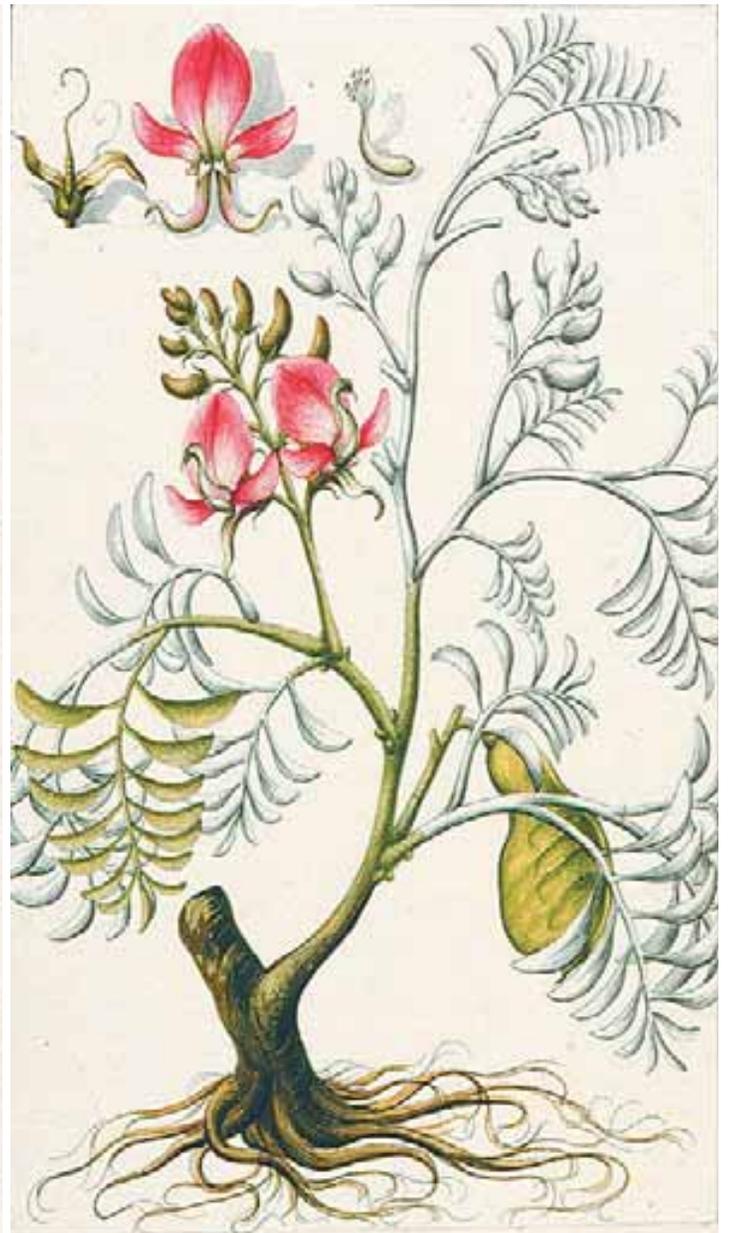


PLANTA

Año 5, No. 9

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Enero-Junio 2010



Astragalus Formosus. Sp. N.



Una publicación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Jesús Ancer Rodríguez
Rector

Ing. Rogelio G. Garza Rivera
Secretario General

Dr. Ubaldo Ortiz Méndez
Secretario Académico

Lic. Rogelio Villarreal Elizondo
Secretario de Extensión y Cultura

Dr. Celso José Garza Acuña
Director de Publicaciones

Dr. Juan Manuel Alcocer González
Director de la Facultad de Ciencias Biológicas

Dr. Marco Antonio Alvarado Vázquez
Dr. Sergio M. Salcedo Martínez
Dr. Víctor R. Vargas López
Editores Responsables

PLANTA, Año 5, N° 9, enero-junio 2010. Fecha de publicación: 30 de junio de 2010. Revista semestral, editada y publicada 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. Impresa por: Imprenta Universitaria, Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 66451. Fecha de terminación de impresión: 15 de Junio de 2010, Tiraje: 1,000 ejemplares.

Número de reserva de derechos al uso exclusivo del título PLANTA otorgada por el Instituto Nacional del Derecho de Autor: 04-2010-030514061800-102, de fecha 5 de marzo de 2010. Número de certificado de licitud de título y contenido: 14,926, de fecha 25 de agosto de 2010, concedido ante la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. ISSN En trámite. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: En trámite.

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 2010

planta.fcb@gmail.com

EDITORIAL

Este número es muy especial para los que colaboramos en el Departamento de Botánica, ya que, con gran entusiasmo y orgullo adoptamos en este número el nuevo formato propuesto por nuestra Universidad para dar uniformidad a sus publicaciones. También, como se puede observar en la columna contigua, el registro de derechos de la Revista Planta se encuentra en trámite y coincide este importante proceso con un año memorable para todo mexicano: El del Centésimo Aniversario del inicio de la Revolución Política y Social Mexicana y del Bicentenario del inicio de la Independencia de México del Gobierno Español.

Por ello nos pareció adecuado dedicar este número primeramente a la memoria de algunos botánicos importantes de finales de la época colonial y segundo, a difundir algunos trabajos que se han realizado recientemente por miembros de nuestro Cuerpo Académico "Botánica" y colegas de la Facultad de Ciencias Biológicas y otras instituciones, que amablemente atendieron la invitación de compartir con nosotros experiencias sobre su trabajo.

Esperamos que las semblanzas de Martínez de Lejarza, De La Llave, Mociño y Cervantes sean inspiradoras para los alumnos y los trabajos que presentamos, de utilidad para la comunidad académica y público en general.

En esta ocasión nos referiremos no a uno sino a varios botánicos importantes contemporáneos a la época de la Independencia de México. Tal es el caso de **Juan José Martínez de Lejarza y Alday** quien nació en Valladolid (hoy Morelia), en el seno de una familia noble y rica el 15 de Diciembre de 1785. Durante su juventud, cursó inicialmente sus estudios en el Colegio de San Nicolás de Valladolid y los culminó en el "Colegio de Minería de la ciudad de México". Se enroló y formó parte de la Milicia Provincial, luego fue elector popular, regidor, ayudante del Estado Mayor, diputado provincial y Juez del Supremo Tribunal de Michoacán. Como militante del Partido Liberal, se enfrentó en Michoacán a Agustín de Iturbide. Sin embargo como botánico Mexicano es un conocido orquidólogo cuya producción científica ha sido parcialmente publicada en obras como "Análisis Estadístico de la Provincia de Michoacán" de 1822; "Novorum Vegetabilium Descriptiones. Fasc. I. 100 nuevas spp." de 1824, elaborada en coautoría con el Dr. Pablo de La Llave y Vicente Cervantes y "Orchidianum Opusculum. Fasc. II. 50 especies nuevas de la familia Orchidaceae, en 20 géneros, 4 nuevos" de 1825. Se le considera único autor de una nueva clasificación de orquídeas basada en la semilla y el polen. Murió en Valladolid en 1824.



Fue contemporáneo del **Dr. Pablo de La Llave** (1773 – 1833) quien aparece en el dibujo de arriba y fue un sacerdote, político, y naturalista mexicano que nació en Córdoba (Veracruz) en una familia rica y luego de una brillante carrera universitaria, se desempeñó como docente en el Colegio Nacional de San Juan Laterano y doctor de Teología en la Universidad de México. Se fue por algún tiempo a París y luego a España, donde fue director del Museo Nacional de Ciencias Naturales bajo el reinado bonapartista. En 1811 y 1812 asistió a José Mariano Mociño en organizar las colecciones de la "Real Expedición Botánica de la Nueva España de 1787-1803".

En 1820 y 1821 representó al Estado de Veracruz en la Legislatura Española, como integrante del Partido liberal. A su retorno a México luego de declarar su independencia, ascendió posiciones eclesiásticas en Morelia (Valladolid), Michoacán y se desempeñó en 1823 como Ministro de Justicia y Culto en la administración imperial de Agustín de Iturbide y en 1824 ocupó un puesto dentro del gabinete del primer presidente de México, Guadalupe Victoria. En Biología, él y su colaborador Juan José Martínez de Lejarza (o Lexarza) fueron de los primeros en estudiar sistemáticamente las orquídeas de Michoacán, describiendo 100 nuevas especies en la obra arriba citada de 1824. En 1831 La Llave fue designado director del entonces Museo Nacional de Historia Natural de México. En 1832 y 1833 publicó diferentes artículos sobre ornitología donde describe y nombra varias aves, de los cuales el famoso quetzal *Pharomachrus mocinno* lo dedicó a Mociño. La Llave falleció en Córdoba en Julio de 1833.



El **Dr. José Mariano Mociño Suárez Lozano** (a la izquierda) nació en Temascaltepec, hoy Estado de México, en 1757. Era de extracción pobre, así que mantuvo numerosos trabajos para poder estudiar en el Seminario Tridentino de México. En 1778 se graduó de la carrera de filosofía y en 1787 fue llamado para formar parte de la

"Real Expedición al Virreinato de la Nueva España" una gran expedición científica botánica propuesta por el médico militar aragonés **Martín de Sessé y Lacasta** y autorizada por el mismo rey Carlos III de España, quien en 1785 lo había sido designado comisionado del Real Jardín Botánico de Madrid en México. Ya que la flora y fauna de México eran poco conocidas para la ciencia occidental y las especies conocidas no habían sido clasificadas científicamente, el objetivo principal de la Expedición era estudiar la naturaleza en la tierra e impulsar la enseñanza de las ciencias en aquel virreinato así como actualizar los conocimientos del personal sanitario y continuar la obra científica de Francisco Hernández de Toledo, médico de Felipe II que en 1570



Ipomoea (Mina) lobata
(Cerv.) Thell

estudió la flora americana, y una parte de cuyos manuscritos habían sido recuperados en 1787. En la expedición participaron un grupo de botánicos de España entre los que se incluyen Vicente Cervantes, los farmacéuticos Jaime Senseve y Juan Diego del Castillo, el anatomista y cirujano José Longinos Martínez y José Maldonado, el botánico mexicano José Mariano Mociño y dos jóvenes pintores, Vicente de la Cerda y Atanasio Echeverría y Godoy, de la Academia de San Carlos, que ayudarían en las tareas de documentación, dibujando las plantas. La finalidad de la expedición fue estudiar la fauna, flora, minerales, accidentes geográficos y crear una cátedra y un jardín botánico. Para ello, viajaron por todo el territorio en varias campañas, alcanzando los rincones más remotos de lo que en aquel entonces era el Imperio español, desde Alaska (Estados Unidos) y la Columbia Británica (Canadá) en el Pacífico Norte hasta la Gran Antilla y León (Nicaragua) al Sur.

En sus viajes José Mariano Mociño recolectó una de las más importantes colecciones naturalistas de la época. La expedición terminó en 1803 y Sessé y Mociño viajaron a España y se dedicaron a la revisión de los materiales de la Expedición con objeto de publicar una obra sobre la Flora de Nueva España. Mociño se desempeñó dos veces como secretario y cuatro veces como presidente de la Real Academia de Medicina de Madrid. Martín Sessé murió en 1808 y cuando los franceses se retiraron después de la Guerra de Independencia Española, Mariano Mociño quien simpatizaba con José Bonaparte fue tomado prisionero acusado de apoyarlo. Pasado un tiempo logró huir a Francia donde se exilió con parte de los materiales de la Expedición. En Montpellier conoció al naturalista Augustin Pyrame de Candolle, a quien le mostró las colecciones que quería salvar. Candolle lo llevó consigo a Ginebra, Suiza, donde Mociño se convirtió en académico en la Universidad de Ginebra. En 1818 un grupo voluntario de damas de Ginebra copió para De Candolle los dibujos, integrándose la obra "Iconografía inédita de la flora mexicana" y Mociño volvió a España enfermo con los originales. En 1820 murió en Barcelona pobre y ciego.

Fue el más famoso naturalista americano de la época de la Colonia, sin embargo su obra quedaría inédita hasta 1885. Los materiales que llevó consigo en su exilio quedaron extraviados a la muerte de Mociño, hasta que en 1981 aparecieron en Barcelona unos 2.000 dibujos originales de la Expedición. Los dibujos, en poder de los curadores Jaime y Luis Torner Pannochia en Barcelona, pertenecen hoy a la institución norteamericana Hunt Institute for Botanical Documentation.



Quetzal

Vicente Cervantes Mendo fue un médico y botánico español que habiendo nacido en Ledrada, Salamanca (1755), fue criado en Zafrá y estudió en Madrid. Durante sus estudios realizó prácticas en una botica de la Corte y en el Real Jardín Botánico de Madrid y al licenciarse en farmacia, obtuvo una plaza de farmacéutico en el Hospital General de esa capital. Al preparar su Expedición Martín Sessé y Lacasta, incluyó a Vicente Cervantes como experto en botánica. La llegada de los españoles a México fue acogida con algunos recelos por los científicos locales que no veían bien los aires reformistas y novedosos que venían del viejo continente. Así, Cervantes mantuvo una fuerte polémica con José Alzate, uno de los científicos locales que no aceptaba el novedoso método de clasificación botánica de Carlos Linneo que ya había sido adoptado por los españoles. Cervantes se propuso difundir las nuevas ideas para lo que tradujo el Tratado de Química de Lavoisier y de esta forma trató de unir dos importantes ramas de la ciencia: la Botánica y la Química. Las rivalidades entre Alzate y Cervantes terminaron por zanjarse y pronto iniciaron una fructífera colaboración. Vicente Cervantes fue el fundador del Jardín Botánico en la capital mexicana, inaugurado el 1 de mayo de 1788 y en sus clases se formaron importantes científicos mexicanos, entre ellos José Mariano Mociño quien como ya se mencionó también participó en la Expedición. Cervantes compaginaba sus clases y trabajos de investigación con la lucha por establecer los estudios universitarios en Farmacia en la Nueva España y con la dirección de la botica del Hospital General de San Andrés, donde ejerció desde 1791 hasta 1809. En este año dejó el Hospital para abrir su propia botica en la calle del Relox. Siguió viviendo en México hasta 1829, año en el que murió.

4

INTRODUCCIÓN

Un injerto se produce cuando se inserta una parte viva de una planta en otra, y ambas partes se unen vegetativamente y luego conviven. La planta base que recibe el injerto se conoce como patrón, mientras la parte vegetativa acoplada, esqueje, injerto o vástago. Para tener éxito a la hora de injertar es muy importante poner en contacto las diferentes partes que forman los tallos para así garantizar la compatibilidad funcional de ambas partes del injerto, la interacción de las células respectivas del cambium y con ello el tránsito de las sustancias vitales. En términos generales se puede decir que entre más afinidad botánica haya entre las especies, mayores son las probabilidades de éxito del injerto, éstos son más frecuentes entre plantas que pertenecen a la misma familia botánica (cítricos por ejemplo).

La técnica del injerto en plantas leñosas es una práctica conocida por los chinos 1.000 años antes de Cristo. Aristóteles (384-322 a J.C.) en su obra, describe los injertos con gran detalle. Durante la época del imperio Romano el injerto era muy popular y se utilizaban distintos métodos para su realización.

Actualmente es muy popular la utilización de injertos para el manejo de enfermedades causadas por patógenos de suelo como bacterias, hongos y nemátodos, en los cultivos de sandía, pepino, berenjena, tomate y melón. Y la propagación de frutales como rosáceas, cítricos, nogales, mamey, aguacate y mango, entre otros.

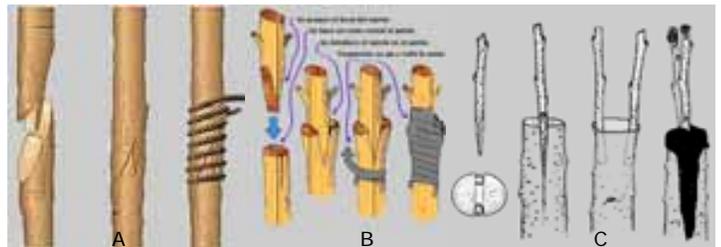
Utilidad y ventajas del uso de injertos

El injerto es una técnica de propagación vegetativa con la que se obtienen plantas con exactamente las mismas características florales, productivas, de resistencia a plagas, etc. de la planta original. También sirve para reproducir plantas que no producen semillas o cuya reproducción se hace muy difícil por otros métodos, para aprovechar características de resistencia (plagas, enfermedades, viento o lluvia) o adaptabilidad (suelos, sequía, vida productiva útil) del patrón, que permiten el cultivo y precocidad de variedades más susceptibles pero más rentables, para obtener plantas ornamentales multicolores, multiflorales o multifrutales con injertos de variedades de diferentes colores, tipos de flores o frutos en un mismo patrón, para reparar daños en el tronco de un árbol, para rejuvenecer

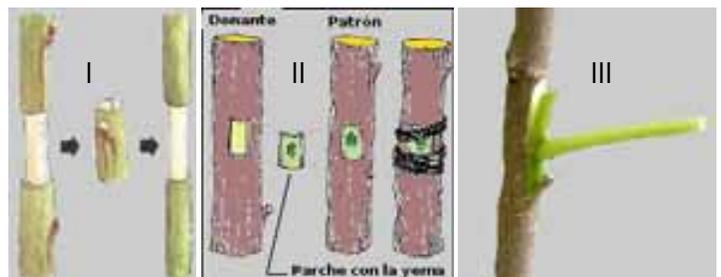
huertos o acortar el tiempo de maduración de híbridos en programas de mejoramiento genético de árboles frutales.

