

La vid silvestre en México

Actualidades y potencial



Omar Franco Mora
Juan Guillermo Cruz Castillo
Coordinadores



Omar Franco Mora. Mexiquense por nacimiento. En la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Es Maestro en Ciencias en Fruticultura por el Colegio de Postgraduados y estudió el doctorado en el laboratorio de horticultura de la

Universidad de Tottori, Japón. Actualmente es profesor investigador en la UAEM y su obra ha sido editada en diferentes revistas internacionales como *HortScience*, *Genetic Resources and Crop Evolution*, *Acta Horticulturae*, etcétera. Ha dirigido tesis de licenciatura en tres universidades nacionales y en Honduras; asimismo ha graduado a un doctor y siete maestros en ciencias. Es investigador nacional nivel I.



Juan Guillermo Cruz Castillo. Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Especialista en Asistencia Técnica de Frutales Perennifolios, Escuela Nacional de Fruticultura-CONAFRUT. Maestría en Ciencias Hortícolas,

Universidad de Puerto Rico-Recinto Universitario de Mayaguez. Doctorado en Ciencias Hortícolas, Universidad de Massey, Nueva Zelanda. Estancias Posdoctorales en la Universidad de Massey y en la Universidad de Perugia, Italia.

Es Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo en Huatusco, Veracruz, y ha colaborado como docente en la Universidad Veracruzana, en el Instituto Tecnológico Superior de Zongolica y en la Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. Miembro del SNI nivel II.

Omar Franco Mora
Juan Guillermo Cruz Castillo
Coordinadores

La vid silvestre

en México

Actualidades y potencial



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
ALTRES-COSTA AMIC EDITORES

Coordinación y revisión académica: Dr. Omar Franco Mora y Dr. Juan Guillermo Cruz Castillo

Revisión y diseño editorial, diseño de portada: Bartomeu Costa-Amic Leonardo

Fotografía de la portada: Vid silvestre en San Pedro Cañada, Tehuacán, Puebla. Omar Franco Mora

Coordinador de impresos: José Alejandro Madariaga Vázquez

Comentarios sobre la edición y contenido del libro a:

«ofrancom@uaemex.mx»

«altrescostaamic@prodigy.net.mx»

Se autoriza el uso de la información contenida en este libro para fines de enseñanza, investigación y difusión del conocimiento, siempre y cuando se haga referencia a la publicación y se den los créditos correspondientes a cada autor consultado.

Las ideas, datos y opiniones expresadas en cada uno de los capítulos, son responsabilidad exclusiva de cada autor.

© 2012, Derechos Reservados

Universidad Autónoma del Estado de México

Instituto Literario # 100; Centro

Tel (722) 226 2300

Toluca, Estado de México, 50000 México «www.uaemex.mx»

Laboratorio de Horticultura  franco-mora.blogspot.mx

Altres Costa-Amic Editores, S.A. de C.V.

Calle 3 Sur núm 905, Altos; Centro histórico

Puebla, Puebla, 72000 México  altrescostaamic.wordpress.com

Telfax (222) 289-7927; telcel 222 200 3349

«altrescostaamic@prodigy.net.mx»

Miembro de la Cámara Nacional
de la Industria Editorial Mexicana. Registro 3199

Primera edición, octubre de 2012

ISBN:978-607-8154-19-7

Impreso en México



A nuestras familias

Los autores

Presentación

El estudio de las especies vegetales nativas de México representa un reto que cada día más investigadores mexicanos asumen. Durante muchos años, el apoyo a la investigación pública ha sido mínimo; desde el punto de vista agronómico es insuficiente para avanzar a la velocidad que requiere nuestro país para afrontar problemas de producción y distribución de alimentos. Por esa razón, entre otras, me es grato presentar esta obra que compila parte de los trabajos de la Red de Vid Silvestre patrocinada por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI) dependiente de la SAGARPA; trabajos apuntalados por investigadores que sin pertenecer a la red han colaborado en el estudio de las plantas del género *Vitis*.

En este libro se muestra el potencial del país para aprovechar el recurso vid, empleado desde antes de la conquista española por nativos mexicanos que conocían sus bondades. Es necesario continuar el avance en el conocimiento de este recurso, por ello el presente libro pretende invitar a toda persona interesada en contribuir con el rescate y conservación de las vides mexicanas. Los autores y editores, así como las instituciones en donde laboramos y aquellas que patrocinan estas investigaciones, esperamos se cumpla este objetivo y que el lector, alumno, profesor, investigador, público en general, disfrute esta lectura y, sobre todo, se interese en el recurso *Vitis*.

Toluca, México, octubre de 2012

Omar Franco Mora

Coordinador de la obra

Laboratorio de Horticultura

Universidad Autónoma del Estado de México

Autores

Aguilar Melchor, Juan José

(†) Estudió en la Universidad Autónoma de Chihuahua y laboró en la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX ocupando diversos cargos, entre ellos las gerencias de Producción y la de Investigación. Durante su desempeño laboral fue mentor de varias generaciones.

Aguirre Ortega, Sara

Ingeniera Agrónoma Industrial y Maestra en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Correo electrónico: «sara-ao@hotmail.com».

Barrientos Priego, Alejandro

Ingeniero Agrónomo por la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) en donde labora en el departamento de Fitotecnia. Sus estudios de Maestría y Doctorado los realizó en el Colegio de Postgraduados.

Bernal Valenzo, Bernardo

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la UAEM. Es investigador en la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX en el área de Ecología y en el proyecto de Centros de Conservación de Semi-

llas Recalcitrantes para Climas Subtropicales. Correo electrónico: «valenzo_16@hotmail.com».

Castañeda Vildózola, Álvaro

Es egresado del Departamento de Parasitología Agrícola de la UACH. Sus estudios de Maestría y Doctorado los realizó en el Colegio de Postgraduados. Es profesor-investigador en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM donde imparte los cursos de Entomología General y Acarología; sus líneas de investigación son la Conservación de Recursos Fitogenéticos de Anonaceas y Plagas de Frutales. Es miembro del SNI (C) y pertenece al Cuerpo Académico UAEM-127 Cultivos básicos y hortícolas. Correo electrónico: «acastanedav@uaemex.mx».

Cruz Castillo, Juan Guillermo

Ingeniero Agrónomo por la Universidad Autónoma Metropolitana, obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en la Universidad de Puerto Rico y el grado de Doctor en Ciencias en Massey University, Nueva Zelanda, donde realizó una estancia postdoctoral, al igual que en Università degli Studi di Perugia, Italia. Es profesor adscrito al Centro Regional Universitario Oriente de la UACH. Sus líneas de investigación incluyen la Horticultura General y el Desarrollo de Especies Frutales Nativas de México. Es miembro del SNI (II) y actualmente es el líder de la Red de Vid. Correo electrónico: «jcruzcastillo@yahoo.com».

Espíndola Barquera, María de la Cruz

Ingeniera Agrónoma por la UACH. Obtuvo los grados de Maestra y Doctora en Ciencias en el Colegio de Postgraduados. Ocupa la Gerencia de Investigación en la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX. Correo electrónico: «mespindolab@gmail.com».

Franco Mora, Omar

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la UAEM, Maestro en Ciencias por el Colegio de Postgraduados y Doctor en Ciencias por Tottori University, Japón. Labora en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM en el área de Horticultura y los Recursos Fitogenéticos, principalmente Frutícolas. Es miembro del SNI (I) y líder del Cuerpo Académico UAEM-127 Cultivos básicos y hortícolas. Correo electrónico: «ofrancom@uaemex.mx».

González Huerta, Andrés

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, Maestro en Ciencias en Fito-mejoramiento y Doctor en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la UAEM, donde desde 1988 es profesor e investigador en temas relacionados con Recursos Fitogenéticos de los Valles Altos del Centro de México. Es miembro del SNI (I) y pertenece al Cuerpo Académico UAEM-127 Cultivos básicos y hortícolas. Correo electrónico: «agonzalezh@uaemex.mx».

Gutiérrez Ibáñez, Ana Tarín

Bióloga y Doctora en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la UAEM, en donde es docente-investigadora en la Facultad de Ciencias Agrícolas. Su área de trabajo implica la Microbiología y Fitopatología. Es miembro del SNI (C). Correo electrónico: «atarini@uaemex.mx».

Gutiérrez Rodríguez, Francisco

Doctor en Ciencias por el Instituto Agrícola de Leningrado, actual Universidad Agraria de San Petesburgo, Rusia. Es profesor adscrito a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM donde es docente en el área de Mecanización Agrícola y pertenece al Cuerpo Académico UAEM-127 Cultivos básicos y hortícolas. Correo electrónico: «fgrfca@hotmail.com».

Ibáñez Martínez, Armando

Ingeniero Agrónomo en Suelos por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Culminó su Maestría en Ciencias en el Colegio de Postgraduados y el Doctorado en Ciencias en Horticultura en la UACH. Es profesor investigador en la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) donde imparte Estadística Aplicada, Fruticultura y Fisiología Vegetal. Correo electrónico: «armandoibama@hotmail.com».

Jiménez Martínez, José Humberto

Es Ingeniero Agrohidráulico por la BUAP y Maestro en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la UAEM; labora en la Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Puebla. Correo electrónico: «humber90@hotmail.com».

Laguna Cerda, Antonio

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista egresado de la UAEM. Maestro y Doctor en Ciencias por el Colegio de Postgraduados. Labora en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM donde es docente e investigador en áreas relacionadas con Fisiología Vegetal, Mejoramiento Genético y Recursos Genéticos en Especies Hortícolas. Es miembro del SNI (I). Correo electrónico: «alagunac@uaemex.mx».

Morales Rosales, Edgar Jesús

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista y Maestro en Ciencias en Fito-mejoramiento por la UAEM. Tiene el grado de Doctor en Ciencias por el Colegio de Postgraduados y es docente e investigador en el área de Fisiología Vegetal en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM. Es miembro del SNI (I). Correo electrónico: «ejmorales@uaemex.mx».

Pérez López, Delfina de Jesús

Ingeniera Agrónoma Fitotecnista, Maestra en Ciencias en Fito-mejoramiento y Doctora en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la UAEM donde labora en el área de Mejoramiento Genético y Producción de Cultivos Básicos y Hortícolas. Es miembro del SNI (I) y pertenece al Cuerpo Académico UAEM-127 Cultivos básicos y hortícolas. Correo electrónico: «djperezl@uaemex.mx».

Reyes Alemán, Juan Carlos

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la UAEM. Tiene los grados de Maestro y Doctor en Ciencias por el Colegio de Postgraduados y la UACH respectivamente. Labora en el Centro Universitario Tenancingo de la UAEM siendo docente e investigador en Recursos Fitogenéticos del género *Persea*. Correo electrónico: «reyesaleman@hotmail.com».

Reyes López, Delfino

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia por la UACH; tiene los grados de Maestro y Doctor en Ciencias en Genética Vegetal por el Colegio de Postgraduados. Labora en la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica de la BUAP como profesor investigador en el Rescate y Conservación de los Recursos Fitogenéticos. Correo electrónico: «delfino.reyes@fia.buap.mx».

Rubí Arriaga, Martín

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista y Doctor en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la UAEM; es Maestro en Ciencias por el Colegio de Postgraduados. Miembro del Cuerpo Académico UAEM-127 Cultivos básicos y hortícolas y profesor en el área de Horticultura en la UAEM. Correo electrónico: «mru-bia@uaemex.mx».

Salomon Castaño, Juan

Ingeniero Agrónomo Industrial por la UAEM, institución en donde estudia la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Correo electrónico: «salcasju_cam@hotmail.com».

Sánchez Pale, Jesús Ricardo

Ingeniero Agrónomo por la Universidad Veracruzana, es Maestro en Ciencias por el Colegio de Postgraduados y Doctor en Ciencias por la UAEM. Labora como docente en la Universidad del Valle de México y colabora en proyectos de investigación con CIMMYT y Colegio de Postgraduados en las áreas de Mejoramiento Genético y Epidemiología Agrícola. Correo electrónico: «jrsanchez@att.net.mx».

Tobar Reyes, J. Refugio

Ingeniero Agrónomo en Horticultura y Maestro en Ciencias en Fitomejoramiento por la UAAAN; tiene el grado de Doctor en Ciencias por la UAEM. Labora en la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica de la BUAP siendo docente en las áreas de Agricultura Orgánica y Horticultura. Correo electrónico: «refugio71@yahoo.com.mx».

Villarreal Fuentes, Juan Manuel

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la UACH; tiene el grado de Maestro en Ciencias por el Colegio de Postgraduados en el departamento de Fruticultura. Es docente en la Universidad Autónoma de Chiapas y cursa los estudios doctorales en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Correo electrónico: «jmvf@unach.mx».

Índice

Presentación.	5
Autores.	7
I. Antecedentes. Evolución y potencial, <i>Franco Mora, Omar y Cruz Castillo, Juan Guillermo</i>	15
II. Reproducción y propagación, <i>Jiménez Martínez, José Humberto; Franco Mora, Omar; González Huerta, Andrés y Gutiérrez Rodríguez, Francisco</i>	31
III. Distribución y caracterización, <i>Franco Mora, Omar; Cruz Castillo, Juan Guillermo; González Huerta, Andrés y Pérez López, Delfina de Jesús</i>	42
IV. Cinética del crecimiento del fruto y la semilla, <i>Aguirre Ortega, Sara; Franco Mora, Omar; González Huerta, Andrés y Villarreal Fuentes, Juan Manuel</i> . . .	68
V. Potencial agroindustrial y culinario, <i>Salomon Castaño, Juan; Cruz Castillo, Juan Guillermo; Franco Mora, Omar y Rubí Arriaga, Martín</i>	80
VI. Compuestos farmacológicos en hojas de vid silvestre (<i>Vitis</i> spp.), <i>Tobar Reyes, J. Refugio; Franco Mora, Omar; Cruz Castillo, Juan Guillermo; Ibáñez Martínez, Armando; Reyes López, Delfino y Morales Rosales, Edgar Jesús</i>	94
VII. Enfermedades y plagas actuales y potenciales, <i>Castañeda Vildózola, Álvaro; Gutiérrez Ibáñez, Ana Tarín; Laguna Cerda, Antonio y Sánchez Pale, Jesús Ricardo</i>	103
VIII. Conservación <i>ex situ</i> de germoplasma de vides silvestres. Experiencias en el Centro de Conservación de	

Recursos Fitogenéticos de Especies con Semillas Re- calcitrantes de Clima Subtropical, <i>Bernal Valenzo, Ber- nardo; Espíndola Barquera, María de la Cruz; Reyes Alemán, Juan Carlos; Aguilar Melchor, Juan José y Barrientos Priego, Alejandro.</i>	125
Índice de cuadros, figuras, gráficas y mapas.	131

I. Antecedentes. Evolución y potencial

Franco Mora, Omar¹ y Cruz Castillo, Juan Guillermo²*

1.1 *Vitis vinifera*

La vid (*Vitis vinifera* L.) es uno de los cultivos más importantes en el mundo. Su fruto, conocido como uva, es delicioso y posee un alto contenido en glucosa, carbohidrato que se absorbe fácilmente en el cuerpo humano del que es una de sus principales fuentes de energía (Jiang *et ál.*, 2009). La fruta cosechada en aproximadamente ocho millones de hectáreas se destina principalmente a la elaboración de vino, bebida cuyos mayores productores y consumidores son Italia, Francia y España (Ayala, 2011). El fruto también se consume en forma de jugo, pasas y otros productos agroindustriales (Myles *et ál.*, 2011; Liang *et ál.*, 2012).

En México, el cultivo de la vid reviste una singular importancia por ser uno de los cinco frutales con mayor superficie cultivada. La producción de uva se lleva a cabo en cerca de 16 estados de la República Mexicana y es una importante fuente de empleos y divisas (Anónimo, 2002).

Con datos de 2010, la SAGARPA reportó aproximadamente 28000 hectáreas establecidas con *V. vinifera*, arrojando una producción nacional de 307 146 toneladas y un valor estimado de producción de 4220 millones de pesos (SIAP, 2012). Se considera que en el mundo se tienen más de diez mil cultivares de *V. vinife-*

¹ Universidad Autónoma del Estado de México, «ofrancom@uaemex.mx».

² Universidad Autónoma Chapingo.

ra (Jiang *et al.*, 2009), sin embargo, los cultivados extensivamente pudieran no exceder siquiera los treinta (Boursiquot, 2000).

1.2 La vid silvestre

El género *Vitis* (Vitaceae) incluye aproximadamente setenta especies, la mayoría distribuidas en las regiones templadas del hemisferio norte (Shiraishi *et al.*, 2010; Zecca *et al.*, 2012). Se reconocen tres centros de origen para *Vitis*, el este de Asia, Europa y América del Norte (Jiang *et al.*, 2009). Inicialmente, el antecesor de la vid silvestre europea era una liana dioica que crecía apoyada sobre los árboles de los bosques templados del círculo polar ártico. Así aparecieron *V. praevinifera*, *V. salyorum* y *V. teutonica*. Posteriormente, la era cuaternaria vio surgir a *V. aussoniae* y *V. vinifera*.

Al terminar las glaciaciones en Europa sólo perduraron las subespecies correspondientes al clima templado, tales como *V. vinifera* L. *sylvestris* (Gmelin) Hegi, refugiadas en la cuenca mediterránea, el sur del Mar Caspio y el Oriente Próximo y Medio; se considera que en la actualidad esta última especie se encuentra ampliamente distribuida desde las costas del Atlántico hasta el este de los Himalayas (Zohary y Hopf, 2000; Ocete *et al.*, 2011).

Estas vides, tras cruzamientos, adaptación y selección se convierten en *V. vinifera sativa*, la *Vitis* madre de más de 90% del viñedo mundial actual. La especie *V. vinifera* L. se encuentra integrada por dos subespecies, una de ellas hermafrodita, llamada *V. vinifera* L. subespecie *sativa*, la de mayor importancia comercial; y otra dioica, llamada *V. vinifera sylvestris*, posible antecesor de *V. vinifera sativa* (Ocete *et al.*, 2004).

El cultivo de la vid probablemente inició en el Paleolítico, si bien sólo se tienen evidencias arqueológicas de su cultivo en el Neolítico, aproximadamente hace nueve mil años o más (Ayala, 2011). La domesticación de la *V. vinifera sylvestris* tuvo lugar en una zona localizada entre el Cáucaso y Armenia, donde todavía hoy puede encontrarse la mayor diversidad de dicha especie; posteriormente el cultivo pasó al Valle del Jordán y Egipto (Duque y Yáñez, 2005; Myles *et al.*, 2011). En diferentes zonas de

España han sido hallados restos de semillas de vid silvestre en complejos funerarios romano-paleocristianos de los siglos IV-V (Ocete *et ál.*, 2011).

Por otro lado, las primeras evidencias sobre elaboración de vino en Europa se remontan a aproximadamente entre siete mil y siete mil cuatrocientos años (Ayala, 2011). Datos de China sugieren que en esa región los primeros vinos se elaboraron de una especie nativa hace aproximadamente nueve mil años (Jiang *et ál.*, 2009). La llegada de plantas de *V. vinifera* a China data del año 200 aC, popularizándose su cultivo en dicha región cien años después (Jiang *et ál.*, 2009).

Para *Vitis*, generalmente se reconocen dos subgéneros: *Vitis* ($2n=38$, comprendiendo la mayoría de las especies) y *Muscadinia* ($2n=40$; con 2 o 3 especies) (Wen *et ál.*, 2007). La distribución actual reconocida del subgénero *Vitis* incluye el norte de Sudamérica, Centro y Norteamérica, Asia y Europa. Por su parte, *Muscadinia* se limita al suroeste de Estados Unidos de América, noreste de México, Belice, Guatemala y el Caribe (Zecca *et ál.*, 2012).

Recientes estudios moleculares han sugerido que *V. vinifera sylvestris* es “hermana” de las vides silvestres asiáticas, y que la diversificación en general de las vides silvestres ha pasado por un proceso complejo que arranca en las épocas terciaria y cuaternaria, involucrando factores geográficos y climáticos (Zecca *et ál.*, 2012).

Desde hace algunos años es posible notar un alto grado de erosión genética, con la consiguiente pérdida de diversidad en las vides. Se ha indicado que en Francia sólo se propagan ciento treinta y tres cultivares de vid para vino, y veintiocho de ellas representan más de 90% de las plantas injertadas (Boursiquot, 2000).

Para el caso particular de *V. vinifera sylvestris*, se señala que además del uso generalizado de portainjertos americanos; en sitios donde crece naturalmente se ha observado la invasión de la viña virgen (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.), una vitácea introducida que está colonizando espacios desde Polonia hasta Portugal (Ocete *et ál.*, 2011).

Por otro lado, durante mucho tiempo las vides silvestres de origen americano jugaron un papel poco importante en la viticultura. No fue

sino hasta la invasión de la filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), un insecto que daña las raíces, ocurrida en Europa en 1860, que recobraron su importancia, ya que muchas de las especies norteamericanas que resultaron resistentes a dicha plaga fueron empleadas como portainjerto para replantar viñedos europeos (Anónimo, 1973).

Inicialmente se injertó sobre *V. labrusca* L., pero posteriormente se observó que *V. riparia* Michx. y *V. rupestris* Scheele presentaban mayor resistencia a la filoxera (Ayala, 2011).

El empleo potencial de las especies silvestres en programas de mejora varietal, al realimentar la diversidad del cultivo resalta la importancia de salvaguardar el mayor número de ejemplares silvestres y de cultivares tradicionales (Ocete *et ál.*, 2004); particularmente, ahora se reconocen como una fuente valiosa de resistencia a las enfermedades y diferentes tipos de estrés ambiental (Zecca *et ál.*, 2012), así como en la mejora de la calidad de fruto (Liang *et ál.*, 2012).

1.2.1 Las vides silvestres en México

Aunque en nuestro país la producción de uva está relacionada con la llegada de los españoles a América en las postrimerías del siglo xv, algunos datos sugieren que en el Nuevo Mundo las civilizaciones prehispánicas empleaban vides nativas, entre ellas *V. rupestris*, *V. labrusca* y *V. berlandieri* Planch., con fines medicinales, o bien para la elaboración de pasas, que eran consumidas durante el invierno (Anónimo, 1973; Anónimo, 2002).

Particularmente, en el México antiguo, según Motolinía, las vides silvestres eran empleadas por los lugareños. Él escribió: “echan largos vástagos y cargan de muchos racimos y vienen a ser uvas que se comen verdes, y algunas han hecho vino, aunque ha sido muy poco” (Cruz, 2007). Posteriormente, la vid se extendió a todas las regiones de América, por intermediación de los misioneros y los emigrantes españoles (Larrea, 1981).

Hace más de tres décadas, la desaparecida Comisión Nacional de Fruticultura (CONAFRUT) estableció vides tropicales en un banco de germoplasma en Tamarindo, Veracruz; sin embargo, desde hace algunos años se perdió esta colección (Cruz, 2007).

Debido a su gran riqueza de especies del género *Vitis*, durante varios años México ha sido visitado por investigadores de otros países, quienes las han recolectado con el fin de incorporarlas a sus bancos de germoplasma y a sus programas de mejoramiento genético.

Esta riqueza en biodiversidad no ha sido suficientemente estudiada, y prueba de ello es que tan sólo a finales de los años ochenta del siglo veinte, un investigador estadounidense descubrió y clasificó *V. nesbittiana* Comeaux, una nueva especie originaria de Veracruz (Comeaux, 1987) y posteriormente logró la identificación de *V. bloodworthiana* Comeaux y *V. jaegeriana* Comeaux (Comeaux, 1991).

Aunque México alberga un gran número de especies de *Vitis* en diferentes regiones de su geografía, de 2002 a 2005 la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), dependiente de la Organización de Naciones Unidas (ONU), documentó una deforestación de trescientas catorce mil hectáreas anuales, actividad que está deteriorando y transformando los diversos hábitat que alojan a estos importantes recursos fitogenéticos. A partir de 2005 han menudeado los esfuerzos por ubicar sitios específicos en donde se desarrolle de manera natural la vid silvestre. Estos trabajos han sido apoyados decididamente por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI) y diversas universidades del país, entre ellas la Universidad Autónoma Chapingo, la Universidad Autónoma del Estado de México, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Universidad Veracruzana y el Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán, entre otras.

La conjunción de estos esfuerzos ha permitido establecer un banco de germoplasma de vid silvestre en las instalaciones de la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX en Coatepec Harinas, Estado de México (véase figura 1.1); así, a mediados del año 2012 diversas accesiones presentan flor, con lo que se podrán realizar varios estudios sistemáticos de este recurso (véase capítulo VIII).

Figura 1.1
Vista del banco de germoplasma de vid silvestre
en la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX,
Coatepec Harinas, Estado de México



Fuente: Elaboración propia.

1.3 Morfología

1.3.1 Sistema radical

El aspecto externo varía según la vid proceda de semilla o estaca. Las procedentes de semillas son pivotantes, con raíces principal y secundarias; posteriormente aparecen raíces adventicias del tronco de la planta; las de estaca son fasciculadas y tienen la particularidad de poder sacar raíces en cada nudo. La longitud y grosor varían de acuerdo con la clase de suelo y especie. La resistencia a la filoxera se da en función de la estructura de la raíz, siendo más resistentes aquellas raíces delgadas y con pocos radios medulares (Larrea, 1981).

1.3.2 Tallo

Posee un tronco retorcido más o menos oscuro que funciona como tallo principal, el cual puede llegar a ser muy grueso (La-

rrea, 1981) (véase figura 1.2); de él salen los tallos secundarios, que llegan a alcanzar alturas de hasta veinte metros y ramas de hasta un centímetro de diámetro, ambos están cubiertos densamente por lenticelas (Rzedowski y Calderón, 2005). La corteza es más rugosa cuanto más edad tiene, y de color castaño según la especie, edad de la planta, suelo y clima. Las ramas más jóvenes presentan un color variado, verde por lo general, aunque pueden pintarse con tonalidades amarillentas o rojizas, con o sin vello­sidades (Larrea, 1981).

Figura 1.2

Tallo de vid silvestre creciendo sobre el tallo de otra especie vegetal no identificada, en el sur del Estado de México



Fuente: Elaboración propia.

1.3.3 Hojas

Las hojas de las vides ocupan posiciones opuestas en las ramas y tienen márgenes dentados o aserrados y lóbulos que se traslapan a menudo (Rzedowski y Calderón, 2005); pueden además variar en forma y tamaño, dependiendo de la especie (Reynier, 2001). El peciolo, por su parte, puede llegar a medir hasta siete centímetros de largo (Rzedowski y Calderón, 2005).

La forma del limbo puede ser cordiforme, cuneiforme, orbicular, reniforme o truncada, y se pueden distinguir las dos caras del mismo: la superior o haz es más oscura, más brillante y con menos pubescencia, a veces nula, que el envés (Larrea, 1981).

Al caracterizar quince ecotipos de *Vitis* spp. nativos de tres regiones representativas del estado de Puebla, denominadas «Teziutlán», «Atlixco» y «Tehuacán», entre las cuales no se encontró ninguna *V. vinifera*, se observó que al menos 50% de dichas plantas presentaba hojas con pigmentación por antocianinas, con algunas de ellas alcanzando coloraciones altas, siendo un buen ejemplo de ello las colectadas en la región de Teziutlán. El número de lóbulos por hoja fue de cero, tres o cinco (Franco-Mora *et ál.*, 2008a).

Al medir las hojas de diferentes ecotipos de vid silvestre desarrollada en Toluca, Estado de México, se encontró que el área para lo que se podría determinar como hojas chicas, medianas y grandes muestra una amplia variabilidad, teniendo áreas de 1.1 a 1.2 cm², 5.0 a 35.4 cm², y 8.8 a 49.3 cm², respectivamente. Estos datos demuestran la alta variabilidad en tamaño que presentan las hojas de la vid silvestre.

1.3.4 Zarcillos

Este órgano actúa como un fijador gracias a su intensa excitabilidad de contacto. Son típicamente filiformes y se caracterizan por su capacidad para rodear los soportes y de este modo fijarse a ellos. Se disponen en posición opuesta cada dos o tres hojas sucesivas (Ocete *et ál.*, 2004). Pueden definirse como órganos de sujeción de la parte aérea de la planta y se encuentran en los nudos de los sarmientos (Larrea, 1981). Pueden ser de dos tipos: zarcillos simples sin ramificarse, o zarcillos bifurcados (Rzedowski y Calderón, 2005).

1.3.5 Flores

Las flores son pequeñas y se encuentran agregadas en inflorescencias (Álvarez y Fernández, 2000); forman racimos compuestos colocados en forma opuesta a las hojas (*véase* figura 1.3), con uno o más escapos y de forma variable (Larrea, 1981). Son pen-

támeras; es decir, están formadas por cinco piezas (Rzedowski y Calderón, 2005). Para el caso de la *V. vinifera sylvestris*, se ha indicado que las plantas masculinas presentan flor masculina pura, en tanto que los ejemplares femeninos exhiben una flor femenina con estambres reflejos (Ocete *et ál.*, 2011).

1.3.6 Fruto

El fruto se encuentra agrupado en infrutescencias denominadas racimos (véase figura 1.4). Se trata de una baya de forma esférica o ligeramente alargada, de tamaño, peso y color variable y sin un olor definido (Larrea, 1981); cada fruto posee de dos a cuatro semillas (Álvarez y Fernández, 2000). A su vez, la cáscara está constituida por una fina cutícula recubierta de una capa cerosa (Reynier, 2001). *V. bloodworthiana*, *V. jaegeriana*, *V. rotundifolia* Michx., *V. munsoniana* Planch. y *V. monticola* Buckl. presentan frutos con lenticelas a diferencia del resto de las vides norteamericanas, aunque algunos frutos de *V. arizonica* Engelm. llegan a mostrar lenticelas poco desarrolladas (Comeaux, 1991).

El sabor del fruto es dulce o ácido (Álvarez y Fernández, 2000) con predominio del ácido para las vides silvestres americanas. La pulpa está constituida por dos segmentos: el más cercano a la cáscara se compone de células redondas o alargadas en el sentido de los radios de la esfera, y al inferior lo forman células alargadas perpendiculares a esa dirección (Larrea, 1981).

