

**MADUREZ TECNOLÓGICA Y FENÓLICA EN *Vitis vinifera* L. CV,
TEMPRANILLO EN CHIHUAHUA, MÉXICO**

**TECHNOLOGICAL AND PHENOLIC MATURITY IN *Vitis vinifera* L. CV,
TEMPRANILLO IN CHIHUAHUA, MÉXICO**

Cipriano **Fuentes-Verduzco**¹; Ramona **Pérez-Leal**²; Gabriel Antonio **Lugo-García**¹ y Francisco Ariel **Camacho-Inzunza**¹

Resumen

En Chihuahua, México se estableció el cultivo de vid (*Vitis vinifera* L.) variedad Tempranillo, con la finalidad de tener opciones de cultivo de uva para vino, ya que posee climas aptos para el cultivo de esta especie y esto permite obtener cosechas que cumplan con las especificaciones para vinificación; donde el objetivo del presente estudio, fue determinar la madurez tecnológica y caracterizar la composición fenólica de uvas de la variedad Tempranillo, para precisar la fecha de vendimia (cosecha), peso de bayas y de sus componentes en Chihuahua, México; realizado en el año 2016, en tres viñedos: uno ubicado en el municipio de Aldama (Pasado Meridiano) y dos en el municipio de Cuauhtémoc (FACIATEC y Hacienda Bustillos). El diseño experimental fue bloques completos al azar; los muestreos

se realizaron semanalmente, desde inicio del envero (maduración) hasta la vendimia; se efectuaron análisis químicos: sólidos solubles totales (°Brix), acidez total titulable (ATT) y pH, para dar con estos el seguimiento a la madurez tecnológica; además se cuantificó el índice de polifenoles totales (maduración fenólica). El resultado óptimo en calidad de baya para vinificación, lo presentaron los viñedos ubicados en el municipio de Cuauhtémoc (FACIATEC) y H. Bustillos; sin embargo, las bayas del viñedo Pasado Meridiano mostraron una maduración muy temprana, y en la cuantificación de polifenoles totales es inferior en comparación con el resto de los viñedos, reflejándose con ello una baja intensidad de color.

Palabras clave: taninos, extractabilidad, Brix, polifenoles.

¹ Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte. Dirección postal: calle 16 av. Japaraqui S/N, Juan José Ríos, Ahome, Sinaloa México. Tel. 6871387525. Ciprianofuentes@favf.mx

² Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Dirección postal: Av. Pascual Orozco S/N, Campus 1, Santo Niño Chihuahua, Chihuahua México. Tel. 6144391844.

Abstract

In Chihuahua, Mexico, the cultivation of vines (*Vitis vinifera* L.) Tempranillo variety was established, in order to have options for growing grapes for wine, since it has climates suitable for the cultivation of this species and this allows obtaining crops that meet with the specifications for vinification; where the objective of the present study was to determine the technological maturity and characterize the phenolic composition of grapes of the Tempranillo variety, to specify the harvest date (harvest), weight of berries and their components in Chihuahua, Mexico; made in 2016, in three vineyards: one located in the municipality of Aldama (Pasado Meridiano) and two in the municipality of Cuauhtémoc (FACIATEC and Hacienda Bustillos). The experimental design was

randomized complete blocks; the samplings were carried out weekly, from the beginning of the veraison (ripening) until the harvest; Chemical analyzes were carried out: soluble solids (°Brix), total titratable acidity (ATT) and pH, to monitor technological maturity; In addition, the total polyphenol index (phenolic maturation) was quantified. The optimum result in berry quality for vinification was presented by the vineyards located in the municipality of Cuauhtémoc (FACIATEC) and H. Bustillos; however, the berries from the Pasado Meridiano vineyard showed a very early maturation, and in the quantification of total polyphenols it is lower compared to the rest of the vineyards, thus reflecting a low color intensity.

Key words: tannins, extractability, Brix, polyphenols.