De acuerdo a la forma de hacerse la unión entre las dos partes constituyentes del injerto estos se pueden clasificar en dos grandes grupos:

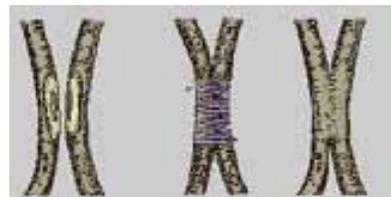
Injertos de estaca: En este tipo de injerto se toma una rama pequeña (7-12 cm), de un año de edad, que tenga las capas del tallo bien definidas y al menos 2 yemas activas de la planta objeto del injerto, y se inserta apropiadamente en una rama de la misma edad o mayor o en el tronco del patrón. Las técnicas más comunes son el injerto de espiga central o lengüeta (A), el injerto de corte simple o púa (B) que se emplean cuando los diámetros de injerto y patrón son iguales y el de doble púa (C) usado cuando difieren mucho en diámetro.



Injertos de yema: En este caso se inserta en el patrón solo una yema de la planta objeto del injerto. Es muy utilizado en frutales y rosales. Estos injertos se practican en la época de crecimiento, con yemas activas. El de canuto (I) en plantas del mismo diámetro y el de parche (II) y astilla (III), sobre patrones de mayor diámetro.



Otra técnica es por aproximación, en la cual dos ramas o tallos se unen para formar figuras ornamentales o para conservar las características de una en otra.



*Alumnos de 7o semestre de la carrera de QBP, FCB.

PLANTAS CON ACTIVIDAD BACTERICIDA

Antimicrobianos Naturales

La principal causa de deterioro de los alimentos es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos) y se calcula que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de ellos. Además son responsables de una gran cantidad de enfermedades de importancia en salud pública.

A pesar de que la mayor parte de los conservadores usados en alimentos son de origen químico, existen diversos productos de origen natural provenientes de plantas y microorganismos que pueden ser usados como bioconservadores. En algunos productos agrícolas se puede encontrar más de un agente con actividad antimicrobiana, lo que hace que la combinación de estos de forma natural funcione de manera sinérgica.

Se sabe que las sustancias activas vegetales con actividad antimicrobiana son compuestos fenólicos de sus aceites esenciales, siendo los más importantes el carvacrol, el timol, el eugenol y el metil chavicol (Katayama y Nagai, 1960). Además de otros compuestos como lo indican Santiesteban *et al.* (2002).

Las Plantas en la Salud Pública

Recientemente la medicina tradicional ha sido aceptada como forma alternativa en el cuidado de la salud así como para el descubrimiento y desarrollo de nuevos compuestos para el tratamiento de infecciones causadas por microorganismos con resistencia a los antibióticos. Por lo cual muchos investigadores han buscado actividad antimicrobiana en plantas medicinales (Nostro *et al.*, 2000). De los fármacos oficiales de patente que se expenden actualmente, cerca del 50% proviene de productos vegetales, el resto lo constituyen productos sintéticos (González, 1998).

Enfermedades Gastrointestinales

Las enfermedades gastrointestinales son una importante causa de morbilidad alrededor del mundo. Dentro de las bacterias patógenas más comunes causantes de cuadros gastrointestinales en el hombre se encuentran los géneros de *Escherichia*, *Salmonella*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Listeria* y *Clostridium*. La mayoría de las enfermedades causadas son transmitidas por alimentos que contienen cantidades considerables de estos microorganismos, debido a contaminación fecal, o contacto con material contaminado (Caceres *et al.*, 1990).

Diversos artículos individuales han sido publicados. En 1943, Osborn analizó la actividad de 2 300 especies de plantas de 166 familias contra *S. aureus* y *E. coli*; como resultado, 63 géneros mostraron la presencia de sustancias con actividad inhibitoria para una o ambas especies. Más tarde Huddleston *et al.* en 1944, encontraron plantas de 23 géneros activos contra *S. aureus*, *E. coli* y *Brucella abortus*.

Asimismo, Sanders *et al.* (1945) analizaron 270 plantas de las cuales solamente encontraron 15 de ellas que presentaban actividad contra *E. coli* y *Bacillus subtilis*. En 1995, Sánchez analizó el efecto inhibitorio del crecimiento de 33 extractos alcohólicos y acuosos de plantas usadas como terapéuticos empíricos sobre el crecimiento de 11 especies bacterianas causantes de enfermedades gastrointestinales importantes.

Alarcon (2000) analizó el efecto inhibitorio del crecimiento de 48 plantas comúnmente utilizadas en la medicina tradicional mexicana contra *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella thyphimurium* y *Staphylococcus aureus*. 42 extractos de plantas tuvieron actividad antimicrobiana contra las bacterias gram positivas y solamente 3 de éstos contra las bacterias gram negativas. La concentración mínima inhibitoria de los extractos analizados osciló de 300 a 2000 µg/mL. Rosado *et al.* (2000), encontraron que los extractos metabólicos y acuosos de cuatro especies de Fabáceas mostraron actividad contra las bacterias gram positivas, cinco exhibieron cierta actividad contra *Candida albicans*, dos contra *Aspergillus niger* y solamente una *Mimosa pigra*, inhibió el crecimiento de *Pseudomonas aeruginosa*.



En el 2006, Mier demostró que el extracto metanólico de *Eysenhardtia polystachya* (izq.), presentó actividad contra *Enterobacter aerogenes*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* y el extracto metanólico de *Eysenhardtia texana* solo tuvo actividad contra *S. epidermidis*. En ese mismo año Moreno (2006), probó el efecto de extractos metanólicos de los Agaves *A. americana*, *A.*

lechuguilla y *A. lophantha* sobre *Helicobacter pylori*.

Barrón *et al.* (2009), evaluaron la actividad amebicida de los extractos metanólicos de *Lophocereus schottii*, *Stenocereus gummosus*, *Astrophytum myriostigma*, *Ariocarpus kotschoubeyanus*, *Ariocarpus retusus*, *Fouquieria splendens*, *Stenocereus pruinosus*, *Equinocereus stramineus*, *Rubus adenotrichus* y *Astrophytum capricorne* sobre cultivos axénicos *in vitro* de *E. histolytica*. Se observó una marcada inhibición porcentual del crecimiento axénico *in vitro* de *E. histolytica* en presencia del extracto metanólico de las nueve plantas evaluadas pero principalmente de *A. myriostigma* y de *F. splendens*. Los valores de la CI_{50} más relevantes fueron para *A. retusus*. Por otra parte, Barrón y Morales (2009) determinaron la capacidad inhibitoria del extracto metanólico de *Castela texana* sobre el proceso de enquistamiento de *Entamoeba histolytica*.

Barrón *et al.* (2009), evaluaron extractos acetónicos, metanólicos, etanólicos y acuosos obtenidos de la semilla de *Persea americana* (c.v. Hass), sobre cultivos axénicos de *Entamoeba histolytica*, y fueron comparados con el metronidazol. Los resultados indicaron que el extracto acetónico presenta mayor actividad amebicida ya que presentó una LC₅₀ de 106.37µg/mL.

Quiñones *et al.* (2009) observaron la actividad que muestran los diferentes extractos de tres especies de anís contra bacterias patógenas al hombre, asimismo demostraron que los extractos polar y no-polar de las 3 especies de anís presentaron actividad inhibitoria sobre el crecimiento axénico *in vitro* de *E. histolytica*, siendo el extracto de *P. anisum* el que presentó la CI₅₀ más baja (0.066 mg/mL).

Enfermedades Infecciosas (Tuberculosis)

Las plantas medicinales y sus productos han sido utilizados a lo largo de la historia contra la tuberculosis, enfermedad infecciosa causada principalmente por *Mycobacterium tuberculosis*. Se estima que causa más muertes que cualquier otra enfermedad infecciosa curable y fue declarada una emergencia global en 1993 por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Grange *et al.*, 2002; WHO, 2003).



Salinas (2007) al evaluar la actividad antimicrobiana de extractos de *Bocconia frutescens* (Lzq.), *Juglans regia*, *J. mollis* y *Carya illinoensis* contra

M. tuberculosis intracelular, observó que los extractos de hojas y de corteza presentaron un efecto bacteriostático sobre *M. tuberculosis*, reduciendo el extracto hexánico de corteza de *J. mollis* en un 45% el número de UFC.

Recientemente se ha encontrado un efecto inmunoestimulador en plantas, que favorece el control del crecimiento intracelular del agente infeccioso. Kolodziej *et al.* (2003) encontraron que la planta *Pelargonium sinuoides* estimula la producción de la enzima iNOS y de TNF- α en macrófagos de médula ósea de ratón. Este mismo efecto fue reportado para extractos metanólicos de *Plantago major* en macrófagos peritoneales de ratón (Gómez-Flores *et al.*, 2005). Las dos especies de plantas son utilizadas de acuerdo a la medicina tradicional para tratar enfermedades del tracto respiratorio, entre ellas, tuberculosis. Por lo que los autores sugieren que el efecto antimicrobiano reportado pueda deberse a una inmunomodulación. Otros autores han probado los extractos de plantas en cultivos de células *in vitro* infectadas con *M. tuberculosis*. Bapela *et al.*, (2006), reportaron que el compuesto 7-metiljuglone aislado de la raíz de la planta africana *Euclea natalensis*, potenció la actividad de isoniazida y rifampicina contra *M. tuberculosis* extracelular e intracelular.

Martins *et al.* (2005) analizó el extracto metabólico de *Carpobrotus edulis*, el cual inhibió el crecimiento de *M. tuberculosis* fagocitados por monocitos derivados a macrófagos humanos. Por lo que el efecto antimicrobiano puede deberse tanto a un efecto inmunomodulador de algún compuesto así como a un efecto directo del mismo u otro compuesto presente en los extractos vegetales.

Salinas (2004) reportó que el extracto hexánico de la corteza de *J. regia* presentó actividad contra *M. tuberculosis*, con una CMI de 100 µg/mL, Por otra parte, también observó que los extractos hexánico, etanólico y metanólico de la corteza de *J. mollis* presentaron actividad contra *M. tuberculosis*, con una CM de 50, 100 y 125µg/mL respectivamente.



Anticancerígenos

El cáncer actualmente es la segunda causa de muerte en todo el mundo y se conocen más de 100 tipos, dependiendo del tejido u órgano afectado.

De *Gymnosperma glutinosum* se han aislado diferentes flavonoides (Yu *et al.*, 1988) y 4 compuestos diterpénicos (Miyakado *et al.*, 1974; Maldonado *et al.*, 1994; Martínez *et al.*, 1994).

Quintanilla *et al.* (2009), realizaron la investigación fitoquímica de *Gymnosperma glutinosum* con tres solventes de polaridad creciente y subsecuentemente pruebas de actividad antitumoral contra linfoma murino L5178Y-R. El extracto hexánico presentó hasta un 40 % de citotoxicidad y la fracción (FC 1) obtenida por separación en columna, una actividad citotóxica significativa ($p<0.05$) *in vitro* de hasta 51 % a concentraciones menores a 0.98 mg/ml, además de un incremento de la viabilidad de hasta 79 % en ratones transplantados con el linfoma, tratados con 0.05mg/kg por intravenosa, lo cual disminuyó significativamente ($p<0.05$) el volumen tumoral.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta serie de investigaciones indican que un grupo de plantas usadas en la medicina tradicional mexicana presentan potencial para uso en el tratamiento de enfermedades provocadas por diferentes microorganismos. Por otra parte, representa una validación científica preliminar del uso popular de algunos extractos de plantas usados como terapéuticos empíricos en la zona norte de México.

¹bb. de Microbiología General del
Dpto. de Microbiología e Inmunología,
Facultad de Ciencias Biológicas, UANL

²laboratorio de Bioquímica y Biología Celular
Centro de Investigación Biomédica del Noreste del I.N.S.
*sporothrix@hotmail.com

Introducción

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), a nivel mundial se pierde el 5% de las cosechas de semillas, pérdida que se incrementa al orden del 15 al 40% en África y Latinoamérica. El uso de compuestos químicos para el control de enfermedades, en especial las de origen fungoso, actualmente es de gran importancia económica, reportándose a nivel internacional en las décadas de los ochentas y noventas la utilización anual de aproximadamente 24,500 toneladas de ditiocarbamatos y de 224,000 de compuestos cúpricos (Acquaah, 2002).

En México, el control químico de estos fitopatógenos es aplicado frecuentemente en cultivos de alto valor económico, habiendo tendencia en algunas zonas del país, especialmente en las de mayor desarrollo agrícola, al uso indiscriminado de ellos, hecho que influye sobre el desarrollo de resistencia genética de los hongos a estos. Además del deterioro ambiental con efectos nocivos sobre diferentes organismos, es también importante el peligro de residualidad tóxica en productos alimenticios, cuyos efectos sobre humanos son conocidos aun cuando se maneje sólo la cantidad del ingrediente activo dentro del nivel de tolerancia permitido, pudiéndose presentar un efecto nocivo por acumulación o uso prolongado (Velázquez-Del Valle *et al.*, 2007).

Por lo tanto ante la perspectiva anterior es importante reflexionar sobre las ventajas de buscar y utilizar productos de origen natural, como son los extractos de plantas superiores, que ejercen su acción a dosis bajas, por lo que se han convertido en una alternativa orgánica muy importante ya que son estables en su acción, de baja o nula residualidad y a la vez biodegradables (Barrera-Necha, *et al.*, 2008). Al mismo tiempo se propone que se puedan obtener bajo condiciones de tecnología simple y su aplicación a nivel de campo sea accesible para los agricultores, sobre todo por aquellos de escasos recursos económicos (Suquilanda, 1996).

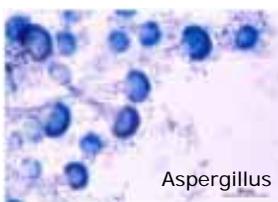
Aspectos históricos del estudio del potencial fungicida de los metabolitos secundarios

Por lo que respecta al uso potencial de extractos y aceites esenciales vegetales como fungicidas de fitopatógenos, se han hecho innumerables estudios para evaluar su efectividad desde el año de 1959 cuando Maruzzella y Balter probaron 119 aceites esenciales sobre 12 fitopatógenos entre ellos especies de *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Botrytis* y *Claviceps*, un 80% de ellos inhibieron a *Claviceps purpurea* y el 58% a *Alternaria tenuis* quien mostró ser más resistente. En 1963 Barnes reportó la propiedad fungicida de aceites esenciales sobre el hongo causante de la roña del nogal causada por *Fusicladium effusum*, cuyos resultados *in vitro* competían positivamente con los obtenidos por fungicidas comerciales. Fukui *et al.*, 1972 (González-Solís, 2004) publican haber evaluado dos compuestos tóxicos obtenidos de frutos inmaduros de *Lupinus luteus* (Leguminosae) sobre un grupo de 14 microorganismos, demostrando que presentan un elevado poder fungicida.

Los estudios realizados sugieren que la actividad antifúngica de los metabolitos vegetales secundarios es un fenómeno frecuente. De la información recabada por Grainge y Ahmed en 1988 se desprende

que existían hasta esa fecha alrededor de 400 plantas reportadas con propiedades para inhibir el desarrollo de 142 especies de hongos fitopatógenos, clasificadas taxonómicamente dentro de 50 familias destacando algunas de ellas como Asteraceae, Fabaceae y Brassicaceae. En México, Montes *et al.* (2000) evaluaron 206 especies vegetales contra 26 especies de hongos fitopatógenos, reportando que entre 32 y 51% de las plantas evaluadas interactuaban con los hongos causando inhibición total de su actividad.

Naturaleza de los metabolitos secundarios con potencial fungicida y factores que influyen en su producción



Aspergillus

Los metabolitos pueden ser obtenidos de los diferentes órganos y tejidos vegetales por diversos métodos y según sea el utilizado, el producto obtenido se caracteriza como: aceite esencial, extractos crudos, acuosos y clorofórmicos; dentro de todos estos se han encontrado metabolitos que presentan acción

fungicida, dividiéndose en dos grupos: aquellos que presentan un amplio rango de acción, y los de acción específica, predominando estos últimos (Montes-Belmont, 1996). Se ha determinado también que la variabilidad cualitativa y cuantitativa de los metabolitos, cambia en los diferentes órganos donde son producidos: raíz, tallo, hojas, flores y fruto e inclusive pueden estar ausentes en uno o varios de ellos.

El número y tipo de componentes, así como sus proporciones, pueden experimentar importantes cambios dentro de una misma especie botánica, sea por razones ecológicas (luz, temperatura, altitud), agronómicas (época de corte, fertilización) o puramente genéticas (quimiotipos o variedades químicas) (García Vallejo, 1988).