En Temascaltepec, Estado de México, y bajo condiciones silvestres, se ha observado que transcurren cien días de flor a maduración del fruto de *Vitis* spp.; presentando un crecimiento simple sigmoide (Aguirre, 2011) (véase capítulo IV). Los frutos de las vides silvestres mexicanas, entre ellas *V. cinerea* Engelm., *V. arizonica*, *V. berlandieri* y *V. rupetris*, generalmente son pequeños y pesan menos de un gramo (Shiraishi y Shiraishi, 1997; Aguirre, 2011).

1.3.7 Semilla

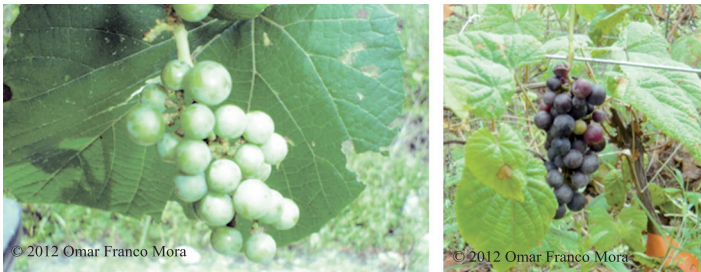
Las semillas son de forma redondeada por un lado y aplastada por el otro, terminando en punta. La parte redondeada muestra

Figura 1.3
Vista de flores de vid silvestre en
preantesis y en apertura floral



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.4
Uvas silvestres en Hueytamalco, Puebla y
Zumpahuacán, Estado de México



Fuente: Elaboración propia.

un surco ventral y la plana tiene dos a manera de cavidades. Presentan una cubierta dura y debajo se encuentra una fina membrana sobre abundante albumen, que contiene un embrión con dos cotiledones. Su facultad germinativa dura aproximadamente tres años y tardan en germinar alrededor de cincuenta días (Larrea, 1981).

En promedio, los frutos de *Vitis* del sur del Estado de México poseen 2.6 semillas por fruto, con dimensiones de 0.5 cm de altura y 0.4 cm de ancho y un peso de 0.02 a 0.05 g (Aguirre, 2011).

De manera similar, Comeaux (1991) reportó que el tamaño de las semillas de *V. jaegeriana* es de 0.3 a 0.5 cm de ancho y 0.4 a 0.5 cm de largo; y las de *V. bloodworthiana* resultaron de 0.3 a 0.35 cm de ancho por 0.35 a 0.5 cm de largo. Las semillas de *V. nesbittiana* son ligeramente más grandes, 0.3 a 0.45 cm de ancho y 0.35 a 0.6 cm de largo (Comeaux, 1987).

1.4 Usos actuales y potenciales

La vid silvestre no se cultiva de manera comercial en México (véase figura 1.5), por lo que se carece de datos sobre su producción. Existe un desconocimiento general del posible uso de las plantas de este género; sin embargo, se reporta su empleo como auxiliar en algunas enfermedades, mientras que las bayas se consumen en fresco y ocasionalmente son transformadas por la agroindustria (Cruz *et ál.*, 2006; Cruz, 2007; Franco-Mora *et ál.*, 2008b). Se comprende entonces que el estudio de los diversos órganos de las distintas vides silvestres existentes en nuestro país permitirá un mejor aprovechamiento de este recurso fitogenético.

Figura 1.5
Sistema de conducción de vid silvestre en Chapulco, Puebla



Fuente: Elaboración propia.

1.4.1 Potencial agronómico

Como ya se indicó, México es la zona de origen de muchas especies de *Vitis*, de las cuales sólo se han estudiado algunas que son originarias del norte del país, principalmente como base para la obtención de portainjertos.

A raíz de la invasión filoxérica a Europa a fines de 1800, se prestó atención especial a este grupo de especies, principalmente por su grado de resistencia a la filoxera. De esta suerte, las vides silvestres se han utilizado primordialmente como portainjertos para uvas comerciales, y en menor grado se han utilizado para la obtención de híbridos productores de fruta (Cruz, 2007).

Las especies silvestres del género *Vitis* tienen un amplio potencial en el aspecto agronómico, como fuentes de genes diversos que pueden conferir características de resistencia a las vides, tanto en portainjertos como cultivares. Por ejemplo, su follaje es normalmente muy resistente al moho y a la putrefacción negra.

Aunque en nuestro país las investigaciones han sido mínimas, en naciones como España y Brasil las vides silvestres se utilizan extensamente en programas de mejoramiento genético, a efecto de transferir genes de resistencia al frío y a distintas enfermedades (Franco-Mora *et ál.*, 2008b).

Recientemente, en Japón se ha observado que como consecuencia del cambio climático, los genes responsables de la pigmentación de la cáscara por antocianinas no se activan (Shiraishi, 2008; comunicación personal). Esto puede ser aprovechado potencialmente por nuestro país, ya que existen especies de vides que están adaptadas para pigmentar en condiciones de altas temperaturas, como las que prosperan en los trópicos y en los subtrópicos.

1.4.2 Potencial agroindustrial

En Huitzucó, en el estado de Guerrero, el señor Efrén Figueroa Rodríguez produce vino de vid silvestre, presumiblemente de *V. tiliifolia* H. *et*. B. Se reporta también la producción de licor de vid silvestre en Chignautla, Puebla, y actualmente se realizan pruebas

sensoriales de licor de vid silvestre colectada en Temascaltepec y San Simón de Guerrero, Estado de México (véase capítulo v).

Por otra parte, el Instituto Tecnológico Superior de Ciudad Serdán generó una tecnología de producción de jalea de vid silvestre. Es importante estandarizar los diversos métodos de producción agroindustrial, debido a que índices importantes como el contenido de azúcares y compuestos fenólicos muestran un amplio rango de variación entre plantas y entre años para frutos de *V. cinerea* (Aguirre, 2011) (véase capítulo IV).

1.4.3 Potencial farmacológico

La vid silvestre ha estado presente en la farmacognosia de México; por tanto, resulta importante validar su potencial, principalmente a través de la determinación del contenido de los metabolitos secundarios presentes en ella. Tobar-Reyes *et ál.* (2009, 2011) indican que el contenido de antioxidantes en las hojas de vid silvestre varía de acuerdo al genotipo, e incluso al sitio de crecimiento (véase capítulo VI).

1.4.4 Cestos y cercas

En el rubro de las construcciones rurales, el tallo se utilizaba como hilo natural para sostener las cercas de las casas y para la elaboración de trampas para los camarones de agua dulce, aunque actualmente ya no se emplea, luego de la introducción de hilos de plástico y alambre (Cruz, 2007).

1.4.5 Uso ornamental

Si bien en la República Mexicana no se le ha dado un uso ornamental a la vid silvestre, en Japón se ha aprovechado a *V. coignetiae* Pulliat por la tonalidad roja que presentan sus hojas durante el otoño. En este sentido, se ha observado que un importante número de accesiones de la vid mexicana presenta tonalidades rojas en las hojas, lo que las hace muy atractivas para éste u otros posibles fines.

Bibliografía

- Aguirre, O. S. (2011). *Crecimiento y caracterización morfológica y bioquímica de frutos de vid silvestre (Vitis cinerea)*. Tesis de M. C. UAEM. Toluca, México. 83 pp.
- Ayala, F. J. (2011). "Elixir of life: *In vino veritas*". *Proc. Nat. Acad. Sc.* 108: 3 457-3 458.
- Álvarez, R. y A. Fernández J. (2000). "Poblaciones silvestres de higueras, vides y olivos en la costa cantábrica. Consideraciones acerca de su origen". *Nat. Cantabrica*. 1: 33-43.
- Anónimo (1973). *Localización y dispersión de vides nativas de México y su aportación a la viticultura mundial*. Programa Nacional Vitícola. Comisión Nacional de Fruticultura. México, D. F. 62 pp.
- Anónimo (2002). "La vid y la uva". *Rev. Claridades Agropec.* 105: 3-30.
- Boursiquot, J. M. (2000). "Development of methods for the conservation and the management of grape genetic resources". *Acta Hort.* 528: 33-38.
- Comeaux, B. L. (1987). "A new *Vitis* (Vitaceae) from Veracruz, Mexico". *Sida.* 12: 273-287.
- Comeaux, B. L. (1991). "Two new *Vitis* (Vitaceae) from mountainous Mexico". *Sida.* 14: 459-466.
- Cruz, C. J. G. (2007). "Las uvas (*Vitis*) silvestres. Distribución y usos en la región central de Veracruz". En. Nieto, A. R. *Frutales nativos, un recurso fitogenético de México*. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp. 225-250.
- Cruz, C. J. G., J. A. Ortiz P., A. Roque P., O. Franco M., J. Madeiro T., P. Cirigiliano J. y J. Murguía (2006). "Las uvas (*Vitis*) silvestres, distribución y usos en la región central de Veracruz". *Aquí Centros Regionales.* 48: 3-6.
- Duque, M. C. y F. Yáñez B. (2005). "Origen, historia y evolución del cultivo de la vid". *Rev. Enol.* 38: 13-21.
- Franco-Mora, O., E. J. Morales-Rosales, A. González-Huerta and J. G. Cruz-Castillo (2008a). "Vegetative characterization of wild grapevines (*Vitis* spp.) native to Puebla, Mexico". *HortSci.* 43: 1991-1995.

- Franco-Mora, O., J. G. Cruz-Castillo, A. A. Cortés-Sánchez y A. C. Rodríguez-Landero (2008b). “Localización y usos de vides silvestres (*Vitis* spp.) en el estado de Puebla, México”. *Ra Ximhai*. 4: 151-165.
- Jiang, H. E., Y. B. Zhang, X. Li, Y. F. Yao, D. K. Ferguson, E. G. Lü and C. S. Li (2009). “Evidence of early viticulture in China: proof of a grapevine (*Vitis vinifera* L., Vitaceae) in the Yanghai tombs, Xinjiang”. *J. Archeol. Sc.* 36: 1458-1465.
- Larrea, R. A. (1981). *Viticultura básica, prácticas y sistemas de cultivo en España e Iberoamérica*. AEDOS. Madrid, España. 267 pp.
- Liang, Z., Y. Yang, L. Cheng and G. Y. Zhong (2012). “Polyphenolic composition and content in the ripe berries of wild *Vitis* species”. *Food Chem.* 132: 730-738.
- Myles, S., A. R. Boyko, C. L. Owens, P. J. Brown, F. Grassi, M. K. Aradhya, B. Prins, A. Reynolds, J. M. Chia, C. D. Bustamante and E. S. Buckler (2011). “Genetic structure and domestication history of the grape”. *Proc. Nat. Acad. Sc.* 108: 3530-3535.
- Ocete, R. R., M. A. López M., A. Gallardo C., C. Arnold, M. A. Pérez I. e I. M. Rubio (2004). *La vid silvestre en el país vasco y territorios limítrofes: ecología, distribución y riesgos para su conservación*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gasteiz, España. 171 pp.
- Reynier, A. (2001). *Manual de viticultura. Guía técnica de viticultura*. Mundi-Prensa. Madrid, España. 497 pp.
- Rzedowski, J. y G. Calderón R. (2005). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. Fascículo 131. Vitaceae. Instituto de Ecología. Pátzcuaro, Michoacán. 31 pp.
- Shiraishi, M. (2008). Comunicación personal. Investigador del Centro de Investigación Agrícola de Fukuoka. Fukuoka, Japón.
- Shiraishi, M. and S. Shiraishi (1997). *Database of grape genetic resources for 21-st Century ampelography*. Kyushu University. Fukuoka, Japan. 450 pp.
- Shiraishi, M., H. Fujishima and H. Chijiwa (2010). “Evaluation of table grape genetic resources for sugar, organic acid and amino acid composition of berries”. *Euphytica*. 174: 1-13.
- Tobar-Reyes, J. R., O. Franco-Mora, E. J. Morales-Rosales y J. G. Cruz-Castillo (2009). “Contenido de resveratrol en hojas

- de vides silvestres (*Vitis* spp.) mexicanas”. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 41: 127-137.
- Tobar-Reyes, J. R., O. Franco-Mora, E. J. Morales-Rosales y J. G. Cruz-Castillo (2011). “Fenoles de interés farmacológico en vides silvestres (*Vitis* spp.) de México”. *Bol. Latinoam. Caribe Plantas Med. Aromáticas.* 10: 167-172.
- Wen, J., Z. L. Nie, A. Soejima and Y. Meng (2007). “Phylogenie of Vitaceae base on the nuclear *GA1* gene sequences”. *Can. J. Bot.* 85: 731-745.
- Zecca, G., J. R. Abbott, W. B. Sun, A. Spada, F. Sala and F. Grassi (2012). “The timing and the mode of evolution of wild grapes (*Vitis*)”. *Mol. Phyl. Evol.* 66: 736-747.
- Zohary, D. and M. Hopf (2000). *Domestication of plants in the old world.* Oxford University Press. New York, USA. 316 pp.

Cibergrafía

- Ocete, R., A. Gallardo, M. A. Pérez, C. Ocete, M. Lara y M. A. López (2011). “Usos tradicionales de la vid silvestre en España”. *Territoires du vin.* (consultado el 1 de febrero de 2012 en <http://revuesshs.u-bourgogne.fr/territoiresduvin/document.php?id=934>).
- Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). 2012. SAGARPA. Gobierno de México. (consultado el 1 de febrero de 2012 en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350).

II. Reproducción y propagación

Jiménez Martínez, José Humberto^{1, 2}; *Franco Mora, Omar*^{1*};
*González Huerta, Andrés*¹ y *Gutiérrez Rodríguez, Francisco*¹

El género *Vitis* se propaga tanto de forma sexual como asexual. Es factible decir que su capacidad de regeneración está limitada, en gran medida, por el hombre. El cambio en el uso del suelo, de forestal a agrícola o pecuario, la construcción de viviendas y el diseño de nuevas autopistas y carreteras entre otros factores, son las principales limitantes de la regeneración natural de esta especie.

2.1 Reproducción sexual

Se conoce que *V. vinifera sylvestris*, *V. californica* Benth. y *V. coignetiae* son especies dioicas cuyas flores son unisexuales; mientras que *V. vinifera sativa* es monoica y presenta flores hermafroditas (Álvarez y Fernández, 2000; Honma *et ál.*, 2007).

Por otro lado, la mayoría, posiblemente todas, del resto de las especies silvestres mexicanas de *Vitis* poseen flores hermafroditas. Actualmente, en las colecciones de trabajo de Zumpahuacán, Estado de México; Huatusco, Veracruz; y Teziutlán, Puebla, además del Banco de Germoplasma en Coatepec Harinas empiezan a realizarse investigaciones en las flores en distintas accesiones que

¹ Universidad Autónoma del Estado de México «ofrancom@uaemex.mx».

² Adscripción actual: Gobierno del Estado de Puebla.

permiten hacer observaciones sistemáticas, lo cual mejorará su conocimiento y posiblemente ayude a su correcta identificación taxonómica.

Existen reportes de cruzamientos entre especies de vid, los cuales se han hecho con fines de mejoramiento genético, aunque también han ocurrido de manera natural. El mejoramiento genético se ha enfocado a la obtención de híbridos con potencial para portainjerto, pero también se ha cruzado *V. vinifera* con especies nativas, i.e. *V. labrusca* y *V. aestivalis* Michx., con el fin de producir vid en los subtrópicos y trópicos (Boursiquot, 2000; Laguna *et ál.*, 2003).

Por otro lado, se ha generado escasa información sobre la viabilidad de las semillas de especies no cultivadas de vid. Para *V. amurensis* Rupr., especie originaria de Asia, se indica que existen diferencias en el porcentaje de germinación y viabilidad dentro de la misma especie (Wang *et ál.*, 2011).

Datos sobre vid silvestre mexicana enfatizan que en *V. cinerea* nativa de Temascaltepec y San Simón de Guerrero, en el sur del Estado de México, la viabilidad de la semilla es mayor a 80% después de dos años de colecta y bajo almacenamiento a temperatura de alrededor de 15 a 22 °C. Muchas vides, aun en su ambiente natural fallan en la producción de frutos; sin embargo, cuando se logran, los frutos pueden ser consumidos por aves o mamíferos pequeños, y con ello la semilla se transporta y disemina.

2.2 Propagación vegetativa

Al igual que la vid comercial, sus parientes silvestres gozan de una alta capacidad de regeneración; son capaces de extenderse en el área donde habitan debido a la aparición de raíces adventicias, las cuales pueden generarse fácilmente en los tallos que crecen de manera rastrera.

2.2.1 Estacado

La propagación de la vid por estaca ha resultado muy conveniente (véase figura 2.1), aunque algunas vides no responden eficientemente a este sistema. De igual manera, algunas plantas responden

Figura 2.1
Proceso de propagación por estaca en vid silvestre
(Limpieza de rama (A), estacas para transporte (B),
brotación (C) y establecimiento de clones(D))



Fuente: Elaboración propia.

bien al propagar estacas jóvenes y adultas, mientras que otras pueden responder mejor a alguna de ellas, pero no a ambas.

Por tanto, hacen falta estudios más específicos para hacer una recomendación general en cuanto a la respuesta de la estaca al enraizado de acuerdo con su edad, origen y especie.

De todas maneras, el injerto es una excelente opción para la propagación de la vid silvestre, tal y como ha sucedido con *V. vi-*

nifera; sin embargo, es necesario continuar con la exploración de compatibilidad en las diferentes especies.

2.2.2 Micropropagación

La micropropagación de *V. vinifera* está ampliamente documentada. Barlass y Skene (1978) describieron un método para su micropropagación a partir de la fragmentación de yemas apicales y empleando células apicales, las cuales crecieron en el medio de cultivo líquido de Murashige-Skoog (MS) con 10 μM de benziladenina (BA) y en ausencia de auxinas.

Tomás *et ál.* (1995) describieron la micropropagación por ápices de seis cultivares de *V. vinifera* ('Garnacha', 'Tempranillo', 'Viura', 'Moscatel', 'Calagraño' y 'Miguel de Arco') en el medio MS solidificado con 6 g L⁻¹ de agar, suplementado con 30 g L⁻¹ de sacarosa y 2 mg L⁻¹ de BA; ahí se observó un incremento en el número de raíces en MS con ½ de macronutrientes, y completo de micronutrientes adicionados con 2 μM de ácido indolbutírico (AIB) en 'Garnacha', 'Tempranillo' y 'Miguel de Arco'.

Por su parte, Toro (2003) reportó la micropropagación de *V. vinifera* cv. Carménère, empleando segmentos nodales en el medio Driver y Kuniyuki modificado (DKWM) con 0.8 mg L⁻¹ de 6-bencil-aminopurina (BAP). El enraizamiento fue óptimo en el medio Roubelakis con 0.15 mg L⁻¹ de AIB, por 3, 6 o 9 días, y su posterior traspaso a medios sin auxina.

Ibáñez *et ál.* (2003) lograron 100% de brotación de *V. vinifera* cv. Napoleón empleando concentraciones de 6.67 y 8.9 μM BA; además, existen métodos eficientes para la regeneración de plantas vía embriogénesis de discos de hojas (Das *et ál.*, 2002).

Son pocos los estudios de micropropagación que se enfocan al resto de las sesenta a setenta especies que agrupa el género *Vitis* en todo el orbe. Por esta circunstancia, resulta crucial la realización de más estudios en los que se puedan afinar las técnicas que incrementen el potencial regenerativo de cada especie, para poder conservar y apoyar en la recuperación de zonas altamente afectadas por la gran actividad antrópica (Jiménez-Martínez *et ál.*, 2013).

La existencia de estudios que reportan la micropropagación de vides diferentes a *V. vinifera* se explica por el potencial como portainjerto y medicinal de las diversas especies. Por ejemplo, Lu (2005) propagó exitosamente *V. thunbergii* Scrb. et. Zucc., especie empleada en la medicina tradicional china; Paz y Villegas (2009) cultivaron *in vitro* al portainjerto R110 (*V. rupestris* x *V. berlandieri*); en tanto, Mukherjee et ál. (2010) propagaron exitosamente *in vitro* el portainjerto *V. champinii* Planch., el cual se caracteriza por tener una alta tolerancia a la sequía y la salinidad.

Los medios de cultivo más empleados para la micropropagación de *Vitis* han sido Nitsch y Nitsch (NN) (1969), Murashige y Skoog (1962), Galzy (1964) y Woody Plant Medium (WPM) (McCown y Lloyd, 1981), los cuales se pueden presentar en forma líquida o sólida.

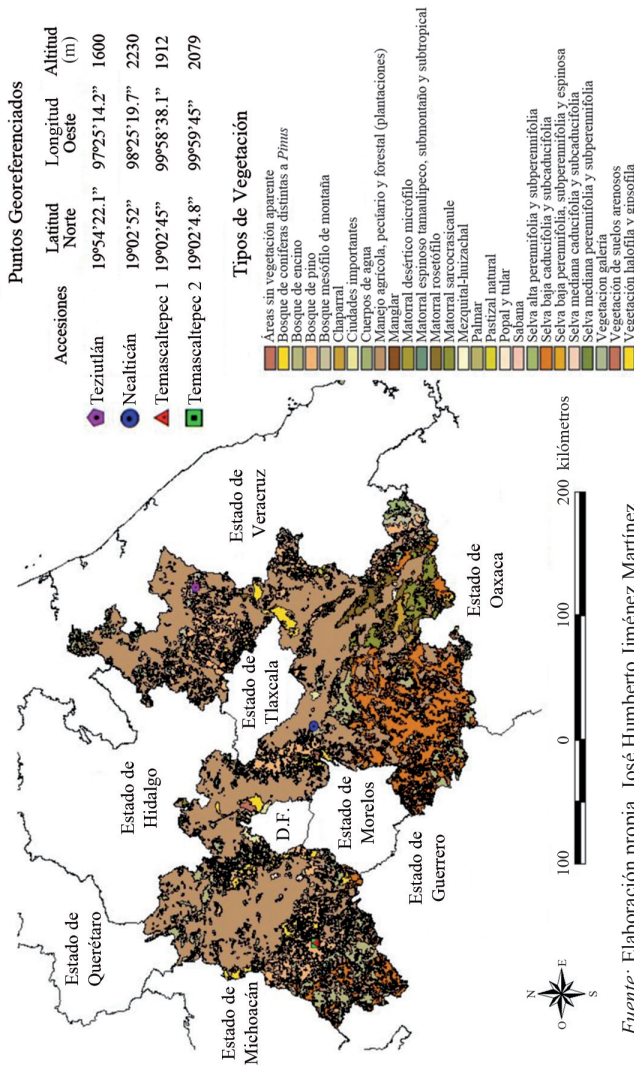
En la investigación de Lu (2005), se mencionó que al comparar tres medios de cultivo en dos clones de *V. thunbergii* (tri y pentalobulada), el medio WPM superó a MS y NN en las variables siguientes: número de brotes, número de nudos y número de hojas después de un mes de cultivo *in vitro*.

Sin embargo, Jiménez (2011) indicó que en vides silvestres del centro de México (véase mapa 2.1) y en *Cissus tilliacea*, especie de la familia Vitaceae (Jiménez-Martínez et ál., 2011), el uso de los medios de cultivo MS y WPM fue indistinto.

Se sabe que la nutrición mineral *in vitro* depende de los elementos proporcionados al explante, así como de la dimensión del mismo, la naturaleza de los tejidos y la actividad metabólica, además de la frecuencia de los trasplantes.

En este sentido, Mukherjee et ál. (2010) refirieron que los requerimientos de la composición del medio para la micropropagación de varias especies de *Vitis* dependen del genotipo. Asimismo, Jiménez-Martínez et ál. (2013) indicaron la presencia de diferencias significativas entre accesiones de vid en las variables siguientes: vigor del explante, formación de callo, número de raíces, número de hojas y número de nudos. Guiñazú et ál. (2005) observaron diferencias en la respuesta de cinco cultivares argentinos de vid ('Cereza', 'Criolla chica', 'Criolla grande', 'Pedro Giménez' y 'Torrontés Riojano').

Mapa 2.1
Ubicación original de cuatro accesiones de vid silvestre de los estados de México y Puebla, micropropagadas con dos medios de cultivo



Fuente: Elaboración propia. José Humberto Jiménez Martínez

Se ha reportado que la fuente de carbono más adecuada para la micropropagación de vid es la sacarosa. Sin embargo, Raya *et ál.* (2009) describieron el máximo enraizamiento en dos portainjertos de *Vitis* sp. (100% para 'Freedom' y 75% para 'Saltcreek'), usando como fuente de carbono glucosa; mientras que el mayor número de raíces en 'Freedom' se obtuvo con sacarosa y en 'Saltcreek' con glucosa, ambos a 175.28 mM.

Las concentraciones más empleadas de sacarosa en el medio de cultivo van de 20 a 45 g L⁻¹. Jiménez (2011) reportó la adición de 20 g L⁻¹ de sacarosa en los medios de cultivo MS y WPM, esto para accesiones del centro de la República Mexicana.

Molinos *et ál.* (2004) señalan la adición de 30 g L⁻¹ de sacarosa en el portainjerto R110, en tanto que Lu (2005) empleó 2% de sacarosa en tres medios de cultivo diferentes para micropropagar *V. thunbergii*. Por su parte, Paz y Villegas (2009) establecieron *in vitro* brotes apicales del portainjerto R110, los cuales fueron cultivados en medios con: 0, 43.8, 87.6, 131.4 y 175.2 mM de sacarosa. Lograron una supervivencia de 100%, después de nueve semanas, en plantas que se desarrollaron en medios con 43.8 mM de sacarosa en contenedores sin intercambio gaseoso; así como en 43.8 mM y 87.6 mM de sacarosa en contenedores con intercambio gaseoso.

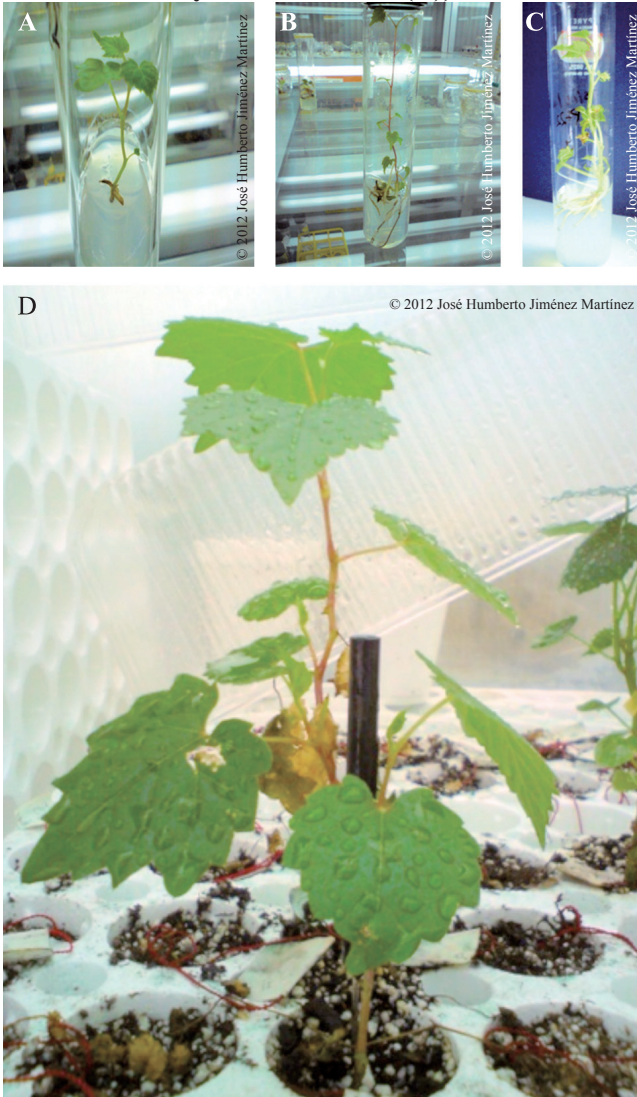
Entre los biorreguladores de crecimiento vegetal más estudiados para la micropropagación de la vid se encuentran la zeatina, BAP, 6-furfuril adenina (cinetina), BA, kinetina (K), y 2-isopentiladenina (2-ip), etcétera.

En *V. thunbergii*, Lu (2005) indicó que con 0.5 mg L⁻¹ de BA se tuvo más eficiencia, al generar de 3 a 4 brotes por explante que con la misma dosis de 2-ip o K.

Se sabe que las citocininas en el cultivo *in vitro* suelen emplearse para la estimulación de la actividad mitótica en concentraciones que van desde 0.03 a 30 mg L⁻¹ (Hurtado y Merino, 2000). Sin embargo, Jiménez-Martínez *et ál.* (2013) observaron que con 1, 1.5 y 2 mg L⁻¹ de BA se presentó vitrificación y hojas anormales en explantes de vid silvestre.

Las elevadas concentraciones de citocininas son las causantes de la inducción a la variación somaclonal en muchas especies

Figura 2.2
Proceso de multiplicación *in vitro* de *Vitis* spp.
(Generación de brote (A), enraizamiento (B y C)
y aclimatización (D))



Fuente: Elaboración propia.

(Mukherjee *et ál.*, 2010). De ahí la importancia de obtener las concentraciones adecuadas de citocininas para cada especie que se requiera micropropagar.

Por otro lado, las auxinas en general son responsables de la división y elongación celular, así como de la estimulación de las raíces. Además, fomentan el desarrollo de callos y se emplean en concentraciones de 0.1 a 10 mg L⁻¹ (Hurtado y Merino, 2000). Dentro de estos compuestos se puede mencionar ácido 3-indolacético (AIA), AIB, ácido naftalenacético (ANA), ácido 2,4-diclorofenoxiacético y ácido 4-clorofenoxiacético, entre otros.

Mukherjee *et ál.* (2010) indujeron la formación de 2.03 raíces en 84% de los explantes evaluados de *V. champinii*, con una concentración de 0.2 mg L⁻¹ de AIA. Lu (2005) obtuvo un mejor enraizamiento de *V. thunbergii* con el medio de cultivo MS, el cual fue suplementado con 0.5 mg L⁻¹ de ANA, logrando la formación de ocho raíces de 3 cm de longitud en un mes de cultivo. A su vez, Jiménez-Martínez *et ál.* (2013) sugirieron el uso de ANA para la inducción de raíces en tres accesiones de vid silvestre de México (véase figura 2.2).