INTRODUCCIÓN

La viticultura en la última década ha tenido un crecimiento y evolución importante, al situar al estado de Sonora como el principal productor de uva de mesa y al norte de Baja California como la principal zona vitivinícola de México (Acosta, Macias, Mendoza y Cabello, 2013).

En el estado de Chihuahua, la introducción de variedades de vid (*Vitis vinifera* L.) se realiza con el propósito de obtener cultivares que se adapten a los diferentes microclimas que posee, así como obtener bayas aptas para vinificación, a través del seguimiento de la maduración fenólica y tecnológica, y así obtener el momento preciso de vendimia, beneficiando de manera directa a productores y trabajadores del campo por la generación de empleos en las distintas fases de producción. Al ser un sistema productivo sustentable capaz de permanecer en el tiempo promoviendo la conservación y la generación económica brindando (Abraham, Alturria, Fonzer, Ceresa y Arnés, 2014), (Cancino, Acosta y Avendaño, 2020).

Con respecto a la calidad y rendimiento de las uvas para vinificación depende del equilibrio entre la carga de fruta y el área foliar correctamente iluminada (Cañón, González, Alcalde, Bordeu, 2014). Así como, la temperatura ambiental influye en el contenido de antocianico de la uva, al contribuir principalmente en la apariencia de la baya, color, sabor y textura; sin embargo, a temperaturas

elevadas proveen bajo contenido de antocianos (Castillo, García, Garrido, Martínez y Mejuto, 2008); mientras que a temperaturas superiores a 30 grados Celsius disminuye el ácido málico, consecuentemente provoca disminución en la acidez y se elevan los sólidos solubles (Díaz y Ávila, 2021), esto afecta el índice de madurez y el sabor, además es una referencia concreta para determinar el momento de la vendimia (Domínguez, Pimentel, Lenon y Tecchio, 2016). Otro de los factores es el tipo de variedad, este incide en la composición del fruto, porque la capacidad de síntesis y acumulación de los diversos componentes de la baya, está determinada por su genética; porque cada planta tiene la capacidad de maduración interna para número de ramas y brotes (Almanza, Serrano, Forero, Arango y Puerto, 2014). La variedad tempranillo en clima templado es más fresca, agradable en aroma y sabor, pero en regiones cálidas, especialmente en las estaciones calurosas, posee características enológicas limitadas, con escaso color (Acosta, Macias, Mendoza y Cabello, 2013). Esta variedad adquiere mejores características en calidad de uvas al ser producidas en la zona V (Amerine y Winkler, 1974); además, es la principal variedad de uva cultivada en España con Denominación de origen, ya que es originaria de Aragón y La Rioja (Song, Hernández, Provedo y Martínez, 2014). El estudio de la madurez de la uva es extremadamente importante para determinar la calidad de los vinos producidos, durante este periodo la síntesis de degradación y/o translocación de compuestos deseables ocurren en las bayas, estos compuestos incluyen terpenos, antocianos, taninos y ácidos orgánicos (Penso *et al.*, 2014); sin embargo, el grado de madurez en bayas se puede caracterizar por la relación de los contenidos de azúcar ($^{\circ}$ Brix), ácido (pH) y concentración de compuestos fenólicos. Por otra parte, en vinos, es influenciado por la composición química de la materia prima; el cual depende de la variedad, estado de maduración, condiciones atmosféricas durante la maduración y tipo de suelo (Jáuregui, Fernández, Ramos y Alvarado, 2007). La relevancia enológica de los polifenoles de la uva está dada por su incidencia en las propiedades químicas y características sensoriales de los vinos; extraídos durante la vinificación y son los compuestos que determinan el color, astringencia y amargor de los vinos, al incidir también en otros aspectos relacionados con su sabor y aroma (González *et al.*, 2011; Franco, Contreras, Carranza y Carranza, 2017); al emplear diferentes tecnologías para precisar las condiciones de la maceración (Hernández, Duran y Trujillo, 2010).

