

*Revista Electrónica Nova Scientia*

Tamaño y dulzor del fruto de ocho accesiones  
de *Vitis* spp. en tres años continuos  
Berry size and sweetness during three years in  
eight accessions of *Vitis* spp.

**Cecilia Carolina Sabás-Chávez<sup>1</sup>, Omar Franco-Mora<sup>1</sup>,  
Martín Rubí-Arriaga<sup>2</sup>, Jesús Ricardo Sánchez-Pale<sup>2</sup> y Álvaro  
Castañeda-Vildózola<sup>2</sup>**

---

<sup>1</sup> Laboratorio de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrícolas,  
Universidad Autónoma del Estado de México

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México

---

**México**

Omar Franco-Mora. Universidad Autónoma del Estado de México. Campus Universitario El Cerrillo.  
ofrancom@uaemex.mx

## Resumen

México es uno de los centros de origen del género *Vitis*. Actualmente, en el banco de germoplasma de Zumpahuacán, México, se cuenta con más de 70 accesiones de *Vitis* de los estados de México, Puebla y Morelos. Para la conservación, selección y mejoramiento de las plantas de este género, es necesaria la caracterización de los diferentes parámetros de calidad. El objetivo de este trabajo fue determinar la variación en el tamaño, y dulzor de bayas, durante tres años continuos, de las accesiones de *Vitis* spp. denominadas E-15, E-9, E-201 y E-200 (Estado de México); P-57, P-178 y P-180 (Puebla) y Mo-45 (Morelos), en Zumpahuacán, México. En cada ciclo anual, se seleccionaron las 50 bayas más grandes de cada accesión y se determinó peso, largo y ancho del fruto, número de semillas por fruto y contenido de sólidos solubles totales (SST). Se cuantificó la temperatura promedio durante los tres meses anteriores a la cosecha para determinar el efecto de este factor en el dulzor del fruto. El peso y tamaño (ancho y largo) del fruto, así como su contenido de SST y número de semillas variaron ( $P < 0.05$ ) entre accesiones y años de estudio. Sin embargo, durante los años de estudio, el número de semillas por fruto fue constante en cuatro de las ocho accesiones. En promedio, los frutos de E-200 y Mo-45 pesaron más de 0.5 g; mientras que las bayas de P-57, que fueron las más grandes ( $P < 0.05$ ), prácticamente alcanzaron un gramo de peso. Los frutos de las 5 accesiones restantes no superaron 0.5 g de peso por fruto; concordando con lo reportado para especies de origen Americano. El contenido de SST promedio varió de 11 a 17°B durante los tres años. Cuando se presentó la temperatura más baja durante el desarrollo de los frutos, en cinco de las ocho accesiones, se obtuvo el menor contenido de SST.

**Palabras Clave:** Parámetros de calidad, bayas silvestres, recurso fitogenético, Vitaceae.

*Recepción:* 05-07-2016

*Aceptación:* 15-09-2016

## Abstract

Mexico is one of the centers of origin of the genus *Vitis*. Nowadays, in the germplasm bank of Zumpahuacán, México, there are growing more than 70 *Vitis* accessions; they are native of the States of México, Puebla and Morelos. It is known that for conservation, selection and breeding of the genus *Vitis*, it is necessary to characterize each of the plant quality components. The objective of present work was to determine the size and sweetness of berries of accessions E-15, E-9, E-201 and E-202 (State of México); P-57, P-178 and P-180 (Puebla); and Mo-45 (Morelos) in three continuous seasons under Zumpahuacán environmental conditions. In each season, we selected the higher 50 berries from each accession and it was determined their weight, height and width, number of seeds per fruit and the content of total soluble solids (TSS). The average temperature in the three months previous to harvest was calculated in order to determine the effect of this factor in berry sweetness. Fruit weight, width and height as well as TSS and number of seeds per fruit were different ( $P < 0.05$ ) along the years of study and among accessions. However, during the three years, the number of seeds per fruit was constant in four of the eight accessions. The three-year berry weight average indicates that fruits of accessions E-200 and Mo-45 were over 0.5 g each, whereas the fruit of accession P-57 were the heaviest ( $P < 0.05$ ) with 0.96 g. TSS average content of the three years was between 11 and 17°B. In five of the eight accessions, the lower TSS content was determined in the season with the lower temperature present at fruit development.

**Keywords:** Quality parameter, plant genetic resource, Vitaceae, wild berry.

## Introducción

El género *Vitis*, que incluye más de 60 especies, es originario del hemisferio norte (Norteamérica, Europa y Asia) (Zecca *et al.*, 2012, 736). En México se encuentra uno de los centros de origen de la vid silvestre (*Vitis* spp.); de acuerdo a la revisión de ejemplares de *Vitis* en seis herbarios del país, se conoce de la presencia de 18 especies, distribuidas en al menos 15 estados de la República. Información reciente indica que las vides silvestres crecen de manera natural en altitudes desde 10 m, por ejemplo en Paraíso, Tabasco, a 2540 m en San Lorenzo Chiantzingo, Puebla; conviviendo con la vegetación y fauna propia de diferentes tipos de bosques (Franco *et al.*, 2012, 44-47). En su ambiente natural, las lianas de vid son componente común en la sucesión temprana y media, e incluso pueden ser predominantes en la sucesión tardía y el dosel alto; por ello pueden incidir en la forma de los árboles y alterar la regeneración de bosques (Ladwing y Meiners, 2010, 103).