Bibliografía

- Álvarez, R. y J. A. Fernández (2000). “Poblaciones silvestres de higueras, vides y olivos en la costa cantábrica. Consideraciones acerca de su origen”. *Nat. Cantabrigae*. 1: 33-43.
- Barlass, M. and G. M. Skene (1978). “*In vitro* propagation of grapevine (*Vitis vinifera*) from fragmented shoot apices”. *Vitis*. 17: 335-340.
- Boursiquot, J. M. (2000). “Development of methods for the conservation and the management of grape genetic resources”. *Acta Hort*. 528: 33-38.
- Das, D. K., M. K. Reddy, K. C. Upadhyaya and S. K. Sopory (2002). “An efficient leaf-disc culture method for the regeneration via somatic embryogenesis and transformation of grape (*Vitis vinifera* L.)”. *Plant Cell Rep*. 20: 999-1005.
- Galzy, R. (1964). “Technique de thermotherapy des viroses de la vigne”. *Ann. Epiphyties*. 15: 245-256.

- Guiñazú, E., M. T. Ponce, J. Guzmán, D. E. Juárez and M. A. Cirrincione (2005). "Grape micropropagation. A protocol for "Criollas" varieties". *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 37: 93-103.
- Honma, H., M. Shishido and S. Taira (2007). "Effects of timing and frequency of artificial pollination on fruit size and berry quality in Japanese wild grape *Vitis coignetiae* Pulliat". *Hort. Res. Japan.* 6: 229-232. (en japonés, con resumen en inglés).
- Hurtado, D. V. y M. E. Merino (2000). *Cultivo de tejidos vegetales*. Trillas. México, D.F. 231 pp.
- Ibáñez, A., M. Valero and A. Morte (2003). "Influence of cytokinins and subculturing on proliferation capacity of single-axillary-bud microcuttings of *Vitis vinifera* L. cv. Napoleon". *Anal. Biol.* 25: 81-90.
- Jiménez, M. J. H. (2011). *Micropropagación de dos géneros de Vitaceae: Cissus y Vitis*. Tesis de M. C. UAEM. Toluca, México. 101 pp.
- Jimenez-Martínez, J. H., O. Franco-Mora, M. G. Gutiérrez-Martínez, A. González-Huerta y A. Castañeda-Vildózola (2011). "Micropropagación de *Cissus tiliacea*, planta del sur del estado de México". *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 43: 71-81.
- Jiménez-Martínez, J. H., M. G. Gutiérrez-Martínez, O. Franco-Mora, A. González-Huerta y A. T. Gutiérrez-Ibáñez (2013). "Micropropagación de vides silvestres (*Vitis* spp.) del centro de México". *Phyton.* 82: XX-XX. (aceptado).
- Laguna, E. (2003). "Sobre las formas naturalizadas de *Vitis* L. (Vitaceae) en la comunidad valenciana I. Especies". *Flora Montibérica.* 23: 46-82.
- Lu, M. C. (2005). "Micropropagation of *Vitis thunbergii* Scrb. et Zucc., a medical herb, through high-frequency shoot tip culture". *Sci. Hort.* 107: 64-69.
- McCown, B. and G. Lloyd (1981). "Woody plant medium (WPM)—a revised mineral formulation for micro-culture of woody plant species". *HortSci.* 16: 453.
- Molinos, da S. C., A. Villegas, P. Sánchez, G. Alcántar, M. N. Rodríguez y L. M. Ruiz (2004). "Efecto del potencial osmótico y contenido de Ca en el medio de cultivo sobre la distribución

- de Ca^{2+} y K^+ , producción de biomasa y necrosis apical de vid 'R110'". *Interciencia*. 29: 384-388.
- Mukherjee, P., N. Husain, S. C. Misra and V. S. Rao (2010). "In vitro propagation of grape rootstock, de Grasset (*Vitis champinii* Planch.): Effects of medium composition and plant growth regulators". *Sci. Hort.* 126: 13-19.
- Murashige, T. and F. Skoog (1962). "A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture". *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- Nitsch, J. P. and C. Nitsch (1969). "Haploid plants from pollen grains". *Science*. 163: 85-87.
- Paz, R. and A. Villegas (2009). "Sucrose levels in the *in vitro* rooting and *ex vitro* acclimatization of plantlets of the R110 (*Vitis rupestris* x *Vitis berlandieri*) grapevine rootstock". *Interciencia*. 34: 897-902.
- Raya, M. Y. A., A. Villegas and G. Arellano (2009). "In vitro rooting kinetics of grapevine rootstocks to sugar source and concentration". *Rev. Fitotec. Mex.* 32: 111-117.
- Tomás, R., M. J. Gil, E. Núñez y J. Martínez (1995). "Micropropagación in vitro de variedades de vid (*Vitis vinifera* L.) cultivadas en La Rioja (España)". *Zubia Monográfico*. 7: 31-40.
- Toro, B. (2003). *Micropropagación para el Cv. Carménère (Vitis vinifera L.) con la finalidad de su utilización en un programa de certificación de plantas libres de virus*. Tesis M. C. Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile, Chile. 39 pp.
- Wang, W. Q., S. Q. Song, S. H. Li, Y. Y. Gan, J. H. Wu and H. Y. Cheng (2011). "Seed dormancy and germination in *Vitis amurensis* and its variation". *Seed Sci. Res.* 21: 255-265.

III. Distribución y caracterización

Franco Mora, Omar^{1}; Cruz Castillo, Juan Guillermo²;
González Huerta, Andrés¹ y Pérez López, Delfina de Jesús¹*

3.1. Distribución mundial

Las vides silvestres, es decir aquéllas diferentes a *V. vinifera*, suman entre sesenta y setenta especies y actualmente se encuentran distribuidas en el norte de Sudamérica, Centro y Norteamérica, Asia y Europa (Shiraishi *et ál.*, 2010; Zecca *et ál.*, 2012).

Los botánicos enlistan alrededor de veinticinco o treinta especies para el Continente Americano, un número similar para Asia y sólo una especie para Euroasia, *V. vinifera sylvestris*.

La distribución actual de la especie euroasiática incluye el sureste y centro de Europa, norte de África, el este Medio y el sureste del Mar Caspio (Arnold *et ál.*, 1998). Es decir, desde Portugal hasta Turkmenistán y de las riberas del Río Rin a los bosques del norte de Túnez (This *et ál.*, 2006); particularmente existen reportes de su presencia en Portugal, España, Francia, Bulgaria, la Península de Anatolia (Turquía) y otros países europeos (Ocete *et ál.*, 2004; Tsvetkov *et ál.*, 2005; Cunha *et ál.*, 2007; Barnaud *et ál.*, 2010; Uzun y Bayir, 2010).

A partir de los trabajos referidos se ha observado que esta especie, pariente de la vid comercial, aparece en sitios separados, con pocas plantas y en lugares de reserva protegidos; por tanto, a partir

¹ Universidad Autónoma del Estado de México, «ofrancom@uaemex.mx».

² Universidad Autónoma Chapingo.

de los años ochenta del siglo pasado fue catalogada como una especie en peligro de extinción por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) (Uzun y Bayir, 2010).

Por otro lado, *V. amurensis* es una de las especies asiáticas más estudiadas, y se considera que está ampliamente distribuida en Corea, China y Japón (Ha *et ál.*, 2009). Otras especies asiáticas, particularmente de China, importantes por su resistencia a las enfermedades son *V. amurensis* var. *yanshanensis* D. Z. Lu *et. Liang*, *V. qinlingensis* P. C. He, *V. hancockii* Hance y *V. romanetii* Rom. Caill. (Tian *et ál.*, 2008); mientras que en Japón se realizan estudios para mejorar la calidad del fruto de *V. coignetiae*, especie ampliamente diseminada en dicho país (Honma *et ál.*, 2007).

3.2 Distribución en México

3.2.1 Reportes en documentos

En México se ha reportado la presencia de *V. arizonica*, *V. bifformis* Rose, *V. cinerea*, *V. tiliifolia*, *V. berlandieri*, *V. bourgaeana* Planch., *V. caribaea* D. C., *V. indica* Shwartz, *V. popenoei* Fennel, *V. latifolia* H. et B., *V. rotundifolia*, *V. peninsularis* Jones y *V. blancoi* Munson (Anónimo, 1973).

Reportes recientes indican la alta presencia de vides silvestres en los estados de Querétaro, Guanajuato y Michoacán (Rzedowski y Calderón, 2005), Veracruz (Cruz *et ál.*, 2006; Cruz, 2007), Puebla (Franco Mora *et ál.*, 2007; Martínez *et ál.*, 2007, Luna, 2007; Franco Mora *et ál.*, 2008a, b) y el Estado de México (López, 2001; Franco *et ál.*, 2009). Los últimos informes de la Red de Vid Silvestre incluyen además la presencia de este vegetal en Morelos, Tabasco, Michoacán, Hidalgo y Tamaulipas.

Particularmente en la Sierra Norte de Puebla se ha reportado la existencia de *V. tiliifolia* (Martínez *et ál.*, 2007), mientras que en el sur del Estado de México se reportó la presencia de *V. cinerea* (López, 2001). Por su parte, Rzedowski y Calderón (2005) ubicaron a *V. popenoei* en el extremo noreste de Querétaro, y de *V. tiliifolia* en los estados de Querétaro, Guanajuato y Michoacán.

En reporte aún sin publicar, Jacques y Salazar (2012) notifican la probable presencia de *V. cinerea*, *V. berlandieri*, *V. mustangensis* Buckl., *V. arizonica*, *V. popenoei*, *V. tiliifolia* y *V. incisa* Jacq., en el estado de Tamaulipas.

A pesar de los reportes indicados existe incertidumbre sobre la correcta clasificación de las vides silvestres mexicanas. Rzedowski y Calderón (2005) recomendaron que las especies de *Vitis* existentes en México se estudien taxonómicamente más a fondo, ya que los límites de la clasificación actual son difíciles de definir y pueden dar lugar a errores al momento de realizar la identificación.

La dificultad para identificar a dichas especies silvestres y «asilvestradas» se debe en parte a la extraordinaria variabilidad morfológica que muestra la misma especie. Además este problema se incrementa conforme se trabaja en un amplio rango geográfico, por lo cual es necesario recurrir a los textos especializados, entre los que se cuentan los de Gallet, ediciones 1990 y 2000 (Laguna, 2004).

Debido a la falta de especialistas en México para la identificación de las especies de *Vitis*, no se tiene la certeza de amenazas reales a alguna especie en particular. Además, a consecuencia de que el estudio de la vid silvestre fue muy limitado desde los años setenta, existe un vacío de muchos años acerca del estado en que se encuentra este recurso fitogenético.

Mientras exista cambio de uso de suelo, estas especies estarán amenazadas. Y para ratificarlo, Rzedowsky y Calderón (2005) indicaron que *V. popenoei* es una especie que se encuentra en peligro de extinción en nuestro país.

3.2.2 Distribución reportada por los herbarios

La revisión de ejemplares de algunos herbarios ha permitido generar un diagnóstico de los lugares donde crecen o crecían las vides silvestres de manera natural. El herbario de la Universidad Nacional Autónoma de México, uno de los más importantes del país, reporta la presencia de quince especies de vid silvestre presentes en México: *V. tiliifolia*, *V. rotundifolia*, *V. riparia*, *V. popenoei*, *V. peninsularis*, *V. mustangensis*, *V. monticola*, *V. girdiana*

Munson, *V. cinerea*, *V. caribaea*, *V. bloodworthiana*, *V. bourgaeana*, *V. biformis*, *V. berlandieri* y *V. arizonica*.

El herbario del Instituto Nacional de Ecología, ubicado en Xalapa, Veracruz, reporta cuatro especies de *Vitis* en el estado de Veracruz, a saber: *V. berlandieri*, *V. bourgaeana*, *V. cinerea* y *V. popenoei*.

En el herbario Eizi Matuda de la Comisión Coordinadora para el Desarrollo Agrícola y Ganadero del Estado de México (CODAGEM) de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México, Antonio López Sandoval y colaboradores identificaron seis especies colectadas en el sur de esa entidad: *V. tiliifolia*, *V. riparia*, *V. mustangensis*, *V. cinerea*, *V. aestivalis* y *V. acerifolia* Raf. El herbario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla reporta ejemplares de *V. berlandieri*, *V. bourgaeana* y *V. tiliifolia*, así como algunas especies no identificadas.

En el herbario del Colegio de Postgraduados (CHAPA) en Montecillo, Estado de México, se reportan *V. arizonica*, *V. berlandieri*, *V. bourgaeana*, *V. cinerea*, *V. linsecumii* Buckl., *V. riparia*, *V. rotundifolia*, *V. tiliifolia* y otras especies de *Vitis* no identificadas.

A su vez, el herbario del Instituto Politécnico Nacional en la ciudad de México tiene ejemplares de las siguientes especies: *V. arizonica*, *V. biformis*, *V. berlandieri*, *V. bourgaeana*, *V. cinerea*, *V. girdiana*, *V. indivisa* Willd., *V. latifolia*, *V. mustangensis*, *V. peninsularis*, *V. rotundifolia*, *V. tiliifolia* y *V. tuberosa* D. C. La misma institución, en su herbario de Oaxaca reporta ejemplares de *V. bourgaeana*, *V. latifolia* y *V. tiliifolia*.

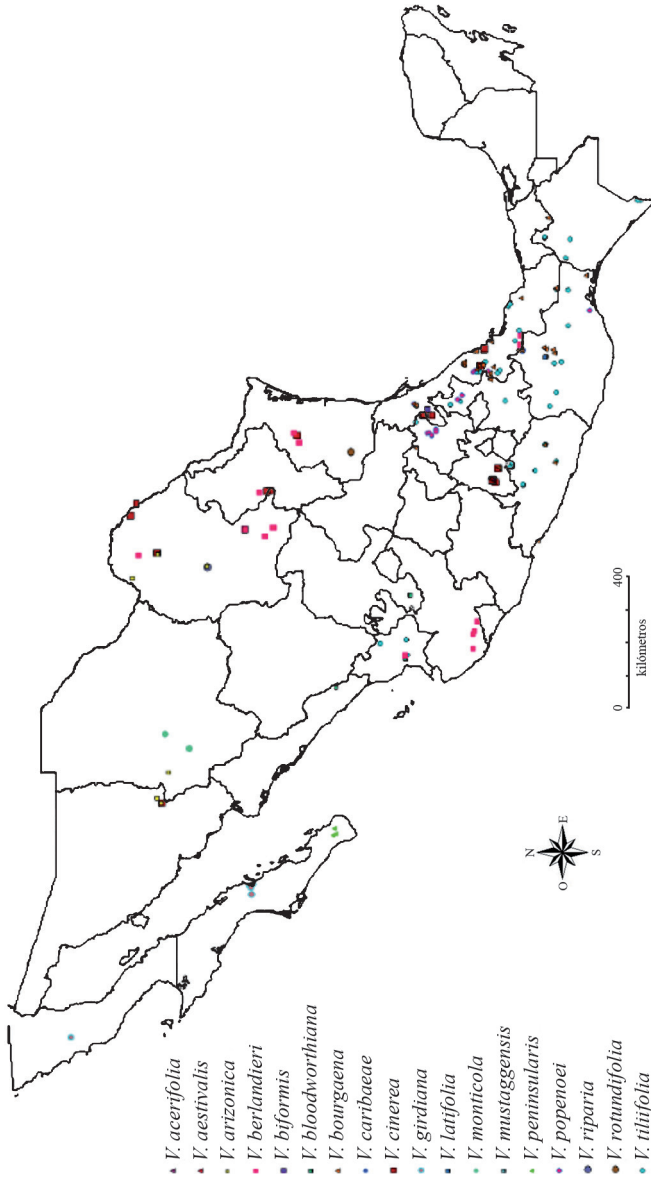
El herbario de la Universidad Veracruzana en Xalapa, Veracruz (XALU, Dr. Arturo Gómez Pompa) tiene ejemplares de dos especies: *V. bourgaeana* y *V. tiliifolia*.

Exclusivamente con los ejemplares encontrados y mostrando las referencias geográficas de los herbarios mencionados se construyó el mapa 3.1, lo cual no implica que los estados en donde no se aprecian ejemplares carezcan de una o varias especies nativas de *Vitis*.

3.2.3 Distribución validada por la Red

La Red de Vid comenzó a funcionar a finales del año 2005 en los estados de Veracruz y Puebla; posteriormente se han realizado

Mapa 3.1
Presencia de vides silvestres de acuerdo con seis herbarios de México



Fuente: Elaboración propia con datos de la Red de Vid. Omar Franco Mora.

colectas en los estados de México, Tabasco y Morelos. Dentro del plan de trabajo de la Red, en 2012 se contempla la exploración de los estados de Oaxaca, Hidalgo, Tamaulipas, Nuevo León y San Luis Potosí; en 2013, se incorporarán otros estados como Campeche y Chiapas. Con la información obtenida hasta el momento se realizó un mapa de ubicación (véase mapa 3.2).

3.3 Ambiente

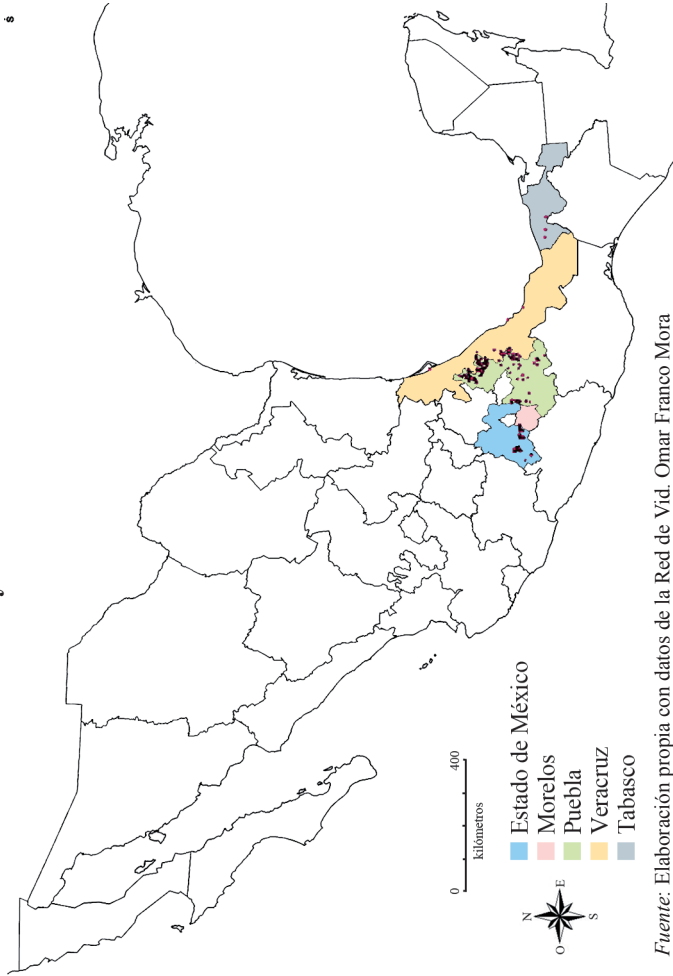
3.3.1 *Altitud*

De acuerdo con los diferentes estudios efectuados por la Red de Vid Silvestre para el estado de Puebla, se sabe que actualmente estas especies crecen en altitudes de 120 a 2540 metros, correspondiendo la altitud más baja a la localidad de San Antonio del Sol en el municipio de Hueytamalco, mientras que la mayor altitud se reporta en el municipio de San Lorenzo Chiautzingo, cercano al volcán Popocatepetl. En esta entidad se encontró la mayor presencia de *Vitis* spp. entre los 1600 y los 1800 metros de altitud (Franco-Mora *et ál.*, 2008b).

Para la zona central de Veracruz se tienen datos indicando la presencia de *Vitis* desde los 20 y hasta los 2281 metros de altitud, correspondiendo estos valores a los municipios de Cardel y Alpatláhuatl, respectivamente (Cruz-Castillo *et ál.*, 2009). El herbario del INECOL en Xalapa, Veracruz, reporta la presencia de *V. bourgaena* en altitudes de 0 y 13 metros en los municipios de Actopan y Boca del Río.

En el Estado de México crece vid silvestre desde 800 metros de altitud en el municipio de Tejupilco, hasta 2400 metros en los municipios de Ocuilán, Tenancingo y Temascaltepec. En la zona aledaña a la ciudad de Cuernavaca, y en la ciudad misma, se encuentran ejemplares de *Vitis* spp., en altitudes que oscilan entre 1850 y 2150 metros. En contraste, en Tabasco las altitudes apenas rondan los 10 metros en los municipios de Cárdenas, Centro y Cunduacán. Solamente con los datos de estos reportes se presenta la gráfica 3.1 mostrando las altitudes en donde se han ubicado, a partir de 2005, las especies de vid silvestre en cinco estados del

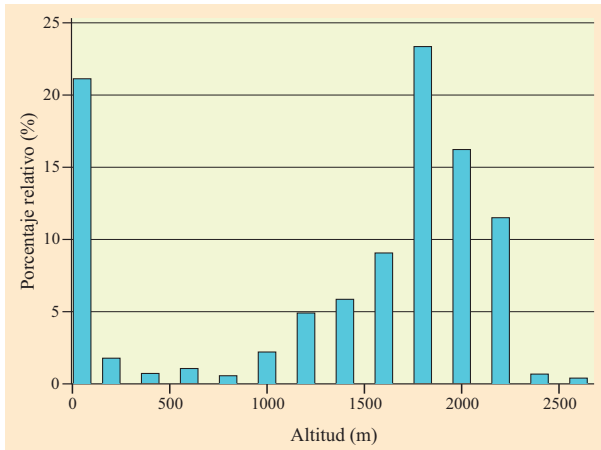
Mapa 3.2
Ubicación de vides silvestres en los estados de Puebla, Veracruz, México, Morelos y Tabasco de 2005 a 2012



Fuente: Elaboración propia con datos de la Red de Vid. Omar Franco Mora

país; dicha gráfica señala la abundante presencia de vides de 0 a 100 metros y principalmente de 1600 a 2200 metros de altitud.

Gráfica 3.1
Distribución por altitud (m) de vides silvestres ubicadas por la Red de Vid en los estados de México, Puebla, Morelos, Veracruz y Tabasco de 2005 a 2012



Fuente: Elaboración propia con datos de la Red de Vid.

Los herbarios revisados indican que, con respecto de la altitud, las especies más adaptadas son *V. berlandieri*, *V. bourgaeana*, *V. cinerea* y *V. tiliifolia* (véase cuadro 3.1).

3.3.2 Clima

De acuerdo con los estudios de la Red de Vid, en cinco estados de la República Mexicana las vides silvestres se desarrollan en cuatro climas principales: templados, cálidos, semisecos y secos, en sus distintas variantes.

Por ejemplo, para la región oriental del estado de Puebla, incluyendo los municipios de Atempán, Ayototco, Chapulco, Coxcatlán, Cuetzalan, Hueytamalco, San Antonio Cañada, San José Acateno, Tenampulco, Teziutlán, Tlatlauquitepec, Yaonáhuac y

Cuadro 3.1
Altitudes de ubicación de vides silvestres en México,
de acuerdo con reportes de seis herbarios

Especie	Altitud (m)					
	0-500	501-1000	1001-1500	1501-2000	2001-2500	Más 2500
<i>V. berlandieri</i>	De 5 a 10	De 5 a 10	De 5 a 10	Más de 10	Más de 10	De 1 a 4
<i>V. bourgaeana</i>	Más de 10	Más de 10	Más de 10	Más de 10	Más de 10	De 1 a 4
<i>V. cinerea</i>	Más de 10	Más de 10	Más de 10	Más de 10	De 1 a 4	
<i>V. tiliifolia</i>	Más de 10	De 5 a 10	Más de 10	Más de 10	De 1 a 4	
<i>V. popoeno</i>	De 1 a 4	De 1 a 4	De 5 a 10	De 5 a 10		
<i>V. arizonica</i>	De 1 a 4		De 5 a 10	De 5 a 10	De 1 a 4	De 1 a 4
<i>V. bloodworthiana</i>			De 1 a 4		De 1 a 4	
<i>V. latifolia</i>					De 1 a 4	
<i>V. biformis</i>					De 1 a 4	
<i>V. caribaea</i>	De 1 a 4					
<i>V. girdiana</i>			De 1 a 4		De 1 a 4	
<i>V. rotundifolia</i>			De 1 a 4	De 1 a 4		
<i>V. riparia</i>				De 1 a 4		
<i>V. peninsularis</i>	De 1 a 4	De 1 a 4	De 1 a 4	De 1 a 4		
<i>V. mustangensis</i>		De 1 a 4				
<i>V. nesbittiana</i>				De 1 a 4		
<i>V. latifolia</i>					De 1 a 4	
<i>V. monticola</i>				De 1 a 4	De 5 a 10	
<i>V. blancoi</i>			De 1 a 4		De 1 a 4	
<i>V. indivisa</i>	De 1 a 4					

□ Sin reporte ■ De 1 a 4 ■ De 5 a 10 ■ Más de 10

Fuente: Elaboración propia con datos de seis herbarios del país.

Zacapoaxtla se determinó que la mayor presencia de vides se da en los climas c (fm) y ac (fm), correspondiendo a templado húmedo con lluvias todo el año y semicálido con lluvias todo el año; sin embargo, plantas de esta especie prosperan en diversas variantes de los climas secos y cálidos húmedos (Cortés, 2007).

Para la región conformada por los municipios de Nealtican, San Lorenzo Chiautzingo, Atlixco, San Juan Tianguismanalco, Tepeojuma, Izúcar de Matamoros, Huejotzingo, Juan N. Méndez y Tochtepec se observó que las vides crecen en el clima c (w2) (w), templado subhúmedo con lluvias en verano (Rodríguez, 2007). Luna (2007) consigna que en la región del Totonacapan de Puebla las vides se ubican en los climas A(c) fm, semicálido húmedo con lluvias todo el año, y A (fm), cálido húmedo con abundantes lluvias en verano.

En los lugares secos, como ocurre en el caso de Tehuacán, Puebla, crecen en las márgenes de ríos o escurrimientos acuosos.

En el Estado de México las vides afloran en climas templados subhúmedos con lluvias en verano y cálidos subhúmedos con lluvias en verano; en tanto, para Tabasco se localizan en clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano; en la zona central de Veracruz se encuentran conviviendo con diferentes especies vegetales, desde el trópico con caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), pasando por climas semitemplados donde se cultiva café (*Coffea arabica* L.), y en climas templados junto a manzanos (*Malus domestica* Borkh.) y durazneros (*Prunus persica* L.) (Cruz-Castillo *et ál.*, 2009). En Morelos, los trabajos de la Red ubican a este género en el clima semicálido subhúmedo, con lluvias en verano.

3.3.3 Precipitación pluvial

Como su pariente euroasiático, las vides mexicanas, principalmente las del centro-sur de la República, prefieren una precipitación anual mayor a 800 milímetros; sin embargo, se adaptan desde los pocos milímetros hasta los 4000 milímetros al año (Franco Mora *et ál.*, 2008a). Como ya se indicó, en lugares de clima seco o semiseco se observó que su presencia es favorecida por contigüidad de ríos o escurrimientos.

3.3.4 Temperatura

La temperatura media en los lugares en donde se han localizado vides silvestres en cinco estados del centro-sur de la República varía de 14 °C en los climas templados de Teziutlán, Puebla y partes altas de Temascaltepec, Estado de México; hasta los 26 °C en los climas cálidos de San Antonio Cañada, Puebla y Cárdenas, Tabasco.

3.3.5 Suelo

Las vides silvestres arraigan en diversos tipos de suelo, entre ellos andosol húmico, regosol éutrico, litosol, feozem háplico y redzinas, entre otros (Cortés, 2007; Luna, 2007).

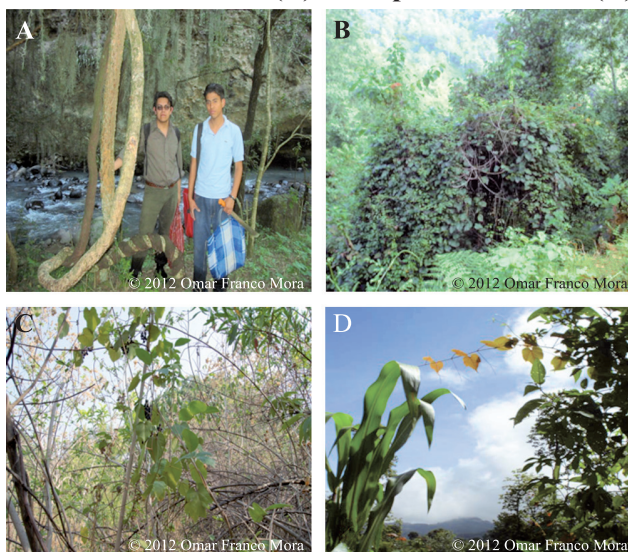
3.3.6 Fisiografía

La vid silvestre crece en cinco unidades fisiográficas: sierra, depresión, lomerío, meseta y valle (Cortés, 2007; Luna, 2007, Rodríguez, 2007; Cruz-Castillo *et ál.*, 2009).

3.3.7 Análisis general del hábitat natural

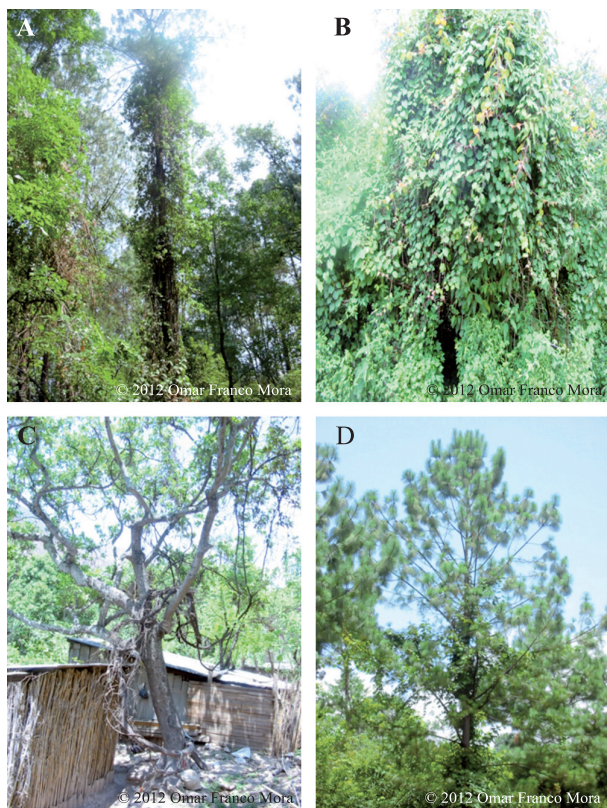
El conjunto de características climáticas enfatiza la adaptabilidad del género *Vitis*, lo que puede implicar una gran diversidad de especies. No obstante, como mencionan Rzedowski y Calderón (2005), los estudios taxonómicos deberán ser rigurosos para evitar una mala determinación derivada de la adaptación o el «asilvestramiento». La vid usa como tutor a varias especies, pueden ser rastreras o soportarse entre ellas (véase figuras 3.1 y 3.2).