Asimismo, las antocianinas y taninos de extractos de las bayas, se pueden cuantificar por el método de extracción de pH 1 y a pH 3.6 (Glorías y Agustín, 1993); el cual, es un índice del estado de fragilidad de las membranas de las células de los hollejos, y por lo tanto de su estado de madurez. Para el viticultor, es de gran importancia conocer la fenología y las necesidades térmicas del cultivar, para con ello estimar las fechas fenológicas y el momento más adecuado de programar la cosecha de los racimos (Radünz, Schöfel, Burgos, Barbosa y Potter, 2015).

Con base a lo anterior, se realizó este estudio con el objetivo de determinar la madurez tecnológica y composición fenólica de uvas cv. Tempranillo, procedentes de tres zonas del estado de Chihuahua, México.

MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

El estudio se realizó de junio de 2016 a septiembre de 2016, para madurez tecnológica y fenólica. Los muestreos se realizaron en viñedos ubicados: en el municipio de ciudad Cuauhtémoc (viñedo FACIATEC) (N 28° 24' 41.2'', W 106° 52' 53.5'') a 2042 msnm, con una temperatura media anual de 14.4°C, contemplada en la región II de Winkler frío, y Hacienda Bustillos (N 28° 28' 39.1'', W 106° 39' 37.8'') a una altura de 2055 msnm, con una temperatura media de 14°C, se encuentra en la región I de Winkler muy frío, en el municipio de Juan Aldama se encuentra el viñedo Pasado Meridiano (N 28° 43' 47.6'', W 105° 55' 37.9'') a 1362 msnm, con una temperatura media anual de 18°C, se encuentra en la región V de Winkler, muy cálido, (Figura 1), (Amerine y Winkler, 1974). El estudio se realizó en coordinación con la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Se muestra la ubicación (Figura 1) de los tres viñedos en los cuales se realizaron los muestreos a partir del envero, los viñedos ubicados en el municipio de Cuauhtémoc: FACIATEC y Hacienda Bustillos, viñedo Pasado Meridiano se encuentra establecido en el municipio de Aldama, Chihuahua, México.

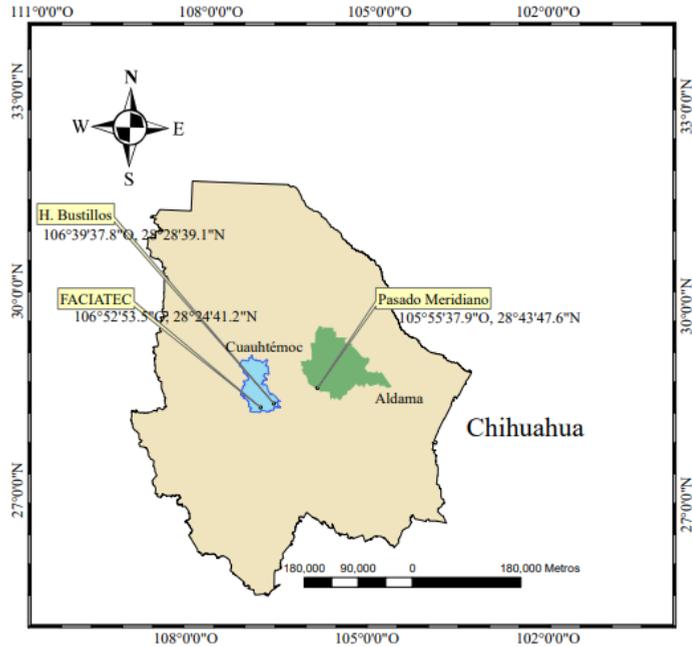


Figura 1. Ubicación de los viñedos de FACIATEC y Hacienda Bustillos (municipio de Cuauhtémoc), viñedo Pasado Meridiano (municipio de Aldama), en el estado de Chihuahua, México.

Fuente: elaboración propia con base al (SNIB).