La principal importancia agronómica de las vides mexicanas es su resistencia o tolerancia al insecto filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), responsable de la destrucción de la industria vitícola en Europa en los años 1860's (CONAFRUT, 1973, 7). Además, se ha determinado el potencial de resistencia de algunas especies i. e. *V. aestivalis* Michx., *V. cinerea* Engelm. y *V. rupestris* Scheele a los nematodos *Meloidogyne incognita* y *Xiphinema index* (Van *et al.*, 2010, 165). Aunque no existe aprovechamiento sistemático de las vides silvestres en México, se sabe de la elaboración de vino en Huitzucó, Guerrero y jaleas en Cd. Serdán, Puebla; en el sur del Estado de México las flores se consumen en platillos regionales; mientras que en zonas serranas del estado de Puebla prácticamente el total de la planta es empleada por moradores y vecinos de los bosques en donde las vides crece naturalmente (Franco y Cruz, 2012, 26). Recientemente, se determinó que la calidad del aceite de semilla de vides silvestres es similar a la reportada para *V. vinifera* L., ello debido, principalmente, a contenidos similares de cuatro ácidos grasos (Franco-Mora *et al.*, 2015, 277).

La destrucción de los bosques, el cambio de uso de suelo y el uso primordial de *V. vinifera* en la viticultura mundial, son amenazas para las diferentes especies de este género. Particularmente, Rzedowski y Calderón (2005, 23) indicaron que *V. popenoei* Fennell es una especie que se encuentra en peligro de extinción en México. Una forma de conservar este patrimonio

fitogenético es detectarlo, estudiarlo, llevando a cabo su caracterización sistemática 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, 228; Franco-Mora *et al.*, 2008, 1992). La diversidad de los caracteres morfológicos constituye la espina dorsal de los estudios sobre la diversidad genética en cualquiera de sus niveles. En el caso de las especies cultivadas, este tipo de información ha sido ampliamente utilizada para discriminar entre materiales procedentes de distintas regiones geográficas y ha permitido el manejo más eficiente de los bancos de germoplasma (Vargas *et al.*, 2003, 707).

A la fecha, se han reportado estudios de caracterización morfológica *in situ* para frutos de vides mexicanas. El tamaño y el contenido de sólidos solubles totales (SST) de frutos de *V. cinerea*, creciendo de manera natural en montañas del sur del estado de México, varió estadísticamente de un año a otro (de 2008 a 2010) indicando la respuesta de la planta a las condiciones ambientales (Franco-Mora *et al.*, 2012, 1902). A la fecha, no existen estudios de frutos de vid obtenidos en bancos de germoplasma del país. Por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue evaluar el tamaño del fruto y el dulzor de ocho accesiones de vid silvestre creciendo *ex situ* en Zumpahuacán, México, durante tres años continuos.