Figura 3.1
Panorámica de distintos ejemplares de vid silvestre
(Tenancingo, Estado de México (A); Zacapoaxtla, Puebla (B);
Cuernavaca, Morelos (C); Zacapoaxtla, Puebla (D))



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.2
Panorámica de distintos ejemplares de vid silvestre (Temascaltepec, México (A); Aire Libre (B), San Antonio Cañada (C) y Zacapoaxtla, Puebla (D))



Fuente: Elaboración propia

3.4 Caracterización

Faltan especialistas que colaboren en la correcta taxonomía del género *Vitis*, de la que solamente se han caracterizado morfológica y bioquímicamente algunas accesiones que conserva la Red de Vid.

3.4.1 Caracterización morfológica

Una caracterización morfológica basada en el descriptor IPGRI *et ál.* (1997) fue realizada con vides de Puebla (Cortés, 2007; Rodríguez, 2007; Franco Mora *et ál.*, 2008a), resultando los datos siguientes: hay pámpanos con su forma extrema predominante cerrada, y es alta la presencia de forma ligeramente abierta (*véase* figura 3.3).

Figura 3.3
Vista de pámpano cerrado (A)
y ligeramente abierto (B)

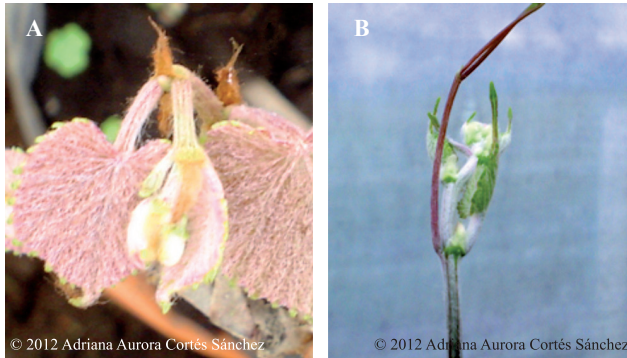


Fuente: Elaboración propia.

Más de la mitad de accesiones caracterizadas muestra algún nivel de pigmentación antocianica (*véase* figura 3.4) del extremo del pámpano. El porte predominante de los pámpanos es semi-erecto, seguido del erecto.

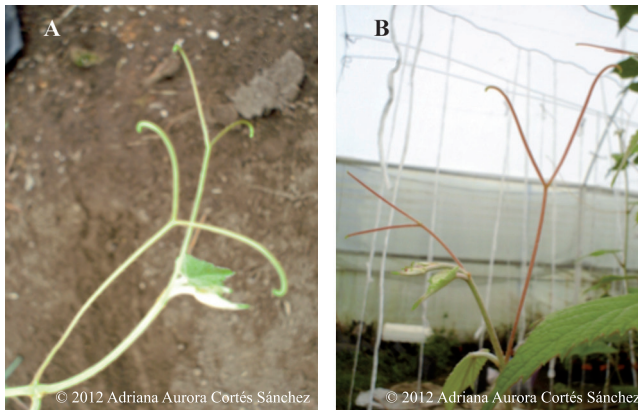
La distribución de los zarcillos está dividida, ya que la mitad de las vides presenta hasta dos, y la otra mitad tres o más; todos adoptan una forma bifurcada o bifida; el color varía: algunos son verdes y otros rojizos (*véase* figura 3.5). La longitud es variable, pero el tipo predominante es menor a once centímetros, seguido por los que miden de catorce a dieciséis centímetros.

Figura 3.4
Pigmentación por antocianinas en el extremo
del pámpano (A: con presencia; B: nula presencia)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.5
Tipos y colores del zarcillo (A: bifurcado
color verde; B: bifurcado color rojo)

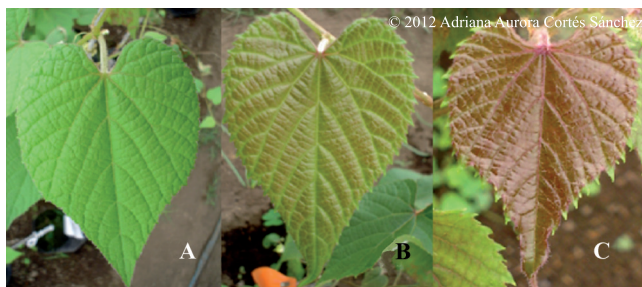


Fuente: Elaboración propia.

El color del haz registrado en las cuatro primeras hojas distales suele ser predominantemente verde, aunque hubo presencia de individuos con hojas color rojizo y verde con zonas bronceadas (véase figura 3.6).

Se observó que las hojas presentan de forma general una mayor densidad de tricomas postrados entre los nervios del envés, antes que tricomas erectos; hay una relación aparente entre los tricomas postrados y los erectos, ya que mientras más tricomas erectos aparecen, hay menos postrados; y viceversa.

Figura 3.6
Principales colores de hojas jóvenes (A: completamente verde; B: verde con zonas bronceadas; C: rojiza)



Fuente: Elaboración propia.

Las hojas adultas generalmente poseían tres lóbulos; en tanto, la forma de los dientes es muy variable, se encontraron las cinco formas descritas por el manual IPGRI *et ál.* (1997), aunque la mezcla de ambos lados derechos y ambos lados convexos fue la más común.

La longitud de los dientes fue de corta a media, principalmente; y la relación longitud-anchura fue muy pequeña para casi el total de las accesiones caracterizadas. La apertura del seno peciolar que más se presentó fue la de tipo medio abierto, seguida del muy ampliamente abierto y el poco abierto.

En dicha caracterización se observó que en la región donde se desarrolla un grupo de vides no necesariamente implica similitud morfológica; además se determinó que existe mayor variabilidad en la región de Teziutlán, en donde aparentemente existe un menor disturbio ambiental por parte del hombre.

Luna (2007), tras realizar un estudio morfológico de ciento cuarenta y seis vides silvestres en la zona del Totonacapan de Puebla, definió seis ecotipos a los cuales denominó «brote blanco», «brote

rojizo», «fruto rojo», «hojas lisas», «hoja morada» y «brote con tri-comas». El denominado ecotipo «fruto rojo» sólo presentó dos ejemplares, mientras que el tipo «brote rojizo» resultó el más numeroso.

3.4.2. *Compuestos fenólicos en hojas*

De acuerdo con el área obtenida con un integrador de área foliar (Li-COR, LI-3100), las hojas de veintinueve accesiones del Banco de Germoplasma de Vid Silvestre de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM se dividieron en grandes, medianas y chicas (véase capítulo I). Al realizar la división entre el peso de la hoja por el área reportada, el coeficiente no fue estadísticamente diferente para el conjunto de accesiones. Las hojas grandes tuvieron valores entre 0.007 a 0.015 g mm⁻²; las medianas, valores de entre 0.009 a 0.014 g mm⁻²; en las chicas hubo mayor variación, de 0.005 a 0.050 g mm⁻².

A las hojas de tres plantas por accesión, es decir, tres repeticiones por tratamiento, se les determinó el contenido de compuestos fenólicos con la técnica de Folin-Ciocalteau citado por Mora *et ál.* (2009), en febrero y abril de 2008. El ANOVA del diseño estadístico trifactorial fue realizado al azar, teniendo como factores las accesiones (29), la madurez de la hoja (3) y la fecha de muestreo (2), dando un total de 174 tratamientos (véase cuadro 3.2)

En febrero de 2008, para los tres tipos de hojas empleadas en el presente estudio se observaron diferencias estadísticas (0.05). Para las hojas chicas, las accesiones que más contenido de compuestos fenólicos presentaron fueron las identificadas como 123, 35 y 2 (Tepeojuma, San Juan Tianguismanalco y Nealtican), con un contenido superior a 40 mg de equivalente de ácido tánico (EAT) g⁻¹ peso fresco (PF).

Las accesiones que arrojan el mayor contenido de compuestos fenólicos en las hojas medianas fueron: 31 y 29 (San Juan Tianguismanalco y Chapulco). Mientras que para las hojas grandes, las accesiones que más contenido de compuestos fenólicos presentaron fueron la 31 y la 41 (San Juan Tianguismanalco y Teziutlán).

En abril, las accesiones con mayor contenido de compuestos fenólicos en las hojas chicas fueron la 65, la 41 y la 35 (Atenayuca,

Teziutlán y Atlixco). Las accesiones de hojas medianas que obtuvieron mayor contenido fenólico resultaron: 35, 41 y 29 (Atlixco, Teziutlán y Chapulco). Los datos obtenidos indican que las accesiones 18, 57 y 31 (Teziutlán, San Antonio Cañada y Chapulco) tuvieron un mayor contenido de fenoles en las hojas grandes.

Cuadro 3.2
Análisis de varianza para el contenido de compuestos
fenólicos en hojas de veintinueve accesiones de
***Vitis* spp., en dos fechas de muestreo, 2008**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>G. L.</i>	<i>Cuadrados medios</i>	<i>Valor de F</i>
Accesión (A)	46848.1	28	1673.1	87.0 ***
Tamaño de hoja (TH)	3804.8	2	1902.4	98.9 ***
Fecha (F)	2201.4	1	2201.4	114.5 ***
A × TH	18667.6	56	333.3	17.3 ***
A × F	9498.2	28	339.2	17.6 ***
TH × F	427.5	2	213.8	11.1 ***
A × TH × F	16754.9	56	19.2	15.6 ***

*** Significativo al 0.001

Fuente: Elaboración propia.

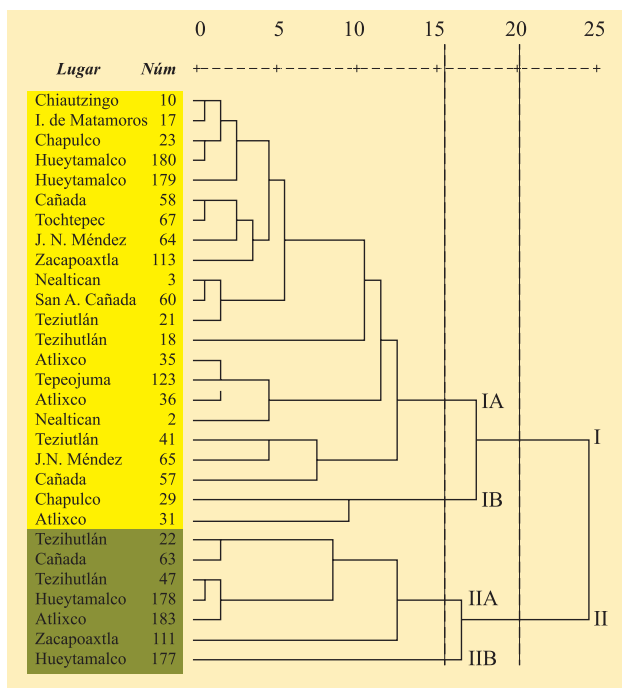
La diferencia en el contenido de los compuestos fenólicos entre los dos meses de muestreo (datos no mostrados) confirmaron que estos compuestos son sensibles a los cambios en los factores ambientales. Por ello, se deberá tener cuidado de realizar perfiles fenólicos, en lo posible bajo condiciones controladas. Datos de Tobar-Reyes *et ál.* (2011) muestran que las condiciones ambientales en donde crece cada accesión pueden influir significativamente en el contenido de diversos compuestos fenólicos.

El dendograma realizado con el método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*: método de agrupación de pares no ponderados con media aritmética) formó dos grupos a una distancia euclideana de 20, y ambos grupos fueron a su vez divididos en dos subgrupos a una distancia euclideana de 16 (véase gráfica 3.2).

A veinte unidades, se apreció que las accesiones que integraron el grupo I presentaron valores superiores a 22 mg EAT g⁻¹ PF

Gráfica 3.2

Dendrograma discriminando veintinueve accesiones de vid silvestre, acorde con su contenido foliar de compuestos fenólicos en febrero y abril de 2008 en Toluca, Estado de México



Fuente: Elaboración propia.

en las seis determinaciones; aún más: en cinco de las seis determinaciones sus valores fueron superiores a 25 mg EAT g⁻¹ PF. En cambio, todas las accesiones del grupo II presentaron, para todos los tamaños de hoja, valores inferiores a 20 mg EAT g⁻¹ PF (véase cuadro 3.3).

A una distancia euclidiana de 16, se observó que las accesiones del subgrupo IB contabilizaron los mayores valores, llegando incluso a 55 mg EAT g⁻¹ PF. A través del dendrograma se pueden clasificar plantas con un alto contenido de compuestos fenólicos, y otras que muestran un menor contenido.

Cuadro 3.3
Contenido de compuestos fenólicos (mg EAT g⁻¹ PF)
en hojas de vides silvestres conservadas *ex situ*, 2008

Mes	Febrero			Abril		
	Chica	Mediana	Grande	Chica	Mediana	Grande
Tamaño de hoja						
Grupo I	29.5	29.5	25.1	25.5	26.6	22.6
Grupo II	18.6	13.7	13.5	13.0	17.3	9.0
Promedio	26.9	25.6	22.3	22.5	24.4	19.3
Grupo:						
I A	29.5	26.9	23.8	25.4	26.5	22.5
I B	30.1	55.3	38.7	26.4	28.0	23.2
II A	19.0	14.6	9.6	13.3	15.0	10.3
II B	17.6	11.4	23.5	12.1	23.2	5.9

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que un grupo de tres accesiones de la región de Teziutlán presentaron el mayor contenido foliar de compuestos fenólicos (datos no mostrados), la variabilidad dentro de las veintinueve accesiones no sólo se ve influenciada por el lugar de origen (véase mapa 3.3), sino por un factor genético. Esto confirma lo indicado con Franco-Mora *et ál.* (2008b), quienes sugirieron que en las accesiones de *Vitis* existe gran variabilidad inter e intrarregión.

Este hecho sugiere la necesidad de seguir explorando las zonas donde crecen las vides y conservar los recursos en este género. Los datos más recientes de Tobar-Reyes *et ál.* (2009) muestran un alto contenido de resveratrol en las hojas de algunas accesiones, lo que hace necesario evaluar la posibilidad de que con trabajos más económicos, como el que aquí se presenta, sea posible inferir el contenido de las moléculas para uso farmacológico.

3.4.3 Caracterización del fruto

Se caracterizó tanto la infrutescencia como el fruto en una población de *V. cinerea* de los municipios de Temascaltepec y San Simón de Guerrero, en el sur del Estado de México. En un estudio

con duración de tres años se determinó que el tamaño promedio del racimo es de 9.47×4.97 cm, con 3.42 cm de largo del escapo principal a su primera bifurcación. El número de frutos por racimo es variable, encontrándose desde treinta y dos hasta ciento diez frutos, con un peso de 7.8 a 30.8 g de frutos por racimo (Aguirre, 2011; Franco-Mora *et ál.*, 2012). En el cuadro 3.4 se presentan los datos de dicha población en 2008.

Mapa 3.3
Localización original de las vides silvestres,
caracterizadas de acuerdo al contenido foliar de
sus compuestos fenólicos



Fuente: Elaboración propia. Omar Franco Mora.

Cuadro 3.4
Características de frutos en veintitres plantas de vid
silvestre del sur del Estado de México

<i>Planta</i>	<i>Peso de 10 frutos (g)</i>	<i>Ancho del fruto (cm)</i>	<i>Sólidos solubles totales °B</i>	<i>Compuestos fenólicos (mg EAT g⁻¹ PF)</i>
E-129	5.6	0.86	15.8	6.8
E-140	7.5	1.06	12.8	1.1
E-147	5.5	0.96	18.5	2.6
E-148	2.6	0.67	20.3	0.9
E-152	3.1	0.70	15.5	0.6
E-167	3.2	0.68	17.9	7.5
E-168	5.0	0.79	13.8	10.7
E-169	3.5	0.68	18.9	0.5
E-173	2.8	0.81	23.0	5.7
E-174	3.7	0.85	20.8	1.3
E-176	4.1	0.90	13.0	0.4
E-177	3.7	0.84	14.9	0.1
E-179	4.1	0.81	16.8	1.3
E-180	4.2	0.87	14.8	0.3
E-181	3.0	0.76	24.9	0.7
E-182	4.8	1.00	17.8	1.6
E-183	5.6	0.90	16.4	0.9
E-184	3.0	0.70	12.7	1.1
E-185	3.5	0.72	20.5	2.6
E-187	3.5	0.73	16.3	1.7
E-188	3.5	0.91	20.2	2.6
E-189	7.0	0.88	18.5	2.2
E-190	3.8	0.74	14.7	0.8

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con Shiraishi y Shiraishi (1997), los frutos de este trabajo (véase figura 3.7), al igual que aquéllos de *V. arizonica*, *V. berlandieri*, *V. longii* Prince *et. Prince* (sinónimo de *V. acerifolia*) y *V. rupestris*, entre otros, se califican de “muy pequeños”; es decir, con menos de un gramo de peso. Aguirre (2011) mencionó que es posible que exista alternancia en estas vides silvestres, debido a que el amarre de fruto en tres años fue diferente estadísticamente; sin embargo, esto deberá determinar-

se bajo condiciones de cultivo, ya que esos datos corresponden a plantas en un estado silvestre.

Figura 3.7
Frutos de *Vitis cinerea*
del sur del Estado de México



Fuente: Elaboración propia.

Existen frutos con potencial agroindustrial debido a su contenido de azúcares, aquéllos con más de 19 °B deben continuar estudiándose. Trabajos con *V. labrusca* indican que los frutos con 16 °B son buenos para la extracción de pectina (Fredes *et ál.*, 2009).

En compuestos fenólicos, los frutos de las plantas E-167 y E-168 exhibieron el mayor contenido y deben continuarse las pruebas bioquímicas para elucidar si el contenido fenólico está ligado a la capacidad antioxidante, como ocurre en otras frutas. Es importante proponer la determinación de resveratrol en este tipo de uvas, ya que dicha fitoalexina ha sido correlacionada con la disminución de enfermedades cardiovasculares y degenerativas en los humanos.

Bibliografía

- Aguirre, O. S. (2011). *Crecimiento y caracterización morfológica y bioquímica de frutos de vid silvestre (Vitis cinerea)*. Tesis de M. C. UAEM. Toluca, México. 83 pp.
- Anónimo (1973). *Localización y dispersión de vides nativas de México y su aportación a la viticultura mundial*. Programa Nacional Vitícola. Comisión Nacional de Fruticultura. México, D. F. 62 pp.
- Arnold, C., F. Gillet et J. M. Gobat (1998). "Situation de la vigne sauvage *Vitis vinifera* L. spp. *silvestris* (Gmelin) Hegi en Europe". *Vitis*. 37: 159-170.
- Barnaud, A., V. Laucou, P. This, T. Lacombe and A. Doligez (2010). "Linkage disequilibrium in wild French grapevine, *Vitis vinifera* L. subsp. *silvestris*". *Heredity*. 104: 431-437.
- Cortés, S. A. A. (2007). *Colecta y conservación ex situ de Vitis spp. nativa de la zona oriental del estado de Puebla*. Tesis de Lic. BUAP. Teziutlán, Puebla. 86 pp.
- Cruz, C. J. G. (2007). "Las uvas (*Vitis*) silvestres. Distribución y usos en la región central de Veracruz". En, Nieto, A. R. *Frutales nativos, un recurso fitogenético de México*. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp. 225-250.
- Cruz, C. J. G., J. A. Ortiz P., A. Roque P., O. Franco M., J. Madero T., P. Cirigliano J. y J. Murguía (2006). "Las uvas (*Vitis*) silvestres, distribución y usos en la región central de Veracruz". *Aquí Centros Regionales*. 48: 3-6.
- Cruz-Castillo, J. G., O. Franco-Mora and F. Famiani (2009). "Presence and uses of wild grapevines in Central Veracruz, Mexico". *J. Int. Sci. Vigne Vin*. 43: 77-81.

- Cunha, J., M. Baleiras-Couto, J. P. Conha, J. Banza, A. Soveral, L. C. Carneiro and J. E. Eiras-Dias (2007). "Characterization of Portuguese populations of *Vitis vinifera* L. ssp. *sylvestris* (Gmelin)" *Hegi Gen. Res. Crop Evol.* 54: 981-988.
- Franco, M. O., J. G. Cruz C. y A. A. Cortés S. (2009). *Diagnóstico de la vid silvestre en México. Reporte técnico*. Toluca, México. 50 pp.
- Franco-Mora, O., A. A. Cortés-Sánchez, A. C. Rodríguez-Landero, J. G. Cruz Castillo, J. M. Pérez y J. Madero-Tamargo (2007). "Location of wild grapevine (*Vitis* spp.) in the state of Puebla, México". *HortSci.* 42: 1008.
- Franco-Mora, O., E. J. Morales-Rosales, A. González-Huerta, J. G. Cruz-Castillo. (2008a). "Vegetative characterization of wild grapevines (*Vitis* spp.) native to Puebla, Mexico". *HortSci.* 43: 1991-1995.
- Franco-Mora, O., J. G. Cruz-Castillo, A. A. Cortés-Sánchez y A. C. Rodríguez-Landero (2008b). "Localización y usos de vides silvestres (*Vitis* spp.) en el estado de Puebla, México". *Ra Ximhai.* 4: 151-165.
- Franco-Mora, O., S. Aguirre-Ortega, A. González-Huerta, A. Castañeda-Vildózola, E. J. Morales-Rosales, D. J. Pérez-López (2012). "Characterization of *Vitis cinerea* Engelm. ex Millardet fruits from the southern region of the State of Mexico". *Gen. Res. Crop Evol.* 59: 1899-1906.
- Fredes, M. C., N. Loyola L. y J. C. Muñoz C. (2009). "Extracción de pectinas de *Vitis labrusca* cv. Concord para producir jaleas". *IDESIA.* 27: 9-14.
- Jacques, H. C. y A. Salazar B. (2012). *El género Vitis en Tamaulipas*. Propuesta de trabajo para la Red de Vid Silvestre. (Documento restringido).
- Ha, D. T., H. Kim, P. T. Thuong, T. M. Ngoc, I. Lee, N. D. Hung and K. Bae (2009). "Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activity of oligostilbenes from the leaf and stem of *Vitis amurensis*". *J. Ethnopharm.* 125: 304-309.
- Honma, H., M. Shishido and S. Taira (2007). "Effects of timing and frequency of artificial pollination on fruit size and berry quality in Japanese wild grape *Vitis coignetiae* Pulliat". *Hort. Res. Japan.* 6: 229-232. (en japonés, con resumen en inglés).

- IPGRI, OIV and UPOV (1997). *Descriptors for grapevine (Vitis spp.)*. International Union for the Protection of New Varieties of Plants, Office International de la Vigne et du Vigne, International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 50 pp.
- Laguna, L. E. (2004). "Datos foliares de las especies e híbridos alóctonos de vides (Género *Vitis*) en el territorio valenciano". *Toll Negre*. 3: 11-25.
- López, S. J. A. (2001). *Estudio florístico de la parte central de la barranca Nenetzingo, municipio de Ixtapan de la Sal, Estado de México*. Tesis M. C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 100 pp.
- Luna, G. G. (2007). *Distribución ecogeográfica y aprovechamiento de uva silvestre (Vitis spp.) en la región totonaca de Puebla*. Tesis de Lic. UACH. Huatusco, Veracruz. 84 pp.
- Martínez, M. A., V. Evangelista, F. Basurto, M. Mendoza y A. Cruz-Rivas (2007). "Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México". *Rev. Mex. Biodiv.* 78: 15-40.
- Mora, V. H. F., O. Franco-Mora, J. A. López-Sandoval, D. J. Pérez-López and A. Balbuena Melgarejo (2009). "Characterization of wild plum (*Ximenia americana* L. var. *americana*; Olacaceae) fruit growing at Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico". *Gen. Res. Crop Evol.* 56: 719-727.
- Ocete, R. R., M. A. López M., A. Gallardo C., C. Arnold, M. A. Pérez I. e I. M. Rubio (2004). *La vid silvestre en el país vasco y territorios limítrofes: ecología, distribución y riesgos para su conservación*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Vitoria-Gazteis, España. 171 pp.
- Rodríguez, L. A. C. (2007). *Colecta y conservación ex situ de Vitis spp. nativa de la zona occidental del estado de Puebla*. Tesis de Lic. BUAP. Teziutlán, Puebla. 56 pp.
- Rzedowski, J. y G. Calderón R. (2005). *Flora del Bajío y de regiones adyacentes*. Fascículo 131. Vitacea. Instituto de Ecología. Pátzcuaro, Michoacán. 31 pp.
- Shiraishi, M. and S. Shiraishi (1997). *Database of grape genetic resources for 21st Century ampelography*. Kyushu University. Fukuoka, Japan. 450 pp.

- Shiraishi, M, H. Fujishima and H. Chijiwa (2010). "Evaluation of table grape genetic resources for sugar, organic acid and amino acid composition of berries". *Euphytica*. 174: 1-13.
- This, P., T. Lacombe and M. R. Thomas (2006). "Historical origins and genetic diversity of wine grapes". *Trends Gen.* 22: 511-519.
- Tian, L., Y. Wang, L. Niu and D. Tang (2008). "Breeding of disease-resistance seedless using Chinese wild *Vitis* spp. I. *In vitro* embryo rescue and plant development". *Sci. Hort.* 117: 136-141.
- Tobar-Reyes J. R., O. Franco-Mora, E. J. Morales-Rosales y J. G. Cruz Castillo (2009). "Contenido de resveratrol en hojas de vides silvestres (*Vitis* spp.) mexicanas". *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 41: 127-137.
- Tobar-Reyes, J. R., O. Franco-Mora, E. J. Morales-Rosales y J. G. Cruz-Castillo (2011). "Fenoles de interés farmacológico en vides silvestres (*Vitis* spp.) de México". *Bol. Latinoam. Caribe Plantas Med. Aromáticas*. 10: 167-172.
- Tsvetkov, I., A. Atanassov, M. Jankulova, V. Vulchev, I. Todorov, S. Pandeliev, K. Katerov, I. Atanassov, T. Hvarleva, Y. Tsvetkov *et ál.* (2005). "Grapevine plant genetic resources-Improvement, preservation and biodiversity". *Biotechnol. Biotechnol Eq.* 19: 13-21.
- Uzun, I. H. and A. Bayir (2010). "Distribution of wild and cultivated grapes in Turkey". *Not. Sci. Biol.* 2: 83-87.
- Zecca, G., J. R. Abbott, W. B. Sun, A. Spada, F. Sala and F. Grassi (2012). "The timing and the mode of evolution of wild grapes (*Vitis*)". *Mol. Phyl. Evol.* 66: 736-747.

IV. Cinética del crecimiento del fruto y la semilla

Aguirre Ortega, Sara¹; Franco Mora, Omar^{1}; González Huerta, Andrés¹ y Villarreal Fuentes, Juan Manuel²*

4.1 Antecedentes

En forma general, las vides silvestres presentan bayas y hojas más pequeñas que las variedades cultivadas, bastante vigor y una mayor resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades; además, muestran predilección por los ambientes húmedos (Ocete *et ál.*, 1997).

La caracterización de su desarrollo, incluyendo al crecimiento de las bayas, tanto de cultivares como de especies silvestres, permite establecer modelos fenológicos que se pueden emplear para predecir el momento de la cosecha, o bien definir su comportamiento (González *et ál.*, 2009).

Durante la maduración, el aumento en el contenido de azúcares de la uva es debido a la migración de los azúcares producidos por la fotosíntesis, la movilización eventual de reservas y la transformación de ácido málico en azúcares. La glucosa y la fructosa se acumulan en las bayas rojas, mientras que la uva verde contiene sobre todo glucosa.

Hacia el final del envero, el contenido de fructosa aumenta, e incluso en algunas vides puede ser superior al de la glucosa. La

¹ Universidad Autónoma del Estado de México, «ofrancom@uaemex.mx».

² Universidad Autónoma de Chiapas.

riqueza en azúcares de las bayas al llegar a la madurez depende, además del genotipo, del clima, de las condiciones edáficas y del régimen hídrico (Reynier, 2005; Stefanini *et ál.*, 2000). Por otro lado, la composición fenólica de las uvas puede variar, dependiendo del cultivar, del estado de maduración y de las condiciones climáticas del año de cultivo (Jordao *et ál.*, 2001; Stefanini *et ál.*, 2000).

Al estudiar la cáscara de uvas 'Kyoho' se hizo evidente que los compuestos fenólicos presentan su mayor concentración al inicio del crecimiento, y el menor contenido en la cosecha (Park *et ál.*, 2009).

Es necesario caracterizar el crecimiento de las vides silvestres, en aras de profundizar en su conocimiento e inferir su posible manejo, en primera instancia en los bancos de germoplasma *ex situ*. En este trabajo se muestra un estudio sobre el crecimiento de frutos y semillas, la cinética de los sólidos solubles totales (SST), las azúcares totales, los reductores y compuestos fenólicos en *V. cinerea* de Temascaltepec y San Simón de Guerrero, Estado de México.

4.2 Crecimiento

Los frutos fueron colectados durante el periodo transcurrido de febrero a junio de 2009; al menos se analizaron tres racimos representativos de cada una de cinco plantas. Se inició quince Días Después de Floración (DDF) y se continuó a intervalos de veinte días aproximadamente; así hasta la cosecha.

Los frutos fueron concentrados en el Laboratorio de Horticultura del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma del Estado de México, en Toluca, Estado de México, donde se pesaron y midieron, para posteriormente realizar la caracterización biofísica de la pulpa y la semilla, basados en el descriptor de vid (IPGRI *et ál.*, 1997), así como la determinación de azúcares totales, reductores, SST y compuestos fenólicos (Gutiérrez *et ál.*, 1995; Mora *et ál.*, 2009).