Condiciones climáticas del sitio

Se ha determinado que la composición de la uva varía en función de la temperatura a la cual se desarrolla; en este sentido la temperatura afecta notoriamente la maduración de la uva y la tasa de respiración, por lo que repercute sobre los azúcares y ácidos orgánicos. Una diferencia de temperatura entre el día y la noche favorecen una maduración lenta de la baya que lleva el desarrollo óptimo del color. Además, temperaturas diurnas de 30°C y nocturnas de 10°C favorecen en mayor contenido de azúcares en comparación con noches más calidas (Sabas *et al.*, 2016). En la uva tempranillo en Navarra, España, se observó maduración más acelerada de las uvas en vides cultivadas a 28 °C respecto a las cultivadas en regiones con una temperatura de 24 °C. La concentración de sólidos solubles alcanzó 24 °Br en tiempos significativamente menores cuando las vides crecieron a 28 °C respecto a las que crecieron a 24 °C (Cabello *et al.*, 2017).

Con estaciones meteorológicas aledañas a los viñedos, se obtuvieron los datos climatológicos de temperatura ambiental y precipitación desde el mes de enero

del 2016 a diciembre de 2017. El estudio se realizó en 2016 en viñedos experimentales con la cv. Tempranillo. El material vegetativo fue plantado en suelos franco arcillosos en el 2013, al momento del estudio los viñedos tenían 3 años de plantados. Las vides se cultivaron en cordones de un brazo y sistema de espaldera de dos líneas; la distancia entre hileras es de 3 m y entre vides 1 m; la orientación de éstas fue noroeste, la poda se mantuvo entre 17 y 20 yemas por vid. Los riegos realizados por goteo se intensificaron a partir de marzo (4 a 5 horas por hectárea).

Observación y seguimiento de la precipitación y temperatura promedio de cada viñedo durante el enero

El viñedo Pasado meridiano, en el mes de junio tuvo una temperatura promedio de 26.8°C y una precipitación de 2mm; en el mes de julio registro 27.4 °C y una precipitación pluvial de 2.8 mm; mientras que el viñedo Bustillos presento una temperatura en el mes de julio de 32°C y una precipitación pluvial de 60 mm, en el mes de agosto se registró una temperatura de 20.18°C y una precipitación pluvial de 201.12 mm, en el mes de septiembre la temperatura fue de 18.28 °C y la precipitación pluvial de 438 mm; en el viñedo de FACIATEC (Cuauhtémoc), la temperatura para el mes de julio fue de 20.14 °C y la precipitación pluvial de 90 mm, mientras que el mes de agosto registro una temperatura promedio de 17.51°C y su precipitación fue de 277.6 mm de agua; en el mes de septiembre se tuvo una temperatura de 18.43 °C y una precipitación pluvial de 32,1 mm.

Determinación de la calidad en bayas

Muestreo de bayas. El muestreo para cada tratamiento, se realizó al tomar muestras de 10 plantas, con el criterio de homogeneidad en vigor en función del largo de entrenudos, grosor y tamaño del brote en su expresión de crecimiento, donde cada unidad experimental en todos los casos fue de 100 bayas. El procedimiento de muestreo consistió en la selección aleatoria de 5 racimos por planta, de cada racimo se tomaron 2 bayas de la parte central, una de la cara anterior y otra de la cara posterior, alcanzando un total de 10 bayas por planta; estas se cortaron por encima de la inserción del pedicelo, para evitar la rotura del hollejo, posteriormente se colocaron en una bolsa plástica y en una hielera con hielo para transportarla al laboratorio y realizar los análisis.