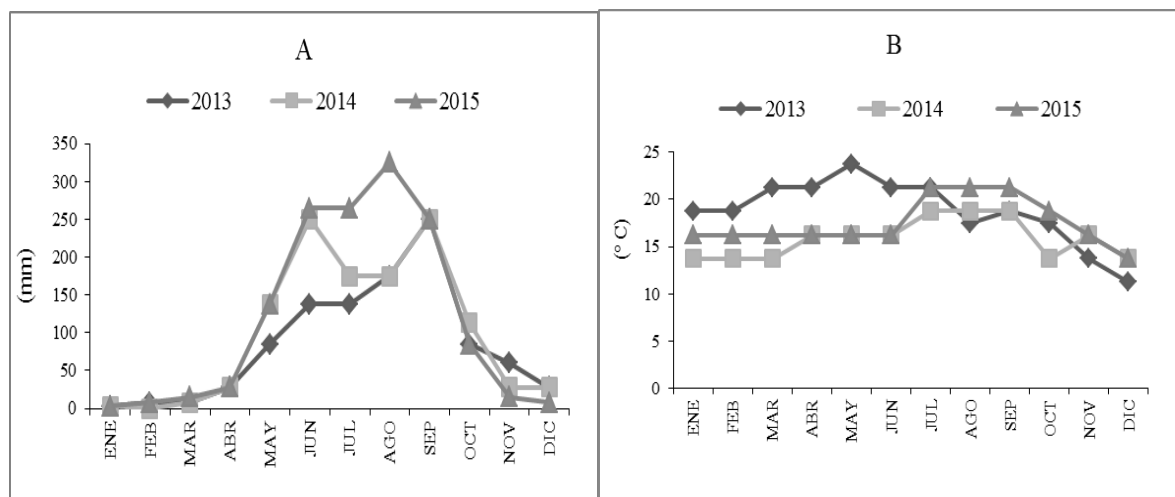
### **Método**

En Zumpahuacán, México, en los años 2013, 2014 y 2015 se cosecharon los frutos de ocho accesiones de *Vitis*, originarias de los municipios de Temascaltepec (E-15 y E-9) y Tejupilco (E-201 y E-202) en el Estado de México; Hueytamalco (P-180 y P-178) y San Antonio Cañada (P-57), en el estado de Puebla y Cuernavaca (Mo-45), estado de Morelos (Figuras 1 y 2).





El banco de germoplasma se ubica a 1934 m de altitud, en una región en donde el clima es tipo (A) C (m) (f), con temperatura anual media de 18.2°C, 1055 mm de precipitación y 1706 mm de evaporación anual (García, 1988, 23; Sistema Meteorológico Nacional, 2015). Los rangos de precipitación y temperatura de los tres años de cosecha del sitio donde se ubica el banco de germoplasma se obtuvieron a través del Sistema Meteorológico Nacional (Figura 3).



**Figura 3.** (A) Precipitación acumulada mensual y (B) temperaturas mensuales de tres años continuos en Zumpahuacán, México. Fuente: Sistema Meteorológico Nacional (2015).

Una vez que los frutos alcanzaban el color de cáscara característico de cada accesión (púrpura, negro azulado), se realizó la cosecha y los frutos se trasladaron de inmediato al laboratorio de Horticultura de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM; ubicado en la cd. de Toluca, México, a 1.5 h de camino aproximadamente. En el laboratorio, el tamaño del fruto fue el criterio de selección, analizando los 50 frutos más grandes por cada accesión; a dichos frutos se les determinó peso, ancho y largo; posteriormente se contó el número de semillas por fruto. Además, en 10 frutos de cada accesión se determinó el contenido de sólidos solubles totales (SST); brevemente, los frutos se sometieron individualmente a presión manual para obtener gotas de jugo que se colocaron en el lector óptico de un refractómetro digital portátil para obtener el contenido de SST, el resultado se expresó en grados Brix (°B) (Franco-Mora *et al.*, 2012, 1901).

Para cada una de las variables, se realizó un análisis de varianza con el programa estadístico SPSS versión 19.0 para un diseño completamente al azar con dos factores; accesiones (8) y años

(3) y cuando el valor de F fue significativo, las medias se compararon con la prueba de Tukey al 0.05.

Posteriormente, se calculó la temperatura media presente en los tres meses anteriores a la cosecha de los frutos. Esto debido a que para las vides mexicanas, y particularmente en el sur del estado de México, de flor a cosecha de fruto se tienen aproximadamente 100 días (Aguirre *et al.*, 2012, 70). Así, se graficó el contenido de SST en función de la temperatura promedio de los tres meses anteriores a la cosecha.

### Resultados y Discusión

El análisis de varianza bifactorial indicó diferencia significativa ( $p \leq 0.001$ ) en las cinco características del fruto evaluadas, tanto para accesiones como para años de evaluación (Tabla 1). En *V. cinerea*, Franco-Mora *et al.* (2012, 1905) indicaron que la variación física y bioquímica de frutos de una misma planta en diferente año de cosecha se debe, principalmente, a las condiciones ambientales de cada estación. En este trabajo, al ser vides originarias de cinco regiones climáticas diferentes, estas variaciones son explicadas inicialmente por la genética, además la influencia del ambiente de cada año de cosecha y la respuesta de la planta al ambiente. Se ha indicado, que entre todos estos factores, es el genotipo el que explica primordialmente la variación en la composición del fruto (Conde *et al.*, 2007, 17).