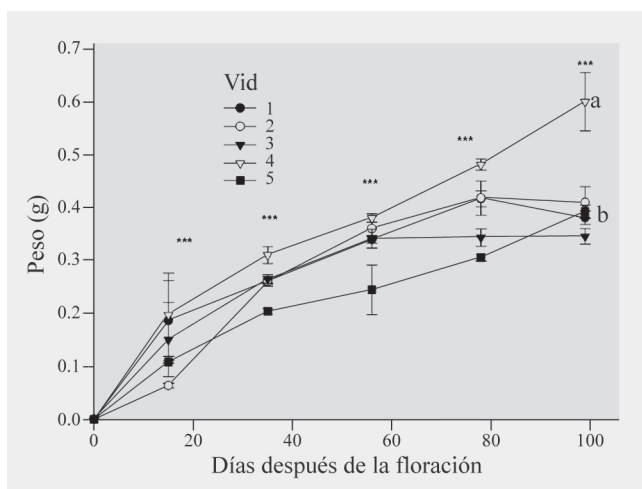
Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza, correspondiente a un diseño completamente al azar; para las fechas de muestreo, cuando el valor de F fue significativo, las medias se compararon con la prueba de Tukey (0.05). Los datos se introdujeron y analizaron en el programa estadístico SSPS versión 10.

Los frutos presentaron un periodo de crecimiento aproximado de cien días, de flor a cosecha. En un reporte de Corea del Sur, los frutos del cv. Kyoho desarrollaron su periodo de crecimiento de flor a cosecha en noventa días (Park *et ál.*, 2009).

En la gráfica 4.1 se observa el crecimiento del fruto basado en el peso, el cual preliminarmente se puede designar como «simple sigmoide»; el mayor peso final del fruto fue de 0.6 g. En las uvas comerciales, el peso de la baya es de 0.8 a 2.8 g (Santiesteban y Royo, 2006); por lo tanto, de acuerdo con Shiraishi y Shiraishi (1997), estos frutos se clasifican como de tamaño «muy pequeño».

La acumulación de biomasa fue una constante en los aproximadamente cien días de crecimiento para los frutos de las vides 4 y 5; sin embargo, las uvas de las plantas 1 y 2 alcanzaron su peso máximo a los ochenta DDF, mientras que los frutos de la vid 3 no aumentaron su peso desde antes de los sesenta DDF.

Gráfica 4.1
Curva de crecimiento basada en el peso del fruto de *Vitis cinerea* en el sur del Estado de México

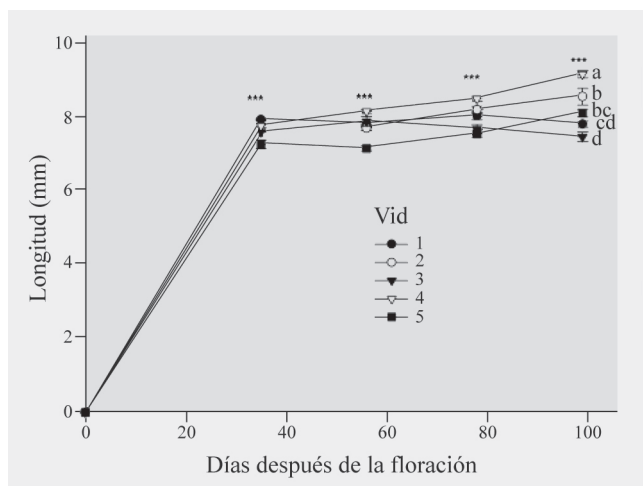


Los datos son la media de tres repeticiones, diez frutos por repetición, \pm E. E. ***, significativo a 0.001; para noventa y nueve DDF, datos con la misma letra no son diferentes estadísticamente con Tukey al 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que la longitud final del fruto de 'Kyoho' es considerablemente mayor a la de *V. cinerea* (Park *et ál.*, 2009), el crecimiento longitudinal (gráfica 4.2.) y el diametral (datos no mostrados) presentan un comportamiento similar. Se observó un aumento significativo en los primeros días de crecimiento; posteriormente el aumento fue poco apreciable.

Gráfica 4.2
Curva de crecimiento basada en la longitud del fruto de *Vitis cinerea* en el sur del Estado de México



Los datos son la media de tres repeticiones, diez frutos por repetición, \pm E. E. ***, significativo a 0.001; para noventa y nueve DDF, datos con la misma letra no son diferentes estadísticamente con Tukey al 0.05.

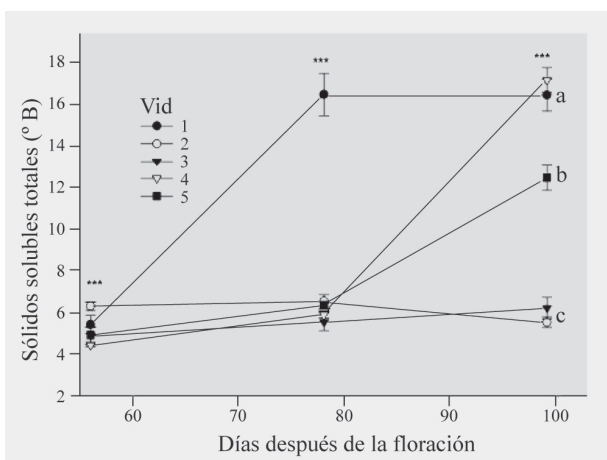
Fuente: Elaboración propia.

4.3 Azúcares en el fruto

Shiraishi *et ál.* (2010) mencionan que los SST en cultivares de Norteamérica se encuentran en el rango de 11.8 a 21.2 °B, mientras que en el presente trabajo el parámetro oscila entre 4 y 16.5 °B (véase gráfica 4.3). De acuerdo con la clasificación de Shiraishi y Shiraishi (1997), los frutos de las vides 3 y 4 se encuen-

tran en los niveles 3 y 5, correspondientes a entre 12 y 16 y 16.1 a 20 °B, respectivamente. Por otro lado, los frutos de las tres plantas restantes entrarían en el nivel 1, por debajo de los 12 °B; en este último nivel se encuentran los frutos de *V. amurensis* y *V. coignetiae*.

Gráfica 4.3
Sólidos solubles totales en frutos de *Vitis cinerea*
colectados en el sur del Estado de México, México



Los datos son la media de tres repeticiones, diez frutos por repetición, \pm E. E. ***, significativo a 0.001; para noventa y nueve DDF, datos con la misma letra no son diferentes estadísticamente con Tukey al 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

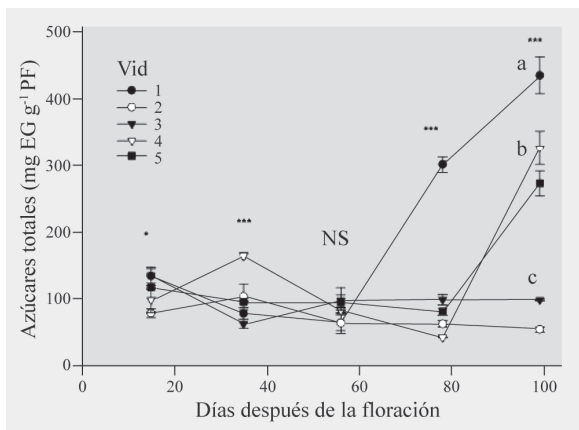
Se constató que los frutos de las plantas 1, y 4 y 5, presentaron un incremento de SST a partir de los cincuenta y cinco y setenta y cinco DDF, respectivamente. Una cinética similar fue observada en frutos de 'Kyoho' que arrojaron un contenido final de SST entre los 15 a 18 °B (Xie *et al.*, 2009). No obstante, los frutos de las plantas 2 y 3 permanecieron en los mismos valores a partir de aproximadamente cincuenta DDF, hasta la cosecha.

La acumulación de azúcares se encuentra determinada por factores como la luz, temperatura, nutrición mineral, área foliar, disponibilidad de agua, manejo de la raíz, etcétera (Reynier, 2005);

sin embargo, en el presente estudio el factor genético es primordial, por lo cual se sugiere la existencia de dos patrones de acumulación de SST en las vides estudiadas. Estos patrones serán: sin acumulación y con acumulación.

De manera similar a lo observado con los SST, los frutos de las plantas 1, 4 y 5 presentan acumulación de azúcares totales (véase gráfica 4.4), a diferencia de los de las plantas 2 y 3. El patrón de acumulación de azúcares en 'Kyoho' (Xie *et ál.*, 2009) es similar a lo observado en las plantas 1, 4 y 5 de *V. cinerea*. En contraste, en la uva comercial se ha observado que después de la fase *lag*, la concentración de fructosa, glucosa y de azúcares totales se incrementa rápidamente. Lo anterior sugiere que el final de la fase *lag* es diferente en los frutos de las cinco plantas empleadas. Esto pudiera relacionarse con que las uvas comerciales presentan un patrón de crecimiento «doble sigmoide», en tanto que los datos del presente trabajo sugieren que los frutos de *V. cinerea* evidencian un crecimiento «simple sigmoide».

Gráfica 4.4
Azúcares totales en la pulpa de frutos de *Vitis cinerea*
colectados en el sur del Estado de México



Los datos son la media de tres repeticiones, tres frutos por repetición \pm E. E. ***, * significativo a 0.001 y 0.05; NS, no significativo; para noventa y nueve DDF datos con la misma letra no son diferentes estadísticamente con Tukey al 0.05.

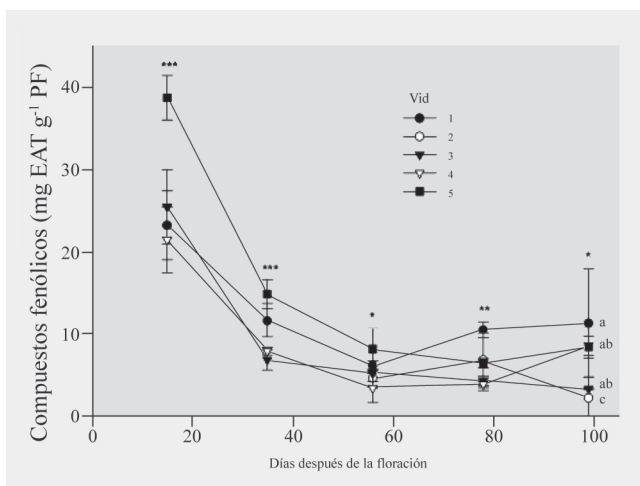
Fuente: Elaboración propia.

Confirmando la tendencia observada en SST y en azúcares totales, la cinética de los azúcares reductores (datos no mostrados) demuestra que es posible la división en frutos que acumulan y no acumulan azúcares.

4.4. Compuestos fenólicos en el fruto

En cuanto al patrón de la cinética de los compuestos fenólicos, los frutos de las cinco plantas mostraron una tendencia similar (véase gráfica 4.5). En los primeros días después del amarre del fruto existe una mayor concentración de estos compuestos, pero conforme va madurando el fruto, dicha cantidad decrece gradualmente.

Gráfica 4.5
Contenido de compuestos fenólicos (en equivalentes de ácido tánico (EAT) por gramo de peso fresco (PF)) en la pulpa de frutos de *Vitis cinerea*



Los datos son la media de tres repeticiones, tres frutos por repetición \pm E. E. ***, * significativo a 0.001 y 0.05, respectivamente; para noventa y nueve DDF datos con la misma letra no son diferentes estadísticamente con Tukey al 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

Tal comportamiento coincide con lo encontrado por Doshi *et ál.* (2006), quienes también observaron una disminución en el contenido de los compuestos fenólicos durante la maduración de la uva 'Kishmish Chorny'. De la misma manera, Park *et ál.* (2009) comprobaron una disminución en el contenido de resveratrol en el exocarpo de la uva 'Kyoho' durante su maduración. Sin embargo, en la cáscara de uvas 'Cabernet-sauvignon' y 'Merlot' no se encontró una disminución clara después del envero (Lorrain *et ál.*, 2011).

El contenido de compuestos fenólicos en *V. cinerea* es mayor en relación con lo reportado por Breksa *et ál.* (2010) en uvas para pasa y en diferentes cultivares de uva roja asentados en la región de Cerdeña, Italia (Vacca *et ál.*, 2009), si bien es similar al reportado en las uvas 'Kishmish Chorny' maduras (Doshi *et ál.*, 2006).

Dicho contenido es indicador del buen potencial antioxidante de las uvas de *V. cinerea*, ya que se ha encontrado una alta relación en el contenido de compuestos fenólicos con dicha capacidad (Doshi *et ál.*, 2006).

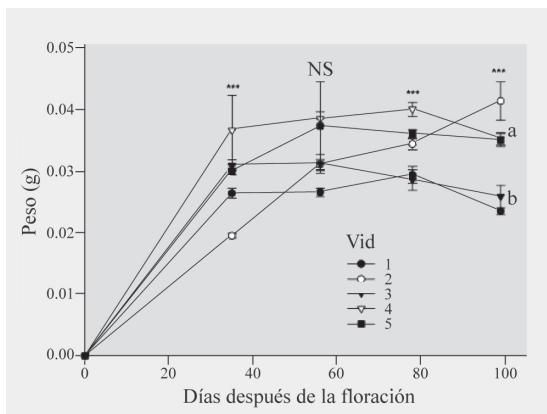
4.5. Análisis de la semilla

A excepción de las semillas de la planta 2, el resto desarrolló un patrón de crecimiento similar al de los frutos, con una tendencia simple sigmoideal (*véase* gráfica 4.6). El peso final de la semilla oscila entre 0.02 y 0.04 g; en promedio, cada fruto presentó 3 semillas, lo cual indica un peso final de semillas en cada fruto de entre 0.06 y 0.12 g.

En la semilla, los azúcares totales de la vid mostraron un incremento de los dieciocho a los treinta y cinco DDF; empero, después el patrón es diferente, incrementándose o disminuyendo hasta la cosecha (*véase* gráfica 4.7).

No deja de llamar la atención que los azúcares reductores en la semilla muestran una característica similar a lo encontrado en la fracción cáscara-pulpa. Las plantas 2 y 3 no presentan una acumulación hacia la maduración, difiriendo así del resto de las plantas (datos no mostrados). Tales resultados sugieren que el patrón de

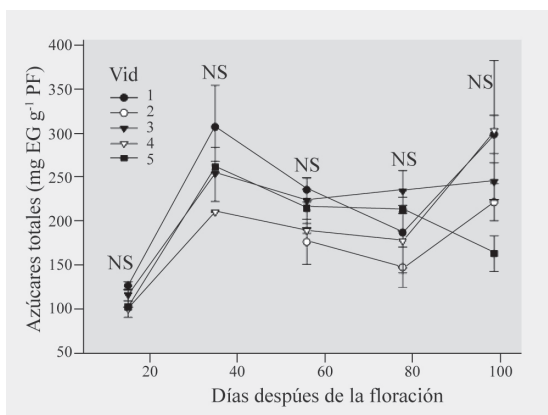
Gráfica 4.6
Cinética del peso de la semilla de *Vitis cinerea*
del sur del Estado de México



Los datos son la media de tres repeticiones, diez semillas por repetición \pm E. E. ***, significativo a 0.001; NS, no significativo; para noventa y nueve DDF datos con la misma letra no son diferentes estadísticamente con Tukey al 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4.7
Azúcares totales en semillas de *Vitis cinerea*
del sur del Estado de México



Los datos son la media de tres repeticiones, tres semillas por repetición \pm E. E. NS, no significativo

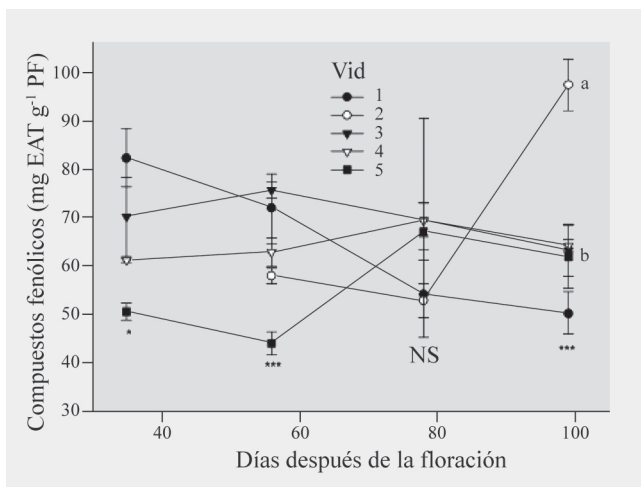
Fuente: Elaboración propia.

acumulación o sin acumulación observado en SST, azúcares reductores y no reductores de la fracción pulpa-cáscara, también tuvo lugar en la semilla de *V. cinerea*.

Finalmente, para los frutos de las plantas 3 y 4 no hubo cambios en el contenido de los compuestos fenólicos durante el crecimiento de la semilla; empero, para la planta 1 existió un decremento, y en los frutos de las plantas 5 y 2 se observó un aumento (véase gráfica 4.8).

El contenido de compuestos fenólicos varió desde aproximadamente 20 hasta 100 mg EAT g⁻¹ PF; dicho contenido se ubica en el rango reportado por Lorrain *et ál.* (2011); no obstante, a diferencia de dicho reporte, en *V. cinerea* no se observó una clara disminución del contenido, e incluso en algunas plantas existió un aumento de la verasón a la maduración, como se había reportado en 'Cabernet-sauvignon' y 'Merlot'.

Gráfica 4.8
Compuestos fenólicos (EAT g⁻¹ PF) en semilla de *Vitis cinerea*



Los datos son la media de tres repeticiones, tres frutos por repetición \pm E. E. ***, *, significativo a 0.001 y 0.05; NS, no significativo; para noventa y nueve DDF datos con la misma letra no son diferentes estadísticamente con Tukey al 0.05.

Fuente: Elaboración propia.

Bibliografía

- Breksa, A. P., G. R. Takeoka, M. B. Hidalgo, A. Vilches, J. Vasse and D. W. Ramming (2010). "Antioxidant activity and phenolic content of 16 raisin grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars and selections". *Food Chem.* 121: 720-745.
- Doshi, P., P. Adsule and K. Banerjee (2006). "Phenolic composition and antioxidant activity in grapevine parts and berries (*Vitis vinifera* L.) cv. Kishmish Chorny (Sharad Seedless) during maturation". *Int. J. Sci. Tech.* 41(Supplement 1): 1-9.
- González, G., J. Nazralla, M. Beltrán, A. Navarro, L. Borbón, L. Senatra, L. Albornoz, A. Hidalgo, M. López, M. I. Gez, L. Mercado, S. Poetta and M. Alberto (2009). "Characterization of wine grape from different regions of Mendoza (Argentina)". *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 41: 165-175.
- Gutiérrez, R. M., R. San Miguel R., T. Nava S. y A. Larqué S. (1995). *Métodos avanzados en fisiología vegetal experimental*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 119 pp.
- Jordao, A., J. R. Da Silva and O. Laureano (2001). "Evolution of chatequins and oligomeric procyanidins during grape maturation of Castelano Frances and Touriga Frances". *Am. J. Enol. Vitic.* 53: 231-234.
- IPGRI, OIV, and UPOV (1997). *Descriptors for grapevine (Vitis spp.)*. International Union for the Protection of New Varieties of Plants, Office International de la Vigne et du Vigne, International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. 50 pp.
- Lorrain, B., K. Chira and P. Teissedre (2011). "Phenolic composition of Merlot and Cabernet-Sauvignon from Bordeaux vineyard for the 2009-vintage; compararison to 2006, 2007 and 2008 vintages". *Food Chem.* 126: 1991-1999.
- Mora, V. H. F., O. Franco-Mora, J. A. López-Sandoval, D. J. Pérez-López and A. Balbuena-Melgarejo (2009). "Characterization of wild plum (*Ximenia americana* L. var. *americana*; Olacaceae) fruit growing at Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico". *Gen. Res. Crop Evol.* 56: 719-727.
- Ocete, R., A. López M., M. Lara and R. del Tio (1997). "The sanitary state of a phylogenetic resource: the Spanish wild grape-

- vine, *Vitis vinifera sylvestris*. Gmelin (Hegi) populations”. *Plant Gen. Res. News*. 110: 5-12.
- Park, H. J., J.-M. Ko, N. An, Y. S. Kim and H.-C. Cha (2009). “Contents of *Trans*-reveratrol in Korean grape cultivars, including «Kyoho»”. *J. Plant Biol.* 52: 319-324.
- Reynier, A. (2005). *Manual de viticultura*. Mundi-Prensa. Madrid, España. 497 pp.
- Santiesteban, L. G. and J. B. Royo (2006). “Water status, leaf area and fruit load influence on berry weight and sugar accumulation of cv. Tempranillo under semiarid conditions”. *Sci. Hort.* 109: 60-65.
- Shiraishi, M. and S. Shiraishi (1997). *Database of grape genetic resources for 21st Century ampelography*. Kyushu University. Fukuoka, Japan. 450 pp.
- Shiraishi, M., H. Fujishima and H. Chijiwa (2010). “Evaluation of table grape genetic resources for sugar, organic acid, and amino acid composition of berries”. *Euphytica*. 174: 1-13.
- Stefanini, M., F. Iacono, G. Colugnati, F. Bregant and G. Crespan (2000). “Adaptation of some Cabernet-Sauvignon clones to the environmental conditions of North-Eastern Italian growing areas”. *Acta Hort.* 528: 779-784.
- Vacca, V., A. Del Caro, G. G. Milella and G. Nieddu (2009). “Preliminary characterization of Sardinian red grape cultivars (*Vitis vinifera* L.) according to their phenolic potential”. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 30: 93-100.
- Xie, Z., B. Li, C. F. Forney, W. Xu and S. Wang (2009). “Changes in sugar content and relative enzyme activity in grape berry in response to root restriction”. *Sci. Hort.* 123: 39-45.

V. Potencial agroindustrial y culinario

Salomón Castaño, Juan¹; Cruz Castillo, Juan Guillermo^{2};
Franco Mora, Omar^{1*} y Rubí Arriaga, Martín¹*

Por lo regular, las vides silvestres pasan desapercibidas para la mayoría de las personas, ya que si no tienen fruto no suelen ser utilizadas en otras cosas. En México existen estudios que han proporcionado información básica sobre uvas silvestres, pero para un género distinto a *Vitis*.

Vidaña-Rodríguez (1996) determinó el aprovechamiento y conservación de *Ampelocissus*, una especie de alto valor etnobotánico en la región mixteca del estado de Puebla.

Además, los trabajos de Toledo *et ál.* (1991) y los usos en la alimentación de los pobladores de algunas regiones de México muestran que los frutos de la vid silvestre tienen características fisicoquímicas propias, con un alto potencial para su futuro uso agroindustrial. Es posible suponer que su empleo en la agroindustria generaría una alternativa de comercio y otros manejos económicos para las zonas en donde naturalmente se puede cosechar uva silvestre.

Desde tiempos muy remotos, el hombre ha aprovechado las propiedades del fruto de la vid, para su consumo directo o transformado. Como se indicó en el capítulo 1, en China se han recabado evidencias sobre el uso de especies silvestres asiáticas para producir vino desde hace aproximadamente 9000 años (Jiang *et ál.*, 2009).

¹ Universidad Autónoma del Estado de México, «ofrancom@uaemex.mx».

² Universidad Autónoma Chapingo, «jcrucastillo@hotmail.com».

Una revisión de Ocete *et ál.* (2011) acumula evidencias del consumo de las bayas de *V. vinifera sylvestris* por parte de las comunidades mediterráneas del mesolítico. En la época romana, la uva se mezclaba con agua, y a veces con miel, para producir el refresco denominado «posca», que bebían las clases menos favorecidas y los soldados.

En cuanto a América, antes de la llegada de los colonizadores, los nativos ya usaban las uvas silvestres con fines medicinales y para la elaboración de bebidas, además de la transformación de las frutas en pasas o frutos secos que les servían como alimento durante el invierno (Murphey, 1990).

Los aztecas llamaron al fruto silvestre de la uva «*acacholli*», los purépechas lo conocían como «*seruráni*», los otomíes lo llamaron «*obxi*» y los tarahumaras lo nombraron «*uri*» y todos estos pueblos bebían el jugo obtenido del fruto, además de consumirlo en fresco (Anónimo, 2002).

Es indudable que inicialmente la humanidad empleó vides silvestres y posteriormente, con su domesticación, se aprovechó el cultivo de *V. vinifera*. Se puede decir que la vid silvestre a lo largo de la historia humana se ha constituido como un recurso multifuncional.

Además de su consumo directo, se ha empleado para la obtención de vinagre y vino y como conservante de los alimentos. También se usaban la savia y el agraz (uvas sin madurar) para la preparación de diversos remedios medicinales, junto a la sal de mesa y otros medicamentos desarrollados por la herbolaria (Ocete *et ál.*, 2004; Ocete *et ál.*, 2009; Jiang *et ál.*, 2009).

Debido al desuso de los frutos, y en general la planta completa, de las especies silvestres de vid, es necesario avanzar en el estudio del posible empleo de sus diversos órganos como materia prima para la elaboración de jalea, jugo, pasas, infusiones, etcétera.

5.1 Consumo directo

Las bayas, aunque a menudo son sensibles al moho y a la putrefacción negra, si se exponen a condiciones húmedas prolongadas, pueden consumirse directamente. En diferentes regiones del

estado de Puebla se reporta el consumo del «lloro» de la liana a manera de agua durante las caminatas por los montes.

En el estado de México se sabe del consumo de los frutos y las flores; estas últimas, en una torta de huevo, constituyen un alimento tradicional propio del periodo de «cuaresma» (Franco-Mora *et ál.*, 2008).

5.1.1 Hojas con carne de res

El uso de las hojas les confiere atención especial porque en México se han utilizado para fines medicinales (disminuir la fiebre y en el tratamiento del pie de atleta) e industriales (elaboración de *shampoos* y extracción de resveratrol), mientras que en Grecia también se les ha dado un uso alimenticio en forma de ensalada.

Es importante buscar fuentes de alimentos naturales así como la conservación de los recursos fitogenéticos, ya que las diversas actividades humanas provocan una considerable pérdida de vegetación donde crecen las vides silvestres.

La utilización de uva silvestre para la elaboración de licores regionales se lleva a cabo durante una corta temporada, y los volúmenes de producción son pequeños; por tanto, es necesario explorar los usos alimenticios que puedan tener las hojas de estas plantas.

Recientemente se efectuó un estudio en Huatusco, Veracruz, cuyo objetivo consistió en contribuir a la generación de algunas alternativas alimenticias de hojas de vides silvestres, a través de la creación de nuevos productos derivados de recursos fitogenéticos de la zona central del estado de Veracruz.

Las hojas fueron recolectadas en los territorios pertenecientes al Centro Regional Universitario de Oriente (CRUO) de la Universidad Autónoma Chapingo. Para la elaboración del platillo se siguió una sencilla receta:

Se pica finamente la cebolla y el ajo, para colocarla en un sartén con aceite caliente hasta que se acitrone. Cuando ya está transparente la cebolla, se coloca la carne molida y se condimenta con sal y pimienta; se deja en el fuego el tiempo necesario hasta que ya esté bien cocida. Las hojas se lavan perfectamente y se ponen

a remojar durante quince minutos en agua hirviendo, con el fin de que adquieran suavidad y disminuya su astringencia. Después se sacan y se extienden en una charola, para que en su interior se coloque la carne molida y se envuelva con ellas (véase figura 5.1).

Figura 5.1
Elaboración de un platillo con hojas de vid silvestre y carne molida en su interior



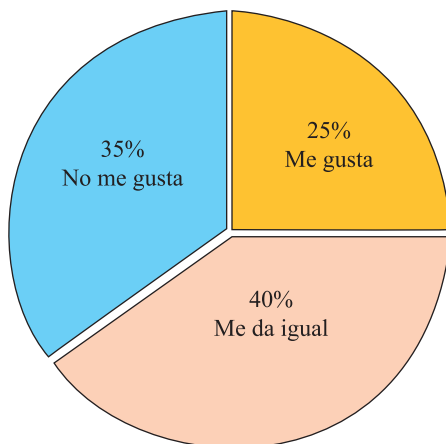
Fuente: Elaboración propia.

Se contó con la colaboración de diez consumidores elegidos al azar, a quienes dos veces se les dio a probar la muestra, sin decirles con qué ingredientes estaba elaborada. Se les entregó un formato con una escala hedónica de tres puntos, en donde se les solicitaba que eligieran una de las siguientes opciones: «me gusta», «ni me gusta ni me disgusta» y «no me gusta».

Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 5.1 y se relacionan con las siguientes opiniones de los consumidores:

- La astringencia de la hoja
- No identificaron el sabor de la hoja
- La vellosidad de la hoja
- No se veía apetecible

Gráfica 5.1
Resultados del análisis sensorial de un platillo de
hojas de vid silvestre envolviendo carne de res



Fuente: Elaboración propia.

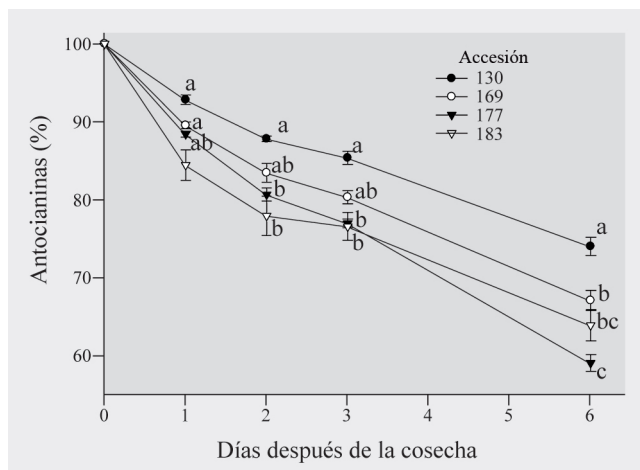
Los resultados de este trabajo proyectan una idea de las posibilidades que las hojas de vid silvestre tienen para utilizarse en la elaboración de platillos comestibles, con un alto grado de aceptación. Sin embargo, es importante incrementar el número de repeticiones de esta investigación, a efecto de obtener datos más precisos. Hojas con otros colores y sabores seguramente serán encontradas en otras *Vitis* spp., y también requieren ser evaluadas culinariamente.