Arras y Grella en 1992 realizan una investigación sobre los cambios cualitativos y cuantitativos del aceite esencial de *Thymus capitatus* creciendo silvestremente en la región de Sardinia, cambios que fueron estudiados mensualmente por un período de dos años (1987-1988), los resultados mostraron que la máxima producción del aceite ocurrió en el mes de agosto ya sea que se usaran para su obtención hojas, flores o residuos de infructescencias; el aceite provocó un efecto fungistático sobre *Penicillium italicum* y fungicida a 400 ppm sobre *Alternaria alternata*.

Investigaciones sobre el potencial fungicida de aceites esenciales para el control de hongos de poscosecha

La efectividad de los aceites esenciales vegetales ha sido comparada con la de fungicidas comerciales tal fue el caso del aceite esencial obtenido de rizomas de *Curcuma longa* a diferentes concentraciones sobre *Aspergillus flavus*, utilizando al fungicida comercial Benlate como testigo, observando que se presentó una total inhibición del crecimiento del hongo a concentraciones de aceite de 0.025, 0.05 y 0.1% en comparación con las mismas del fungicida comercial (Ishrat-Niaz, 1994).

Mishra y Dubey (1990a) probaron el aceite esencial obtenido de hojas frescas de nueve especies de plantas colectadas en Varanasi, India a 5000 ppm contra el hongo de almacén *Aspergillus flavus*. El

porcentaje de inhibición mostrado fue de 100% por *Amomum subulatum*, 85% por *Aegle marmelos*, *Ageratum houstonianum*, *Alpinia galanga* y *Lippia alba*, 70% por *Curcuma longa*, 66.6% por *Artemisia vulgaris*, 60% por *Elettaria cardamomum* y 54% por *Salvia plebeia*. Posteriores investigaciones realizadas con el aceite de *A. subulatum* mostraron que la concentración inhibitoria mínima fue de 3000 ppm; las pruebas de germinación efectuadas a las semillas de arroz tratadas con estos aceites mostraron que no se presentaba un efecto negativo sobre las mismas.

Gangrade *et al.* (1991), determinaron la actividad *in vitro* contra *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Fusarium oxysporum* y *Penicillium sp.* de los aceites esenciales obtenidos a partir del follaje de *Cymbopogon martinii* var. *motia*, de semillas de *Pimpinella anisum* y raíces de *Vetiveria zizanioides*. Los aceites puros de las tres especies inhibieron el crecimiento de los patógenos de un 70 a 80%, comparado con los testigos. Garg *et al.* (1991), probaron la actividad antifungal del aceite esencial de *Capillipedium foetidum* obtenido de inflorescencias frescas y probado sobre *Aspergillus niger*, *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. candidus* y *A. ochraceus*, la griseofulvina fué usada como testigo al determinar la actividad antifungal del aceite quien mostró excelente actividad a una dilución baja de 1:200.

Singh *et al.* (1992), investigaron aceites esenciales extraídos de seis plantas con propiedades alelopáticas de las cuales *Callistemon citrinus*, *Eucalyptus tereticornis*, *Ageratum conyzoides*, y *Ocimum kelmendescherium* inhibieron el crecimiento de *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *A. fumigatus*, *A. terreus*, *A. parasiticus*, *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum truncatum* y *Helminthosporium turicum*.

Investigaciones sobre la actividad fungicida de extractos vegetales acuosos

Extractos acuosos fueron investigados por Figueroa *et al.* (1995), quienes indican que se probaron los extractos obtenidos de 58 especies de plantas sobre la germinación de esporas, desarrollo del micelio y protección de granos de maíz contra *Aspergillus flavus*. Los extractos que inhibieron la germinación de esporas fueron *Chenopodium album* (80%), *Ficus tecualensis* (75%), *Raphanus raphanistrum* (80%) y *Larrea divaricata* (80%); se concluye que los extractos actúan eficientemente sobre los procesos fisiológicos del hongo. Montes en 1995, indica que se probaron los extractos de 52 especies de plantas para determinar su efecto sobre la germinación de esporas, desarrollo micelial y protección de granos de maíz atacados por el hongo *Aspergillus flavus*. El follaje de las plantas se seco y pulverizo; con los polvos se elaboraron extractos acuosos al 2%. Los resultados mostraron que se redujo la contaminación de granos de maíz con *Psidium guajava* en un 23%, *Rosmarinus officinalis* en un 61%, *Coleus blumei* en un 40.5%, *Lantana camara* en un 20% y *Coffea arabica* en un 43%, se concluyó de esta investigación que la protección del grano se debió a la cobertura del extracto.

Montes en 1999, en base a la poca eficacia mostrada por el fungicida Captán en la protección de semilla comercial de sorgo contaminada con *Fusarium moniliforme* probó el uso de extractos acuosos, alcohólicos y polvos obtenidos de epazote, orégano, clavo, ca-

nela, tomillo, así como el bicarbonato de sodio (Bna), sobre semillas contaminadas con el hongo para determinar su acción fungicida, dejando como testigo al mismo Captán; observando que los mejores resultados fueron con el polvo en la combinación clavo+Bna.



nela, tomillo, así como el bicarbonato de sodio (Bna), sobre semillas contaminadas con el hongo para determinar su acción fungicida, dejando como testigo al mismo Captán; observando que los mejores resultados fueron con el polvo en la combinación clavo+Bna.

Mecanismos de acción

Los mecanismos de acción de los compuestos son variables: Inhibición enzimática por oxidación de compuestos, Rompimiento de la membrana a través de los compuestos lipofílicos, Intercalado con el DNA de la célula del hongo, Formación de canales iónicos en la membrana fungosa, Inhibición competitiva por adhesión de pro-

teínas microbianas a los polisacáridos receptores del hospedero (Hernández-Lazurdo *et al.*, 2007).

Acción fungicida de *Larrea tridentata* (Izq) y *Helietta parvifolia* (Abajo), plantas nativas del noreste de México, sobre hongos de poscosecha

Las zonas del noreste de México han sido ampliamente estudiadas desde el punto de vista botánico y fitoquímico, en particular dos especies; la gobernadora *Larrea tridentata* (D.C.) Coville, dominante en zonas áridas, y la barreta *Helietta parvifolia* Gray (Benth), dominante en matorral submontano. Al investigarse la acción de los compuestos presentes en la resina de *Larrea tridentata* se observó que presentan una potente acción fungicida *in vitro* contra hongos que afectan semillas almacenadas. Por lo que respecta al aceite esencial de *Helietta parvifolia* se comprobó que es un fungicida eficaz, inhibiendo totalmente el crecimiento de ciertas especies de hongos que afectan semillas almacenadas sensibles a su acción, así como causando malformaciones anatómicas y fisiológicas a otras que revelaron ser más resistentes; mostrando efectos óptimos al ser aplicado por volatilidad y por contacto. Se ha demostrado claramente que éste es un fungicida efectivo para el control de hongos de almacén aún bajo condiciones de humedad relativa saturada, resultando tener mejor comportamiento que el fungicida comercial Captán, contra el que fue comparado; por lo cual es factible su empleo en la protección de semillas almacenadas a humedad relativa ambiente hasta por 40 semanas, así como, el empleo de los extractos y el follaje deshidratado a humedad relativa saturada hasta por ocho semanas. Se recomienda su uso, en semillas destinadas para siembra, por no afectar su germinación.



*Laboratorio de Micología y Fitopatología.
Departamento de Microbiología e Inmunología,
Escuela de Ciencias Biológicas,



El conocimiento de la flora acuática a nivel mundial ha sido un proceso lento y gradual; no obstante, existe una gran cantidad de literatura al respecto. En la publicación de Arber (1920), se dieron a conocer más de 600 referencias bibliográficas sobre angiospermas acuáticas, pero sin mencionar cifras acerca de la riqueza de especies. Casi medio siglo después, Sculthorpe (1967) enlistó alrededor de 1700 fuentes bibliográficas relacionadas con plantas acuáticas vasculares, dando a conocer la primera compilación de plantas acuáticas a nivel mundial, con 33 familias de plantas vasculares con representantes exclusivamente acuáticos, incluyendo 124 géneros y 1,022 especies. Cook *et al.* (1974) en su trabajo sobre plantas acuáticas del mundo, proporcionan claves para la identificación de 81 familias y 393 géneros de plantas acuáticas vasculares de agua dulce.

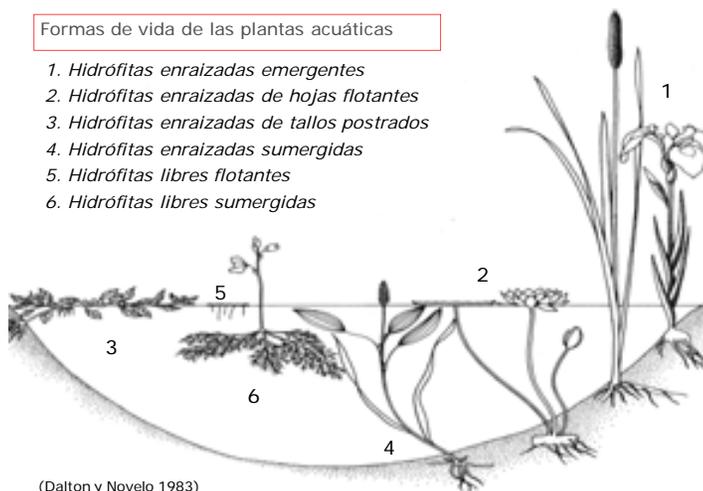
Nuevas ediciones de esta obra (Cook, 1990; 1996), incluyen angiospermas de agua salobre y marina considerando un total de 87 familias, 407 géneros y alrededor de 4,800 especies de plantas acuáticas vasculares. A pesar de que estos estudios son hasta ahora los de mayor utilidad a nivel global, los mismos autores mencionan que este conocimiento es aún incompleto, debido en gran medida a la menor atención que las plantas acuáticas han tenido en muchas regiones del mundo, especialmente en los trópicos

En México tampoco se cuenta con un inventario completo de las plantas asociadas a sus humedales. Comparati-

vamente con otros grupos vegetales, la flora acuática mexicana ha sido escasamente estudiada, tanto desde el punto de vista de comunidades vegetales como florística y taxonómicamente. Los proyectos de Flora de México, además de las floras regionales (por ejemplo del Bajío y zonas adyacentes, Flora Mesoamericana, Valle de México, Nueva Galicia, Valle de Tehuacán-Cuicatlán), estatales y locales, han contribuido poco al conocimiento de la flora acuática mexicana. Debido a que los objetivos de estos estudios no están enfocados específicamente a plantas de ambientes acuáticos, es frecuente que pocas especies de hidrófitas aparezcan en sus inventarios.

Formas de vida de las plantas acuáticas

1. Hidrófitas enraizadas emergentes
2. Hidrófitas enraizadas de hojas flotantes
3. Hidrófitas enraizadas de tallos postrados
4. Hidrófitas enraizadas sumergidas
5. Hidrófitas libres flotantes
6. Hidrófitas libres sumergidas



(Dalton y Novelo 1983)

Hasta la fecha, la única lista vigente de plantas acuáticas a nivel nacional contiene solamente 118 especies de plantas de familias estrictamente acuáticas (Lot *et al.*, 1999), lo que representa entre el 11.8 y 15.5% del total de la flora acuática estimada para México, es decir, 763 especies de plantas vasculares acuáticas (Lot *et al.*, 1993) o 1,000 especies de fanerógamas (Rzedowski, 1991).

En la actualidad, sólo dos regiones del país cuentan con un catálogo de plantas acuáticas; una es la Sierra Madre Oriental (Bonilla-Barbosa *et al.*, 2004) y la otra la Península de Yucatán (Gutiérrez, 2006). De las 32 entidades federativas en que se divide México, solamente Aguascalientes (Siqueiros, 1989), Morelos (Bonilla-Barbosa *et al.*, 2000) y Tamaulipas (Mora-Olivo y Villaseñor, 2008) han publicado un inventario

de sus hidrófitas vasculares. Algunos trabajos locales sobre flora y/o vegetación acuática de regiones particulares, han enriquecido el conocimiento de este grupo de plantas; por ejemplo, los cuerpos de agua de Querétaro, el Lago de Pátzcuaro, el Lago de Zirahuén, la Laguna de Yuriria o los Pantanos de Centla; sin embargo, aún distan mucho de representar la riqueza florística de los humedales de todo el país.

Los estudios taxonómicos sobre plantas acuáticas en México

son aún más escasos que los de tipo florístico. De las 28 familias de plantas vasculares que existen en México con elementos estrictamente acuáticos, solamente cinco tienen un tratamiento taxonómico publicado en el país (Azollaceae, Marsileaceae, Parkeriaceae, Salviniaceae y Podostemaceae).

De los 69 géneros mexicanos de plantas vasculares cuyas especies son to-

das acuáticas, 12 cuentan con un tratamiento taxonómico moderno a nivel nacional. De acuerdo con Lot *et al.* (1999), existen además en México 49 familias de plantas terrestres y 199 géneros que incluyen plantas acuáticas.

Muy pocas de ellas han sido estudiadas taxonómicamente a nivel nacional, como Malvaceae y Rubiaceae. En cuanto a los géneros, sólo *Cyperus*, *Neptunia*, *Pluchea* y *Utricularia* han sido estudiados. En conclusión, en México sólo se conoce

taxonómicamente 9.1% de las plantas acuáticas vasculares a nivel de familia y 16.4% a nivel de género.

Los datos expuestos revelan que aún falta mucho trabajo por realizar acerca de las hidrófitas del país. A pesar de los esfuerzos realizados



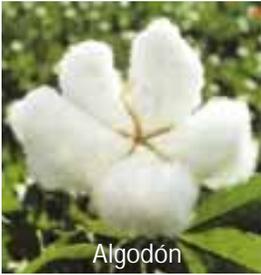
hasta nuestros días, aún no se ha logrado integrar todo el conocimiento que se ha generado de manera aislada en los distintos trabajos florísticos y taxonómicos de las plantas acuáticas mexicanas. Ante este escenario, es importante establecer estrategias que permitan cubrir en el corto y mediano plazo, la deficiencia de información sobre las hidrófitas mexicanas. Es recomendable iniciar estudios florísticos en regiones con

humedales poco conocidas de México, especialmente en las zonas áridas y semiáridas; también es urgente la elaboración de tratamientos taxonómicos de familias y géneros de los que ya se cuenta con suficiente material recolectado. Un primer paso para subsanar esta situación es la recopilación y análisis de la literatura disponible que mencione o incluya especies de plantas acuáticas mexicanas.

***Instituto de Ecología Aplicada**
Universidad Autónoma de Tamaulipas
 amorao@uat.edu.mx



LAS FIBRAS VEGETALES



Algodón

Después de las plantas alimenticias, las plantas productoras de fibras siguen en importancia económica. Gran parte de estas plantas han sido utilizadas desde tiempos remotos en la fabricación de vestidos y en los cordeles de arcos de diversas formas. Las plantas productoras de

fibras de mayor relevancia a nivel mundial con fines de importancia económica industrial son el algodón, lino, yute, kenaf, cáñamo sun, ramio, abacá, henequén, sisal, palma ixtlera y el coco.

Actualmente las fibras vegetales tienen una gran demanda en el mundo, llegando competir en su uso con las fibras sintéticas por sus características de calidad como resistencia, durabilidad, coloración y lustricidad.



Yute

Las plantas productoras de fibras son explotadas tanto en condiciones de naturales como cultivadas y están adaptadas a una gran diversidad de ambientes. En regiones donde las condiciones del clima no son favorables para la producción de cultivos básicos, las actividades de los pobladores encuentran en la explotación de las especies productoras de fibras una forma de subsistencia o un complemento del ingreso económico familiar.



Kenaf

Las fibras naturales de importancia económica y comercial a nivel mundial son proporcionadas por especies vegetales, encontrándose distribuidas en

diferentes familias entre las que se encuentran: Amarillidaceae, Bromeliaceae, Gramineae, Liliaceae, Musaceae, Urticaceae, Palmaceae, Malvaceae, Linaceae, Bombacaceae, Leguminosae, Moraceae y Tiliaceae. Desde el punto de vista técnico y comercial pocas son las especies productoras de fibras, sobresaliendo *Gossypium hirsutum*,

Corchorus capsularis, *C. olitorias* y *Linum usitatissimum*, en algunas otras especies productoras de fibra su producción está restringida a uso local o tradicional del mismo país, destacando entre ellas: *Agave sisalana*, *Bohemeria nivea*, *Hibiscus sabdariffa*, *H. cannabinus*, *Yucca carnerosana*.



Ramio

En México las especies más importantes productoras de fibra son: *Yucca sp.* (Yuca); *Agave lechuguilla* (lechuguilla); *Agave fourcroydes* (henequén) y *Muhlenbergia sp.* (zacatón) para la fabricación de cordeles y costales. La lechuguilla y palma ixtlera es explotada en los estados de San Luis Potosí, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, Chihuahua, Durango y sur de Tamaulipas, mientras el henequén se cultiva principalmente en los estados de Yucatán, Campeche y centro de Tamaulipas.



Dasyliirion texanum

Diferentes autores han clasificado las fibras vegetales de acuerdo a su origen, características morfológicas, anatómicas y usos industriales.

