA) (0, 0.5, 1 mg/L). Así como la regeneración de brotes apicales con ácido indolacético (AIA) y 6-bencilaminopurina (BAP). **Objetivos:** 1.- Establecer el cultivo de callo *in vitro* de orégano, 2.- Determinar la combinación óptima de RCV para la inducción de callo *in vitro* de explantes de hoja y tallo de orégano, 3.- Inducir morfogénesis directa de orégano a partir de brotes apicales en cultivo *in vitro*.

El mejor protocolo de asepsia para el cultivo *in vitro* de *Poliomintha bustamanta* B. L. Turner consistió en sumergir los explantes en una solución de Captan® 50 PH (Bayer) 1% durante 1 minuto; después se colocaron en alcohol etílico 96° y se agitaron durante 1 minuto; en seguida se sumergieron y se mantuvieron en agitación en una solución de hipoclorito de sodio (Cloralex®) 10% añadiendo una gota de Tween 20® durante 10 minutos. En seguida los explantes se sembraron.

Se logró una mayor producción de callo en el tratamiento MS + 5 mg/L 2,4-D, a los 20 días después de la siembra (Figura 1a). Para la regeneración directa de brotes apicales, el medio de cultivo MS + 1 mg/L AIA y 2 mg/L BAP resultó adecuado para crecimiento y desarrollo de brotes laterales (Figura 1b). Se logró rizogénesis de explantes de hoja en los tratamientos con 0.5 y 1.0 mg/L de ANA (Figura 1c).



Figura 1: a) Callo *in vitro* de explante de hoja de orégano (*Poliomintha bustamanta* B. L. Turner) en MS con 5 mg/L de 2,4-D. b) Regeneración de brotes apicales de orégano mexicano en MS con 1 mg/L AIA y 2 mg/L BAP. c) Rizogénesis a partir de hoja en MS con 1 mg/L de ANA.

TU ESPACIO

BIDESIDA

Yehosua Zúñiga Silva

En la Facultad de Ciencias Biológicas UANL, existen diversas asociaciones de alumnos y con fines distintos. Estas asociaciones se irán tratando para darle difusión e ir informando tanto al alumnado como al personal docente a cerca de las mismas.

Haremos apertura con la asociación llamada **BIDESIDA**, cuyo nombre es un acróstico para **B**úsqueda de **I**nformación, **D**ifusión y **E**ducación en **S**índrome de **I**nmuno **D**eficiencia **A**dquirida. Esta asociación nace en la Facultad de Ciencias Biológicas, con un grupo de estudiantes voluntarios y se dan a conocer en el Fórum Mundial de las Culturas 2007. La asesora académica y fundadora del proyecto es la Dra. Lydia Guadalupe Rivera Morales.

Como bien es sabido, el VIH/SIDA es una de las principales causas de rechazo social y es una enfermedad en la que puede llegar a decaer mucho la calidad de vida del paciente. Los tratamientos son de por vida y son costosos, el paciente cruza con distintas infecciones oportunistas y posee un gran estigma social. Para ello nace esta asociación, para promover la prevención de esta enfermedad tan desastrosa en base a la educación de la misma. Como asociación universitaria, su misión es la integración del estudiante de la UANL en actividades educativas, preventivas y de labor social sobre el VIH/SIDA. Pero como es fomentado por la UANL, esa misma misión recae en cada uno de los alumnos universitarios para con la sociedad en general.

En el último periodo, 2012-2013, hemos escuchado más de esta asociación. Podemos hacer hincapié en eventos tales como BIDESIDAFest 2012, evento para recaudación de fondos y en donde se abre a la comunidad universitaria.

También se han destacado por expandirse a los medios de comunicación locales. En noviembre 2012 se hizo una entrevista con el presidente de la asociación, el estudiante de Licenciatura en Biotecnología Genómica,

BIDESIDA

Búsqueda de Información, Difusión y Educación en SIDA



José Manuel Besares López, en el Canal 53 de la Universidad. También participaron en radio en enero 2013. En 2012, por iniciativa del Laboratorio de Inmunología y Virología de la FCB, se organizó el “8vo Simposio en SIDA e Infecciones oportunistas”, en donde comenzaron su participación en medios de difusión científica con una presentación.