5.1.2 Almacenamiento del fruto

Debido a su bajo contenido de pulpa, y más bien ante la oportunidad de aprovechar solamente la cáscara de la uva silvestre, se realizó un estudio para explorar la cinética de las antocianinas en condiciones de almacenamiento bajo refrigeración. Se determinó que después de seis días a partir de la cosecha y almacenadas a 4°C, la cáscara pierde de 20 a 40% de su contenido de antociani-

nas. Esa cantidad está relacionada con su origen genético (véase gráfica 5.2) (Granda, 2011).

Gráfica 5.2
Cinética del contenido de antocianinas en la cáscara de uvas silvestres almacenadas en refrigeración a 4 ° C



Los datos son la media de tres repeticiones \pm E. E. Letras diferentes en el sentido de los días indican diferencia estadística con la prueba de Tukey al 0.05

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Vino y bebidas alcohólicas

Antes de la domesticación de los ejemplares hermafroditas de *V. vinifera*, los racimos de *V. vinifera sylvestris* constituían la materia prima del vino (Jiang *et al.*, 2009). En ciertas zonas europeas como Alemania y Austria, la producción de vino con racimos de uva silvestre se ha mantenido (Ocete *et al.*, 2011).

En Cerdeña, Italia, la *Carta de Logu*, un código que contiene una serie de leyes de la segunda mitad del siglo XIV, castiga la venta de vid silvestre. Con sus bayas se elaboraban los denominados *vinu de marxani* o *vino de caprai* (Lovicu *et al.*, 2009).

Los trabajos de Ocete *et ál.* (2011) afirman que los vinos de *V. vinifera sylvestris* presentan una cifra media de 80 mg L⁻¹ de polifenoles totales, lo cual supone un parámetro alto; agregan que el contenido de antocianinas está por encima de 300 mg L⁻¹, indicando su alto potencial de tinción.

Se sabe que en Italia y Alemania, de manera tradicional, los racimos de uva silvestre se mezclaban con los cultivados para abaratar la producción de vinos caseros en el medio rural (Anzani *et ál.*, 1992). El aporte del fruto silvestre servía para disminuir el pH del mosto, al aumentar el contenido de ácidos, facilitando así una buena conservación del vino, mientras que los contenidos volátiles en las flores conferían a la mezcla un peculiar aroma afrutado.

Los vinos tintos procedentes de racimos de uva silvestre maduros presentan un buen equilibrio entre el grado de alcohol y la acidez total y con una dotación polifenólica alta, lo que mejora la conservación del vino base y añade una elevada concentración de antocianinas (Ocete *et ál.*, 2004).

Las bayas de la especie silvestre norteamericana *V. californica*, que posee un hábitat muy similar a la de la europea, son vinificadas por los indios *Cahuillas* de California (Murphey, 1990). Particularmente en México, los indígenas utilizaban vides silvestres para preparar una bebida, que a la fecha se hace en algunos lugares del estado de Coahuila y se conoce como «vino de acachul». A este fermentado de vides silvestres de alta acidez, se le agregaban otras frutas y miel, en el afán de nivelar la misma y favorecer la fermentación (Valle, 1958).

En el estado de Guerrero, México, *V. tiliifolia* tiene un uso regional consistente en elaborar vino tinto de mesa (Toledo *et ál.*, 1991). En la región de Tetela de Ocampo, hacia el norte del estado de Puebla, la vid silvestre conocida como «uva cimarrona» es empleada en la elaboración de una bebida alcohólica, además de su consumo en fresco.

En Pemuxtitla, Molango de Escamilla, en el estado de Hidalgo, los frutos son consumidos como fruta fresca y además se elabora una bebida embriagante mediante la mezcla de aguardiente y los frutos de la vid silvestre. Actualmente se llevan a cabo diversas pruebas, incluyendo análisis sensorial (*véase* figura 5.2) de

licor de vid silvestre elaborado en la Universidad Autónoma del Estado de México.

Figura 5.2
Llenado de encuesta sobre la calidad del licor de vid silvestre, Temascaltepec, Estado de México, 2012



Fuente: Elaboración propia.

5.3 Agroindustria

En Alemania, las uvas también se han empleado para la fabricación de vinagre. En España, a nivel casero se mantuvo dicha actividad hasta hace unas tres décadas. En la actualidad, de la uva silvestre se pueden elaborar productos comerciales, como mermeladas, jaleas, vino, vinagre y uvapasa, además de la obtención de aceite de la semilla con un alto valor nutritivo que puede ser utilizado para freír.

El aceite de semilla de *V. vinifera* es comúnmente utilizado en la gastronomía debido a su suave y agradable sabor, que acentúa los sabores de los alimentos.

Las semillas de uva representan una buena fuente de aceites esenciales. Los cuales proveen altas proporciones de vitamina E, una elevada concentración de ácido linoleico (76%) y linolénico

(también se ha reportado su uso en cosmetología) y aceites esenciales como los llamados Omega 3, que ayudan a disminuir los excesos de colesterol y triglicéridos, previniendo la hipertensión arterial, y reducen varios tipos de inflamación.

Asimismo, estos aceites son usados en cosmetología por su capacidad para regenerar la piel, a la cual le dan firmeza haciéndola más tersa, en razón de su elevado poder antioxidante (Matthäus *et ál.*, 2008).

En el mercado japonés se usan las bayas de *V. coignetiae* para la elaboración de algunos productos como jaleas, jugos y pasas, los cuales se venden en supermercados y tiendas de *souvenirs*, particularmente en la prefectura de Hiroshima (*véase* figura 5.3) (Franco *et ál.*, 2009).

A su vez, el Instituto Tecnológico de Ciudad Serdán, Puebla, ha comenzado la exitosa elaboración de jalea de vid silvestre, con buenas ventas en las ferias regionales.

Figura 5.3
Jalea, pasas y jugo de vid silvestre
elaborados en Hiroshima, Japón



Fuente: Elaboración propia.

En Chile se ha demostrado el alto potencial de la especie nativa de Norteamérica *V. labrusca* 'Concord', como fuente de pectina y en su posterior elaboración de jaleas.

Se recomienda emplear uvas no completamente maduras con un contenido de SST de 16°B, calentar el zumo a pH de 2.5 durante sesenta minutos. Posteriormente, esas pectinas con alto grado de metoxilo se deben rehidratar al 1% p/v y llevar a 65°B para elaborar una jalea de buena calidad (Fredes *et ál.*, 2009). Es importante realizar una mayor cantidad de estudios relacionados con la obtención de pectina en las diversas especies de vid silvestre que prosperan en nuestro país.

5.4 Uso potencial en la industria de los alimentos

En la actualidad, las antocianinas están siendo gradualmente incorporadas a algunos productos alimenticios y bebidas como colorantes, alimentos funcionales o suplementos alimenticios.

El aumento en el contenido de antocianinas con mayor estabilidad y vida de anaquel incrementará las aplicaciones alimenticias y el consumo total, y con ello se incrementará su efecto benéfico en la salud humana (Shipp y Abdel-Aal, 2010).

Por otro lado, existen antecedentes sobre el empleo de extracto de semillas de vid como antioxidante en distintos productos alimentarios, entre ellos la carne de vaca, la carne de pavo, el pescado azul y los aceites de algas.

El extracto de semillas de uva agregado a la carne de vaca molida cocida retardó la oxidación, durante el almacenamiento en frío luego de la cocción; el extracto vegetal disminuyó la formación de hexanal respecto del testigo en 97%, luego de tres días de refrigeración. Agregado al 0.02%, no afectó el aroma ni el sabor (Ahn *et ál.*, 2002).

Se sabe que la carne de pavo es particularmente propensa a la oxidación debido a su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, su alta concentración en hierro libre y su escasa capacidad para acumular vitamina E. Ante estas características, el extracto de semillas de vid agregado a la carne de pavo retardó la oxida-

ción de los lípidos durante su almacenamiento en frío (Mielnik *et ál.*, 2006).

Se indicó asimismo que el agregado de extracto de semillas a la carne de pavo, ya sea por ingestión o por adición *post mortem*, redujo el nivel de oxidación en hamburguesas preparadas con carne de pavo (Lau y King, 2003).

El extracto de semillas de uva también ha sido empleado para prolongar la vida útil del pescado azul. Análisis sensoriales con pescado sin tratar revelaron que este producto pierde su calidad y frescura al tercer día de conservación a 4 °C; ahí los panelistas identificaron claramente el olor a rancio.

El pescado suplementado con procianidinas conservó el olor a pescado fresco durante siete días en las muestras tratadas con una dosis de 50 ppm, y durante diez días en los tratamientos con 100 ppm (Medina *et ál.*, 2006).

Los aceites de algas producidos por tecnologías de fermentación tienen muchos beneficios como alimentos funcionales, por su alto contenido en ácidos grasos del tipo ω 3. Estos ácidos se arrancian fácilmente. El extracto de semillas de uva agregado a una emulsión de aceite de algas estabilizada con proteínas aisladas de suero de leche, tuvo la virtud de inhibir la formación de propanal y de lípidos hidroxiperóxidos a pH 3 y a pH 7 (Min *et ál.*, 2004).

Si bien existen antecedentes sobre la acción antioxidante de los ácidos cinámicos sobre el pardeamiento enzimático del jugo de uva (Özoglu y Bayindirli, 2002), hasta donde llega nuestro conocimiento no existen antecedentes sobre la actividad antioxidante de un extracto de semillas de vid silvestre en productos vegetales.

Recientemente, diversos materiales con contenido de antocianinas están siendo incorporados a diversos productos alimenticios. Tales productos requieren una mayor investigación a futuro, para demostrar sus efectos fisiológicos. La incorporación de antocianinas como colorantes alimenticios, además de mejorar la apariencia total es muy benéfica para la salud.

Las propiedades funcionales de las antocianinas abren una nueva perspectiva para la obtención de productos donde se utilicen las antocianinas como colorantes en los alimentos con valor agregado para el consumo humano. Todo lo anterior es, se com-

prende, una alternativa de uso para las vides silvestres; por ello se ha convertido en una promisoriosa línea de investigación que conviene desarrollar.

Bibliografía

- Ahn, J., L. U. Grün and L. N. Fernando (2002). "Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef". *J. Food Sci.* 67: 1364-1369.
- Anzani, R., O. Failla, A. Scienza e L. De Micheli (1992). *Individuazione e conservazione del germoplasma di vite selvatica (Vitis vinifera sylvestris) in Italia*. Atti del Congresso Germoplasma Fruticolo Alghero 21-25. pp. 497-504.
- Franco, M. O., J. G. Cruz C. y A. A. Cortés (2009). *Diagnóstico de la vid silvestre en México*. Reporte técnico. Toluca, México. 50 pp.
- Franco-Mora, O., J. C. Cruz-Castillo, A. A. Cortés-Sánchez y A. C. Rodríguez-Landero (2008). "Localización y usos de vides silvestres (*Vitis* spp.) en el estado de Puebla, México". *Ra Ximhai*. 4: 151-156.
- Fredes, M. C., L. N. Loyola y J. C. Muñoz C. (2009). "Extracción de pectinas de *Vitis labrusca* cv. Concord para producir jaleas". *IDESIA* 27: 9-14.
- Granda, G. R. F. (2011). *Caracterización morfométrica y contenido de antocianinas de uvas silvestres (Vitis cinerea) del sur del estado de México*. Tesis de Lic. UAEM. Toluca. México. 53 pp.
- Jiang, H. E., Y. B. Zhang, X. Li, Y. F. Yao, D. K. Ferguson, E. G. Lü and C. S. Li (2009). "Evidence of early viticulture in China: proff of a grapevine (*Vitis vinifera* L., Vitaceae) in the Yanghai tombs, Xinjiang". *J. Archeol. Sc.* 36: 1458-1465.
- Lau, D. and A. King (2003). "Pre and post-mortem use of grape seed extract in dark poultry meat to inhibit development of thiobarbituric acid reactive substances". *J. Agric. Food Chem.* 51: 1602-1607.

- Lovicu, G., M. G. Farci, G. Bacchetta, M. Orrú, M. A. Pérez, J. Gómez y R. Ocete (2009). "Hábitats, estado sanitario y caracterización enológica de la vid silvestre, *Vitis vinifera*, L. subespecie *sylvestris* (Gmelin) Hegi, en Cerdeña (*Insula vini*)". *Enólogos*. 62: 30-35.
- Matthäus, B. (2008). "Virgin grape seed oil: Is it really a nutritional highlight?". *Eur. J. Lipid Sci. Tech.* 110: 645-650.
- Medina, I., S. Lois, D. Lizárraga, M. Pazos, S. Touriño, M. Cascante and J. L. Torres (2006). "Functional fatty fish supplemented with grape procyanidins and proapoptotic properties on colon cell lines". *J. Agric. Food Chem.* 54: 3598-3603.
- Mielnik, M., E. Olsen, G. Vogt, D. Adeline and G. Skrede (2006). "Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat". *LWT-Food Sci. Tech.* 39: 191-198.
- Min, H. D., J. M. Clements and E. Decker (2004). "Antioxidant activity of a proanthocyanidin rich extract from grape seed in whey protein isolate stabilized algae oil-in-water emulsions". *J. Agric. Food. Chem.* 52: 5272-5276.
- Murphey, E. V. A. (1990). *Indian uses of native plants*. Meye Books. Gleenwood, USA. 81 pp.
- Ocete, R., M. A. López, A. Gallardo, M. A. Pérez, A. Troncoso, M. Cantos, J. Liñán, C. Arnold, C. F. Pérez y M. Lara, (2004). *Las poblaciones andaluzas de vid silvestre, Vitis vinifera L. subespecie sylvestris (Gmelin) Hegi: Estudio ecológico, ampe-lográfico, sanitario y estrategias de conservación*. Dirección General del Medio Natural. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Andalucía, España. 171 pp.
- Ocete, R., M. A. López y D. García (2009). "La vid silvestre, un tesoro botánico amenazado". *AVNIA* 28: 58-59.
- Özoglu, H. and A. Bayindirli (2002). "Inhibition of enzymic browning in cloudy apple juice with selected antibrowning agents". *Food Control* 13: 213-221.
- Shipp, J. and S. M. Abdel-Aal (2010). "Food applications and physiological effects of anthocyanins as functional food ingredients". *The Open Food Sci. J.* 4: 7-22.
- Toledo, G. J. U., J. J. E. Corrales-García y A. Muratalla-Lúa (1991). "Estudio de las características agronómicas con fines industri-

- ales de la vid silvestre (*Vitis tiliifolia*) en la región del Balsas”. *Rev. Chapingo*. 76: 73-78.
- Valle, R. (1958). “The history of wine in Mexico”. *Amer. J. Enol. Viticult.* 9: 146-154.
- Vidaña-Rodríguez, J. M., E. Guízar N. y D. Granados S. (1996). “Autoecología y aprovechamiento de la uva silvestre (*Ampelocissus acapulcensis* (H.B.K.) Planch.) en el municipio de Jolalpan, Puebla”. *Rev. Geografía Agric.* 23: 23.

Cibergrafía

- Anónimo (2002). “*El vino y otras delicias*”, colección México y sus vinos, Año 3 número 17, Agosto-Septiembre (consultado el 28 de octubre de 2011 en http://www.vinosyvides.mex.tl/blog_13364_Consumo-del-Vino-en-Mexico.html).
- Ocete, R., Gallardo, A., Pérez, M.A., Ocete, C., Lara, M. y López, M. A. (2011). *Usos tradicionales de la vid silvestre en España. Territoires du vin* (consultado el 13 de marzo de 2012 en <http://revuesshs.u-bourgogne.fr/territoiresduvin/document.php?id=934>).

VI. Compuestos farmacológicos en hojas de vid silvestre (*Vitis* spp.)

Tobar Reyes, J. Refugio^{1*}; *Franco Mora, Omar*²;
*Cruz Castillo, Juan Guillermo*³; *Ibáñez Martínez, Armando*¹;
*Reyes López, Delfino*¹ y *Morales Rosales, Edgar Jesús*²

6.1 Uso medicinal

Existen en el mundo alrededor de tres mil especies de vides que producen uno de los frutos, hojas y savia más medicinales que se conocen y además constituye un excelente alimento-medicamento.

Es frecuente, sobre todo en medios naturistas, utilizar la vid para combatir una extensa variedad de males, como problemas reumáticos, gota y enfermedades cardiovasculares. Se usa además como astringente, para disminuir inflamaciones y remediar problemas de nutrición; trastornos del tubo digestivo, hígado y bazo; los cálculos, la dispepsia y la dureza del vientre; además, para tratar hemorroides, afecciones crónicas del hígado, cólicos biliares, cálculos hepáticos, hipertrofia del bazo, escorbuto, bronquitis y tisis, además de litiasis biliar, artritis y afecciones de las vías respiratorias y circulatorias.

De igual forma, las uvas pasa poseen propiedades laxantes: si se consume la uva entera, sin desechar la cáscara, ayuda a limpiar los

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, «refugio71@yahoo.com.mx».

² Universidad Autónoma del Estado de México.

³ Universidad Autónoma Chapingo.

intestinos previniendo el estreñimiento. De todos los principios activos descubiertos en la vid, indudablemente los compuestos polifenólicos han despertado el mayor interés desde el punto de vista de la investigación farmacológica, esto en relación con sus propiedades protectoras del sistema cardiovascular (Tobar *et ál.*, 2007).

Por ejemplo, el extracto de semillas de uva previene la aparición de algunos cánceres, como los de mama, próstata y colon. El principal componente responsable de esta propiedad es un flavonoide también presente en la cáscara de la uva negra o en el vino tinto, y es conocido como resveratrol (Lu, 2005).

En el estado de Veracruz, el jugo del fruto de *V. bourgaeana* es utilizado para aliviar la irritación en los ojos (Del Amo, 1979), mientras que en Tehuacán, Puebla se reportó el uso de té de hojas como medicina natural (Franco-Mora *et ál.*, 2008a). En algunas regiones, las hojas son empleadas para disminuir la fiebre y para el tratamiento del pie de atleta.

La savia del tallo se da a beber a las mujeres que están amamantando y que no producen suficiente leche para sus bebés, y también es utilizada para limpiar los ojos (Cruz, 2007). En diversos países, entre ellos China y México, diferentes especies de vid se encuentran en estudio, para determinar y validar su potencial medicinal (Lu, 2005; Tobar *et ál.*, 2007).

Actualmente, los sistemas de producción agropecuaria persiguen no sólo generar alimentos inocuos; ciertos segmentos cubren la demanda de nutrimentos para complementar las dietas y así atenuar o prevenir enfermedades crónico-degenerativas.

Las vides silvestres son un recurso fitogenético estratégico por sus aplicaciones en la medicina herbolaria, la conservación de los ecosistemas y por su uso potencial como fuente de variabilidad genética en plantaciones de vides.

Los objetivos del presente trabajo fueron caracterizar accesiones de vides silvestres de acuerdo con su contenido de tres ácidos fenólicos y de resveratrol en hojas mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y realizar cromatogramas Pfeiffer en papel circular, todo esto para observar los patrones de las accesiones con mayor contenido de fenoles.

6.2 Metodología

6.2.1 Colecta

Las colectas de hojas sanas de noventa y siete vides silvestres se realizaron en el transcurso del verano de 2009 en cinco municipios de la Sierra Norte de Puebla, México (Cuetzalan, Hueyapan, Teziutlán, Tlatlauquitepec y Zacapoaxtla), región pródiga en bosque mesófilo secundario y selva perennifolia secundaria y donde, en concordancia con Cruz-Castillo y sus colaboradores (2009), se encuentra mejor representada la morfología de este género.

El gradiente altitudinal donde se realizaron las colectas varió desde los 207 hasta los 2 175 metros. El clima típico en la región explorada es templado húmedo c (fm), y en las zonas con menor altitud, semicálido AC (fm) con lluvia todo el año; los andosoles y acrisoles son los tipos de suelo que predominan (Murillo, 2008; Franco-Mora *et ál.*, 2008b).

De cada planta fueron elegidas tres ramas, y de cada una de ellas se pesaron diez gramos de hojas frescas sin peciolo, usando para el efecto una balanza electrónica portátil. Después, las hojas se enrollaron y colocaron dentro de una bolsa de papel bond; posteriormente, transcurridos de cien a ciento quince minutos se cortaron con tijeras de acero inoxidable en fragmentos de 2 cm² aproximadamente.

Luego, los segmentos de hoja fueron depositados en frascos de polietilentereftalato y se agregaron 200 mL de metanol; de ahí se dejaron a temperatura de laboratorio (20°C ± 4°C) durante diez días, para inducir la hidrólisis. Posterior a la maceración en mortero, la muestra se colocó durante una hora en un agitador rotatorio digital (Bigger Bill, Thermolyne) a 100 rpm, protegida de la luz y se coló con cernidor de polietileno.

A continuación se filtró con papel Whattman N° 5; de cada extracto se tomaron 2 mL y se formó una muestra compuesta (6 mL), misma que se centrifugó a 3700 rpm durante quince minutos. Finalmente, el sobrenadante se filtró a través de acrodiscos de membrana pvdf de 0.45 µm (Pall Sciences). La muestra resultante se mantuvo a 0°C en viales ámbar de 2 mL, antes de ser inyectado al HPLC.

6.2.2 HPLC

Mediante HPLC-UV-Vis en una corrida fue posible separar e identificar cuatro compuestos fenólicos a partir de hojas de vides silvestres, mediante extracción metanólica. De acuerdo con lo reportado por Tobar-Reyes *et ál.* (2011), se encontraron los cuatro analitos bajo estudio.

El ácido gálico fue el compuesto que presentó la mayor cantidad de casos positivos, ya que se encontró en noventa y seis de las noventa y siete accesiones procesadas; se tuvieron veintinueve muestras positivas para ácido cafeico y la sustancia con menor ocurrencia fue el resveratrol, el cual se detectó sólo en catorce casos. El mayor contenido de ácido gálico, ácido cafeico, rutín y resveratrol fue de 88.1, 1.1, 68.9 y 0.006 mg g⁻¹ de peso fresco (PF), respectivamente.

De las noventa y siete accesiones analizadas, doce presentaron un analito, en cuarenta y nueve se encontraron dos, treinta y cinco mostraron tres, en tanto que la accesión 53, colectada a 2089 metros de altitud en el municipio de Zacapoaxtla, presentó los cuatro analitos.

Las plantas analizadas exhiben diferencias en relación con el tipo de compuesto fenólico, así como a la concentración de éste. Ello se encuentra quizá influenciado por el ambiente (Tobar-Reyes *et ál.*, 2009), además de la calidad de la planta y las condiciones geográficas (Hagerman *et ál.*, 1998).

La pluralidad de los resultados encontrados indica una probable independencia del contenido de fenoles en relación a la altitud (Tobar-Reyes *et ál.*, 2011); es decir, de la región en donde naturalmente se localizan. Estos datos concuerdan con lo indicado en el capítulo III en lo concerniente a la determinación de compuestos fenólicos en las hojas.

•*Ácido gálico.* Los resultados obtenidos muestran al ácido gálico como el principal compuesto presente; lo mismo ocurre en infusiones de té negro (*Camellia sinensis* L.) de veinticinco diferentes marcas comerciales (Tokusoglu *et ál.*, 2008). En vino se reporta 0.003 mg mL⁻¹ de ácido gálico; en jugo de cereza (*Cerasus vulgare* Mill.) 0.009 mg mL⁻¹; en jitomate (*Solanum lycopersicum*

L.) 0.001 mg g⁻¹ PF, y finalmente en frutos de rosa (*Rosa canina* L.) 0.023 mg g⁻¹ PF (Ozturk *et ál.*, 2007). Todos los resultados anteriores son inferiores en relación a los del presente estudio.

•**Ácido cafeico.** El té negro contiene 2.8 mg g⁻¹ peso seco (PS) de ácido cafeico; en frutos de rosa hay 0.03 mg g⁻¹ PF, y en tomate 0.002 mg g⁻¹ PF (Ozturk *et ál.*, 2007). Entonces, en las vides silvestres estudiadas se aprecia un mayor contenido, puesto que el mayor promedio fue 1.10 mg g⁻¹ PF. En *Geranium sanguineum* reportan 2.41 mg g⁻¹ PS (Leucuta *et ál.*, 2005), mientras que en otro experimento, Caniova y Brandsteterova (2001) obtuvieron 1.91 mg g⁻¹ PS en *Melissa officinalis*.

•**Rutín.** De acuerdo a Tobar-Reyes *et ál.* (2011), se determinaron 68.9 mg g⁻¹ PF como máximo, valor que puede ser comparable con 1.71 mg g⁻¹ PS obtenido por Leucuta *et ál.* (2005) en *Geranium sanguineum*, e incluso con los 27.5 mg g⁻¹ PS detectados en hojas de amaranto (*Amaranthus* spp.) por Kalinova y Dadakova (2009).

•**Resveratrol.** En un estudio previo realizado en vides silvestres investigadas bajo diferentes condiciones ambientales, se obtuvo un contenido máximo de 39.51 µg g⁻¹ PF de resveratrol (Tobar-Reyes *et ál.*, 2009). Sin embargo, con la corrida única (Tobar-Reyes *et ál.*, 2011) se alcanzó un valor máximo de 6 µg g⁻¹ PF. Este resultado se debió probablemente a que la metodología de extracción usada no es específica para resveratrol.

Los resultados encontrados coinciden en que hay un potencial farmacológico en las hojas de las vides silvestres; este recurso ha sido empleado en México desde tiempos antiguos en algunos de los sitios de colecta (Franco-Mora *et ál.*, 2008a).

6.2.3 Cromatografía en papel circular

Se realizó una cromatografía en papel filtro según la metodología Pfeiffer descrita por Restrepo y Pinheiro (2011), con la variante de que en lugar de digestión en hidróxido de sodio las muestras fueron extraídas en metanol; es decir, se utilizaron tal y como quedaron después del proceso descrito en la sección 6.2.1. La técnica aplicada en este apartado ofrece resultados cualitativos.

Se usó papel circular Whatman® poro 1 de 15 centímetros de diámetro. Se prepararon 250 mL de una disolución de nitrato de plata 0.5% con agua destilada (p/v), la cual se mantuvo en frasco ámbar para protegerla de la luz directa. Se practicó una perforación al papel circular de 1/16 de pulgada al centro, y a cuatro y seis centímetros del centro hacia afuera se hicieron dos perforaciones con la punta de una aguja de costura.

Se confeccionó un pabilo, para que funcionara como capilar, enrollando un trozo de 2 x 2 centímetros de papel filtro poro 4. Después se metió el capilar dentro del círculo de papel. Una caja *Petri* de 5.7 cm que contenía 2 mL de la solución reveladora se colocó dentro de otra de 8.9 cm de diámetro.

El círculo con su correspondiente pabilo fue montado sobre las cajas, de manera que fuera absorbido el reactivo mediante el capilar y se mojara hasta la primera marca (la de los cuatro centímetros); inmediatamente se retiró del nitrato y se quitó el capilar, cuidando que no se abriera el hueco. Después se colocó dentro de hojas de papel bond y posteriormente dentro de una caja, donde se le protegió de la luz.

Se colocaron 8 mL de la muestra vegetal extraída con metanol dentro de la caja *Petri* y el círculo de papel con un nuevo capilar, para que absorbiera la muestra; en su momento se retiró el papel filtro cuando el primer frente de humedad tocó el orificio del círculo realizado a seis centímetros del centro del papel.

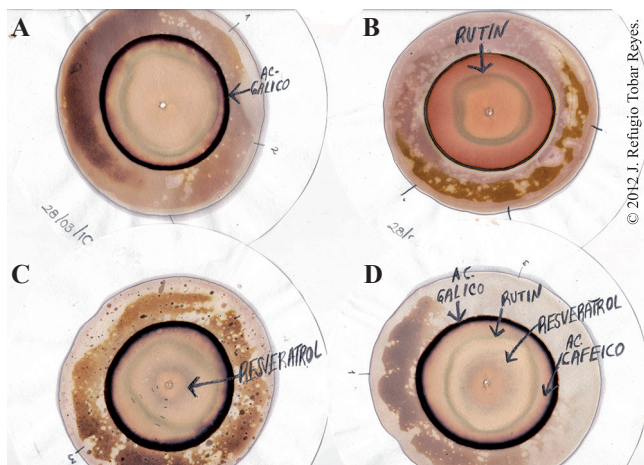
El siguiente paso consistió en exponerla a luz difusa durante una hora, para secar el cromatograma. Después, los cromatogramas se colocaron dentro de protectores plásticos de hoja individualmente.

Para la detección y cuantificación de sustancias químicas, no se puede comparar la eficacia de un HPLC contra un cromatograma Pfeiffer. Sin embargo, este último puede aportar valiosa información referente a las cualidades de muestras sólidas y líquidas.

En relación con las observaciones hechas en cromatogramas Pfeiffer, se tiene, señalada con flecha, la ubicación tentativa del ácido gálico (véase figura 6.1.A), ácido cafeico (véase figura 6.1.D)

y rutín (véase figura 6.1.B), mientras que el resveratrol se aprecia difuso (véase figura 6.1.C).

Figura 6.1
Cromatogramas de hojas frescas de vid silvestre



A) accesión 42, en donde por HPLC se determinó el mayor contenido de ácido gálico; B) accesión 82, en donde por HPLC se determinó el mayor contenido de rutín; C) accesión 96, en donde por HPLC se determinó el mayor contenido de resveratrol; D) accesión 53, en la cual por HPLC se detectaron los cuatro analitos.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto del asunto de los derechos de propiedad comercial e intelectual de las moléculas con potencial farmacológico, para fortuna de muchos cada ecosistema permite una diversidad de plantas tal que éstas suministran una gran riqueza de fenoles en las diferentes épocas del año; por lo tanto, una alimentación diversa y balanceada, *a priori*, permitiría dar garantías para mantener un sistema inmunológico eficiente. La conservación y el establecimiento de vides silvestres para el aprovechamiento de fenoles en las zonas donde crecen naturalmente o domesticadas, asoma como una alternativa sencilla, económica y ecológicamente viable, que permite contar con estas valiosas sustancias que previenen males y promueven la salud.