Determinación de parámetros analíticos generales

Las muestras recolectadas se trituraron en licuadora para obtener un mosto, filtrado en una malla de 0,5 mm. Luego se determinaron °Brix, pH, acidez titulable (ácido tartárico, g L⁻¹), siguiendo los procedimientos establecidos por Zoecklein *et al.*, (2001). Estos análisis nos reflejan el punto de madurez tecnológica en que se encuentran en el momento del muestreo las bayas. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

Análisis del contenido fenólico en uvas. Se realizó mediante el método propuesto por Gloríes y Augustin (1993), en el cual se llevaron extracciones parciales de polifenoles (antocianos y taninos), se utilizó el triturado y macerando en soluciones de pH 1 (3.72g de KCl, 4.10 m L de HCl, y 100 mL de alcohol etílico en un litro), y pH 3.6 (14.4 g de ácido cítrico, 9.28 g de citrato de sodio, y 100 mL de alcohol etílico en un litro) seguidamente se aforo ambas soluciones con agua destilada.

Del triturado anterior se pesaron 22 g para cada solución de pH, se agregaron 20 mL de solución pH1 y 20mL de la solución de pH 3.6 a otra, las cuales se llevaron a agitación continua en agitador magnético por 2 horas, terminado el tiempo se centrifugaron a 3,000 rpm durante 20 minutos. Posteriormente se llevó a un espectrofotómetro y se analizaron a una longitud de onda de 520nm y 280nm.

Cálculos

El potencial fenólico se calcula mediante las fórmulas:

$$\% EA = \frac{\text{AntExtraibles}}{\text{AntTotales}} \times 100 \qquad \%SM = \frac{\text{Abs}280\text{pH}3.6 - (\text{AntExtraibles} \times 0.4)}{\text{Abs}280\text{pH}3.6} \times 100$$

$$\%IPT = \text{pH } 3.6 (280\text{nm}) \times 100 (\text{factor dilución})$$

$$IM = \frac{SST}{AT (\text{g/L ácido tartarico})}$$

Dónde: %EA= % de extractabilidad de antocianos

%MS= Madurez de la semilla

% IPT= Índice de polifenoles totales

AntExtraibles= antocianos extraídos a pH3.6

AntTotales = el total de antocianos potenciales extraídos a pH1.

IM= índice de madures de Cillis & odifredi

Determinación de polifenoles totales en uva

Los compuestos fenólicos en la uva y vino son oxidados por el reactivo de Folin-Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1965) por espectrofotometría basada en una reacción colorimétrica de óxido - reducción.

En un matraz de aforación de 25 mL, se agregaron 0.5 mL, del triturado ya filtrado y centrifugado a 3,000 rpm por 15 minutos, posteriormente se adiciono 0.5 mL, del reactivo Folin-Ciocalteu más 10 mL de carbonato de sodio al 20% se aforo con agua destilada, la cual dejó reposar por dos horas en oscuridad y se analizaron las muestras a 760 nm, en cubetas de cuarzo de 4 cm x 1.0 cm x 1.0 cm. Los resultados se presentaron como equivalencia de ácido gálico en razón de 1 mg de ácido gálico por 1 g de muestra en concentración de polifenoles totales en g L⁻¹ de ácido gálico, a través de una curva de calibración de ácido gálico.

Análisis estadístico

Los datos se procesaron estadísticamente bajo un diseño de bloques completamente al azar, mediante el análisis de varianza (ANOVA) y la comparación múltiple de medias por el test de Tukey HSD. Todos los análisis se realizaron con el software infostat versión 2018 (Di Renzo et al., 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto del sitio de siembra sobre los parámetros químicos. El envero es la maduración de la uva y este se inició el 21 de junio de 2016 en el viñedo (Pasado meridiano), ubicado en el municipio de Aldama, y termino el día 19 de julio del mismo año. En los viñedos de Hacienda Bustillos y Cuauhtémoc (FACIATEC), el envero comenzó el 21 de julio de 2016 y se cosecho el día 8 de septiembre.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de peso de bayas y sus componentes para la variedad Tempranillo.