Por su origen anatómico

las fibras se clasifican en:

Fibras primarias: aquellas que se originan a partir de tejidos primarios como el procambium o protofloema, como ramio, lino y cáñamo sun.

Fibras secundarias: se originan por la actividad secundaria del cambium, como yute, kenaf y yute de congo.

Por su constitución química pueden ser:

Fibras de celulosa: algodón y ramio.

Fibras de lignocelulosa: yute y kenaf

De acuerdo a la parte de la planta de donde provienen se agrupan en:

Fibras obtenidas a partir de semillas: en este grupo se encuentra el algodón.

Fibras del tallo o de la corteza: las familias Ultricaceae y Linaceae son las principales productoras de fibras deriva-

das del tallo.

Fibras foliares: se obtienen a partir de hojas de ciertas monocotiledóneas; sisal cantala (*Agave cantala*), henequén (*Agave fourcroydes*), lechuguilla (*Agave lechuguilla*) y abacá (*Musa textilis*).

Fibras del fruto: la fibra más importante de este grupo es la del coco, que es utilizada para hacer cuerdas y bajoalfombras.



Ramio

Por su uso final las fibras se clasifican industrialmente en:

Fibras textiles: tienen mayor importancia en la industria textil para la manufacturación de telas, prendas de vestir, cordelería y redes.

Fibras para cepillos: son fibras rígidas y resistentes, se utilizan en la fabricación de cepillos y escobas.

Fibras para trenzar: son fibras flexibles para un buen manejo durante el tejido manual en la confección de sombreros de paja, bolsos, sandalias y sillas.

Fibras para relleno: son utilizadas en el relleno de ciertos objetos domésticos o industriales (colchones, almohadas, calefactores, empaques de máquinas, entre otros).

Fibras para papel: se utilizan en la fabricación de papel, diversos tipos de fibras como son leñosas, textiles, después de cierto tratamiento químico o industrial.



Abutilon trisulcatum

Las fibras deben tener una resistencia considerable para no romperse fácilmente. La cohesión ayuda para mantener adheridas las células de fibras unas a otras. La

fineza, uniformidad, porosidad, elasticidad, color y brillo son indicadores de una mejor calidad de la fibra. La porosidad indica la capacidad que tiene la fibra para absorber líquidos. Los filamentos de las fibras textiles deben ser finos, suaves, brillantes y con resistencia y poseer además cierta cantidad de superficie de fricción para poder tejerse durante el maquilado. Los filamentos para costales, son más fuertes y menos reticulados. En el cordel las fibras se prefieren gruesas, regulares, más largo que anchas y no pueden ser maquiladas. Las fibras para cepillos son grue-

sas, densas, muy resistentes a la fricción y moldeables para poder curvarse. En este caso los filamentos son más gruesos.

Las plantas productoras de fibra de las zonas áridas y semiáridas del Estado de Nuevo León tienen importancia básica y social como fuente de ingresos primarios para los campesinos ya que debido a las condiciones adversas del clima, sólo pueden desarrollar actividades complementarias como la agricultura de temporal y de subsistencia, manejo del ganado caprino y ovino en pequeños rebaños y la explotación de aves (gallinas) para su consumo. En Nuevo León la principal fuente de fibra es la lechuguilla, de la cual se extrae el ixtle, una fibra de alta resistencia y durabilidad usada para cestería y elaboración de cordeles, peines, estropajos, escobetas, cepillos caseros e industriales, brochas para maquillaje y albañilería, tapetes, arpilleras, morrales, bajo-alfombras y filtros para automóviles. Le sigue en importancia las hojas de palma, sin embargo la diversidad de fuentes de fibra autóctonas es grande en el estado y es un recurso subutilizado que requiere investigación, diversificación en su explotación e impulso a su comercialización. Algunas de las especies potencialmente explotables son:

Diferentes agaves como *Dasyilirion* spp., *Agave americana*, *A. parrasana*, *A. striata*, con los que se puede fabricar cordeles, esponjillas, cepillos, costales, escobas, papel, ayates, tapetes, morrales, canastas; *Abutilum malakum*, *A. trisulcatum*, *Asclepias* spp. y *Sida espinosa* cuyas fibras de buena calidad podrían servir para hacer hilo, tela y papel; *Muhlenbergia* spp. usadas para hacer escobas, *Nolina* spp. que se usa para elaborar escobas y cepillos, canastas, rodillos y cartuchos de explosivos; *Yucca carnerosana* y *Y. filifera* para la fabricación de papel kraft, cuerdas, cestos y tapetes; *Hibiscus rosa-sinensis* para telas gruesas, redes y papel, *Tilia americana* con la que se hace hilo para coser, hilaza para bolsas, ropa y cuerdas para hacer redes, zapatos, tapetes y bramante; *Brahea berlandieri* para canastos, asientos de sillas y techados y *Tillandsia usneoides* como material de relleno en tapicería y sustituto de pelo de caballo en brochas.

IMPORTANCIA PECUARIA DE LAS GRAMÍNEAS EN NUEVO LEÓN

INTRODUCCIÓN

La familia Poaceae o Gramineae es considerada como cosmopolita ya que se le puede encontrar en cualquier tipo de bioma y es por lo tanto uno de los grupos mejor adaptados a diferentes ambientes. Forman parte de la comunidad que habita en la tundra ártica, los bosques templados y cálidos húmedos, las zonas áridas y semiáridas e incluso ambientes acuáticos. La familia de las gramíneas, ocupa el tercer lugar en número de especies dentro de las plantas vasculares, después de las compuestas (Asteraceae) y orquídeas (Orquidaceae). Para el Estado de Nuevo León, Bettle *et al.* en 1969

registraron 81 géneros y 295 especies, en 1997 Valdés Reyna estimó para Nuevo León 88 géneros y 250 especies y actualmente se encuentran registradas poco más de 300 especies de gramíneas para el estado, representadas tanto por especies nativas

como introducidas y cultivadas como silvestres. En Nuevo León, al igual que en el resto del mundo, los miembros de esta familia son ampliamente utilizados para una gran diversidad de fines, destacando el aprovechamiento forrajero, lo cual está íntimamente relacionado con la actividad ganadera que se desarrolla en la entidad.

TAXONOMIA Y DIVERSIDAD

La familia de las Gramíneas representa uno de los grupos vegetales más diversos en el mundo, pues incluye de 750 a 800 géneros, con alrededor de 11,000 especies según varios criterios, ya que se trata de una familia altamente especializada. Es la tercera o cuarta familia en importancia por el número de especies, y sin duda la primera por su interés económico, ya que incluye a los cereales y a muchas plantas forrajeras.

DIVERSIDAD DE USOS EN GRAMÍNEAS

La importancia económica de la familia Poaceae es inquestionable, su relación con las actividades humanas da

ta desde tiempos inmemoriales. Además de su utilización como alimento y forraje, las gramíneas son empleadas por el hombre en la elaboración de productos medicinales, artesanales, y en la industria, construcción, recreación y ceremonias religiosas. Además cumplen un papel fundamental en la conservación y regeneración de suelos.

La diversidad de usos que se les da a los miembros de esta familia en el estado de Nuevo León se indica en la Figura 1. El aspecto alimenticio está representado por 14 especies, destacando el maíz (*Zea mays*), el trigo (*Triticum aestivum*) y el sorgo (*Sorghum bicolor*). El aspecto medicinal lo cubren 17 especies, entre las cuales se encuentran el carricillo (*Arundinella berteroniana*), el carrizo (*Arundo donax*) y la avena (*Avena fatua*). El aspecto ornamental lo representan 14 especies entre las que se incluyen: la cola de zorro (*Andropogon glomeratus* var. *glomeratus*), el carrizo o carricillo (*Arundo donax*), el bambú (*Bambusa vulgaris*), el zacate de las pampas (*Cortaderia selloana*), el bambú negro (*Phyllostachys nigra*), el pasto San Agustín (*Stenotaphrum secundatum*), entre otros. En el aspecto ecológico, se enlistan 11 especies como retenedoras o protectoras del suelo, un uso de suma importancia que a veces no se considera y que es desempeñado, entre otros, por el zacate buffel (*Cenchrus ciliaris*), el zacatón arenoso (*Sporobolus cryptandrus*) y el zacate africano (*Eragrostis lehmanniana*). Otros usos que se dan a las especies de esta familia comprenden construcciones rurales (techos, vigas, cercas, jacales, tubos de riego), el artesanal, el industrial o el ceremonial. Sin embargo, el uso forrajero constituye definitivamente el mejor representado, ya que en el estado se pueden contabilizar poco más de 200 especies con este uso, como se aprecia en la Figura 1.

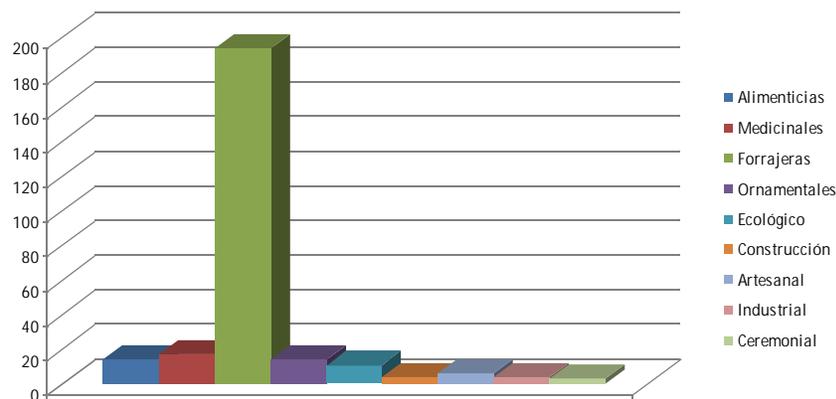


Figura 1. Distribución de los usos principales de la familia Poaceae.

ta desde tiempos inmemoriales. Además de su utilización como alimento y forraje, las gramíneas son empleadas por el hombre en la elaboración de productos medicinales, artesanales, y en la industria, construcción, recreación y ceremonias religiosas. Además cumplen un papel fundamental en la conservación y regeneración de suelos.

En cuanto a número de especies dentro de la familia gramíneas, la subfamilia Chloridoideae es la más abundante con 76, lo cual representa el 35%; seguida de la subfami-

lias Panicoideae y Pooideae con 75 y 47 especies, que equivalen respectivamente al 34 y 21%; luego la subfamilia Aristidoideae con 15 especies y un 7%, estando el resto de las subfamilias representadas por 7 especies solamente y un 3% (Figura 2).

Un aspecto a considerar es que, del total de especies útiles de gramíneas, 91 son nativas, 31 introducidas y 7 cultivadas. En cuanto a los géneros más abundantes encontramos a *Bouteloua*, con el mayor número de especies forrajeras (15), seguido de *Aristida* y *Paspalum* con 10 y 9 especies, respectivamente.

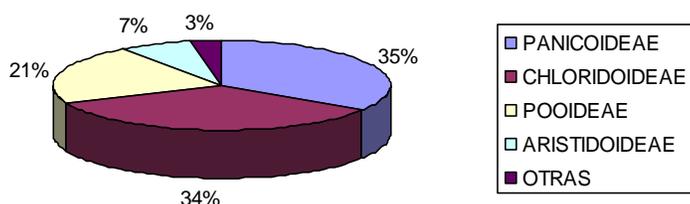


Figura 2. Subfamilias con especies útiles mejor representadas

IMPORTANCIA Y MANEJO DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS

Las gramíneas constituyen sin lugar a dudas, uno de los grupos vegetales más importantes desde el punto de vista económico, son el principal componente de los pastizales y por tanto la principal fuente de alimento y energía para el ganado doméstico y la fauna silvestre, lo que convierte a las gramíneas forrajeras en el grupo de plantas más importante para el hombre.

Calidad y Valor Nutricional de Forrajes

El conocimiento de la calidad del forraje y del valor nutritivo de las especies más abundantes en sus diferentes estados fenológicos, son elementos de fundamental importancia al momento de iniciar planes de manejo que permitan mejorar la productividad animal. Algunos investigadores consideran que el valor nutricional puede expresarse en términos de su composición química (concentración de nutrientes), de su digestibilidad y de la naturaleza de los productos de la digestión; la calidad es el resultado del valor nutricional y del consumo efectivo por los animales.

Cada región ofrece posibilidades y limitaciones en cuanto a clima y suelo, por lo que la búsqueda de forrajeras que se desarrollen bien en las condiciones ofrecidas resulta la primera tarea. Las forrajeras tienen distintos mecanismos

de adaptación a las condiciones climáticas que les ofrece la naturaleza, por lo que presentan una gran variación en calidad en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta, las cuales además de las condiciones ambientales se deben también al material genético y al manejo.

En el Noreste de México los animales en pastoreo consumen una gran variedad y cantidad de plantas, entre las que destacan por su número los zacates nativos. Aunque algunos de ellos son consumidos ávidamente por los rumiantes, ya que producen mayor cantidad de forraje

que otros grupos de plantas, no se conoce su calidad nutritiva y, por lo tanto, se desconoce su contribución nutricional en la dieta de animales en pastoreo.

En cuanto al aspecto forrajero, en nuestro Estado se contabilizan 76 géneros con 180 especies, representadas en la Figura 3, de las cuales 21 tienen un valor forrajero excelente (VFE), 85 valor forrajero bueno (VFB), 62 valor regular (VFR), 12 con valor forrajero indefinido (VFI) (Beetle, 1983, 1995).

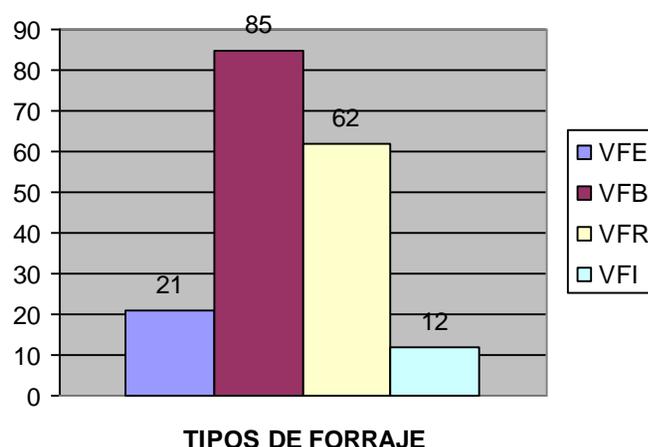


Figura 3. Caracterización del valor forrajero de las especies del Estado de Nuevo León.

¹Departamento de Horticultura
 Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
²Departamento de Botánica
 Facultad de Ciencias Biológicas, UANL

HORTALIZAS DE NUEVO LEÓN



En México, en los últimos años las hortalizas han cobrado un auge sorprendente desde el punto de vista de la superficie sembrada, y en el aspecto social debido a la gran demanda de mano de obra y a la captación de divisas que generan; sin embargo, si se observa desde el ángulo de la dieta alimenticia del mexicano este factor es casi nulo,

debido al desconocimiento de la gran cantidad de hortalizas que se pueden encontrar en nuestro país.

Aunque sólo el 3.5% de la superficie sembrada del país (20 millones de ha) se destina a hortalizas, el valor de la producción de estos cultivos (550 mil ha) equivale al

10% del valor total de la producción agrícola nacional. La superficie cosechada por cultivo se distribuye como se muestra en la Tabla 1.

A nivel estatal, Nuevo León es un Estado que tiene una superficie aproximada a 75,000 Km² y 51 Municipios ubicados en cuatro de las cinco zonas ecológicas terrestres más importantes del país, con una diversidad florística de aproximadamente 2,903 especies de plantas vasculares distribuidas en 157 familias y 910 géneros (Velasco, 2009). Dentro de ésta diversidad se encuentran un gran número de especies de importancia alimenticia que se cultivan para alimentación del ganado o consumo humano. La región centro del Estado se destaca por su alta actividad agropecuaria (Figura 1), la cual abarcan 143,254.56 has que es equivalente al 86% de la superficie sembrada en el Estado.

Es importante señalar que en Nuevo León, en el 2007 se sembraron 372,309.91 has con diversas especies, de las cuales 7659.85 has fueron de hortalizas, lo cual represen-

ta el 2.06% de la superficie total estatal de siembras de cultivos.

Se considera hortalizas a toda planta de ciclo anual o bi-anual de prácticas agronómicas intensivas cuyos productos se consumen frescos o procesados (cocido o preservado) y presentan un alto contenido de agua (>70%) y un bajo contenido energético (<100 cal/100 g) y una corta vida útil postcosecha.

Además son de alto rendimiento por unidad de superficie y normalmente tienen un alto valor económico en el mercado. Es tal la importancia económica de las hortalizas que con solo el 2.06% de la superficie total de los cultivos sembrados en el estado de Nuevo León, aportaron el

60.24% del valor total de la producción agrícola estatal. Las principales hortalizas que se siembran en Nuevo León son 17, sin embargo, ocho de ellas (jitomate, tomate de cáscara, zanahoria, chile verde, papa, calabacita, col y sandía) ocupan el 88% de la superficie total sembrada (Figura 2) y el 50 % de los productores destina su producto al mercado de Monterrey (Hernández, 2006).