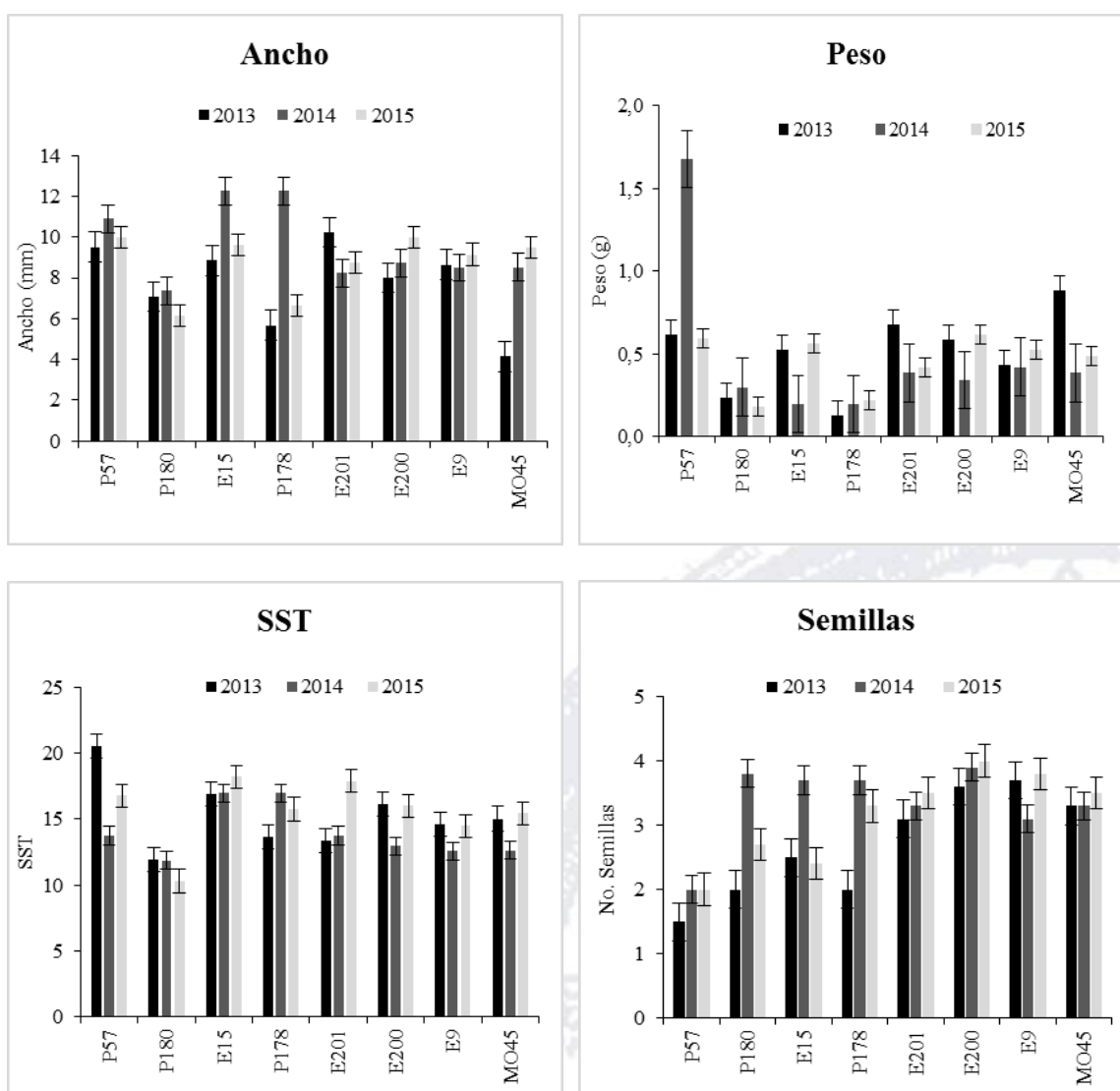
**Tabla 1.** Valores de F para ocho accesiones de vid estudiadas en los años 2013, 2014 y 2015 en Zumpahuacán, Edo de México.

	g. l.	Peso (g)	Ancho (mm)	Largo (mm)	Semillas (No.)	SST (°B)
Año	2	7.96***	35.345***	25.207***	22.65***	30.40***
Accesión	7	172.30***	116.483***	117.065***	38.40***	51.70***
Año x Accesión	14	79.49***	39.582***	17.417***	14.97***	15.76***
Error (CM)		0.01	0.442	0.381	0.262	2.05

Los datos son el promedio de tres años, por cada año las medias corresponden a 50 repeticiones, un fruto por repetición, excepto para sólidos solubles totales (SST) donde se tuvieron 10 repeticiones, 1 fruto por repetición. \*\*\*, significativo al 0.01.



De acuerdo a Shiraishi y Shiraishi (1997, 6), por el peso promedio obtenido durante los tres años en los frutos de las ocho accesiones del presente estudio, estos deben clasificarse como “muy pequeños”, ya que no superaron el peso de un gramo (Figura 4). Dichos autores, han incluido como frutos “muy pequeños”, a las bayas de *V. arizonica* Engelm., *V. berlandieri* Planch., *V. longii* W. R. Prince & Prince y *V. rupestris* Scheele. En promedio de los tres años de estudio, los frutos de la accesión P-57, nativa de San Pedro Cañada, Puebla, fueron los más grandes, el peso individual promedió 0.96 g durante los tres años de estudio; mientras que los frutos de menor tamaño y peso (0.180 g) correspondieron a la accesión P-178, proveniente de Hueytamalco, Puebla.



**Figura 4.** Ancho y peso del fruto, número de semillas por fruto y contenido de sólidos solubles totales (SST) en ocho accesiones de vid silvestre en tres años continuos de producción, creciendo *ex situ* en Zumpahuacán, México.