Bibliografía

- Caniova, A. and E. Brandsteterova (2001). "HPLC analysis of phenolic acids in *Melissa officinalis*". *J. Liquid Chrom. Related Tech.* 24: 2 647-2 659.
- Cruz, C. J. G. (2007). "Las uvas (*Vitis*) silvestres. Distribución y usos en la región central de Veracruz". En. Nieto A. R. *Frutales nativos, un recurso genético de México*. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp. 225-250.
- Cruz-Castillo, J. G., O. Franco-Mora and F. Famiani (2009). "Presence and uses of wild grapevine (*Vitis* spp.) in the central region of Veracruz in México". *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 43: 77-81.
- Del Amo, S. (1979). *Plantas medicinales del estado de Veracruz*. INIREB. México, D. F. 279 pp.
- Franco-Mora, O., J. G. Cruz-Castillo, A. A. Cortés-Sánchez y A. C. Rodríguez-Landero (2008a). "Localización y usos de vides silvestres (*Vitis* spp.) en el estado de Puebla, México". *Ra Ximhai.* 4: 151-165.
- Franco-Mora, O., E. J. Morales-Rosales, A. González-Huerta and J. G. Cruz-Castillo (2008b). "Vegetative characterization of wild grapevines (*Vitis* spp.) native to Puebla, Mexico". *HortSc.* 43: 1 991-1 995.
- Hagerman, A. E., K. E. Riedl, G. A. Jones, N. T. Ritchard, P. W. Hartzfeld and T. E. Riechel (1998). "High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants". *J. Agric. Food Chem.* 46: 1 887-1 892.
- Kalinova, J. and E. Dadakova (2009). "Rutin and total quercetin content in amaranth (*Amaranthus* spp.)". *Plant Foods Human Nut.* 64: 68-74.
- Leucuta, S., L. Vlase, S. Gokan, L. Radu and C. Fodorea (2005). "Determination of phenolic compounds from *Geranium sanguineum* by HPLC". *J. Liquid Chrom. Related Techn.* 28: 3 109-3 117.
- Lu, M. C. (2005). "Micropropagation of *Vitis thunbergii* Scrb. et Zucc., a medical herb, through high-frequency shoot tip culture". *Sci. Hort.* 107: 64-69.
- Ozturk, N., M. Tuncel and N. B. Tuncel (2007). "Determination of phenolic acids by a modified HPLC: its application to

- various plant materials”. *J. Liquid Chrom. Related Techn.* 30: 587-596.
- Restrepo, R. J. y S. Pinheiro (2011). *Cromatografía, imágenes de vida y destrucción del suelo*. Juquira Candirú. Cali, Colombia. 420 pp.
- Tobar, R. J. R., O. Franco M., J. M. Barrios D., M. Huerta L., E. Joaquín M., P. Zaldívar M. y F. Enríquez G. (2007). “Conservación de vides (*Vitis* spp.) silvestres de Puebla y estudio de metabolitos secundarios”. En. López, O. J. F., A. Aragón G. y M. Tornero C. *Avances en agroecología y ambiente*, vol. 1. BUAP. Puebla, México. pp. 213-226.
- Tobar-Reyes, J. R., O. Franco-Mora, J. G. Cruz-Castillo y E. J. Morales-Rosales (2009). “Contenido de resveratrol en hojas de vides silvestres (*Vitis* spp.) mexicanas”. *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 41: 127-137.
- Tobar-Reyes, J. R., O. Franco-Mora, E. J. Morales-Rosales y J. G. Cruz-Castillo (2011). “Fenoles de interés farmacológico en vides silvestres (*Vitis* spp.) de México”. *Bol. Latinoam. Caribe Plantas Med. Aromáticas.* 10: 167-172.
- Tokusoglu, O., M. K. Ünal and M. Ö. Balaban (2008). “Catechins and methylxanthines in twenty-three black tea infusions by HPLC: correlations with astringency”. *Ital. J. Food Sci.* 20: 479-492.

Cibergrafía

- Murillo, L. D. (2008). *Pueblos indígenas de México y agua: nahuas de la región nororiental de Puebla*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. (consultado el 6 de abril de 2010 en http://www.unesco.org/uy/phi/aguaycultura/fileadmin/phi/aguaycultura/Mexico/12_Nahuas_Nororiental_de_Puebla.pdf.)

VII. Enfermedades y plagas, actuales y potenciales

*Castañeda Vildózola, Álvaro¹; Gutiérrez Ibáñez, Ana Tarín¹;
Laguna Cerda, Antonio¹ y Sánchez Pale, Jesús Ricardo²*

En los sistemas de vid silvestre que existen en México rara vez se detectan problemas por plagas y enfermedades posiblemente por el efecto recíproco de unos organismos sobre otros bajo ciertas condiciones ambientales; estas especies muy rara vez incrementan su densidad más allá de sus poblaciones promedio y, cuando lo hacen, con el paso del tiempo la situación retorna al estado original. Sin embargo, existen microorganismos en plantaciones comerciales del norte del país que pueden tener un fuerte potencial para afectar este sistema natural en caso de que llegaran a entrar en contacto.

En el ámbito mundial se reportan cerca de cincuenta enfermedades que afectan el cultivo de la vid (Pearson y Goheen, 1993); en este texto se hará una breve descripción de aquellas plagas y enfermedades que están presentes en viñedos de México y representan un riesgo económico potencial para atacar a las vides silvestres.

¹ Universidad Autónoma del Estado de México, «acastanedav@uaemex.mx», «atari-ni@uamex.mx».

² Universidad del Valle de México.

7.1. Enfermedades

7.1.1. Hongos

• **Putridión texana:** es una enfermedad muy destructiva en el cultivo de vid en el Noroeste de México; se presenta desde junio o cuando el fruto empieza a cambiar de color. Cuando la vid la padece, sus hojas muestran inicialmente manchas amarillentas, flacidez, marchitamiento y no se caen sino que quedan pegadas a la planta. Es característico que una o varias plantas en una misma zona empiezan a mostrar síntomas y así la zona afectada crece gradualmente hacia afuera. Las raíces de las plantas infectadas muestran una pudrición cortical y el desprendimiento de la corteza. La enfermedad es originada por el hongo *Phymatotrichopsis omnivora* (= *Phymatotrichum omnivorum*), que forma cordones miceliares en el exterior de las raíces infectadas y podridas, observables a simple vista de color miel y textura algodonosa.

El hongo inverna como cordones miceliares en raíces de parras, árboles, arbustos y maleza perenne y como esclerocios en el suelo (Pearson y Goheen, 1993). Por ser un hongo saprófito facultativo puede sobrevivir de cinco a siete años en suelos con o sin restos de raíces y tocones de plantas; los cordones se pueden observar en raíces por varios años después de la muerte de las plantas. Tiene la capacidad de invernar en raíces de al menos cincuenta malezas y se considera que las zonas vitícolas de México son favorables para la sobrevivencia y actividad del hongo.

Entre las acciones de control recomendadas se encuentran usar suelos en que no se haya cultivado vid u otro cultivo susceptible y evitar terrenos donde el hongo se haya presentado. Evitar la introducción de plantas de vid o suelo proveniente de regiones del noroeste de México o inspeccionar las plantas a trasplantar o que se introduzcan en zonas donde existan cultivares silvestres.

• **Putridión por armillaria:** tiene una gama diversa de hospederos entre los que se encuentra el cultivo de rosal (*Rosa* spp.) y aguacatero (*Persea americana*). Los síntomas que causa se caracterizan por un crecimiento pobre de ramas, amarillamiento y caída de hojas, y finalmente la planta muere. Las raíces y la corona o cuello se pudren. Para diagnosticar la enfermedad se deben obser-

var, entre la corteza de las raíces muertas y la madera, placas de micelio afelpado, con márgenes de abanico, amarillentas y comprimidas. El hongo *Armillaria mellea* forma en las raíces rizomorfos que no se aprecian a simple vista, pero desprenden un olor agradable, y la notoria presencia de unos cordones café oscuro, con apariencia de agujetas de zapato o raícecillas sobre la corteza de las raíces afectadas (Pearson y Goheen, 1993). Los rizomorfos son los principales agentes de infección y tienen la capacidad de sobrevivir en el suelo sobre las raíces afectadas o varios años en residuos o materiales leñosos en el suelo. El hongo se puede diseminar por el movimiento del agua y suelo; la diseminación a larga distancia ocurre por el movimiento de material infectado. Tiene la capacidad de diseminarse en el interior del suelo al extenderse entre raíces.

Las plantas infectadas mueren en uno o tres años, dependiendo de la susceptibilidad específica. La muerte es apresurada por el calor del verano y la falta de humedad en el suelo. La enfermedad ocurre más frecuentemente en huertos plantados en tierras recién desmontadas. Las raíces viejas de árboles forestales frecuentemente permanecen por muchos años en el suelo, y son responsables de las infecciones locales en el huerto. La medida de control es evitar huertos en terrenos recién desmontados (Infoagro, 2012).

•Cenicilla u oidio: esta enfermedad es causada por el hongo de desarrollo externo *Erysiphe necator* conocido como «polvillo o cenicilla polvorienta», es una de las más importantes enfermedades de la vid; cuando se presenta puede ocasionar pérdidas cuantiosas en ataques severos. Afecta a todos los órganos verdes de la vid en diferentes momentos: brotes, hojas, sarmientos, flores y racimos. En las hojas se manifiesta por una decoloración seguida de la aparición de una pelusilla blanca-grisácea por ambas caras (Pearson y Goheen, 1993). Los ataques en racimos se manifiestan con la aparición de la pelusilla y si el ataque ocurre cuando los frutos son pequeños, éstos se secan y pardean. Si la uva está muy desarrollada, al seguir creciendo se agrieta, siendo puerta de entrada de posteriores ataques de pudriciones. Los daños más importantes se localizan en los racimos (véase figura 7.1), ya que los ataques

fuertes provocan la detención del crecimiento de la cáscara, y por lo tanto, el agrietamiento del fruto.

Figura 7.1
Cenicilla en frutos y hoja de vid silvestre en Zumpahuacán,
México, 2011



Fuente: Elaboración propia.

Las condiciones climáticas que favorecen el desarrollo y propagación de esta enfermedad son la humedad ambiental comprendida entre 70 y 95% con una temperatura óptima de 25 °C, el viento es también factor importante en la propagación de la enfermedad debido al transporte de las esporas.

- Mildiu: esta enfermedad es ocasionada por el hongo de desarrollo interno *Plasmopara viticola* Berl. y de Toni, y es conocida por «serenada o gota». Es una de las enfermedades más conocidas y graves, ya que si las condiciones ambientales le son favorables, puede atacar a todos los órganos verdes de la vid, provocando la pérdida de hasta 50% o más de la cosecha. Ocurre principalmente en lugares donde las plantas se cultivan bajo condiciones de alta humedad.

El mildiu ataca todas las partes aéreas de la planta. Los primeros síntomas en hojas se manifiestan con las típicas manchas circulares de color amarillas (manchas de aceite) desarrollándose sin

respetar las nervaduras de las hojas; conforme avanza, comienza a secar la hoja desde el centro de la mancha. Sobre la parte inferior de las manchas puede observarse una eflorescencia algodonosa de color blanco que luego se va oscureciendo, después de estos síntomas se mueren o necrosan los tejidos y toman tonos de mosaico pardo-rojizo (Pearson y Goheen, 1993). Los ataques fuertes producen una desecación parcial o total de las hojas e incluso una defoliación prematura que repercute en la cantidad y calidad de la cosecha, así como en la lignificación de los sarmientos.

Los brotes afectados se curvan, cubriéndose de una pelusilla blanquecina constituida por esporas del hongo, infectándose también pecíolos, zarcillos e inflorescencias, que pueden secarse y caer si el ataque es fuerte; las flores y los frutos pequeños detienen su crecimiento y cambian de color al verde grisáceo o parduzco, el escapo se torna del mismo color y toma forma de «S». La enfermedad avanza hasta afectar todo el racimo, si las condiciones son favorables las flores. Los frutos pequeños y escapos se cubren de abundante eflorescencia blanca, luego mueren y las flores y frutos caen.

El hongo inverna en forma de oosporas embebidas en las hojas muertas o en forma de micelio en ramas infectadas. La incidencia de la enfermedad puede ser reducida removiendo y rastreando las hojas caídas al final de la temporada con la finalidad de reducir el número de oosporas invernantes, o bien removiendo las ramas cerca del suelo para facilitar la circulación del aire y el rápido secado de las hojas, esto último también ayuda a reducir las posibilidades de que las esporas sean salpicadas sobre las nuevas hojas en la primavera.

•Moho o podredumbre gris de flores y frutos: es una enfermedad producida por el hongo *Botryotinia fuckeliana* (= *Botrytis cinerea*), ataca brotes, flores y frutos (véase figura 7.2); prospera en ambientes húmedos, es frecuente en años lluviosos o de altas humedades relativas (Seyb, 2004). Aparece en forma de tizones de inflorescencias y pudriciones del fruto, pero también como pudriciones del tallo, ahogamientos de plántulas y manchas foliares (Pearson y Goheen, 1993).

Figura 7.2
Presencia de *Botrytis cinerea* en frutos de vid silvestre en Zumpahuacán, México, 2011



Fuente: Elaboración propia.

En primaveras húmedas producen manchas pardo-rojizas en el borde del limbo de las hojas, las cuales parten del margen y se extienden hacia el interior; tienen el aspecto de quemaduras tomando un color marrón rojizo; en condiciones de humedad se puede presentar sobre el borde de las manchas un polvo grisáceo. Los ataques en hoja no suelen tener importancia económica. Cuando se originan lluvias durante la floración, el hongo puede provocar la desecación parcial o total del racimo síntoma que pudiera confundirse con mildiu. Después del ataque aparece el arrugamiento de las bayas que toman un color violáceo. Los daños más significativos, que se producen a partir de la maduración de la uva, se manifiestan mediante un polvillo grisáceo sobre el fruto que al final se pudre (Seyb, 2004).

Las características de esta enfermedad se manifiestan durante el crecimiento vegetativo de la vid probablemente debido a que

Botrytis cinerea está siempre disponible para parasitar la planta. El hongo inverna como esclerocios, restos de micelio y esporas en sarmientos y residuos infectados de la temporada anterior, también puede estar en maderas y rastrojo. Las posibilidades de infección por *Botrytis cinerea* son tan numerosas que resulta inevitable el ingreso del inóculo cada año.

Las esporas producidas en los residuos infectados son diseminadas por las gotas de lluvia y viento. Cuando este hongo ataca, los brotes toman una coloración marrón pardusca, seguidas por la deshidratación y la muerte. La infección primaria ocurre en el estigma de flores abiertas, donde los conidios germinan y las hifas del hongo crecen dentro del estilo hasta alcanzar el ovario, sin causar mayor daño debido a la alta acidez del fruto recién amarrado. El hongo permanece latente hasta que el contenido de azúcar en el fruto aumenta junto con la madurez, reactivándose el hongo y desarrollando los síntomas que caracterizan a la enfermedad. En variedades blancas se observa en el fruto un color castaño, en las tintas un color violeta rojizo. Luego, en ambos casos, los frutos se deshidratan y toma un color marrón, el hongo color grisáceo rodea el fruto y contamina el resto del racimo.

La llamada botrytis exógena se produce cuando el hongo ataca desde afuera hacia adentro. Los frutos verdes son inmunes por su alta acidez, pero cuando comienzan a madurar, aumenta su nivel de azúcar y *Botrytis cinerea* se activa. El hongo entra en los frutos por secreción de enzimas que ablandan la epidermis de la fruta, facilitando la penetración y avance del micelio dentro del fruto, por este motivo uno de los síntomas es la pudrición blanda acompañada de ligeros cambios de color de las bayas infectadas, las que se tornan de color opaco.

Los frutos enfermos desarrollan una pudrición blanda, se deshidratan y terminan por cubrirse con una masa de micelio y conidias de color gris oscuro. Para controlar la botrytis exógena se deben realizar aplicaciones de fungicidas al inicio de la maduración del fruto y repetir a los siete y diez días, si existe una lluvia antes de la cosecha hay que repetir la aplicación (Rosslenbroich y Stuebler, 2000).

En cultivares vinícolas la enfermedad provoca una disminución en la calidad de los vinos debido a la degradación de sustancias colorantes, a la destrucción de sustancias aromáticas, y disminuye el grado alcohólico al afectar los azúcares de la uva y sobre todo se genera acidez volátil (vinagre) en los mostos (jugo). Las uvas con podredumbre dan vinos de muy baja calidad con malos colores, olores y sabores debido al bajo contenido de azúcar, a la presencia de alcoholes superiores, elevada cantidad de ácidos (acético, glucónico y urónico), glicerol y sustancias nitrogenadas.

7.1.2. Bacterias

- Podredumbre ácida del racimo: los agentes responsables de esta enfermedad son las levaduras *Hanseniopsis uvarum* (Telmorfo: *Kloeckera apiculata*), *Saccharomycopsis vini* y la bacteria *Acetobacter* sp. El síntoma característico es una coloración marrón clara en los frutos de uva y los racimos afectados desprenden un olor típico a vinagre; lo que podría desembocar en obtener vinos con desviación de aromas, procedentes de uvas afectadas por este tipo de podredumbre.

- Agalla de la corona: esta enfermedad es producida por la bacteria *Agrobacterium vitis*; afecta la absorción y transporte de agua y nutrientes del suelo hacia el follaje (Creasap y Burr, 2006); el síntoma aparece en la unión entre raíces y tallo, se observan agallas o tumores de diversos tamaños. Las plantas afectadas tienen menor tamaño y desarrollan poco follaje, con hojas más pequeñas generalmente amarillentas. Esta enfermedad se disemina por el agua de riego y heridas causadas por el uso de herramientas infestadas (Pearson y Goheen, 1993).

7.1.3. Virus

Los síntomas de virosis son muy diversos y difíciles de diagnosticar, ya que se confunden con otras patologías y trastornos como desórdenes nutricionales, daños por insectos, bacterias y hongos. Los virus provocan, en las células de las plantas contami-

nadas, trastornos que desencadenan una modificación de las aptitudes de ésta; reducción de la cosecha (tanto en cantidad como en calidad), debilitamiento y envejecimiento prematuro de las vides.

Los síntomas más característicos de las virosis que afectan al viñedo, de acuerdo con Pearson y Goheen (1993), son la degradación infecciosa o entrenudo corto, el enrollamiento que aparece en otoño y el jaspeado. Las virosis se transmiten por nemátodos (*Xiphinema index*) que viven en el suelo; pican las raíces con su estilete y transmiten la enfermedad de una planta a otra, también se transmiten por injerto de material vegetal procedente de viñas enfermas.

- Entrenudo corto infeccioso: el virus que causa esta enfermedad pertenece al grupo de los Nepovirus. En sarmientos, los síntomas más importantes son sarmientos aplastados con bifurcación y dobles nudos, entrenudo corto situado entre los nudos seis y nueve y proliferación de sarmientos con entrenudos más cortos de lo normal. La transmisión de este virus tiene lugar por medio de la multiplicación vegetativa y por el nematodo lesionador *X. index* (Pearson y Goheen, 1993). De forma preventiva hay dos medidas fitosanitarias: la desinfección de suelos para combatir el agente transmisor y la utilización de plantas exentas de virus.

- Enrollado: esta enfermedad la ocasiona un virus del grupo denominado Closterovirus. En hoja, el síntoma típico es el enrollamiento de los bordes hacia abajo; éstas adquieren una coloración rojiza en las variedades tintas y en las blancas se observa un amarillamiento foliar (Pearson y Goheen, 1993). En racimos aparece una falta de color en los frutos cuando están madurando, los sarmientos poseen menos vigor y el sistema radicular tiene menor número de raíces y más pequeñas. Se transmite por medio de injerto y de forma experimental, se ha constatado, por medio de cochinillas (*Planococcus citri*). Como ocurre con el virus de entrenudo corto en plantaciones atacadas por este patógeno, la única solución posible es proceder al arranque de cepas afectadas cuando éstas dejan de ser rentables. Una forma preventiva de combatir esta enfermedad es hacer plantaciones con material sano, tanto en replantación como en una nueva.

7.1.4. Métodos de prevención y control

Las estrategias de control de enfermedades en sistemas de vid silvestre deben ser adecuadas a los requerimientos y condiciones de cada zona, las posibles alternativas a utilizar según Altieri y Nichoolls (2006) son:

- 1) La eliminación del patógeno: creando un ambiente desfavorable, rotación o asociación de cultivo, buen manejo del cultivo, romper ciclos de vida del patógeno, uso de fumigantes, etcétera.
- 2) El escape de la infección, la eliminación de plantas enfermas, variedades precoces, uso de siembra oportuna, etcétera.
- 3) Evitar el desarrollo de resistencia al patógeno: con uso de variedades seleccionadas, evitar monocultivo, rotación de sitio de acción de los plaguicidas utilizados, etcétera.
- 4) Fomentar la protección integral de la planta: se deben de incluir las diferentes alternativas físicas, químicas, biológicas, culturales, normativas, etcétera.

7.2. Plagas

En todas las regiones productoras del mundo numerosas especies de insectos se encuentran asociadas a la vid (véase figura 7.3). Estructuras como raíces, tallos, ramas, brotes vegetativos, flores y frutos son preferidas por especies como filoxera, chicharritas, pulgones, piojos harinosos, esqueletizador, trips, arañas rojas y barrenadores de tallos y ramas, todas ellas son consideradas como las principales plagas (UCIPM, 2008; Creasy y Creasy, 2009; Ripa y Luppichini, 2010). Recientemente se ha notificado la presencia de dos plagas de tipo cuarentenario en Estados Unidos, la palomilla del racimo *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Pyralidae) y la mosca de la fruta *Drosophila suzuki* (Diptera: Drosophilidae), las cuales representan una fuerte amenaza para el cultivo de la vid y otros frutales subtropicales y templados (Gilligan *et ál.*, 2011; Calabria *et ál.* 2011).

Figura 7.3.
Insectos localizados en vid silvestre en el Estado de México



Fuente: Elaboración propia.

7.2.1 Insectos barrenadores

Este grupo de insectos está constituido por miembros del orden Coleóptera y Lepidóptera. Los adultos ovipositan en tallos, ramas y brotes; posteriormente, al eclosionar, las larvas se alimentan del sistema vascular, causando estrés general y en altas infestaciones causan la muerte de las plantas (UCIPM, 2008; Ripa y Luppichini, 2010).

Melalgus (= *Polycaon*) *confertus* (Coleóptera: Bostrichidae) es el barrenador más importante de la vid. El adulto es un escarabajo de color negro-claro, cuerpo cilíndrico y pronoto más ancho en la región distal. Las hembras son de mayor tamaño que los machos. El daño primario lo causan las larvas al alimentarse en el interior de las ramas, causando decaimiento y muerte (Triplehorn y Johnson, 2005; UCIPM, 2008).

Para reducir su presencia se recomienda el control cultural que consiste en la poda de ramas con presencia de larvas y posterior

incineración. Los adultos pueden ser controlados con productos químicos como el Carbaril (Ripa y Luppichini, 2010). En California, Estados Unidos, se ha implementado el uso de nematodos entomopatógenos (*Steinernema carpocasae*) hacia las larvas. La implementación de control cultural y biológico ha reducido significativamente el daño causado por este insecto sin necesidad de utilizar el control químico (UCIPM, 2008).

7.2.2. *Esqueletizador de la vid,*

Harrisinia brillians (Lepidóptera: Zygaenidae) en su forma adulta es una palomilla diurna de color azul metálico o verde oscuro, alcanza una longitud de 1.30 cm y de 1.25 a 1.30 cm de extensión alar. Los adultos ovipositan grupos de huevos en el envés de las hojas. Las larvas muestran diferente coloración a lo largo de su desarrollo. Las de primer y segundo estadio son de color crema, las de tercer estadio muestran una coloración café y las de cuarto y quinto estadios son de color amarillo con bandas púrpuras y blancas (Triplehorn y Johnson, 2005; UCIPM, 2008).

El término descarnador o esqueletizador de la vid está asociado con el daño causado por las larvas. Las larvas de primer y segundo estadios se alimentan de la lámina foliar sin dañar las nervaduras primarias y secundarias, actuando como «descarnador». Los instares más desarrollados se alimentan de grandes extensiones de la hoja pero sin alcanzar las nervaduras secundarias lo cual semeja un «esqueleto». Las larvas presentan setas urticantes que representan un problema para los cosechadores de uva. La picadura causada por las larvas es muy dolorosa y requiere de atención médica (UCIPM, 2008).

El esqueletizador de la vid es considerado como plaga secundaria, su daño es muy localizado ya que el adulto no tiene mucha capacidad de vuelo. Su control es relativamente fácil con el uso de enemigos naturales como parasitoides y entomopatógenos, entre ellos la bacteria *Bacillus thuringiensis* y el virus de la granulosis nuclear. El uso de insecticidas químicos no se justifica para esta plaga, los enemigos naturales son un factor importante de regulación poblacional del esqueletizador de la vid (UCIPM, 2008).

7.2.3. *Filoxera*

Filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) (Hemiptera: Phylloxeridae) es un insecto distribuido en todas las regiones vitícolas del mundo y su único hospedero conocido es la vid. Se alimenta de las hojas y raíces. En las hojas se forman pequeñas agallas y en las raíces las agallas son más grandes y sufren necrosis; con la destrucción de las raíces se interfiere en el crecimiento y se causa la muerte de la planta. Las vides de origen europeo son más susceptibles al daño por filoxera que las americanas. La presencia de *D. vitifoliae* se favorece cuando las vides son cultivadas en suelos arcillosos; en suelos arenosos la filoxera no constituye un problema (Kingston *et ál.*, 2009).

Las colonias de filoxera están integradas por hembras ápteras e inmaduros. Ambos estados de desarrollo presentan antenas de tres artejos, son de forma oval y aperados, la coloración es variable, pero los colores más comunes son el amarillo, verde-amarillo, verde-olivo, café y naranja. La reproducción es de forma asexual y sexual (Triplehorn y Johnson, 2005; UCIPM, 2008).

Existen prácticas de manejo en los huertos de vid que han reducido daños por filoxera, destacando en importancia el uso de portainjertos de origen americano y evitar plantar vides en suelos arcillosos (Kingston *et ál.*, 2009). El control químico no es recomendado, ya que las colonias de filoxera establecidas en las raíces más profundas no son afectadas; se recomienda que el material propagativo que se utilice para establecer nuevas plantaciones provenga de viveros certificados que garanticen material libre de filoxera (UCIPM, 2008).

7.2.4. *Trips*

Los trips (Thysanoptera: Thripidae) son insectos pequeños que alcanzan una longitud promedio de 0.5 a 5.0 mm; en regiones tropicales se han identificado especies que alcanzan hasta trece milímetros de longitud. La coloración típica de los trips es amarillo pálido, verde y negros con franjas rojas. Pueden presentar o carecer de alas. Los adultos alados presentan dos pares de alas

muy largas y angostas, con poca o nula venación. La característica principal de este grupo de insectos es la presencia de pelos o flecos en los márgenes de las alas que dan el nombre al orden (Lewis, 1997; Triplehorn y Johnson, 2005).

Presentan aparato bucal seccionador, cónico, robusto y asimétrico, localizado en la parte ventral de la cabeza. Las mandíbulas son usadas para romper las células de las plantas y los dos estiletes maxilares se fusionan y forman un tubo a través del cual fluye la savia que utiliza para alimentarse (Lewis, 1997; Triplehorn y Johnson, 2005).

La gran mayoría de los trips son fitófagos generalistas, atacan brotes vegetativos, hojas, flores y frutos. Como daño directo destruyen células de las plantas al alimentarse e indirectamente transmiten enfermedades virales. Especies como *Frankliniella occidentalis* y *Drepanothrips reuteri* son catalogadas como las más importantes en el cultivo de la vid, pero su daño no es significativo y se consideran plagas secundarias de este cultivo (UCIPM, 2008).

Previo al control, se requiere un muestreo para estudiar la fluctuación poblacional de trips para implementar medidas. Para control químico se recomienda el uso de insecticidas como el Metomyl, Dimetoato, Spinosad e Imidacloprid, estos insecticidas son más eficientes cuando se aplican a los huevos y en estados inmaduros. Hasta el momento, en vid no se tiene conocimiento de control biológico, pero hay información de la eficiencia de las chinches *Orius* spp., como eficientes depredadoras de trips (Lewis, 1997; UCIPM, 2008).

7.2.5. Chicharritas

Las chicharritas (Hemiptera: Cicadellidae) son plagas importantes de muchos cultivos anuales, perennes y de malezas, lo que permite que tengan hospederos alternos diferentes a la vid, situación que complica su control. El daño principal lo ocasionan cuando se alimentan de células epidermales de la planta, lo que convierte a este grupo de insectos en vectores de enfermedades, destaca en importancia la enfermedad de Pierce de la vid (Creasy y Creasy, 2009). Los cicadélidos se caracterizan por ser

de tamaño pequeño, presencia de aparato bucal chupador, los especímenes grandes no sobrepasan los trece milímetros de longitud y son de colores vistosos. La mayoría de los integrantes de esta familia de insectos tiene una generación al año (Triplehorn y Johnson, 2005).

Las principales especies asociadas a vid son *Erythroneura elegantula* y *E. variabilis*. Las ninfas y adultos de ambas especies se alimentan de los contenidos celulares de las hojas propiciando la presencia de manchas cloróticas. En altas poblaciones, principalmente en plantas jóvenes, la capacidad fotosintética de las hojas se reduce y causa defoliación que posteriormente afectará a la producción de frutos (UCIPM, 2008; Creasy y Creasy, 2009; Ripa y Luppichini, 2010). La secreción de mielecilla es una característica de este grupo de insectos ya que puede propiciar la presencia del hongo causante de la negrilla que puede extenderse a las hojas y frutos, en estos últimos, daña su apariencia y produce pérdida de calidad (UCIPM, 2008).

Existen varios métodos que permiten el control eficiente de los cicindélicos, como medida cultural se recomienda eliminar las hojas basales o maduras que son las preferidas para ovipositar, así como brotes laterales. Esta estrategia permite reducir parte de la próxima generación. El empleo de insecticidas piretroides y organofosforados ha sido muy eficiente para el control de chicharritas. Para mayor eficiencia de este tipo de control se recomienda muestrear las plantas de vid veinte días después de la brotación para identificar los primeros brotes e iniciar el programa de control químico (UCIPM, 2008; Ripa y Luppichini, 2010).