Aportación de las hortalizas a la dieta alimenticia

Desde el punto de vista nutritivo, las hortalizas no son suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales diarios, esencialmente por su bajo contenido de materia seca. Poseen un alto contenido de agua y bajo de carbohidratos (exceptuando batata, papa, yuca y otros órganos subterráneos), y bajo contenido de proteínas (salvo las leguminosas y algunas crucíferas) y de lípidos, pero son en general, una buena fuente de minerales y vitaminas. Esta es la principal razón por la que son consumidas, además de su variedad de formas, colores y sabores que las hace atractivas para la preparación de

Tabla 1. Superficie sembrada a nivel nacional de diferentes hortalizas

Hortalizas	Superficie cosechada (ha)	%
Papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	75,000	13.6
Chile (<i>Capsicum annuum</i> L.var. <i>grossum</i>)	75,000	13.6
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	70,000	12.8
Sandía (<i>Citrullus vulgaris</i> Schrad.)	40,000	7.3
Cebolla (<i>Allium cepa</i> L.)	30,000	5.5
Melón (<i>Cucumis melo</i> L. var. <i>reticulatus</i>)	30,000	5.5
Calabaza (<i>Cucurbita pepo</i> L.)	25,000	4.5
Chícharo (<i>Pisum sativum</i> L.)	20,000	3.6
Pepino (<i>Cucumis sativus</i> L)	15,000	2.7
Otros	170,000	30.9
Total	550,000.00	100

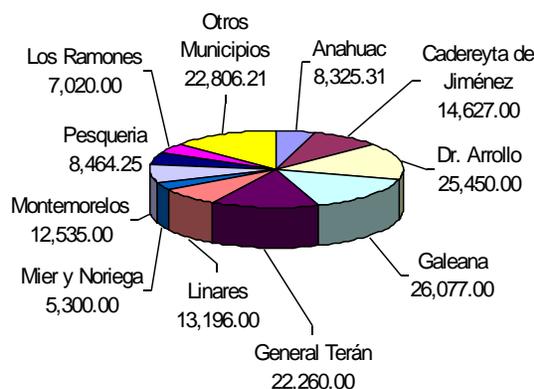


Figura 1. Superficie sembrada (Ha) en Nuevo León en 2007

alimentos.

Entre las utilidades alimentarias de las hortalizas, destacan el aprovechamiento nutricional de diversos compuestos bioquímicos inherentes a su composición.

La fibra dietética se puede definir como la porción vegetal que no puede ser digerida por las enzimas del tracto digestivo humano, aunque sus componentes son metabolizados anaerómicamente en proporciones variables por la microflora del colon. Son polisacáridos estructurales de las plantas y se dividen en celulosa, hemicelulosas, lignina, pectinas, gomas y mucilagos. La fibra dietética contribuye a la regulación del tránsito fecal, por lo que combate tanto la diarrea como el estreñimiento, contribuye a mantener los niveles de glucosa en sangre y a eliminar parte del colesterol circulante.

Estas hortalizas son particularmente ricas en terpenos (carotenoides), fenoles (los colores azul y violeta de las berenjenas), lignanos (brócoli) y tioles (compuestos que poseen azufre, presentes en ajo, cebolla, puerro y otros alliums y en repollos y coles en general). Por ser consumidas crudas o con muy poca preparación, la principal preocupación del consumidor es que se encuentren libres de contaminantes bióticos o abióticos que puedan afectar la salud.

Se ha encontrado que hortalizas como el chile son una fuente excelente de minerales y vitaminas C, E y A, además de la presencia de algunos compuestos fenólicos,

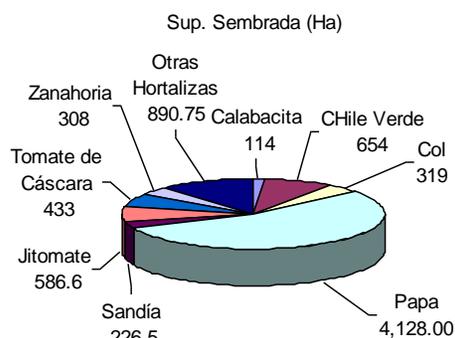


Figura 2. Superficie hortícola sembrada en Nuevo León

de los cuales se sabe que reducen el riesgo de contraer cáncer, problemas cardiovasculares y otras enfermedades crónicas degenerativas (Dillard y German, 2000). Se ha determinado que el chile verde, espinaca, cebolla roja, brócoli, betabel y coliflor, son las fuentes que encabezan la actividad antioxidante contra los radicales peróxilo (Ou *et al.*, 2002).



La reciente introducción de numerosas variedades hortícolas, constituye una respuesta a las exigencias de mayor productividad, vida útil más amplia, mayor resistencia a enfermedades, y mejor aceptación por parte del consumidor.

Tabla 2. Valor nutritivo de diferentes hortalizas

ESPECIE	Vitamina A (UI)	Vitamina B (mg)	Vitamina C (mg)	Proteína (g)	Hierro (mg)	Fibra (g)
Acelga (<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>cicla</i>)	650	0.15	34	1.82	3.5	3.7
Ajo (<i>Allium sativum</i> L.)	----	0.50	12	5.3	1.4	1.2
Apio (<i>Apium graveolens</i> L.)	28	0.087	7	0.75	0.4	1.7
Betabel (<i>Beta vulgaris</i> L.)	20	0.4	10	1.6	1.8	2.8
Brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L.)	2500	0.9	100	2.98	1.3	3.0
Calabacita (<i>Cucurbita pepo</i> L.)	34	0.07	9	1.16	0.42	1.2
Cebolla (<i>Allium cepa</i> L.)	30	0.3	10	1.30	0.6	1.8
Chile (<i>Capsicum annum</i> L.)	420	0.24	190	0.9	0.7	2.0
Col (repollo) (<i>Brassica oleracea</i> L.)	13	0.05	100	1.6	1.8	1.9
Coliflor (<i>B.oleracea</i> L. var. <i>botrytis</i>)	60	0.11	75	1.3	1.0	2.1
Espinaca (<i>Spinacea oleracea</i> L.)	67	0.2	29	3.3	3.5	2.7
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	330	0.1	24	1.62	1.0	1.7
Melón (<i>Cucumis melo</i> L.)	340	0.12	16	0.9	0.4	0.8
Papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	-----	2.02	19.7	2.07	0.76	1.6
Pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.)	25	0.2	13	1.2	0.8	0.8
Sandía (<i>Citrullus lanatus</i> Schrad.)	590	0.32	10	0.5	0.4	0.3
Tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	900	0.7	23	1.1	0.5	-----
Tomate fresadilla (<i>Physalis ixocarpa</i> L.)	770	0.09	235	1.3	2.3	
Zanahoria (<i>Daucus carota</i> L.)	3500	0.6	8	1.3	0.9	3.5

te nutricional de las variedades de hortalizas.

PLANTAS CON PROPIEDADES ALELOPÁTICAS

Concepto y Generalidades de la aleopatía

En un ecosistema, los organismos vegetales están expuestos a factores tanto abióticos como bióticos, junto con los cuales han evolucionado. La presión de selección ejercida por estos factores ha provocado el desarrollo de numerosas rutas de biosíntesis a través de las cuales sintetizan y acumulan metabolitos secundarios conocidos como aleloquímicos.

El término aleopatía (del griego *allelon*=uno al otro, y *pathos*=sufrir) fue utilizado por primera vez para referirse a los efectos perjudiciales o benéficos que son el resultado de la acción de compuestos químicos que liberados por una planta ejercen su acción en otra, incluyendo a los microorganismos (Molisch, 1937 en Rice, 1984). Mientras que la sociedad Internacional de Aleopatía (AIS) la definió como cualquier proceso que involucre metabolitos secundarios producidos por las plantas, microorganismos, virus y hongos que influyan inhibiendo o estimulando el crecimiento y desarrollo de sistemas agrícolas y biológicos.

Las publicaciones sobre aleopatía son actualmente numerosas y hay una excelente recopilación de datos al respecto. Autores de muchos lugares del mundo han investigado y definido la aleopatía con mayor o menor exactitud: Molisch (1937), Bonner (1950), Grümmer (1955), Putnam y Duke (1978), Camero (1992), Barceló *et al.* (1995), Anaya (1999), Hickman *et al.* (1999), An *et al.* (2000), Einhellig (2004), Lozano (1992), Gámez *et al.* (2002, 2007) entre otros han coincidido en ver la aleopatía, como el efecto producido por las interacciones bioquímicas que se establecen en un agroecosistema entre una especie donante sobre otra receptora, que incluye a plantas y microorganismos y puede ser de daños o beneficios.

Los mecanismos de acción han sido resumido bajo las siguientes categorías: 1) Efectos en la elongación de las células y ultraestructura del extremo radical, incluyendo la inhibición de la división celular, 2) Efectos en la inducción de hormonas de crecimiento, 3) Inhibición en la síntesis de proteínas y cambios en el metabolismo de lípidos y orgánicos, 4) Inhibición y/o estimulación de enzimas específicas, 5) Efectos en la permeabilidad de la membrana, 6) Efectos en la apertura estomática y en la fotosíntesis, 7) Efectos en la respiración, 8) Efectos sobre la absorción mineral, 9) Extraordinario atascamiento de los elementos del xilema y de la transmisión de agua por el tallo, y 10) Efectos sobre la disponibilidad de fósforo y potasio en el suelo.

Naturaleza química y biosíntesis de las sustancias alelopáticas

Muchos aleloquímicos han sido clasificados como "metabolitos secundarios", debido a que no juegan un papel en el metabolismo primario y son producidos como consecuencia de los caminos al metabolismo primario, e incluyen cientos de componentes moleculares de bajo peso (An *et al.*, 2000). La mayoría de ellos se deriva de las rutas del acetato-mevalonato o del ácido shikímico (Figura 1).

De entre los compuestos identificados, los que presentan reconocida actividad alelopática son: *Glucósidos cianogénicos*. La durina es frecuente entre especies tanto cultivadas como silvestres del género *Sorghum*. Amigdalina y prunasina son frecuentes en semillas de *Prunaceae* y *Pomaceae* actuando como inhibidores de germinación. La mayoría de los miembros de la familia *Brassicaceae* producen grandes cantidades de estos glucósidos, los que por hidrólisis producen isotiocianato

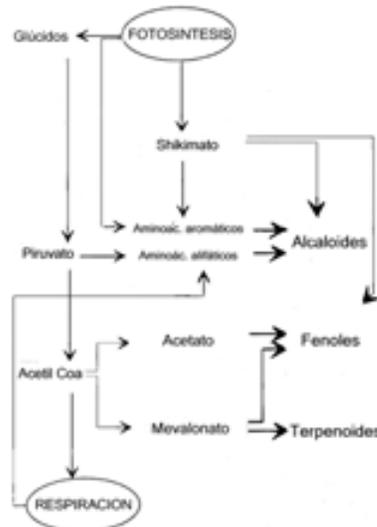


Figura 1. Rutas de biosíntesis de aleloquímicos

con igual actividad biológica.

Clasificación de las interacciones alelopáticas

Aleopatía Positiva. Efecto benéfico que tiene una planta sobre otra. Por ejemplo la lechuga sembrada con espinaca se hace más jugosa. El frijol sembrado con maíz ayuda a repeler y disminuir ataques del gusano cogollero. La interacción entre malezas y cultivos puede ser positiva, según Jiménez *et al.* citados por An *et al.* (2000), al interplantar cantidades controladas de mostaza salvaje (*Brassica campestris*) con brócolis (*Brassica oleracea* var. premium crop) se incrementó la cosecha en un 50%.

Aleopatía negativa. Es la no convivencia de algunas plantas en un mismo espacio, pues hay determinadas plantas que segregan sustancias tóxicas por sus raíces y hojas impidiendo el desarrollo de las plantas vecinas como el ajenojo, el eneldo, el diente de león y otras como el eucalipto. Algunas hortalizas no se aconsejan sembrar asociadas por sus propiedades alelopáticas negativas.

Aplicaciones y beneficios de la aleopatía en la agricultura

La posible aplicación de los conocimientos adquiridos sobre aleopatía, está en consonancia con la actual demanda social, preocupada por una aproximación más respetuosa al medio ambiente de las prácticas agrícolas. Entre los beneficios de esta interacción planta-planta se pueden mencionar: a) Disminuye los costos de producción, b) Independiza a los cultivadores de las casas productoras de abonos y pesticidas químicos, c) Preserva los cultivos, los animales y al hombre, d) Mejora la estructura del suelo, e) Da fuerza a la agricultura autosostenible y f) Mejora la calidad de los productos agrícolas y contribuye a la alimentación sana.

El uso de extractos de cultivos sobre las malezas ha sido reportado por Rice (1984) quien menciona especies cuya presencia ha demostrado que tienen un efecto inhibitorio en un número de malas hierbas: remolacha, frijol chocho, maíz, trigo, avena, chícharos, trigo sarraceno, trigo graso peludo, y el pepino. Hickman *et al.*, (1999) comprobó el efecto alelopático del centeno sobre el mastuerzo, que a su vez es alelopático para el milo japonés. Leather (1983) comprobó el carácter inhibitorio del extracto de girasol (*Helianthus annus* L.) sobre la germinación y desarrollo de las malezas asociadas al mismo: zacate Johnson (*Sorghum halepense*), hierba lechosa (*Euphorbia heterophylla*), coquillo (*Cyperus rotundus*), verdolaga (*Portulaca oleraceae*) y el quelite (*Amaranthus dubius*).

Rice (1984) y Campos (2009) mencionan que las sustancias que se encuentran presentes en *Helietta parvifolia*, *Helianthus annus*, *Piper auritum*, y *Croton pyramidalis* inhiben el crecimiento de otras plantas a su alrededor.

Modo de liberación de los agentes alelopáticos

Existen 4 vías principales de liberación al entorno de los aleloquímicos (Figura 2).

Volatilización. La liberación de agentes alelopáticos por volatilización está frecuentemente confinada a plantas que producen terpenoides. Los géneros que comúnmente liberan compuestos volátiles incluyen *Artemisia*, *Salvia*, *Parthenium*, *Eucalyptus* y *Brassica*.

Lixiviación. La lixiviación es la remoción de sustancias presentes en la planta por efecto de la lluvia, nieve, niebla o rocío, que va a depender del tipo de tejido vegetal, la edad de la planta y la cantidad y

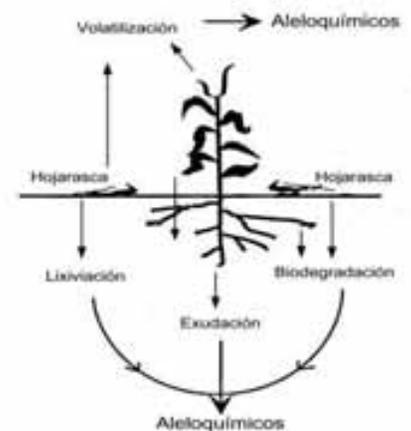


Figura 2. Vías a través de las cuales se liberan los agentes alelopáticos al entorno (Samprieto, 2008)

naturaleza de la precipitación, liberándose una gran variedad de agentes alelopáticos tales como compuestos fenólicos, terpenos y alcaloides.

Exudados radiculares. La mayoría de los agentes alelopáticos conocidos son exudados radiculares que reducen la germinación de las semillas, el crecimiento de raíces y brotes, la incorporación de nutrientes y la nodulación. Factores tales como la edad del vegetal, nutrición, luz y humedad influyen cualitativa y cuantitativamente la liberación de sustancias por las raíces.

Descomposición de residuos vegetales. Se liberan una gran cantidad de agentes alelopáticos influenciados por la naturaleza del residuo, el tipo de suelo, y las condiciones de descomposición y que ejercen su acción en el suelo al entrar en contacto con las raíces de plantas presentes en el mismo. Al mismo tiempo sufren transformaciones realizadas por la microflora del suelo, que pueden originar productos con actividad biológica mayor que sus precursores.

Mecanismos de acción de los agentes alelopáticos

Debido a la diversidad de la naturaleza química de los diferentes agentes alelopáticos, no existe un mecanismo de acción único que explique la manera en que éstos afectan a la planta receptora. Esto se debe a las interacciones sinérgicas y aditivas, lo cual dificulta determinar la actuación de cada compuesto. Existen aproximadamente 12 sitios de acción conocidos de los herbicidas actualmente utilizados en agricultura (Sampietro, 2008) (Figura 3).

Alteraciones hormonales. Los compuestos fenólicos pueden reducir o incrementar la concentración de Ácido Indol Acético (AIA). Monofenoles tales como los ácidos p-hidroxibenzoico, vainílico, p-cumárico y siríngico reducen la disponibilidad de AIA promoviendo su decarboxilación. En contraste, muchos di y polifenoles (p. ej. los ácidos clorogénico, cafeico, ferúlico y protocatécuico) sinergizan el crecimiento inducido por AIA suprimiendo la degradación de la hormona.