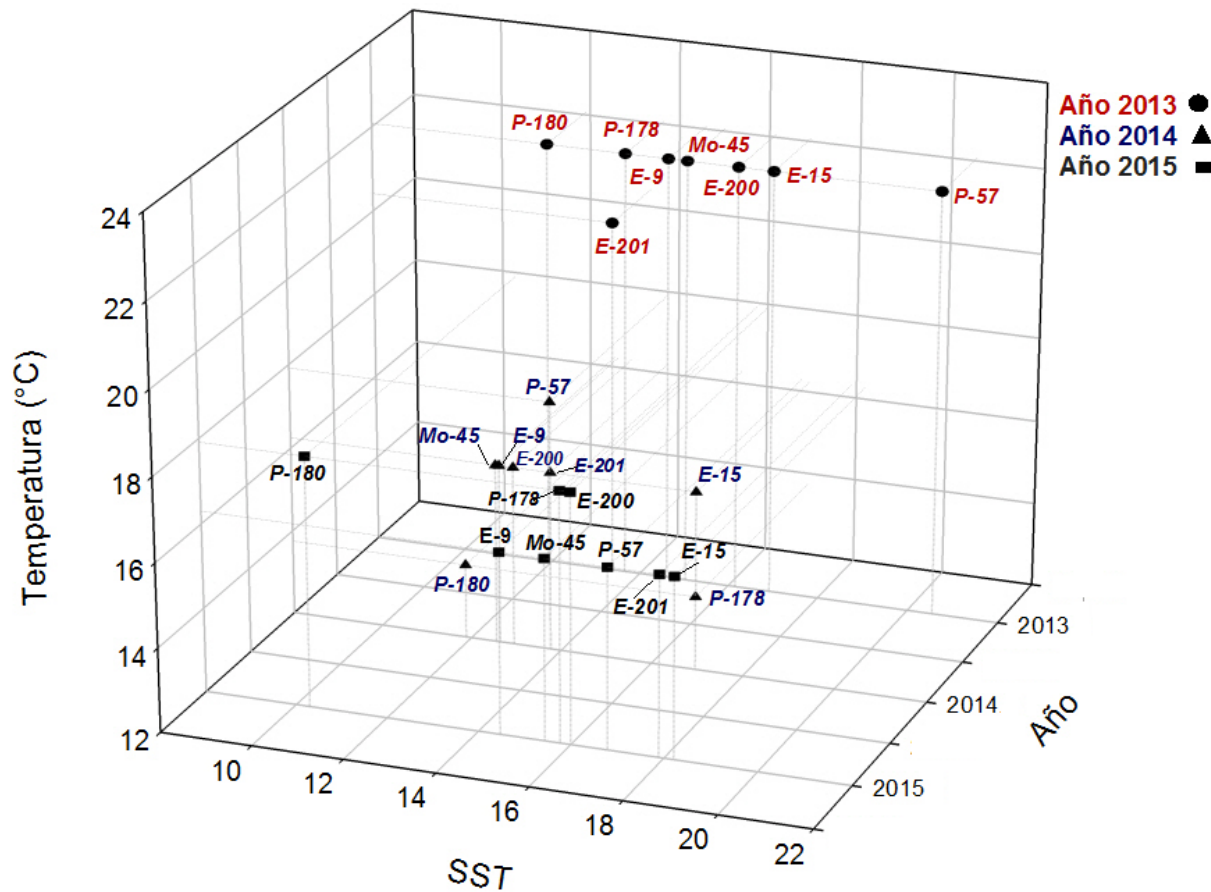
Existe clara diferencia entre el tamaño de baya de *V. vinifera* y las bayas de *Vitis* de origen mexicano seleccionadas para este estudio; ello en parte, se debe a que durante el proceso de selección y mejoramiento de *V. vinifera* se dio énfasis al tamaño del fruto, lo cual se refleja en la información genética de las uvas para mesa (Tello *et al.*, 2015, 2). Para el caso de las vides silvestres de México, hasta nuestro conocimiento no ha existido un proceso de selección, mucho menos de hibridación y/o mejoramiento dirigido hacia el fruto, y sólo se reporta selección y mejoramiento para su uso como portainjerto (Van *et al.*, 2010, 165).

El peso de fruto de las vides E-09, P-178 y P-180 (promediando 0.46 g, 0.18 g y 0.24 g respectivamente) se mantuvo constante durante los tres años de estudio; sin embargo, en las cinco accesiones restantes, el fruto presentó variaciones anuales en su peso (Figura 4). En diversos estudios de *Vitis*, se ha encontrado que la estabilidad anual en el tamaño del fruto, puede estar relacionada a la adaptación del individuo a condiciones ambientales, incluido el estrés (Houel *et al.*, 2015, 2). Además, aún y cuando el promedio que incluye a las ocho accesiones, 2013 fue el año con mayor peso de baya, este dato está muy influenciado por el peso de la accesión Mo-45 en dicho año, ya que para otras accesiones el mayor tamaño de fruto pudo darse en 2014 o 2015. Particularmente, los frutos de la accesión P-57 tuvieron el mayor peso, de todas las accesiones y de todos los años, en 2014; pero, para esta accesión los pesos de 2013 y 2015 fueron claramente inferiores al peso de 2014; lo cual indica la posible presencia de un factor ambiental o genético-ambiental promotor del crecimiento del fruto en dicho año, particularmente para dicha accesión.