Tabla 1. Valores medios de peso de bayas, semillas, pulpa y hollejo (g) (100)

Viñedos 2016	baya (g)	pulpa (g)	Hollejo (g)	semilla (g)
Pasado Meridiano	164.02 a	98.07 a	54.05 a	11.46 a
FACIATEC	156.30 a	93.41 a	51.49 b	10.90 a

H. Bustillos	148.8 a	91.87 a	46.49 b	10.31 a
--------------	---------	---------	---------	---------

Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $p \leq 0.05$).

Fuente: construcción propia.

En el peso de los valores medios de peso de baya, pulpa, semillas no hubo diferencia significativa en los dos ciclos de cosecha (Tabla 1). Popescu y Popescu, (2018) reportaron pesos de 100 bayas de 200 g en la variedad italiana Fetasca Regala; sin embargo, en la variedad Riesling italiana reporta un peso de bayas alrededor de 130 g similar a lo obtenido en los tres viñedos; en contenido de pulpa se publicó un peso de 29.19 g en 10 bayas (Hernández *et al.*, 2011). González *et al.* (2006) reportó un peso de pulpa entre 1.37853 g – 1.43259 g por baya, y en la variedad Merlot un peso de pulpa entre 1.1775 g – 1.3398 g estos resultados son mayores a lo encontrado en los tres viñedos, los cuales se observan en la Tabla 1. En el valor medio del hollejo se encontraron diferencias significativas para el viñedo de Pasado Meridiano, los valores mostrados en este año, de los tres viñedos son superiores a lo reportado por Hernández *et al.* (2011). El peso de semillas de la variedad Tempranillo para los tres viñedos se muestra por encima del peso ideal de una baya, siendo este de 25 a 50 g en mil semillas (Togores y Hidalgo, 2019).

Determinación de parámetros analíticos generales (madurez tecnológica). En la Tabla 2, se observan los valores medios de los parámetros analíticos en los cuales no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Tabla 2. Valores medios de los análisis generales Sólidos Solubles Totales (SST), pH y Acidez Total Titulable en gramos de ácido tartárico por litro (g EAT L⁻¹ de ácido tartárico) en la variedad Tempranillo de los viñedos ubicados en el municipio de Aldama (Pasado Meridiano), Cuauhtémoc (FACIATEC y H. Bustillos)

Viñedos 2016	SST (°Br)	pH	Acidez total
			(g EAT L ⁻¹ de ácido tartárico)
Pasado Meridiano	22.80 a	4.02 a	5.3 b
FACIATEC)	20.24 b	3.84 a	6.27 a
H. Bustillos	19.53 c	3.80 a	5.5 b

Valores seguidos de la misma letra dentro de la misma son estadísticamente iguales (Tukey $p \leq 0.05$).

Fuente: construcción propia.

Intrigliolo *et al.*, (2012) reportan un pH para la variedad Tempranillo que va desde 3.60 – 3.74. Los tres viñedos muestran un pH superior a lo reportado; por otra parte, Garrido *et al.*, (2016) reporta un pH de 3.8 al estar en la misma acidez que viñedo de H. Bustillos; además Penso *et al.*, (2014), recomiendan un pH 3.30 para garantizar la estabilidad físico-química del mosto.

Los sólidos solubles totales (°Br), muestran diferencias estadísticas, en el viñedo de Pasado meridiano con 22.80 grados Brix al estar dentro del rango según lo publicado por Hernández *et al.*, (2003), publicaron al momento de la vendimia de bayas tintas Solidos solubles totales en grados Brix (°Br) oscilaron entre los 20.5 – 23.5; Penso *et al.*, (2014); Garrido *et al.*, (2016), reportaron 22.5 grados Brix al momento de la cosecha. Por otra parte, se observa que el viñedo en H. Bustillos presentó una media en grados Brix de 19.53, al estar por debajo de lo grados reportados.

La acidez total titulable presentó diferencias estadísticas en todos los viñedos encontrándose dentro del rango recomendó para uva de vino de mesa de 5.5 a 8.5 g EAT L⁻¹ (Almanza *et al.*, 2012).