Ciertos glicósidos de flavonoides como la naringenina, la 2',4,4'-trihidroxichalcona y la floridzina estimulan fuertemente enzimas del tipo AIA oxidasa, involucradas en la degradación de auxinas. Los ácidos hidroxámicos 6,7-dimetoxi-2-benzoxazolinona (DIMBOA) y 6-metoxi-2-benzoxazolinona (MBOA) modifican la afinidad de unión de las auxinas a sitios receptores de unión de las mismas a membrana.

Varios compuestos fenólicos inhiben la acción de otras fitohormonas, las giberelinas, ya sea por unión a la molécula hormonal o por bloqueo del proceso mediado por las mismas. Se sabe que los ácidos ferúlico, p-cumárico, vainílico y las cumarinas inhiben el crecimiento inducido por giberelinas. Muchos taninos también lo hacen, provocando paralelamente una reducción en la síntesis de enzimas hidrolíticas tales como la amilasa (Campos, 2009) y la fosfatasa ácida en endospermo de semillas de cebada. Por otra parte la cumarina y varios flavonoides tienen actividad antagónica contra el efecto inhibitorio del ABA y estimulan el crecimiento inducido por el ácido giberélico.

Efectos sobre la actividad enzimática. Existen muchos compuestos alelopáticos con capacidad de modificar ya sea la síntesis o la actividad de enzimas

tanto *in vivo* como *in vitro*, presentando un efecto dual sobre la misma, provocando un incremento cuando se encuentran en bajas concentraciones. En la situación opuesta se observa una reducción de actividad.

Plántulas de maíz tratadas con ácido ferúlico mostraron un incremento en los niveles de enzimas oxidativas (peroxidasas, catalasa y ácido indolacético oxidasa) junto con una elevación de enzimas de la ruta del ácido shikímico tales como fenil alanina amonio liasa y la cinamil alcohol deshidrogenasa involucrada en la síntesis de compuestos fenilpropanoides.

Efectos sobre la fotosíntesis. Inhibición de fotosíntesis, efecto que es el resultado de una modificación en los niveles de clorofila o por cierre de estomas y la subsecuente reducción en la provisión de CO₂ vital para la producción de fotosintatos. Suspensiones de células foliares de *A. teophrasti*, mostraron que el ácido ferúlico, p-cumárico, clorogénico y vainílico son capaces de inhibir la fotosíntesis.

En soya los ácidos ferúlico, vainílico y p-cumárico reducen el contenido de clorofila. En sorgo, las mismas sustancias no provocan esa disminución. Los ácidos ferúlico, p-cumárico y otros cinámicos a bajas concentraciones revierten el cierre de estomas mediado por ABA y estimulan la fotosíntesis. A concentraciones altas, sin embargo, provocan el cierre de estomas e inhibición del proceso fotosintético. Ciertos flavonoides parecen interferir en la organización funcional o estructural del cloroplasto. El quempferol, por ejemplo, aparentemente actúa como un inhibidor de transferencia de energía, impidiendo la síntesis de ATP.

Efectos sobre respiración. Entre los compuestos fenólicos el orden de mayor a menor actividad es quinonas, flavonoides, cumarinas y ácidos fenólicos. Las quinonas sorgoleone y juglona son efectivos inhibidores a muy baja concentración. Nuevamente el sorgoleone afecta el transporte de electrones, mientras que la juglona afecta la incorporación mitocondrial de oxígeno. Flavonoides tales como la quercetina, naringenina y umbeliferona inhiben la producción de ATP en la mitocondria (Gámez *et al.*, 2001; Peñuelas *et al.*, 1996).

Efectos sobre procesos asociados a membranas. Los derivados de los ácidos benzoico y cinámico tienen profundos efectos sobre las membranas. Son capaces de provocar cambios en la polaridad lo cual provocaría alteraciones en la estructura y permeabilidad de las mismas. Además inhiben el ritmo de incorporación de fósforo y potasio en raíces cortadas.

Los ácidos fenólicos tienen un efecto directo sobre la incorporación de iones, también pueden alterar el contenido de minerales en la planta receptora.

Algunos flavonoides inhiben la absorción mineral debido a la inhibición de las ATPasas de membranas y a la alteración en la permeabilidad de las mismas.

Estudios en sorgo muestran que el ácido ferúlico reduce los niveles de fósforo y potasio en la parte aérea y las raíces de la planta después de 3 a 6 días de tratamiento.

El ácido ferúlico reduce también la incorporación de agua por las raíces. Paralelamente, eleva los niveles endógenos de ABA.

CONCLUSIONES

Como conclusión final podemos mencionar que aunque ha habido grandes avances en el conocimiento de los metabolitos secundarios involucrados, el universo por estudiar es todavía muy grande, sin olvidar que deben de estudiarse en combinaciones diversas para abrir nuevas perspectivas, ya que en la naturaleza un principio activo no funciona individualmente.

^aDepartamento de Btáica, EBBN
^bdirección de Bsgrado, ABBN
hilda.gamezgn@uanl.edu.mx



Figura 3. Acción deletérea de aleloquímicos fenólicos. Las flechas sugieren un impacto negativo sobre los procesos y las superposiciones sombreadas implican interacciones probables entre dominios (Sampietro, 2008)

LAS PLANTAS TÓXICAS COMO FACTOR DE RIESGO A LA SALUD

La **toxicología** es la ciencia que comprende el estudio de los venenos y sus efectos en los seres vivos. Se llama **plantas tóxicas** a aquellas que contienen alguna sustancia química capaz de producir algún tipo de trastorno a la salud del ser humano. La **intoxicación** puede definirse como los trastornos metabólicos provocados por la ingestión, inhalación o el contacto con una sustancia tóxica.

Presencia del tóxico



De acuerdo a la presencia del tóxico en la planta a lo largo de su ciclo vegetativo, su toxicidad puede ser: **Permanente:** Se manifiesta en cualquier momento de su ciclo aunque su peligrosidad puede variar. **Temporal:** La planta sólo es tóxica en un periodo de su crecimiento, es el caso del sorgo de alepo, que sólo produce problemas cuando es pequeña o está rebrotando. **Circunstancial:** Plantas con eventual toxicidad, como los pastos del género *Cynodon* (pasto estrella, Izq.) que pueden ser nocivas cuando crecen en suelos

con alta concentración de nitrógeno, o pastos y granos forrajeros que adquieren toxicidad al ser parasitados por hongos tóxicos (Gallo, 1987).

Síntomas de intoxicación por plantas y factores de riesgo

Los venenos de las plantas tóxicas tienen distintos grados de toxicidad y causan una variedad importante de daños al organismo. Hardin y Arena (1969) clasificaron los envenenamientos causados por plantas nativas y cultivadas a humanos en: **1) Alergias o reacciones alérgicas,** causadas por esporas, polen o sustancias de las plantas. Los síntomas pueden ser desde ligeros hasta la irritación severa e hinchazón de la lengua, labios y mucosas. **2) Dermatitis o irritaciones de la piel,** causadas por contacto directo o indirecto de la plantas. Los síntomas pueden fluctuar de ardor e irritación hasta lesiones.

3) Envenenamiento, causado por ingerir partes de las plantas. Pueden producir dolores intensos en la región abdominal, náusea, vómito, diarrea y como consecuencia, deshidratación, letargo y anorexia. Algunas producen ataques severos al tejido hepático, renal o pulmonar, mientras otras más afectan al sistema nervioso central provocando somnolencia y alucinaciones e incluso la muerte. **4) Daño mecánico,** causado por púas, espinas y abrojos encontrados en muchas plantas. Esta última categoría no se considera como venenosa en sentido estricto, sin embargo, causa daños que producen infecciones secundarias que requieren atención médica.

La toxicidad resulta de una interacción entre la sustancia química y el organismo, por lo que varía según la especie, el tiempo de exposición, la edad, el sexo, la vía de administración y la concentración (dosis). La severidad de la reacción al veneno depende de 1) La cantidad ingerida y el periodo de tiempo, 2) la naturaleza química del veneno 3) El origen del veneno (parte de la planta y condición de la planta), 4) la cantidad de llenado del estómago antes de la ingestión de la sustancia, 5) la salud general del paciente antes de comer la planta venenosa y 7) el tamaño, edad y sexo del paciente. Algunos venenos deben ingerirse por un largo tiempo a fin de causar daño, otros lo causan inmediatamente y algunas personas son más susceptibles a ciertos compuestos venenosos que otras, dependiendo de las diferen-

tes preferencias por alimentos, hábitos o factores fisiológicos. El tamaño de la ingesta es importante, ya que la dosis de veneno por kilo de peso vivo en un bocado similar, será mayor en un niño que en un adulto. En general, una persona adulta tendría que comer más de 60 g de la parte venenosa de la planta para intoxicarse. En niños la cantidad es menor. Algunas plantas son tóxicas en cantidades muy inferiores; como las semillas así, bastan una o dos semillas de ricino (higuerilla) para matar a un niño (Arias, 1992).

Frecuencia y gravedad de las intoxicaciones humanas causadas por plantas



Lantana camara

Las plantas tóxicas presentan una amplia distribución en distintos hábitats y crecen tanto silvestres como cultivadas. Sus principios químicos hacen que una de cada cuatro plantas resulte venenosa si se le ingiere (Carvajal, 1990). La toxicidad no se limita a plantas raras o exóticas, muchas de ellas son ornamentales comunes en parques públicos o domicilios particulares

(Vila, 2004). Las intoxicaciones más severas se deben a la ingestión accidental de plantas de ornato o malezas de jardín por niños; al consumo equivocado de plantas tóxicas por alimenticias por adultos y a la utilización de algunas como sustancia de abuso por adolescentes (Dreisbach, 1984). El envenenamiento por ingestión de plantas tóxicas, en las zonas urbanas y rurales, es un problema de salud más frecuente de lo que se piensa. La ingestión de plantas comprende entre el 1-2% de todas las intoxicaciones; la mayoría son accidentales y en el 85 % de los casos afectan a niños menores de 6 años (Ogzewalla *et al.*, 1987). Aunque hay casos en que las plantas son consumidas con fines abortivos o propósitos suicidas (Dreisbach, 1984). Las intoxicaciones por consumo de plantas o vegetales tóxicos oscila entre el 5 y 10% de las urgencias o consultas por intoxicación (Carrasco, 2001). Menos del 0.5% de los casos requieren ingreso hospitalario y aquellas intoxicaciones que llegan a ser agudas, alcanzan menos del 0.2% de mortalidad (Nogue, 1986).

Aunque estos porcentajes son bajos, la mortalidad infantil por envenenamiento en niños de 0-14 años en la República Mexicana entre 1979 y 1994, fue de 11,272 defunciones, siendo las principales causas el envenenamiento y las reacciones tóxicas causadas por plantas (Hijar *et al.*, 1998).

Prevención y tratamiento

Los datos anteriores hacen imperativo el detectar las plantas nocivas para el hombre, especialmente las ornamentales y alertar a la comunidad de su presencia y peligrosidad en lugares públicos, jardines, escuelas y el hogar, al tiempo que se establecen programas permanentes encaminados a identificar las especies tóxicas regionales y sus áreas de distribución, conocer sus principios tóxicos, sintomatología y mecanismo de acción, órganos de la planta donde se concentran y época del año en que son más tóxicas y establecer programas de divulgación, que permitan al ciudadano identificar estas plantas y conocer su peligrosidad.

Ya que alrededor del 50% de las plantas utilizadas como ornamentales en nuestras ciudades son tóxicas (Flores *et al.*, 2001), una forma de prevenir intoxicaciones sería mantenerlas fuera del alcance de los niños, quienes tienen la conducta innata de llevárselas a la boca. Un primer paso en este sentido podría ser el exigir que no haya plantas venenosas o potencialmente

dañinas en los centros de cuidados infantiles (Arias, 1992). Acciones prudentes en caso de un envenenamiento por plantas son: tratar de identificar la planta, la parte de la misma que se ingirió o causó la intoxicación, tomar una muestra de la misma para ayudar al diagnóstico, buscar auxilio médico inmediato, si el paciente está inconsciente hay que revisar su boca y retirar todo resto de la planta, mantener al paciente tibio y en descanso para evitar que entre en shock, si el auxilio médico está distante se pueden administrar fluidos rehidratantes, tabletas de carbón mineral y aceite mineral, lo cual hay que evitar si hay vómito. Conviene obtener datos en relación al tiempo transcurrido entre la ingestión y la aparición de los primeros síntomas y sobre la naturaleza de éstos, así como sobre la cantidad y la parte de la planta ingerida (hojas, frutos, raíces, etc.) y forma de preparación (cruda o cocinada) (Lewis y Elvin, 1977).

Origen, función y sitios de acumulación de los compuestos tóxicos en las plantas

Las plantas elaboran una variedad muy amplia de fitoquímicos. Estas sustancias tienen como función alimentar, proteger o estimular el crecimiento de las plantas (Kaufman *et al.*, 1999). Los compuestos tóxicos más comunes son: **Polipéptidos y aminos**. Ciertas algas (*Microcystis*), hongos (*Amanita*) y plantas superiores (*Blighia*), contienen péptidos tóxicos. Otras especies (*Phoradendron*), contienen aminos que han sido reportadas con acción tóxica (Kaufman *et al.*, 1999). **Alcaloides**. Son compuestos nitrogenados complejos, que actúan sobre el sistema nervioso. Comprende tropanos, pirrolizidina, piridina, isoquinolina, indol, quinolicidina, esteroides y diterpenoides policíclicos. El 90% de los alcaloides conocidos se encuentran en las plantas con flores. Existen dos mil alcaloides reconocidos y todos se conservan bien en las plantas secas (Cheque, 1988), están presentes en las familias: Buxacaceae, Amarilidaceae, Euforbiaceae,



Phoradendron sp. (muérdago)



Leguminosae, Liliaceae, Papaveraceae, Ranunculaceae, Solanaceae y Asteraceae (Mulet Pascual, 1997). **Glucósidos**. Son compuestos complejos constituidos por uno a varios azúcares y un componente no carbohidrato (aglicón), que se separan mediante la hidrólisis. Cuando el azúcar que contiene el compuesto es glucosa, se le conoce como glucósidos (González, 1989). Según su aglicón pueden ser glucósidos cardíacos (*Digitalis*, *Izq.*) y cianógenos (Achariaceae, Passifloraceae, Turneraceae, Malesherbiaceae y algunas Thymeliaceae). Los derivados de la leucina son comunes en Rosáceas y otros similares son encontrados en las Fabaceae y Sapindaceae. Los derivados de la tirosina se presentan en muchas familias de Magnoliales y Laurales. **Heterósidos cianógenos**. Son sustancias que liberan ácido cianhídrico al ser hidrolizadas, este ácido es una de las sustancias más venenosas que existen en la naturaleza y las plantas que los contienen son generalmente mortales. **Saponinas**. Compuestos glucósidos amorfos de estructura esteroide, sabor amargo y algunas, irritantes. Forman emulsiones y son usados



Dieffenbachia

Cristales de oxalato

como detergentes (Gallo, 1987). **Oxalatos**.- Son sales que se encuentran en las plantas en forma soluble (oxalato de sodio ó potasio) e insoluble (oxalato de calcio). Se concentran mayormente en hojas, semillas y son mínimos en los tallos de las plantas. (Alfonso *et al.*, 1988; González *et al.*, 1988). **Resinas**. Son sustancias sólidas, amorfas y brillantes que forman un grupo muy heterogéneo, tratándose por lo general de ácidos complejos no nitrogenados. Forman oleorresinas, gomorresinas, bálsamos y lactoserinas. **Fitotoxinas (Toxialbúminas)**.- Son proteínas de alta toxicidad producidas por un número reducido de plantas. Causan reacciones fisiológicas de inmunidad ocasionando la formación de anticuerpos o estados de alergia. También se conocen como toxoalbúminas (González, 1989). **Compuestos Aromáticos, Aceites volátiles/esenciales**. Productos naturales que incluyen un anillo aromático. Dentro de los compuestos fenólicos se encuentran los fenilpropanoides, flavonoides, taninos, quinonas y cumarinas (Murphy, 1999). Dentro de los no fenólicos están los tetrapirroles: clorofila, ficoeritrina, ficocianina y otros compuestos que son pigmentos de las plantas (Murphy, 1999). **Compuestos fenólicos**. La intoxicación por fenoles puede ser primaria cuando es producida por la ingestión o paso a través de la piel y la secundaria es por la ingestión de plantas que contienen compuestos que por hidrólisis pueden originar fenoles (Jurado, 1983). **Taninos**. Son compuestos que reaccionan con proteínas y metales, inhibiendo enzimas. Pueden originar procesos degenerativos en hígado y riñón. Los taninos hidrolizables dan como resultado ácidos fenólicos y azúcares y son más tóxicos que los taninos condensados (polímeros difícilmente hidrolizables). Plantas con alta proporción de taninos son: *Vitis* sp., *Sorghum vulgare* y *Acacia* (Clarke *et al.*, 1981).

Principios venenosos desconocidos

De una gran cantidad de plantas de Nuevo León se desconoce su toxicidad. Un cálculo conservador es que existen un 1% de especies de plantas venenosas aún no reconocidas como tales.