7.2.6. Piojos harinosos (*Hemiptera: Pseudococcidae*)

Es un grupo de insectos de importancia agrícola ya que atacan a numerosas plantas cultivadas y no cultivadas y la vid constituye uno de sus hospederos primarios. Su presencia se encuentra asociada a varias enfermedades de tipo viral y de daño directo a las plantas, producto de la alimentación. Se tienen identificadas tres especies de piojos harinosos que dañan la vid destacando en

importancia *Psedococcus maritimus*, *P. viburni* y *P. longispinus* (UCIPM, 2008; Creasy y Creasy, 2009; Ripa y Luppichini, 2010).

El nombre de piojos harinosos hace referencia a la presencia de secreciones harinosas o de cera sobre el cuerpo de este grupo de insectos. El cuerpo de la hembra es oval-elongado, segmentado y con patas bien desarrolladas. La reproducción puede ser sexual y asexual (Triplehorn y Johnson, 2005; UCIPM, 2008). La presencia de piojos harinosos esta íntimamente ligada con hormigas que se encargan de diseminarlos en diferentes puntos de la planta para alimentarse de las secreciones azucaradas que excretan y además los protegen de enemigos naturales.

El daño principal causado por los piojos harinosos es por la presencia de grandes grupos de insectos en brotes vegetativos y en racimos donde directamente se alimentan, contaminan con cera y sacos algodonosos (UCIPM, 2008; Creasy y Creasy, 2009; Ripa y Luppichini, 2010).

El control químico constituye una herramienta poco efectiva, la acumulación de cera sobre el cuerpo de los piojos harinosos es una barrera de protección contra insecticidas. El control biológico ha resultado muy exitoso para el control de pseudocócidos, los principales parasitoides que atacan a este grupo de insectos son avispas de las especies *Acerophagus notativentris*, *Pseudophycus angelicus*, *P. flavidulus*, *Leptomastix epona* y depredadores como la catarinita *Cryptolaemus montrouzieri*, chrisopas y numerosas especies de arañas. El control cultural dirigido a las hormigas como principales dispersores de piojos harinosos consiste en la siembra intercalada vid-haba (*Vicia faba*). El cultivo de haba se programa con el objetivo de que la brotación de la vid traslape con la floración del haba, se trata de que el néctar de las flores de haba atraiga a las hormigas y no busquen las secreciones azucaradas de piojos harinosos (UCIPM, 2008; Creasy y Creasy, 2009; Ripa y Luppichini, 2010).

7.2.7. Araña roja

Los ácaros tetraníquidos o arañas rojas son uno de los problemas primarios que limitan la productividad de la vid. Las ca-

racterísticas morfológicas principales de los tetraníquidos son de tamaño pequeño (400 μm), cuerpo blando, durante su ciclo de vida pasan por cinco estados de desarrollo: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto y su duración está íntimamente ligada con factores ambientales y la alimentación. A diferencia de los insectos, presentan cuatro pares de patas, la coloración es variable desde naranja, roja, verde, café y cristalina. Forma colonias grandes, las cuales cubren extensas áreas con telaraña (Zhang, 2003; UCIPM, 2008).

Los ácaros se alimentan frecuentemente de los cloroplastos del envés de las hojas, luego el haz empieza a manifestar pequeñas manchas blancas o amarillentas, la alimentación constante y el incremento de la población causan fusión de manchas hasta formar extensas áreas necrosadas de color café. Las hojas mueren y causan defoliación impidiendo la fotosíntesis. Altas poblaciones de ácaros permiten la presencia de telaraña que cubre la superficie del área foliar y contribuye en una rápida defoliación (Zhang, 2003; UCIPM, 2008).

El control cultural representa una alternativa viable y eficiente para reducir la presencia de ácaros en vid. En general, las arañas rojas incrementan su población en los meses de sequía y los bordes de las plantaciones son el primer punto de presencia de ácaros debido a la constante remoción del suelo causada por movimiento de maquinaria. Se recomienda humedecer los bordes y caminos cercanos a la plantación, evitando la formación de polvo que se aloje en las hojas de las plantas, con ello se evitará el establecimiento de ácaros que posteriormente puedan invadir plantas más al interior.

Numerosas especies de enemigos naturales han sido identificadas en colonias de araña roja, sin embargo, el control es poco significativo. Esto ha contribuido a generar metodologías que han permitido su cría artificial y liberaciones masivas de enemigos naturales para el control de arañas rojas. El ácaro depredador *Galen-dromus* (= *Metaseiulus occidentalis*) de la familia Phytoseiidae y el trips depredador *Scolothrips sexmaculatus* son los más empleados y eficientes como depredadores (Zhang, 2003; UCIPM, 2008).

7.3. Utilidad de las especies silvestres de *Vitis* en el mejoramiento genético para resistencia a plagas y enfermedades

A pesar de que diferentes especies del género *Vitis* son importantes para el mejoramiento genético, se registra una alta tasa de erosión genética y pérdida de la diversidad en estas especies en todo el mundo (Ocete *et ál.*, 1997, 2004). *Vitis* spp. es susceptible a muchas plagas y enfermedades, la hibridación con especies resistentes ha sido el único método disponible para producir cultivares resistentes (Galet y Morton, 1990). Aunque es posible mejorar la vid mediante reproducción convencional (semilla), ello es difícil porque se requiere de bastante tiempo como consecuencia del ciclo de generación de dos a tres años, al largo periodo necesario para realizar pruebas y selecciones de la progenie, y la depresión de la reproducción que no permite la autofecundación (Gray y Meredith, 1992). Estas características hacen que la introgresión de rasgos deseables en cultivos de vides ya existentes resulte difícil si no imposible de lograr en el curso de la vida del genetista.

Es importante conservar los recursos genéticos ya que éstos son la base para nuevas variedades. A partir de 1934, *V. cinerea* fue introducida al programa de mejoramiento genético de patrones de vid, debido a su resistencia a filoxera (Schmid *et ál.*, 2003). El uso de portainjertos resistentes es la única táctica que puede dar éxito en el control de esta plaga. Se ha sugerido que las vides de origen americano son las más tolerantes a la filoxera en comparación con las de origen europeo y asiático (Omer *et ál.*, 1999).

En Brasil se evalúan cruzas de *V. vinifera* × *V. labrusca* y se ha documentado que se requiere de al menos dos generaciones para que las características buscadas en los híbridos interespecíficos se manifiesten. La selección de portainjertos a partir de genotipos silvestres en ese país ha sido una de las bases de su industria vitivinícola (Camargo, 2000).

Se ha reportado que los cultivares de *V. vinifera* son más sensibles a mildiu, endémica de las regiones húmedas, y con menor sensibilidad se reporta a *V. aestivalis* y *V. labrusca*, mientras que las consideradas algo resistentes son *V. cordifolia* Michx. (Sinónimo *V. vulpina* L.), *V. rupestris* y *V. rotundifolia*. Por otro lado, el

oidio causado por *Uncinula necator* (Schw) Burr., es originario de América, y en España empezó a causar daños a partir de 1850. Los cultivares más sensibles son aquellos de *V. vinifera* y los asiáticos, mientras que los de origen americano son más resistentes (Vimar, 2010).

Existe un marcado peligro de extinción de especies silvestres en distintas regiones de México y que en la actualidad se encuentran sólo de modo marginal y en ocasiones resulta difícil su localización e identificación. El único modo de conservar este patrimonio es detectarlo, estudiarlo, llevando a cabo una caracterización que permita identificarlo de modo preciso y conservarlo en bancos de germoplasma para su futura utilización en programas de mejoramiento genético o en reintroducciones (Cruz, 2007; Franco-Mora *et ál.*, 2008).

7.3.1. *Vides transgénicas*

Un enfoque alternativo, que potencialmente requiere de menos tiempo, es utilizar la transferencia genética para insertar genes deseables. Constituye una técnica para mejorar los cultivos de vides, incluso teniendo en cuenta el tiempo necesario para realizar pruebas *in situ* de líneas transgénicas. La capacidad de mejorar la resistencia a enfermedades o plagas de un cultivar de vid importante (i.e. ‘Thompson Seedless’) ofrece la posibilidad de mejorar una porción grande de la producción de uva en un tiempo relativamente corto, asumiendo que la integridad del cultivo no se vería comprometida por el transgen o por el evento de inserción. Dicho cambio podrá también reducir el uso de pesticidas para una porción importante de la producción de uva (Espatentes.com, s/f).

Ian Dry, investigador del CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization), reportó la identificación de los genes de la vid de América del Norte que confieren resistencia al oidio de la vid, y la transferencia de ellos en una serie de variedades de vid generando cepas transgénicas. Sin embargo, a pesar del desarrollo exitoso, la industria vitivinícola de Australia no adopta la tecnología ya que su producción está principalmente destinada a exportación, particularmente a Europa cuyo mercado

es muy sensible al uso de transgénicos. Por lo que hasta que el mercado europeo se sienta más cómodo con esta tecnología, aumentará la oportunidad de los agricultores australianos de mejorar sus sistemas de producción usando vides transgénicas (Fundación Antama, 2011).

Bibliografía

- Altieri, M. A. y D. I. Nicholls (2006). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable*. ONU, UACH. Texcoco, México. 310 pp.
- Calabria, G., J. Maca, G. Bachli and M. Pascual (2011) . “First records of the potential pest species of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe”. *J. Appl. Entomol.* 136: 139-147.
- Camargo, U. A. (2000). “Grape breeding for the subtropical and tropical regions of Brazil”. *Acta Hort.* 528: 473-477.
- Creasap, J. E. and T. J. Burr (2006). *Grape crown gall factsheets*. Cornell University, NYSAES. Geneva, USA. 2 p.p.
- Creasy, G. L. and L. L. Creasy (2009). *Grapes*. CAB International. London, U.K. 295 p.
- Cruz, C. J. G. (2007). “Las uvas (*Vitis*) silvestres: distribución y usos en la región central de Veracruz”. En. Nieto, A. R. *Frutales nativos, un recurso fitogenético de México*. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México. pp. 225-235.
- Franco-Mora, O., J. G. Cruz-Castillo, A. A. Cortés-Sánchez y A. C. Rodríguez-Landero (2008). “Localización y usos de vides silvestres (*Vitis* spp.) en el Estado de Puebla, México”. *Ra Ximhai*. 4: 151-165.
- Galet, P. and L. T. Morton (1990). “Introduction: The family Vitaceae and *Vitis* speciation”. In. Pearson, R. C. and A. C. Goheen. *Compendium of grape diseases*. APS Press. St.Paul, USA. pp. 2-3.
- Gilligan, T. M., M. E. Epstein, S. C. Passoa, J. A. Powell, O. C. Sage and J. W. Brown (2011). “Discovery of *Lobesia botrana* ([Denis & Schiffermüller]) in California: An invasive species new to North America (Lepidoptera: Tortricidae)”. *Proc. Entol. Soc. Wash.* 113: 14-30.

- Gray, D. J. and C. P. Meredith. 1992. Grape. In. Hammerschlag, F. A. and R. E. Litz. *Biotechnology of perennial fruit crops*. CAB International. Wallingford, U.K. pp. 229-262.
- Kingston, K. B., K. S. Powell and P. D. Cooper (2009). "Grape phylloxera: New investigations into the biology of an old grapevine pest". *Acta Hort.* 816: 63-70.
- Lewis, T. (1997). *Thrips as crop pests. 1997*. CAB International London, UK. 740 pp.
- Ocete, R., M. E. Ocete, R. del Tío, M. A. López y M. A. Pérez. (1997). *Informe sobre las poblaciones españolas de vid silvestre: Una llamada de atención sobre un recurso fitogenético amenazado*. II Congreso Internacional de Universidades por el Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Granada, España. pp. 81-86.
- Ocete, R., M. A. López, C. A. Gallardo, M. C. Arnold, I. A. Pérez e I. M. Rubio (2004). *La vid silvestre en el País Vasco y territorios limítrofes: Ecología, distribución y riesgos para su conservación*. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco. Donostia, España. 179 pp.
- Omer, A. D., J. Granett and C. W. Shebelut (1999). "Effect of attack intensity on host utilization in grape phylloxera". *Crop Protec.* 18: 341-347.
- Pearson, R. C. and A. C. Goheen (1993). *Compendium of grape diseases*. The American Phytopathological Society. St. Paul, USA. 93 pp.
- Ripa, S. R. y P. Luppichini. 2010. *Manejo de plagas de la vid*. INIA. Santiago, Chile. 145 pp.
- Rosslensbroich, H. J. and D. Stuebler (2000). "Botrytis cinerea history of chemical control and novel fungicides for its management". *Crop Protec.* 19: 551-561.
- Seyb, A. M. (2004). *Botrytis cinerea inoculum sources in the vineyard system*. Soil plant and ecological sciences division. Lincoln University. Christchurch, New Zealand. 227 pp.
- Schmid, J., F. Manty and E. H. Rühl (2003). "Utilizing the complete phylloxera resistance of *Vitis cinerea* Arnold in rootstock breeding". *Acta Hort.* 603: 393-400.

- Triplehorn, C. A. and N. F. Johnson (2005). *Borrer and delongs introduction to the study of insects*. Brooks/Cole. Belmont, USA. 864 pp.
- Zhang, Z. 2003. *Mites of greenhouse. Identification, biology and control*. CAB International. London, U.K. 243 pp.

Cibergrafía

- Espatentes.com. s/f. (consultado el 28 de febrero de 2012 en http://www.espatentes.com/pdf/2255527_t3.pdf).
- Fundación Antama. 2012. (consultado el 5 de enero de 2012 en <http://fundacion-antama.org/cientificos-australianos-desarrollan-uva-transgenica-resistente-al-oidio-de-la-vid/>).
- Infoagro Systems. 2012. (consultado el 10 de enero de 2012 en www.infoagro.com/viticultura/docs/plagas_-enfermedades_vid3.htm).
- University of California, Integrated Pest Management (UCIPM). 2008. Grape pest management guidelines. University of California. (consultado el 18 de enero de 2012 en <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/selectnewpests.grapes.html>).
- Vimar, C. Q. 2010. (consultado 11 de noviembre de 2011 en <http://agropecuariavimar.blogspot.com/2011/08/enfermedades-de-la-vid.html>).

VIII. Conservación *ex situ* de germoplasma de vides silvestres. Experiencias en el Centro de Conservación de Recursos Fitogenéticos de Especies con Semillas Recalcitrantes de Clima Subtropical

Bernal Valenzo, Bernardo^{1}; Espíndola Barquera, María de la Cruz¹; Reyes Alemán, Juan Carlos^{1,2*}; Aguilar Melchor, Juan José¹ y Barrientos Priego, Alejandro³*

8.1. Introducción

La conservación del germoplasma implica exploración, conservación, caracterización y utilización, fases que demandan tiempo y trabajo institucional. Los bancos de germoplasma tienen la función del resguardo de los recursos colectados mediante accesiones que se conservan *ex situ*. En ellos se realiza la caracterización, adaptación, reproducción y cultivo, que es parte del trabajo del curador del banco de germoplasma, quien puede utilizar estudios de caracterización morfológica y molecular para su descripción. El uso de herramientas genéticas modernas ayuda en los programas de mejoramiento incorporando métodos moleculares que permiten un análisis sistemático de la diversidad de los bancos de germoplasma (Witney *et ál.*, 2005).

¹ Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX S.C., «valenzo_16@hotmail.com».

² Universidad Autónoma del Estado de México, «reyesaleman@hotmail.com».

³ Universidad Autónoma Chapingo.

La conservación y uso de los recursos genéticos es esencial para el mejoramiento y fuente continua de genes sobresalientes para la agricultura y para que las plantas tengan un desarrollo sostenible. Los recursos genéticos de acuerdo con Frankel *et ál.* (1995) incluyen el material de propagación reproductivo o vegetativo de

- 1) cultivares en uso actual y nuevos
- 2) cultivares obsoletos
- 3) cultivares tradicionales utilizados por los productores
- 4) materiales silvestres y parientes cercanos de las especies cultivadas
- 5) portainjertos
- 6) materiales especiales, élite, líneas mejoradas, mutantes, etcétera

Los recursos genéticos en plantas se describen como al material heredable dentro y entre especies que pueden tener, para el ser humano, interés económico, científico y social (FAO, 1993). El objetivo de la conservación es preservar una muestra lo más amplia posible de la diversidad genética de especies incluyendo genes reconocidos, caracteres y genotipos (Karp *et ál.*, 1997).

La conservación adecuada requiere de un esfuerzo complementario de métodos de conservación *ex situ* e *in situ* para eficientar la diversidad disponible. El objetivo de la conservación *ex situ* consiste en mantener las colectas sin cambio en su constitución genética (Karp *et ál.*, 1997). Muchas especies pueden almacenarse por periodos largos de tiempo a bajas temperaturas y humedad, sin embargo, hay especies cuyas semillas no se pueden conservar de esta manera, ya que producen semillas «recalcitrantes» y no pueden ser almacenadas por tiempos prolongados como en el caso de las vides. Este grupo de especies puede ser mantenida *ex situ* principalmente como colecciones en campo o *in vitro* mediante cultivo de tejidos. Los curadores de los bancos de germoplasma tienen la encomienda de mantener la integridad de las accesiones conservadas e identificarlas, mediante una adecuada caracterización para determinar su identidad (Karp *et ál.*, 1997). Los recursos naturales genéticos de los diversos géneros

utilizados para la alimentación y la agricultura que tiene México poseen valor cultural, económico, comercial, etcétera, y demandan atención tanto de productores e investigadores como de instancias gubernamentales.

El Centro de Conservación de Recursos Fitogenéticos de Especies con Semillas Recalcitrantes de Clima Subtropical, tiene como objetivo principal “Mitigar la pérdida de germoplasma mediante su conservación *ex situ*”. Los objetivos particulares incluyen “Recibir las diferentes especies que sean enviadas para su conservación” y “Reproducir y conservar las especies que accedan al Centro de Conservación”.

El Centro de Conservación se localiza en el Centro Experimental La Cruz en Coatepec Harinas, México, a una altitud de 2100 metros, suelo de textura franco arcillo arenosa, profundo, con un pH de 6.5, periodo lluvioso en verano, de finales de mayo a octubre, aproximadamente 1050 milímetros anuales. El Centro de Conservación comprende 2.5 hectáreas para incrementarse a mediano plazo, a la fecha comprende una hectárea aproximada establecida en la modalidad de huerto vivero, es decir a alta densidad (0.5×1.5 m). El Centro de Conservación actualmente cuenta con aguacate, chirimoya (*Annona cherimola*), guayaba (*Psidium guajava*), pitahaya (*Hylocereus* spp.), camote (*Ipomoea batatas*) y vid silvestre.

8.2. Proceso de conservación

Cada accesión recibida se acompaña con una ficha pasaporte que muestra los datos del sitio de colecta, origen, colector, condiciones de colecta, etcétera. En la sección de vides se realiza la propagación de genotipos mediante estacas (véase capítulo II), con el fin de hacer réplicas útiles para el posible replante o reposición de alguna accesión por imprevistos. Se prevé que la parcela finalmente tendrá a cada una de las accesiones por triplicado a una distancia de 0.5 m entre cada planta (véase figura 8.1). En el banco de germoplasma se limpia, deshierba, poda y acomodan los brotes jóvenes periódicamente (véase figuras 8.2. y 8.3.).

Figura 8.1.
Establecimiento en campo de accesiones
de ingreso reciente durante las lluvias (junio)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.2.
Deshierbe y reacomodo de brotes de vid sobre los tutores



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8.3.
Estado actual del desarrollo de vides en el Centro
de Conservación



Fuente: Elaboración propia.

Para 2012 el desarrollo de las vides, ha sido exitoso, al momento se cuentan con ciento treinta y dos individuos. Observándose ya floración en varias accesiones de las cuales pocas han tenido dificultad para crecer, en este caso por falta de adaptación. No han sido observados problemas de plagas o enfermedades significativos, a excepción de mosca blanca y fumagina que se han controlado satisfactoriamente.

Bibliografía

- FAO (1993). *Conservation of genetic resources in tropical forest management: Principles and concepts*. Forestry Paper 107. FAO. Rome, Italy. 106 pp.
- Frankel, O. H., A. H. D. Brown and J. Burdon (1995). *The conservation of plant biodiversity*. Cambridge University Press. London, U.K. 299 pp.
- Karp, A., S. Kresovich, K. V. Bhat, W. G. Ayad and T. Hodgkin. (1997). *Molecular tools in plant genetic resources conservation: A guide to the technologies*. IPGRI Technical Bulletin. No. 2. Rome, Italy. 47 pp.
- Witney, G. W., M. L. Arpaia, M. T. Clegg and G. W. Douhan. (2005). *Avocado germplasm preservation and breeding program in California*. New Zealand and Australian Avocado Grower's Conference. Tauranga, New Zealand. 8 pp.

Índice de cuadros, figuras, gráficas y mapas

Cuadros

3.1 Altitudes de ubicación de vides silvestres en México, de acuerdo con reportes de seis herbarios.	50
3.2 Análisis de varianza para el contenido de compuestos fenólicos en hojas de veintinueve accesiones de <i>Vitis</i> spp., en dos fechas de muestreo, 2008.	58
3.3 Contenido de compuestos fenólicos (mg EAT g ⁻¹ pf) en hojas de vides silvestres conservadas <i>ex situ</i> , 2008. . .	60
3.4 Características de frutos en veintitres plantas de vid silvestre del sur del Estado de México.	62

Figuras

1.1 Vista del banco de germoplasma de vid silvestre en la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, Coatepec Harinas, Estado de México.	20
1.2 Tallo de vid silvestre creciendo sobre el tallo de otra especie vegetal no identificada, en el sur del Estado de México.	21
1.3 Vista de flores de vid silvestre en preantesis y en apertura floral.	24
1.4 Uvas silvestres en Hueytamalco, Puebla y Zumpahuacán, Estado de México.	24
1.5 Sistema de conducción de vid silvestre en Chapulco, Puebla.	25
2.1 Proceso de propagación por estaca en vid silvestre (Limpieza de rama (A), estacas para transporte (B), brotación y establecimiento de clones (D)).	33

2.2	Proceso de multiplicación <i>in vitro</i> de <i>Vitis</i> spp. (Generación de brote (A), enraizamiento (B y C) y aclimatización (D)).	38
3.1	Panorámica de distintos ejemplares de vid silvestre (Tenancingo, Estado de México (A); Zacapoaxtla, Puebla (B); Cuernavaca, Morelos (C); Zacapoaxtla, Puebla (D)).	52
3.2	Panorámica de distintos ejemplares de vid silvestre (Temascaltepec, México (A); Aire Libre (B), San Antonio Cañada (C) y Zacapoaxtla, Puebla (D)).	53
3.3	Vista de pámpano cerrado (A) y ligeramente abierto (B).	54
3.4	Pigmentación por antocianinas en el extremo del pámpano (A: con presencia; B: nula presencia).	55
3.5	Tipos y colores del zarcillo (A: bifurcado color verde; B: bifurcado color rojo).	55
3.6	Principales colores de hojas jóvenes (A: completamente verde; B: verde con zonas bronceadas; C: rojiza).	56
3.7	Frutos de <i>Vitis cinerea</i> del sur del Estado de México	63
5.1	Elaboración de un platillo con hojas de vid silvestre y carne molida en su interior.	83
5.2	Llenado de encuesta sobre la calidad del licor de vid silvestre, Temascaltepec, Estado de México, 2012	87
5.3	Jalea, pasas y jugo de vid silvestre elaborados en Hiroshima, Japón.	88
6.1	Cromatogramas de hojas frescas de vid silvestre.	100
7.1	Cenicilla en frutos y hoja de vid silvestre en Zumpahuacán, México, 2011.	106
7.2	Presencia de <i>Botrytis cinerea</i> en frutos de vid silvestre en Zumpahuacán, México, 2011.	108
7.3	Insectos localizados en vid silvestre en el Estado de México.	113
8.1	Establecimiento en campo de accesiones de ingreso reciente durante las lluvias (junio).	128
8.2	Deshierbe y reacomodo de brotes de vid sobre los tutores.	128
8.3	Estado actual del desarrollo de vides en el Centro de Conservación.	128

Gráficas

3.1	Distribución por altitud (m) de vides silvestres ubicadas por la Red de Vid en los estados de México, Puebla, Morelos, Veracruz y Tabasco de 2005 a 2012. . . .	49
3.2	Dendograma discriminando veintinueve accesiones de vid silvestre, acorde con su contenido foliar de compuestos fenólicos en febrero y abril de 2008 en Toluca, Estado de México.	59
4.1	Curva de crecimiento basada en el peso del fruto de <i>Vitis cinerea</i> en el sur del Estado de México.	70
4.2	Curva de crecimiento basada en la longitud del fruto de <i>Vitis cinerea</i> en el sur del Estado de México.	71
4.3	Sólidos solubles totales en frutos de <i>Vitis cinerea</i> colectados en el sur del Estado de México, México.	72
4.4	Azúcares totales en la pulpa de frutos de <i>Vitis cinerea</i> colectados en el sur del Estado de México.	73
4.5	Contenido de compuestos fenólicos (en equivalentes de ácido tánico (EAT) por gramo de peso fresco (P_3F_3)) en la pulpa de frutos de <i>Vitis cinerea</i>	74
4.6	Cinética del peso de la semilla de <i>Vitis cinerea</i> del sur del Estado de México.	76
4.7	Azúcares totales en semillas de <i>Vitis cinerea</i> del sur del Estado de México.	76
4.8	Compuestos fenólicos (EAT g^{-1} PF) en semilla de <i>Vitis cinerea</i>	77
5.1	Resultados del análisis sensorial de un platillo de hojas de vid silvestre envolviendo carne de res.	84
5.2	Cinética del contenido de antocianinas en la cáscara de uvas silvestres almacenadas en refrigeración a 4 ° C. .	85

Mapas

2.1	Ubicación original de cuatro accesiones de vid silvestre de los estados de México y Puebla, micropropagadas con dos medios de cultivo.	36
3.1	Presencia de vides silvestres de acuerdo con seis herbarios de México.	46

3.2	Ubicación de vides silvestres en los estados de Puebla, Veracruz, México, Morelos y Tabasco de 2005 a 2012.	48
3.3	Localización original de las vides silvestres, caracterizadas de acuerdo al contenido foliar de sus compuestos fenólicos.	61

El libro *La vid silvestre en México. Actualidades y potencial*, del doctor Omar Franco Mora *et ál.*, se terminó el 29 de octubre de 2012 por Altres Costa-Amic Editores, S. A. de C.V., Calle 3 Sur 905 Altos, Centro Histórico, Puebla, Puebla 72000, telcel 222-200-3349, telfax (222) 289-7927, altrescostaamic@prodigy.net.mx. La edición de 1 000 ejemplares, con la colaboración de Hernán Reytez Ibarra e Israel Velázquez en la corrección de estilo, estuvo al cuidado de los doctores Omar Franco Mora y Juan Guillermo Cruz Castillo y de Bartomeu Costa-Amic Leonardo.

Últimos libros académicos publicados por Altres Costa-Amic Editores

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

El camino y la voz. Visiones y perspectivas de la situación actual de Michoacán: género, política, arte y literatura, Rocío Rosas Vargas, et ál

Cómo tomar decisiones en la elección vocacional/ocupacional y proyecto de vida. Representaciones sociales de alumnos de bachillerato, Sergio Jacinto Alejo López, et ál

Metodología de las ciencias sociales: la diversidad de la investigación científica, Rocío Rosas Vargas, et ál

Pueblos indígenas en Guanajuato. Una aproximación a su actualidad, Ivy Jacaranda Jasso Martínez

Reflexiones sobre género y diversidad cultural, Rocío Rosas Vargas, et ál

Entre la violencia y la esperanza. Construyendo ciudadanía desde la investigación en educación, Sergio Jacinto Alejo López, et ál

San Salvador Atenco. Historia Agraria (1910-1940), Rocío Rosas Vargas

UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA

Estrategias de combate a la pobreza: entre la definición, la metodología y la Alternativa, María Evelinda Santiago, Sofía Elba Vázquez Herrera, et ál

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TLAXCALA

La formación de consultores, Víctor Job Paredes Cuahquentzi y Fernando García Colina

Juventud y vulnerabilidad social, Edith Salazar De Gante, René Elizalde Salazar, Luis Pérez Cruz, et al

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Perspectivas transnacionales y migración, Misael González Ramírez, José Luis Sánchez Gavi y Adriana Sletza Ortega Ramírez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE

Educación ambiental y sustentabilidad. Viviendo en tiempos del cambio climático, Ricardo Isaac Márquez

ESCUELA LIBRE DE DERECHO DE PUEBLA

Código Civil para el Estado Libre y Soberano de Puebla, edición anotada, Roberto Mendoza Zárate

COLEGIO DE POSTGRADUADOS, CAMPUS PUEBLA

Turismo rural en México. Complemento o exclusión en el desarrollo territorial rural, José Pedro Juárez Sánchez, Benito Ramírez Valverde, et ál

Desarrollo de la agricultura sostenible. Alternativas tecnológicas y enfoques sociales, Ramón Díaz-Ruiz, Jesús Felipe Álvarez-Gaxiola, Arturo Huerta-de la Peña, et ál

El estudio de las especies vegetales nativas de México representa un reto que cada día más investigadores mexicanos asumen.

Durante muchos años, el apoyo a la investigación pública ha sido mínimo; desde el punto de vista agronómico es insuficiente para avanzar a la velocidad que requiere nuestro país para afrontar problemas de producción y distribución de alimentos. Por esa razón, entre otras, me es grato presentar esta obra que compila parte de los trabajos de la Red de Vid Silvestre patrocinada por el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI) dependiente de la SAGARPA; trabajos apuntalados por investigadores que sin pertenecer a la red han colaborado en el estudio de las plantas del género *Vitis*.

En este libro se muestra el potencial del país para aprovechar el recurso vid, empleado desde antes de la conquista española por nativos mexicanos que conocían sus bondades. Es necesario continuar el avance en el conocimiento de este recurso, por ello el presente libro pretende invitar a toda persona interesada en contribuir con el rescate y conservación de las vides mexicanas. Los autores y editores, así como las instituciones en donde laboramos y aquellas que patrocinan estas investigaciones, esperamos se cumpla este objetivo y que el lector, alumno, profesor, investigador, público en general, disfrute esta lectura y, sobre todo, se interese en el recurso *Vitis*.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
LABORATORIO DE HORTICULTURA
ALTRES COSTA-AMIC EDITORES