La tendencia de maduración de la baya se observa en la Figura 2, a través de la relación de solidos solubles y acidez total titulable, en los tres sitios de siembra durante el envero.

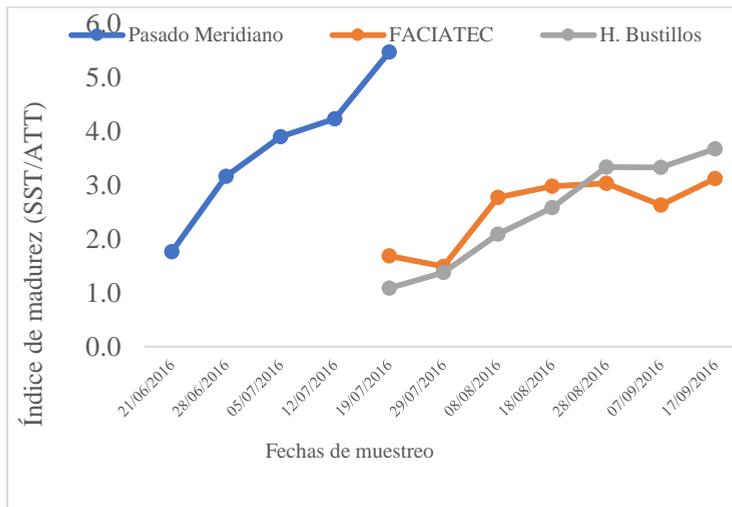


Figura 2. Índice de madurez mediante la relación de grados Brix (Solidos Solubles Totales) y acidez total titulable (ATT), en variedad Tempranillo en viñedos de Chihuahua.

Fuente: construcción propia.

Se observa además en el viñedo Pasado Meridiano, se adelanta aproximadamente 30 días antes el envero, comparado con los viñedos ubicados en el municipio de Cuauhtémoc (FACIATEC) y Hacienda Bustillos, esto se debe principalmente a la altura, nivel del mar, temperaturas cálidas durante el día al momento de maduración, al encontrarse en la zona térmica V de Winkler.

En la Figura 3 se muestra la evolución de los grados Brix al inicio del envero hasta la vendimia.

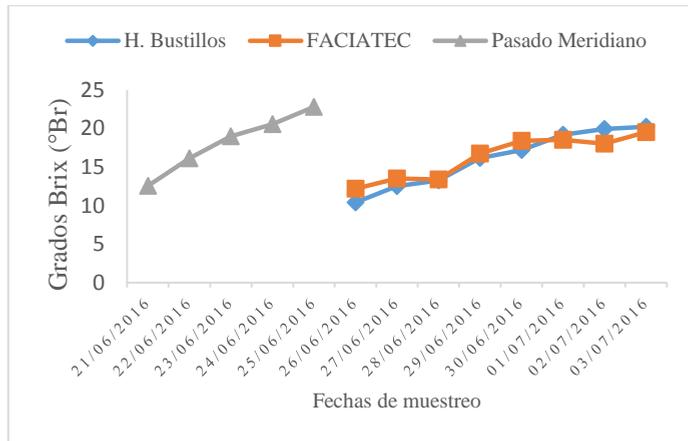


Figura 3. Tendencia de los grados Brix (°Brix) desde el envero hasta la maduración en los viñedos Hacienda Bustillos, FACIATEC y Pasado Meridiano en el año 2016.

Fuente: construcción propia.

Se observa una mayor acumulación de Brix en el viñedo de Aldama; sin embargo, en los viñedos de FACIATEC y H. Bustillos se muestra una tendencia similar tanto en acumulación de Brix como en las fechas de inicio de envero y vendimia.

En la Figura 4, se observa que los viñedos de FACIATEC y H. Bustillos tienen una tendencia muy similar, sin embargo, en el viñedo Pasado Meridiano se muestra un ligero ascenso en el pH.