Conclusión

Tomando en cuenta que los principales factores de riesgo en el caso de envenenamientos por plantas son a) la ignorancia sobre las dosis adecuadas a tomar en caso de las infusiones tomadas por adultos o administradas a infantes y b) la conducta inherente a llevarse las cosas a la boca en el caso de los infantes, la prevención de las intoxicaciones provocadas por plantas solo será posible cuando la población adulta esté familiarizada con las especies de riesgo y consciente de su grado de peligrosidad. El desarrollo de metodologías sencillas para el diagnóstico del carácter tóxico en las plantas de nuestra región ayudaría a prevenir accidentes y dar un valor agregado a sus características al promoverlas como plantas de ornato y reforestación.

Herbario
Departamento de Botánica,
Escuela de Ciencias Biológicas,
Universidad Autónoma de Nuevo León
*sergio.salcedomr@uanl.edu.mx

POTENCIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES EN NUEVO LEÓN

En México, el 92.5 % de la energía que consume la población proviene de los hidrocarburos y del carbón fósil; la energía de la biomasa (leña) apenas alcanza el 3.4 % (Figura 1).

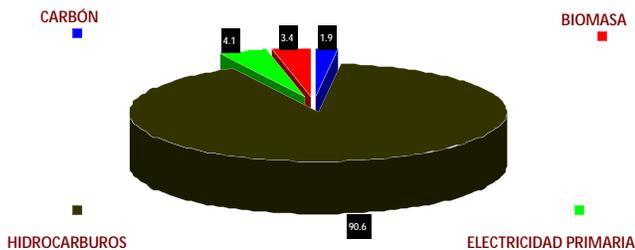


Figura 1. Principales fuentes de energía en México².

El consumo del petróleo representa el 59 % y ante el escenario que México importa el 40 % de las gasolinas que consume y que las reservas probadas de petróleo son solo de 9 años¹, se hace necesario buscar fuentes alternativas de energía como son los biocombustibles; los cuales, pueden ser sustitutos del petróleo y ayudarían a reducir las emisiones de CO₂ a la atmósfera y disminuir el calentamiento global por el efecto invernadero.

En la actualidad, muchos países utilizan biocombustibles de "primera generación", que se obtienen de grasas animales o mayormente de almidón, azúcar o aceites vegetales, como maíz, caña de azúcar, sorgo dulce, remolacha azucarera, jatropha, higuera, palma de aceite, soya, girasol, colza, etc. Estos cultivos pueden competir directa o indirectamente con cultivos que se utilizan en alimentación humana, ya sea por la superficie destinada para su cultivo o porque sirven como alimento para la sobrevivencia del ser humano y se destinan a producción de energía.

Un aspecto importante en el uso de biocombustibles, es el balance entre el costo de su producción y la energía neta que producen. Existe una gran controversia en este aspecto y mucho depende del cultivo (plantas C₃ vs C₄), de las formas de producirlos (utilizando fertilizantes químicos vs fertilización orgánica o riego vs temporal) o del método de extracción y producción del etanol; existen autores como Lorenz y Morris² quienes señalan que hay una ganancia neta de energía. Sin embargo, Pimentel y Patzek³ establecen una ganancia neta negativa, es decir, cuesta más energía producirlos que la energía que realmente está disponible para su uso.

Podemos separar los biocombustibles en función del producto a obtener. El Bioetanol de primera generación se produce a base almidones o azúcares que se obtienen principalmente de granos de maíz y el sorgo, y de jugos de la caña de azúcar, sorgo dulce y remolacha azucarera, respectivamente. Entre los países con mayor producción de biocombustibles se encuentran Brasil y Estados Unidos de Norteamérica que usan caña de azúcar y grano de maíz, respectivamente. Alemania, Francia e Italia son importantes productores de Biodiesel a base de cultivos como colza, soya, girasol y aceite de palma (Figura 2).

La producción total de bioetanol en Estados Unidos de América fue de 34 mil millones de litros en el 2008, mientras que en Brasil la producción fue de 24 496 millones de litros. Para el caso del biodiesel, la producción en el 2008 fue para Alemania 2.8,

Francia 1.8 e Italia 0.6 millones de toneladas⁵.

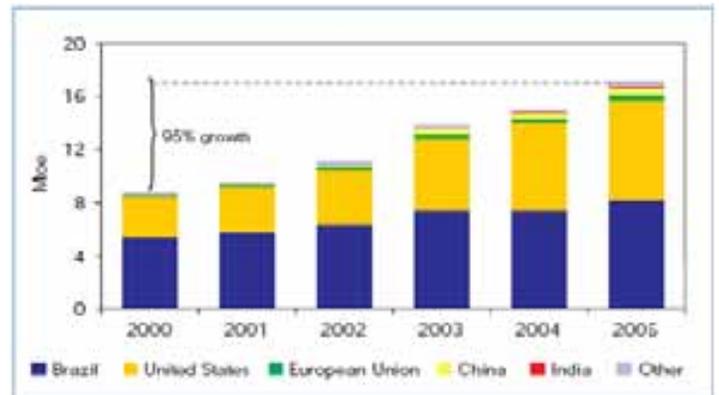
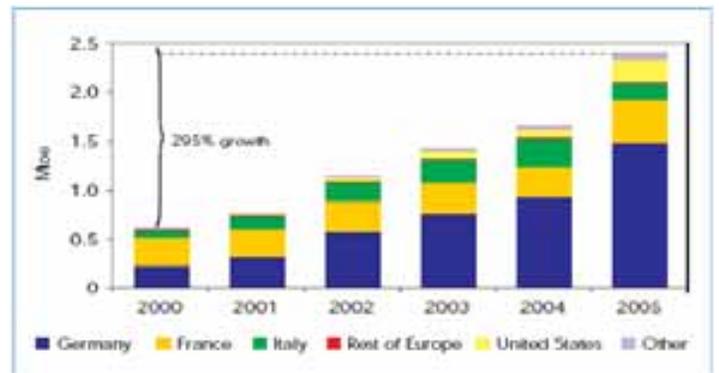


Figura 2. Producción de Bioetanol (arriba) y Biodiesel (abajo) en diferentes países⁴.
Fuente: IEA analysis based on F.O.Lichts – IEA World Energy Outlook 2006



En México, la producción de biocombustibles es prácticamente nula; sin embargo, el 1 de febrero del 2008, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, que permite la producción de bioenergéticos por el sector oficial y la iniciativa privada en México. Por ejemplo, abrió la posibilidad inmediata de producción de bioetanol a partir de caña de azúcar por los ingenios azucareros, pero también contempla el uso de otros cultivos, por lo que el INIFAP estructuró la Comisión Nacional de Bioenergéticos para establecer el potencial de diferentes cultivos para la producción de biocombustibles.

Aunque en Nuevo León, la producción de cultivos para obtener bioenergéticos es posible, la explotación a nivel comercial dependerá además de factores como: el tamaño de la planta industrial que se quiera utilizar para la producción del biocombustibles, del precio comercial del mismo, la disponibilidad de tierras para el cultivo que no interfieran con las que se utilizan para la producción de alimentos, etc. Considerando el clima, suelo, disponibilidad de agua, altitud y latitud, algunos cultivos que pueden explotarse para la producción de biocombustibles en Nuevo León.

BIOETANOL

Maíz (*Za mays* L.)

El rendimiento promedio es de 470 litros de etanol por



tonelada de grano seco; pero puede ser de hasta 427 litros por tonelada de paja⁶. Aunque en México el uso del maíz para la producción de biocombustibles no está permitido, el maíz puede prosperar en cualquiera de las áreas agrícolas de los 4 distritos de Nuevo León gracias al rango de temperaturas. La superficie del maíz en Nuevo

León representa el 16 % del total y la mayor superficie se concentra en las áreas temporaleras del sur de Nuevo León, dentro del Distrito de Galeana con poco más de 45,000 ha; la otra área de maíz de temporal es la del distrito de Montemorelos con poco más de 8,000 ha. Las áreas de riego se reducen a solo poco más de 6,000 ha, 4,000 de ellas en el sur de Nuevo León y poco más de 1,300 ha en el distrito de riego de Montemorelos.

Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench)



El sorgo dulce y de grano utilizado para la alimentación del ganado pertenecen al mismo género y especie. En el primero la materia prima para la producción de bioetanol son los azúcares que se producen en el tallo. En el segundo es el grano que se produce en la panoja de

la planta. La producción del bioetanol por unidad de producción depende del contenido de azúcares que se encuentran en el jugo del tallo. La concentración de azúcares varía desde los (6-)-7-22° Brix, normalmente son plantas de porte alto (2-3 m de altura). Por este motivo, los rendimientos de etanol por tonelada varían de 40-108 lt ton^{-1,7}.

El sorgo en Nuevo León se siembra en poco más de 60,700 ha lo que representa el 16.27% de las superficies agrícolas del estado. La producción se concentra en los Distritos de Apodaca y Montemorelos con más del 50 % bajo condiciones de temporal. La zona de riego esta principalmente en el Distrito de Apodaca. La producción en el Distrito de Anáhuac es muy baja (10 %) y no se siembra en el Distrito de Galeana debido a las bajas temperaturas que se presentan en esa región sur de Nuevo León.

Remolacha Azucarera (*Beta vulgaris*)



La remolacha azucarera se siembra en climas frescos o templados, con rendimientos de bulbo de 50-100 t ha⁻¹ y de azúcar blanca de 8.6-15.65 t ha^{-1,8}. Aunque no hay siembras comerciales en Nuevo León, en las zonas altas del sur, existe un potencial de zonas de riego de aproximadamente 14,000 ha. Actualmente en Inglaterra existen plantas productoras de etanol a base de remolacha azucarera. Cada tonelada es capaz de producir 0.108 m³ de bioetanol⁹.

BIODIESEL

Jatropha o Piñon (*Jatropha curcas*)



La Jatropha, Piñon, Piñoncillo o Sikil-Te en maya, es una planta perenne originaria de Sureste de México y Centroamérica, adaptable a climas tropicales, cuyas variedades en su mayoría son tóxicas, pero no las mexicanas. El biodiesel se

produce de la semilla, que contiene entre un 50-55% de grasa (y 25-30% de proteína). El rendimiento de semilla puede ser hasta de 5 t ha⁻¹ después del quinto año de establecido el cultivo, el de biodiesel depende del contenido de aceite pero puede ser de 343 litros por tonelada de semilla de jatropha^{11,12}.

Los estados con mayor potencial para la producción de Jatropha son Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz, Chiapas y Michoacán, con alturas inferiores a los 1000 m¹⁰. Nuevo León aparece en este estudio como adecuado para la siembra de este cultivo, sobretodo en Montemorelos, en la zona centro del estado.

Higuerilla (*Ricinus communis* L.)



La higuerilla es originaria de África y resulta sumamente interesante en la producción de biodiesel, ya que es una planta que puede llegar a concentrar hasta un 50 % de aceite en el peso total de sus semillas¹³. Este aceite es conocido comúnmente como aceite de ricino y es utilizado para motores altamente revolucionados, la fabricación de pinturas y cosméticos; sin embargo, representa gran potencial en la producción del biodiesel, debido al bajo costo y a que no es un producto alimenticio¹⁴. Según Falasca *et al.*¹⁵, la higuerilla puede tener un rendimiento por hectárea de biodiesel de 1,320 litros¹⁵.

Dado que es un cultivo sensible a las heladas, su cultivo en Nuevo León estaría limitado a los distritos de Anahuac, Apodaca y Montemorelos, que es donde se encuentra concentrada la mayor superficie agrícola del estado.

Soya (*Glycine max* L., Merrill.)



La soya produce semillas con un porcentaje de aceite del 18 %, por lo cual resulta de interés en la producción de biodiesel. Los rendimientos más altos que se han obtenido alcanzan las 2.66 t ha⁻¹; sin embargo, a nivel mundial el promedio es de 1.94 t ha^{-1,19}. Por otro lado, se estima que al procesar una tonelada de granos de soya, se obtengan alrededor de 200 litros de aceite con un rendimiento de 220 litros del biodiesel¹⁸.

Hasta el año 2004 en México los estados más representativos en superficie de soya sembrada fueron Tamaulipas, Chiapas y San Luis Potosí, en promedio se alcanzaron 1.5 toneladas por hectárea¹⁸. Según el INIFAP, se cuenta con las variedades Huastecas 200, 300 y 400, de las que se esperan resultados prometedores bajo condiciones de buen temporal. La SAGARPA por su parte indica que se requiere de variedades con mayor tolerancia a la roya asiática y a la mosquita blanca.

Específicamente en Nuevo León, su cultivo sería recomendado a las zonas de riego de los distritos de Anáhuac, Apodaca y Montemorelos, ya que en el distrito de Galeana, las bajas temperaturas, aun durante el verano, pudieran limitar su cultivo a nivel comercial.

^abb. de *Genética y Fisiología*.
Escuela de Agronomía, UN
^bbb. de *Anatomía y Fisiología vegetal*.
Escuela de Ciencias Biológicas, UN
*f_zavala_g@hotmail.com

INSECTICIDAS DE ORIGEN VEGETAL

Introducción

Los insectos forman parte inevitable de nuestro entorno, existen unas 950,000 especies descritas y la cifra de insectos por descubrir se calcula entre 6 y 10 millones, con lo que, podrían representar más del 90% de las formas de vida del planeta.

Aunque la mayoría son inocuos y otros aportan beneficios para el hombre, muchos otros son perjudiciales por ser transmisores de enfermedades, entre estos los insectos hematófagos, son vectores de enfermedades infecciosas graves para el ser humano, tales como el paludismo (transmitida por los mosquitos del género *Anopheles*), la enfermedad de Chagas (transmitida por *Triatominae reduvidos*), la enfermedad del sueño o tripanosomiasis africana (cuyo vector es la mosca tse-tse), la fiebre amarilla y el dengue (el mosquito *Aedes aegypti*), tífus (transmitido por las piojos, pulgas y garrapatas), peste bubónica (pulgas de las ratas), leishmaniosis (mosquitos *Phlebotomus*), filariasis y elefantiasis (mosquitos *Anopheles*, *Culex*, *Stegomyia*, *Mansonia*).

Para el control de los insectos se han utilizado tantos métodos físicos, químicos y biológicos. Otro tipo de control es aquel en el que se utilizan productos naturales, que tienen la ventaja de no producir resistencia como en el caso de los compuestos químicos y que no dañan el ecosistema.

El conocimiento empírico de plantas útiles para combatir plagas de insectos ha sido utilizado por diversas civilizaciones, por ejemplo las hojas del árbol nativo de la India, Neem (*Azadirachta indica*), han sido usadas en este y países cercanos para el control de insectos en infestaciones con granos comestibles, desde 1500 años AC y todavía en el 2009 hay estudios sobre la actividad insecticida de esta planta. Las flores de Pyrethrum (*Chrysanthemum cinerariifolium*) originaria de China han sido usadas desde la antigüedad, para este fin, de este género derivan los piretroides, insecticidas sintéticos utilizados actualmente. Las propiedades del tabaco (*Nicotiana tabacum*) como insecticidas fueron utilizadas por los indios americanos y en Europa se empezaron a usar en las granjas desde el siglo XVII.

Mecanismos de defensa vegetal

Los compuestos responsables de conferir alguna propiedad a los extractos vegetales rara vez se encuentran aislados, y más bien, son una mezcla de compuestos que pueden afectar diferencialmente a los parásitos y patógenos en determinadas concentraciones y proporciones (Espinosa-García, 2001).

Otros factores que influyen sobre el contenido y características de los metabolitos es el clima. Levin y York (1978) sugieren que la mayor concentración de alcaloides en el follaje de las plantas se presenta en las de regiones tropicales bajas en comparación con las de regiones subtropicales y templadas. En este sentido Macías y Galindo (2001) observaron que los ecosistemas desérticos o semidesérticos son los sitios más adecuados para el desarrollo de especies vegetales aromáticas cuyo aroma se acentúa conforme las condiciones se vuelven más.

El sitio de producción de metabolitos en la planta muestra variaciones, en algunos casos pueden producirse en toda la planta, o bien puede mostrar selectividad entre órganos. Se ha observado que la mayoría de los terpenoides tienden a concentrarse en los órganos reproductivos y que de acuerdo con Zangerl y Bazzaz (1992), este comportamiento está relacionado con el proceso evolutivo de las plantas. También se ha observado que la producción de los metabolitos es cíclica -e incluso

diaria- y esto ha sido demostrado por Macías y Galindo (2001) quienes observaron que el alcaloide perlonina en la especie *Festuca arundinaceae* Schreb tiene una mayor producción en julio y agosto relacionándose además con la época de mayor actividad de los patógenos o parásitos.

Antecedentes Históricos del uso de las plantas en el control de Insectos

Desde la antigüedad, el uso de extractos de plantas, ya sea, por su acción medicamentosa o su acción plaguicida, apareció en el primer manuscrito verdadero perteneciente a la farmacia y la medicina llamado «papiro de Ebers», que data del siglo XVI antes de Cristo. En este mismo sentido, en el siglo XVII existen antecedentes del uso de insecticidas como extractos de hojas de tabaco, cuyo principio activo es la nicotina y después, en el siglo XIX, el empleo de piretrinas naturales extraídas del crisantemo (piretrum).