A nivel celular, el tamaño de la baya está más relacionado al largo de las células, que al número de las mismas (Fernandez *et al.*, 2006, 544). Además, las condiciones intrínsecas de la planta reaccionan de manera particular con cada uno de los factores ambientales y se generan los fenotipos observados. Durante su desarrollo, los frutos incrementan su tamaño y peso en función del aporte de nutrimentos y agua desde otras partes de la planta y el suelo. Además, tanto el peso, como el volumen, dependen de las condiciones climáticas especialmente de la pluviosidad, o bien el riego, y de la temperatura que son los parámetros ambientales que más influyen en el contenido hídrico del fruto (San José y Rodríguez, 1995, 88; Houel *et al.*, 2015, 2). Por tanto, se infiere que en este trabajo, el efecto ambiental se manifiesta diferenciadamente para las accesiones en estudio.

Por otro lado, estudiando tres cultivares de *V. vinifera*, Ferrer *et al.* (2014, 109) determinaron que existe relación significativa entre el tamaño de la uva y el contenido de azúcar de la misma; situación parcialmente observada en el presente estudio, ya que la accesión P-57 presentó el mayor tamaño y uno de los valores más altos para SST; sin embargo, los frutos de E-15 no fueron de tamaño mayor, pero si presentaron mayores contenidos de SST (Figura 4). El mayor contenido de SST (20.55 °B) se presentó en la accesión P-57 para el año 2013; mientras que el menor contenido se determinó para la accesión P-180 en 2015. Para las ocho accesiones, el rango de los valores promedio de SST para los tres años fue de 11.4 a 17.0 °B, valores por debajo de lo reportado en frutos de *V. cinerea* (14.2 a 20.4° B) (Franco-Mora *et al.*, 2012, 1903). De acuerdo a la clasificación propuesta por Shiraishi y Shiraishi (1997, 9), las uvas de la accesión P-180 se clasifican en el nivel 1, por debajo de 12°B; tres accesiones del estado de México (E-201, E-200 y E-9), la de Morelos (Mo-45) y la P-178 de Puebla se ubican en el nivel 3, entre 12 a 16°B; mientras que en el nivel 5 se ubican las accesiones E-15 y P-57, entre 16.1 y 20°B. En el estudio *in situ* realizado en *V. cinerea* en el sur del estado de México, también se ubicaron plantas que producen bayas en las clasificaciones 1, 3 y 5 (Franco-Mora *et al.*, 2012, 1904).

En relación, exclusivamente al periodo de 3 meses durante los cuales ocurre el desarrollo del fruto de las diferentes accesiones, en el año 2014 se presentó la menor temperatura, la cual osciló entre 16.8 y 13.75°C y una precipitación de baja a moderada (de 7.5 mm a 250 mm). En dicho año, se presentó, en cinco de las ocho accesiones, la menor concentración de SST y, en las tres accesiones restantes, el contenido fue igual al de los años 2013 y 2015 o bien, sólo superó el contenido de alguno de los dos años (Figuras 4 y 5). Estos resultados probablemente se deben al hecho de que la fecha de colecta de tres de los cinco frutos con contenidos bajos de SST se realizó en los meses de máxima precipitación (junio), es decir en periodos de menor temperatura e insolación. Se conoce que la precipitación puede modificar indirectamente la insolación y la temperatura por el efecto de la nubosidad sobre la radicación incidente. Además de la regulación de la fotosíntesis y fotomorfogénesis, la luz solar proporciona energía radiante que calienta la superficie de las plantas, por lo tanto la composición de la baya está influenciada directa (por la cantidad y calidad de luz) e indirectamente por la temperatura media (Bergqvist *et al.*, 2001,6).



**Figura 5.** Temperatura promedio 100 días previos a colecta y contenido de sólidos solubles totales (SST) de tres años continuos en Zumpahuacán México.

Se ha determinado que la composición de la uva varía en función de la temperatura a la cual se desarrolla; en ese sentido, la temperatura afecta notoriamente la maduración de la uva y la tasa de respiración, por lo que repercute sobre los sustratos (azúcares y ácidos orgánicos entre otros) utilizados durante este proceso. En algunas variedades de *V. vinifera* a menor temperatura diurna ocurre una mayor acumulación de SST, mientras que en otras variedades sucede lo contrario, es decir, la temperatura influye de manera diferenciada en la acumulación de sólidos solubles (San José y Rodríguez, 1995,87). Se sabe que una marcada diferencia entre la temperatura diurna y la nocturna favorece una maduración lenta del fruto que lleva al desarrollo óptimo del color; además, Coombe (1986,31) ejemplificó que temperaturas diurnas de 30°C y nocturnas de 10 °C favorecen mayor contenido de azúcares en comparación con noches más cálidas.