Entre sus actividades también se encuentran proyectos de responsabilidad social. Han hecho visitas a la “Casa de adultos Simón de Betania” (diciembre 2012), para la convivencia e integración con personas de la tercera edad y personas con VIH/SIDA. En el “Día Mundial contra el SIDA” se realiza la repartición de folletos y material orientativo en el centro de la ciudad de Monterrey. Participaron en la brigada de apoyo a la comunidad de La Chona, Nuevo León. De igual manera se hacen visitas a hospitales tales como el Hospital Metropolitano, y se imparten pláticas en escuelas secundarias sobre la enfermedad, para mejorar el entendimiento de la misma y prevenir el contagio en un sector vulnerable, personas en edades de 15 a 29 años.

Como organización, participaron en el programa de televisión local “@Red de Emprendedores”. En el cual ganaron. Lo cual aumentó la difusión de la organización, la recaudación de fondos y establecieron el record del puntaje más alto en el programa.

Por el arduo trabajo de la asociación BIDESIDA FCB, el 19 de Marzo de 2013 se entregó el formato para convertirse en una Federación de la UANL. Naciendo así: BIDESIDA UANL. Como federación, tendrán la labor de difundir su trabajo no sólo a la Facultad de Ciencias Biológicas, que los vio nacer y desarrollarse, sino llegar a más de 150,000 estudiantes de la UANL. Cabe destacar que es la primera Federación Universitaria que ha surgido de la Facultad de Ciencias Biológicas; por lo cual, nuestra facultad muestra todo su apoyo y, con ello, dejan abierta la posibilidad para otras asociaciones.

Si te interesa pertenecer a la asociación de BIDESIDA y seguir su desarrollo, pueden hacer contacto por medio de las redes sociales:

Facebook: www.facebook.com/BIDESIDAUANL

Tweeter: @BIDESIDA

SOBRE EL ÉXITO

Cuentan que en una ocasión un hijo le preguntó a su padre, a quien siempre se le había facilitado de sobremanera el hacer dinero, -cómo le hacía para ser tan “exitoso”-. A lo cual el padre respondió que estaba viendo desde una perspectiva muy estrecha el resultado de lo que en realidad era un equilibrio entre varios factores, los cuales al cultivarlos le habían llevado a lo que realmente él consideraba el éxito.

Lo primero que debe preocuparte hijo mío, y lo que debes anteponer a todo lo demás para alcanzar el éxito, es tu pareja. Jamás debes olvidar que la elección de la pareja, el cortejo subsecuente hasta ser aceptado por ella y la decisión de formar una familia con esa pareja fue tuya; que la conociste, pretendiste y aceptaste tal cual es, con sus fallas y virtudes, y la relación deberá cultivarse al ir evolucionando con el tiempo, pero en todo momento debes respetar a la persona y el compromiso “atemporal” hecho con ella. Esto te llevará a alcanzar una estabilidad de pareja, a establecer una sociedad fuerte y con fortaleza suficiente para afrontar cualquier adversidad que se pueda presentar en el camino.

En segundo lugar, viene la familia. Jamás los hijos deben ser más importantes que la pareja, ellos se irán y nuevamente quedarán sólo dos, los cuales se pueden convertir en dos desconocidos por haber antepuesto a los hijos en la relación. El tener hijos no significa que la pasión deba acabar. Pero si, en pareja debemos preocuparnos por el bienestar de cada uno de los miembros de la familia, como pareja es nuestra obligación y prioridad, ya que la decisión de traer hijos al mundo es solamente de la pareja y con cada hijo se contraen obligaciones, las cuales comúnmente son recompensadas sólo con las satisfacciones de sus logros al verlos crecer. Así, no debemos esperar más que un “gracias” cuando la madurez los alcance y quizá en un momento de reflexión aquilaten todo lo que hemos hecho por ellos. Esto nos permite vivir cada día en paz dentro de casa. Si tenemos una pareja que nos impulsa, nos apoya y nos quiere e hijos que confían en nuestras decisiones y respetan las reglas que establecimos en casa como pareja, tendremos el éxito familiar para ir en pos de todo lo demás. Entiéndeme que por “lo demás” me refiero al sustento que hay que buscar diariamente fuera de casa y un poco más, que con el tiempo se volverá un patrimonio, eso será el éxito económico, dado por una estabilidad financiera que permite adquirir satisfactores que hacen más fáciles las tareas del hogar y del trabajo de cada miembro de la familia y gozar de esparcimiento sano.