El uso de plantas como insecticidas tiene orígenes muy antiguos. Lozoya (1976) señala que en el siglo XVI en los Estados de México y



Figura 1. *A. aegypti* (L.) de la familia Culicidae es un mosquito doméstico, que se encuentra en todo el mundo. a) adulto, b) larva.

Morelos le daban usos ceremoniales y medicinales a plantas como *Tagetes lucida* que más tarde fueron usadas como insecticidas. Por otra parte se menciona que existen referencias del uso de soluciones a base de la hierba de la cucaracha *Halophyton cimicidum* para el combate de la mosca y gusano de la naranja así como para el picudo del algodonoero (Lagunes *et al.*, 1984).

Existen muchas plantas cuyos extractos poseen propiedades insecticidas; sin embargo, desde el punto de vista comercial, sólo algunas se han aprovechado. Otras plantas contienen sustancias "venenosas", como la nicotina del tabaco, que es un veneno muy fuerte (Arenas, 1984; Forsth, 1968), y los aceites de la cáscara de los cítricos que probablemente causan cáncer (Eckert, 1991). Según Lukonsky, el narciso (*Nerium oleander L.*) contiene propiedades tóxicas y dos alcaloides: la seudoumarina y oleandrina. Muchos autores opinan que sólo la oleandrina es tóxica. La oleandrina posee además estrofantina, que es un potente glicósido cardiotónico capaz de inducir un paro cardíaco en humanos. Un animal experimentalmente envenenado con *N. oleander* muere con dosis de 300 mg por cada kg de peso (Gutiérrez, 1988).

Naturaleza Química de Principios Activos de las plantas

Sólo a partir del año 30, de este siglo, se produjeron los avances más importantes en la invención de plaguicidas sintéticos usando como modelos piretrinas, cuasina, rotenona y nicotina, seguida por la invención de orgánicos sintéticos: clorados, fosforados y carbamatos.

Algunos de los cuales ya están retirados del mercado por ser de alta toxicidad o simplemente, inconvenientes a la armonía ambiental.

En años recientes se ha observado la relación de los flavonoides con las propiedades defensivas de las plantas, encontrando por ejemplo, que la presencia de algunos O-glicosidos evitan el ataque de herbívoros en diferentes variedades de arroz, y en general, cada vez se encuentran en la literatura más reportes que informan de las propiedades alelopáticas de los flavonoides. Hoy en día el número de flavonoides conocidos y que además han sido aislados y evaluada su actividad biológica *in vitro* rebasa los 6 400 (Brouillard y Dangles, 1993).

Durante cerca de 30 años los químicos suizos Staudinger y Ruzicka (según Brannam, *et al.*, 1970) descubrieron insecticidas en las flores del piretro. En 1924 anunciaron dos compuestos: piretrina I y Piretrina II. Forge (según Brannam *et al.*, 1970) y sus colaboradores del USDA volvieron a examinar el piretro en 1934 y descubrieron otros dos ésteres insecticidas en las flores; los llamaron cinerín I y cinerín II.

La actividad insecticida se debe a su acción sobre la bomba de sodio de las neuronas. Mediante un proceso fisicoquímico estas moléculas inhiben el cierre del canal de sodio de la membrana celular, de manera que producen una transmisión continua del impulso nervioso (Narahashi 1971). Las consecuencias de esta transmisión continua son los temblores, la parálisis muscular (llamado "efecto derribo" o "knock-down", característico de las piretrinas II) y, eventualmente, la muerte (específica de las piretrinas I). Esta actividad insecticida, que afecta especialmente a los insectos voladores, depende de la estructura química (Casida 1980). La incorporación de las moléculas de piretrinas a un organismo animal (incluido el humano) puede realizarse por vía dérmica, pulmonar y gástrica.

Efectos y Modos de Acción de Plaguicidas Orgánicos

Se ha observado que los principios activos derivados de plantas

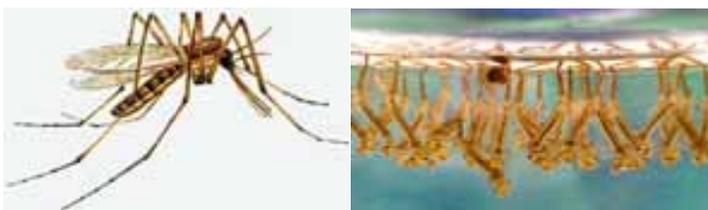


Figura 2. *Culex pipiens*. Adulto (Izq.) y Larvas (Der.).

actúan de una manera lenta y gradual (Munch, 1988), a diferencia del efecto fulminante que provocan los insecticidas sintéticos. Esta característica es considerada una desventaja de los plaguicidas naturales, ya que las poblaciones de insectos plaga tratados con insecticidas naturales, no disminuyen rápidamente.

De acuerdo con Solorzano (1993) los efectos que causan los insecticidas naturales son principalmente fisiológicos y se han podido distinguir los siguientes: a) repelencia en larvas y adultos; b) suspensión de alimentación; c) reducción de la movilidad del intestino; d) impedimento de la formación de quitina; e) bloqueo de la muda en ninfas y larvas; f) impedimento del desarrollo; g) impedimento del crecimiento; h) toxicidad en larvas y adultos; i) interferencia en la comunicación sexual en la cópula; j) suspensión de la ovoposición y k) esterilización de adultos.

Uso de plantas en el control de insectos en granos almacenados

Desde hace cientos de años los agricultores han combatido a los insectos y aceptan el hecho de que éstos consumen y destruyen cierta cantidad de sus semillas ya sean para comercialización, alimentación o siembra para la próxima temporada. Los métodos de control utilizados son de naturalezas muy diversas, encontrándose alternativas como el control físico, químico y biológico, entre otros. La protección de semillas constituye uno de los permanentes desafíos para los profesionales e investigadores que trabajan en la protección vegetal y aún más si no se cuenta con la herramienta más recurrida, que son los insecticidas de origen sintético. Sin embargo, existen una serie de métodos naturales de control que permiten obtener niveles satisfactorios de protección a los cuales se puede recurrir cuando, por ejemplo, se trata de un sistema orgánico de producción.

La mayoría de las especies de plantas que se utilizan en la protección vegetal, exhiben un efecto insectistático más que insecticida (Silva *et al.*, 2002). Es decir, inhiben el desarrollo normal de los insectos. Sin embargo, no se puede olvidar que algunas sustancias vegetales si provocan un efecto insecticida como sucede con las piretrinas, la nicotina o la rotenona (Izuru, 1970). Según Coats (1994), los compuestos naturales tienen un efecto protector que principalmente se debe a repelencia, disuasivo de la alimentación u oviposición y regulador de crecimiento. Por lo tanto, debemos considerar a todos aquellos compuestos que sabemos que su efecto es insectistático como preventivos más que como curativos (Rodríguez, 1993). Un ejemplo de lo último lo encontramos en el caso de los granos almacenados en donde una vez que el insecto ya penetró el grano, cualquier polvo vegetal de probada eficacia protectora no tendrá efecto (Lagunes 1994).



Figura 3. *Periplaneta americana*

Cuevas (2006) por su acción contra el gorgojo del maíz *Sitophilus zeamais* (Mots.), las plantas de chicalote *Argemone* sp. y valeriana *Valeriana officinalis* ambas provocando 98.9% de mortalidad, 0% de emergencias de la primera generación y 0% de daño al grano: se incluye también la ruda *Ruta graveolens* con 43.3%, 0% y 0%. Como material diverso la cal causó 100%, 0% y 0% respectivamente. Para el gorgojo del frijol *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) el chicalote originó 98.7% de mortalidad, 0% de emergencias y 0% de daño; en tanto que la cal 100%, 0% y 0%. Finalmente, se redujeron las poblaciones del gorgojo del garbanzo *Callosobruchus maculatus* (Fab.) con el chicalote, induciendo el 26.2% de mortalidad y 0% tanto de emergencias como de daño al grano.

Productos naturales activos contra insectos vectores de enfermedades para el ser humano

Diferentes estudios realizados han proporcionado información sobre productos naturales que han resultado activos contra insectos que son vectores de enfermedades para el ser humano, en particular nos referimos a *Aedes aegypti* (Figuras No. 1) que produce el dengue y fiebre amarilla, a *Culex pipiens* (Figura No. 2) vector de encefalitis y otras enfermedades y a *Periplaneta americana* (Figura No. 3) que son factor determinante para la diseminación de diversas enfermedades.

*Departamento de Química



SABÍAS QUE...

La veintiunilla o adelfilla (*Asclepias curassavica* L., Asclepiadaceae) contiene una galitoxina además de glucósidos cardiotónicos que específicamente en ganado causan anorexia, diarrea, timpanismo, edema submaxilar e irregularidades cardíacas (Foto: Forest & Kim Starr - Plants of Hawaii).



La adelfa o laurel de la India

(*Nerium oleander* L. Apocynaceae) contiene en su savia el glucósido cardíaco oleandrina, que junto con la neandrina, son responsables de su toxicidad, que provoca náuseas, cólicos, vómito, letargo, somnolencia, frío en extremidades, anorexia, gastroenteritis aguda y diarrea sanguinolenta, pulso débil, alteración del ritmo cardíaco, inconsciencia y convulsiones violentas, parálisis y muerte (Foto: Alvesgaspar, Types of flowers. Com).

El capulín (*Prunus serotina* (Cav.) McVaught Rosaceae), contiene amigdalina en su corteza, ramitas, hojas y semillas, la cual en contacto con la saliva libera ácido cianhídrico que puede causar la muerte (Foto: botit.botany.wisc.edu).



El zacate Johnson (*Sorghum halepense* Poaceae) contiene durrina, un glucósido abundante antes de la floración y que se pierde por el secado y el ensilado, es desdoblado en ácido cianhídrico, glucosa y parahidrobencaldehído por la emulsina (Foto: Barry Rice, dnr.wi.gov).



La paleta de pintor o caladio (*Caladium bicolor* Aiton Vent.) el lampazo u hoja elegante (*Xanthosoma robustum* Schott.) y otras Araceae, contienen ácido oxálico que precipita como cristales que lesionan estómago, riñones, arterias e incluso pueden depositarse en cerebro. Este tipo de intoxicación se presenta en ganado bovino, ovino, caprino y raramente, equino. Los ruminantes por otra parte, pueden



ingerir grandes cantidades de oxalatos vegetales, aparentemente porque la mayor parte de estos son metabolizados en el rumen.



El guaje (*Leucaena glauca* (L.) Benthel, Fabaceae) como muchas otras leguminosas contiene mimosina, un aminoácido no proteico que causa caída del pelo (crin y cola en equinos), pérdida de peso, retardo en el crecimiento, cataratas, bocio, disminución de la fertilidad, falta de coordinación muscular, pérdida

de pezuñas y mortalidad, sobre todo en no ruminantes. El mecanismo de su toxicidad es complejo y probablemente se debe al bloqueo de las vías metabólicas de los aminoácidos aromáticos y el triptófano; a sus acciones quelante sobre metales, antagonista de la acción de la vitamina B6; inhibitoria de las síntesis proteica y de DNA y RNA y sus efectos adversos sobre la síntesis de colágeno e interfiriendo en el metabolismo de algunos aminoácidos, principalmente glicina (Foto: Toptropicals.com).

La hierba de Santiago (*Senecio* spp., Asteraceae), puede causar envenenamientos al ingerirse junto a vegetales forrajeros e incluso contaminar la miel de abejas que transportan su néctar. Los glucósidos de querceol y alcaloides como senecionina, senecina, senecifolidina, jacobina y jaconina presentan una acción hepatotóxica, colinérgica y carcinogénica, que puede llevar a la muerte al ganado (Foto: USDA NRCS).



La sangre de drago (*Jatropha dioica* Sessé ex. Cerv. Euphorbiaceae) es astringente, previene la caída del cabello y ennegrece el cabello cano; además fortalece los dientes por lo que es usado comúnmente entre las personas como remedio

casero para las molestias bucales. Inclusive, se usa contra enfermedades de la piel, hongos y contra la psoriasis y cáncer de piel. En el Norte de México es utilizada como remedio para la gingivitis y periodontitis (Foto: H. Cliffe NPIN Image Id: 25553)

¿QUÉ ES EL ÉXITO?

El éxito no siempre tiene que ver con lo que mucha gente ordinariamente se imagina.

-No se debe a los títulos que tienes, sean de nobleza o académicos, ni a la sangre heredada o a la escuela donde estudiaste.

-No se debe a las dimensiones de tu casa, a cuántos carros caben en tu cochera o si éstos son último modelo.

-No se trata de si eres jefe o subordinado, si escalaste la siguiente posición en tu organización o estás en la ignorada base de la misma.

-No se trata de si eres miembro prominente de clubes sociales o si sales en las páginas de los periódicos.

-No tiene que ver con el poder que ejerces o si eres un buen administrador, si hablas bonito, si las luces te siguen cuando lo haces.

-No es la tecnología que empleas, por brillante y avanzada que esta sea.

-No se debe a la ropa que usas o si gozas de un tiempo compartido, si vas con regularidad a la frontera o si después de tu nombre pones las siglas deslumbrantes que definen tu estatus para el espejo social.

-No se trata de si eres emprendedor, hablas varios idiomas, si eres atractivo, joven o viejo.

El éxito...

-Se debe a cuánta gente te sonrío, a cuánta gente amas y cuántos admiran tu sinceridad y la sencillez de tu espíritu.

-Se trata de si te recuerdan cuando te vas.

-Se refiere a cuánta gente ayudas, a cuánta evitas dañar y si guardas o no rencor en tu corazón.

-Se trata de si en tus triunfos incluiste siempre tus sueños.

-De si no fincaste tu éxito en la desdicha ajena y si tus logros no hieren a tus semejantes.

-Es acerca de tu inclusión con los otros, no de tu control sobre los demás; de tu apertura hacia todos los demás y no de tu simulación para con ellos.

-Es sobre si usaste tu cabeza tanto como tu corazón; si fuiste egoísta o generoso, si amaste a la naturaleza y a los niños y te preocupaste por los ancianos.

-Es acerca de tu bondad, tu deseo de servir, tu capacidad de escuchar y tu valor sobre la conducta ajena.

-No es acerca de cuantos te siguen, sino de cuantos realmente te aman.

-No es acerca de transmitir todo, sino cuántos te creen, de si eres feliz o finges estarlo.

-Se trata del equilibrio, de la justicia, del bien ser que conduce al bien tener y al bien estar.

-Se trata de tu conciencia tranquila, tu dignidad invicta y tu deseo de ser más, no de tener más.



Dos imágenes de las “Especies mexicanas del Bicentenario” que forman parte del calendario editado por el Instituto de Biología de la UNAM en conmemoración del Centenario de la Independencia y el Bicentenario de la Revolución Mexicanas, que contiene dibujos de 17 especies de plantas y animales cuyos nombres son un homenaje a los héroes que nos dieron patria. Al calendario lo acompaña un folleto explicativo con datos de la contribución del personaje a nuestra historia y del científico que describió cada especie. Los dibujos aparecen en [http://www.bicentenario.gob.mx/especies_bicentenario/Arriba,Ipomoea\(Mina\)lobata\(Cerv.\)Thell.describida.por.VicenteCervantes.en.1824.para.honrar.la.memoria.de.FranciscoJavierMina.AbajoBourreria\(Morelosia\)huanita\(Lex.\)Hemsl.describida.por.JuanJoséMartínezdeLexarza.en.1824.para.honrar.la.memoria.de.DonJoséMa.MorelosyPavón.](http://www.bicentenario.gob.mx/especies_bicentenario/Arriba,Ipomoea(Mina)lobata(Cerv.)Thell.describida.por.VicenteCervantes.en.1824.para.honrar.la.memoria.de.FranciscoJavierMina.AbajoBourreria(Morelosia)huanita(Lex.)Hemsl.describida.por.JuanJoséMartínezdeLexarza.en.1824.para.honrar.la.memoria.de.DonJoséMa.MorelosyPavón.)



Las citas completas de cualquiera de los artículos pueden solicitarse vía correo electrónico a planta.fcb@gmail.com

Portada: Derecha, *Harpalyce formosa* DC. Izquierda *Hibiscus bracteosus* DC. Pinturas originales de De Sessé y Mociño. *Plantae Novae Hispaniae*, 1789. Tomadas de José Mariano Mociño 250 aniversario de su natalicio en <http://www.edomex.gob.mx/editorial/doc/pdf/folletomocino07.pdf>

~ Contenido ~

Editorial... 2

Personajes... 3

El urbanita verde: Injertos... 5

Plantas con actividad

bactericida... 6

Fungicidas vegetales y su aplicación en poscosecha de semillas... 8

Conoce tu flora:

Vegetación acuática... 10

Las fibras vegetales... 12

Importancia pecuaria de las gramíneas en Nuevo León... 14

Hortalizas de Nuevo León... 16

Plantas con propiedades alelopáticas... 18

Las plantas tóxicas como factor de riesgo para la salud... 20

Potencial para la producción de biocombustibles en Nuevo León... 22

Insecticidas de origen vegetal... 24

Sabías que... 26

Para reflexionar: ¿Qué es el éxito?... 27