En un trabajo realizado en Brasil, al comparar la calidad de uvas durante dos años, se observó que para el año con mayor temperatura, el rango de SST fue mayor, (de 14.7 a 22.3 °B), mientras que en el año con menor temperatura se observaron menores valores de SST (16 a 21°B) (Malinovski *et al.*, 2016, 208). En este trabajo, se consideró que, en al menos cinco de las ocho accesiones de vid silvestre del Centro de México, el contenido de SST es dependiente de la temperatura, y, dentro de parámetros fisiológicos, a mayor temperatura mayor contenido de SST, sin dejar de mencionar que existe respuesta particular del cultivar, en este caso, de la accesión, tal y como ha sido demostrado en las bayas de *V. vinifera* (Sadras *et al.*, 2013, 100).

El número de semillas por baya de las diferentes accesiones osciló entre 1.8 a 3.8 (Figura 4); pero, dentro de cada accesión, el número de semillas fue el valor menos variable de las características evaluadas. En términos generales, se considera que la variación en las semillas es poco afectada por condiciones ambientales (Vargas *et al.*, 2003, 712). Aunque estadísticamente se reportaron diferencias, el número de semillas durante tres años en los frutos de ocho plantas de *V. cinerea* varió de 2.5 a 2.9 (Franco-Mora *et al.*, 2012, 1904). En vid se ha determinado que existe una correlación positiva entre el número de semillas y el tamaño del fruto (aprox.  $r^2 = 0.6$ ; 0.001) (Ristic and Ilan, 2005, 12). Sin embargo, para este estudio, al ser genéticamente diferentes, la comparación entre las ocho accesiones en estudio no genera una correlación similar (Datos no mostrados).

## Conclusiones

El peso, largo y ancho del fruto, número de semillas por fruto y contenido de SST fue diferente entre ocho accesiones de vid silvestre nativas del Centro de México, durante los tres años continuos de cosecha, creciendo en el banco de germoplasma de Zumpahuacán, México. Los resultados del peso obtenidos en los frutos estudiados de acuerdo a Shiraishi y Shiraishi, corresponden a la categoría de “muy pequeños”. La temperatura observada en el periodo de desarrollo de fruto afectó el contenido de sólidos solubles totales. Así, en 2014, año con la menor temperatura promedio, los frutos de cinco accesiones presentaron el menor contenido de sólidos solubles totales en comparación a los otros dos años. De acuerdo al dulzor de la baya, los frutos de este estudio se clasifican en las categorías 1, 3 y 5 de Shiraishi y Shiraishi. Por otro lado, el mayor peso del fruto, para cada accesión, se presentó en cualquiera de los tres años de estudio;

sin embargo, las accesiones con el menor peso promedio del fruto fueron estables a través de las tres estaciones de estudio. El peso del fruto no se correlacionó con el contenido de sólidos solubles totales.

### **Agradecimientos**

La primera autora es becaria del CONACYT (con numero de becario: 253258) para estudios de doctorado. Los autores agradecen el apoyo de la M. C. Sara Aguirre en el manejo del banco de germoplasma.

### **Referencias**

Aguirre, O.S., Franco, M.O., González, H.A., y Pérez, L.D.J. (2012). Cinética del crecimiento del fruto y la semilla. En: Franco, M.O. y Cruz, C.J.G. (Ed.). La vid silvestre en México. Actualidades y potencial, 68-79. México: Universidad Autónoma del Estado de México-Altres-Costa Amic Editores.

Bergqvist, J., Dokoozlian, N., and Ebisuda, N. (2001). Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *American Journal of Enology and Viticulture*. 52(1): 1-7.

CONAFRUT. (1973). Localización y dispersión de vides nativas de México y su aportación a la viticultura mundial. México Programa Nacional Vitícola. Comisión Nacional de Fruticultura. México. 22 p.

Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A.C.P., Tavares, R.M., and Sousa, M.J. (2007). Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Food*. 1: 1-22.

Coombe, B. G. (1986). Influence of temperature on composition and quality of grapes. *Acta Horticulturae*. 206: 23-36.

Cruz, C.J.G. (2007). Las uvas (*Vitis*) silvestres. Distribución y usos en la región central de Veracruz. En: Nieto, A.R. (Ed). *Frutales nativos, un recurso genético de México*. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.

Fernandez, L., Romieu, C., Moing, A., Bouquet, A., Maucourt, M., Thomas, M.R., and Torregrosa, L. (2006). The grapevine fleshless berry mutation. A unique genotype to investigate differences between fleshy and nonfleshy fruit. *Plant Physiology*. 140(2): 537-547.