Por último está el prestigio, el éxito en lo que hacemos, el cual es reconocido fuera de casa por amigos, colegas, en el trabajo y que en ocasiones trasciende hasta la sociedad. En mi caso, tu sabes que la mayoría de las personas se refieren a mi no sólo como el “Sr. ...” sino me tratan como “Don ...”, aunque esto sólo sucede en el círculo en que siempre me he movido, es decir, sin haber sido gobernador, rector o presidente bancario, siempre me he mantenido fiel a mis ideales, mis reglas y al empeñar mi palabra, lo cual me ha merecido el respeto entre los que me han tratado, aún entre subordinados y competidores comerciales. Así. Ese día finalizó la charla diciéndole al hijo... “si llegas a este equilibrio habrás llegado al éxito, aún siendo la persona que menos dinero ganes en esta familia”.

La mayoría de las personas valoran a los demás por el refrán “tanto tienes, tanto vales” y de hecho venden su alma al diablo y sacrifican sus convicciones y los valores familiares en aras de un mejor futuro económico. Si es así, hemos perdido el rumbo y debemos recuperarlo cuanto antes, dándonos cuenta que lo más importante al alcanzar el éxito económico y el reconocimiento social, es compartirlo con la pareja y la familia, sabiendo que podemos mirarlos a los ojos con el orgullo de haberlos alcanzado honrando los valores familiares y acatando las normas sociales.

Contribución del Dr. Sergio M. Salcedo Martínez

AGENDA BOTÁNICA

IX Congreso Nacional de macro y Microalgas en Chile

FECHA: 7-10 abril 2014

Lugar: Univ. Andrés Bello, Viña del Mar, Chile
lorettocontreras@unab.cl.

IX Congreso Mexicano de Etnobiología

FECHA: 27 Abril al 2 Mayo de 2014

LUGAR: San Cristobal de las Casas, Chis.

<http://asociacionetnobiologica.org.mx/sncris/index.html#>

<http://asociacionetnobiologica.org.mx/sncris/blog.html>

2014 Joint Aquatic Sciences Meeting

FECHA: 18 al 23 mayo de 2014

Lugar: Oregon Convention Center Portland, Oregon,
<http://sgmeet.com/jasm2014/default.asp>

13ª Feria Internacional Alimentaria México 2014

FECHA: 3 al 5 junio de 2014

Lugar: Centro Banamex, México, DF
irene@feriasalimentarias.com

XVIII Congreso Nacional de Oceanografía

FECHA: 4 al 6 de junio del 2014

Lugar: La Paz. Baja California Sur

http://www.asocean.org/archi/poster_CNO_2014.jpg
congreso.oceanografia.2014@gmail.com

Mycological Society of America annual meeting

FECHA: 8 al 12 junio de 2014

Kellogg Center, Michigan State University East Lansing, Michigan
<http://msaconference.msafungi.org/>

12º Congreso Nacional de Micología 2014 – Bilbao

FECHA: 18 al 20 junio 2014

Lugar: Bilbao, España
www.aemicol.org

5th Congress of the International Society For Applied Phycology 2014

FECHA: 22 al 27 junio de 2014

Lugar: Australian Technology Park, Sydney, Australia
<http://www.isap2014.com/>

2nd North America Congress for Conservation Biology (NACCB) meeting

FECHA: 13 al 16 julio de 2014

Lugar: Missoula, Montana, USA

<http://www.xcdsystem.com/scbna/website/>

Botany 2014

FECHA: 26 al 30 julio de 2014

Lugar: The Boise Centre - Boise, Idaho, USA

johanne@botany.org, <http://www.botanyconference.org/>

Contenido

EDITORIAL.....2

PERSONAJES

Katherine Esau, Una vida consagrada a la Botánica Estructural.....3

LAS PLANTAS Y LA CIVILIZACIÓN

Historia de las Especies5

MARAVILLAS DEL REINO VEGETAL

Dispersión de Semillas.....8

SOLO CIENCIA

Picos de Pato: Herbívoros Prehistóricos del Noreste Mexicano.....10

Irradiación con UV y su efecto sobre germinación y vigor de semillas de *Helianthus annuus L.*2

Biología e importancia del Sotol (*Dasylirion spp*) Parte II. Ecofisiología, Usos e Interrogantes.....16

Efecto del Selenio sobre la cuantificación de ácido ascórbico en tomate (*Lycopersicon esculentum*..21

Bacteriocinas: Metabolitos bacterianos viables para el biocontrol de patógenos.....24

Micro RNA's vegetales: Moléculas pequeñas con grandes implicaciones.....28

EL QUEHACER DEL DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Los estudiantes de la FCB en la investigación Botánica.....32

TU ESPACIO

BIDESIDA.....37

PARA REFLEXIONAR

Sobre el éxito.....39

AGENDA BOTÁNICA.....40

Imagen Portada: "Chimal", flor artificial hecha con hojas de sotol.