- Ferrer, M. Echeverría, G., and Carbonneau, A. (2014). Effect of berry weight and its components on the contents of sugars and anthocyanins of three varieties of *Vitis vinifera* L. under different water supply conditions. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 35(1): 103-113.
- Franco, M.O., y Cruz, C.J.G. (2012). Antecedentes. Evolución y potencial. En: Franco-Mora O. y J. G. Cruz-Castillo (Ed.), *La vid silvestre en México. Actualidades y potencial*. 15-30. México: Universidad Autónoma del Estado de México-Altres-Costa Amic Editores.
- Franco, M.O., Cruz, C.J.G., González, H.A., y Pérez, L.D.J. (2012). Distribución y caracterización. En: Franco-Mora O. y J. G. Cruz-Castillo (Ed.), *La vid silvestre en México. Actualidades y potencial*. 42-67. México: Universidad Autónoma del Estado de México-Altres-Costa Amic Editores.
- Franco-Mora, O., Morales-Rosales, E.J., González-Huerta, A., and Cruz-Castillo, J.G. (2008). Vegetative characterization of wild grapevines (*Vitis* spp.) native to Puebla, Mexico. *HortScience*. 43(7): 1991-1995.
- Franco-Mora, O., Aguirre-Ortega, S., González-Huerta, A., Castañeda-Vildózola, Á., Morales-Rosales, E.J., and Pérez-López, D.J. (2012). Characterization of *Vitis cinerea* Engelm. ex Millardet fruits from the southern region of the State of Mexico, Mexico. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 59(8):1899-1906.
- Franco-Mora, O., Salomón-Castaño, J., Morales, A.A., Castañeda-Vildózola, A., y Rubí-Arriaga, M. (2015). Ácidos grasos y parámetros de calidad del aceite de semilla de uva silvestre (*Vitis* spp.). *Scientia Agropecuaria*. 6(4): 271-278.
- García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen UNAM. México.
- Houel, C., Chatbanyong, R., Doligez, A., Rienth, M., Foria, S., Luchaire, N., Roux, C., Adivèze, A., Lopez. G., Farnos, M., Pellegrino, A., This, P., Romieu, C., and Torreglosa, L. (2015). Identification of stable QTLs for vegetative and reproductive traits in the microvine (*Vitis vinifera* L.) using the 18 K Infinium chip. *BMC Plant Biology*. 15: 205.
- Ladwing, L.M., and Meiners, S.J. (2010). Liana host preference and implications for deciduous forest regeneration. *The Journal of the Torrey Botanical Society*. 137(1): 103-112.
- Malinowski, L.I., Brighenti, A.F., Borghezani, Guerra, M., Silva, A.L., Porro, D., Stefanini, and Vieira, M. (2016). Viticultural performance of Italian grapevines in high altitude regions of Santa Catarina State, Brazil. *Acta Horticulturae*. 115: 203-210.

- Ristic, R., and Iland, P.G. (2005). Relationships between seed and berry development of *Vitis vinifera* L. cv Shiraz: developmental changes in seed morphology and phenolic composition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 11(1): 43-58.
- Rzedowski, J., y Calderón, R.G. (2005). Flora del Bajío y de regiones adyacentes. Familia *Vitaceae*. Instituto de Ecología. Patzcuaro, México.
- Sadras, V.O., Petrie, P., and Moran, M.A. (2013). Effects of elevated temperatura in grapevine. I Berry sensory traits. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 19(1): 95-106.
- San José, M. L. G., y Rodríguez, M. S. A. (1995). Influencia climática en la maduración de la uva: estudio de cultivares de La Rioja y Madrid. *Zubía*. 7: 79-102.
- Shiraishi, M., and Shiraishi, S. I. (1997). Database of grape genetic resources for 21st Century ampelography. Kyushu University. Fukuoka, Japan.
- Sistema Meteorológico Nacional. (2015). Normales climatológicas de la estación Zumpahuacan. [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=42](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42) (Enero de 2016)
- Tello, J., Torres-Pérez, R., Grimplet, J., Carbonell-Bejerano, P., Martínez-Zapater, J.M., and Ibáñez, J. (2015). Polymorphisms and minihaplotypes in the VvNAC26 gene associate with berry size variation in grapevine. *BMC Plant Biology*. 15(1):1.
- Van, S., Vivier, M.A., Riaz, S., and Walker, M.A. (2010). The genetic mapping of *Xiphinema index* resistance derived from *Vitis arizonica*. *Acta Horticulturae*. 1046: 165-168.
- Vargas, E. M., Castro, E., Macaya, G., y J. Rocha, O. (2003). Variación del tamaño de frutos y semillas en 38 poblaciones silvestres de *Phaseolus lunatus* (Fabaceae) del Valle Central de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 51(3-4): 707-724.
- Zecca, G., Abbott, J. R., Sun, W. B., Spada, A., Sala, F., and Grassi, F. (2012). The timing and model of evolution of wild grapes (*Vitis*). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 66: 736-747.