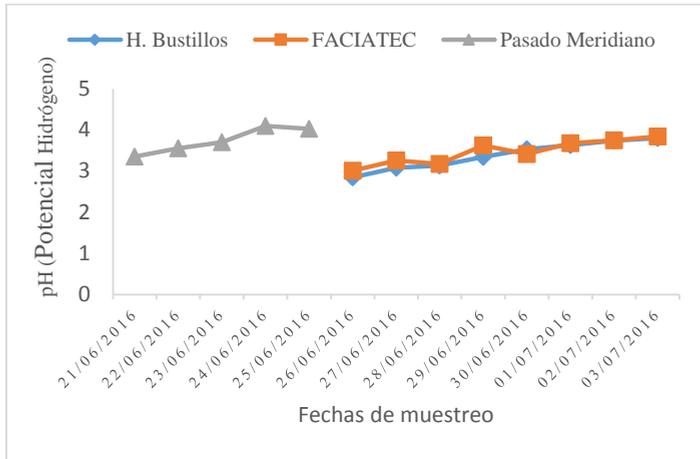


Figura 4. Tendencia del potencial Hidrogeno (pH) desde el envero hasta la maduración en los viñedos Hacienda Bustillos, FACIATEC y Pasado Meridiano, en el año 2016.

Fuente: construcción propia.

En la Figura 5, se observa como la acidez total (AT) desciende de manera significativa en los viñedos FACIATEC y H. Bustillos, así como una tendencia similar entre ellos, por otra parte, el viñedo Pasado meridiano, mostro un descenso de acidez total.

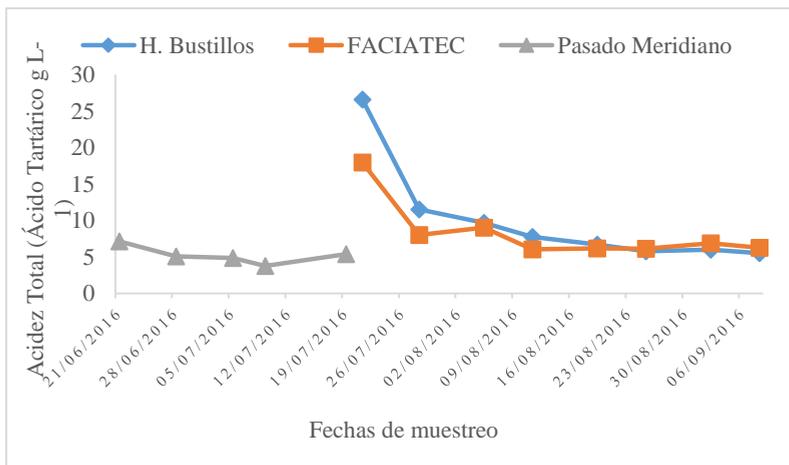


Figura 5. Tendencia de Acidez Total (AT) desde el envero hasta la maduración en los viñedos Hacienda Bustillos, FACIATEC y Pasado Meridiano en el año 2016.

Fuente: construcción propia.

En la Tabla 3 se observan los valores medios de extractabilidad de Antocianos, índice de polifenoles Totales, Madurez de la Semilla los cuales nos indican el grado de madurez fenólica de la baya.

Tabla 3. Valores medios de extractabilidad de antocianos (% EA), índice de Polifenoles Totales (%IPT), Madurez (IM) y Polifenoles Totales (PT) en variedad Tempranillo de los tres viñedos en el 2016

Sitios 2016	% EA	% IPT	% MS	IM	PT
Pasado Meridiano	32.65 a	111.13 a	31.51 a	4.23 a	1651.55 c
FACIATEC	35.80 a	109.63 a	34.56 b	3.12 c	1774.88 b
H. Bustillos	41.61 a	110.13 a	40.62 c	3.60 b	1871.00 a

Valores seguidos de la misma letra dentro de la misma son estadísticamente iguales (Tukey $p \leq 0.05$).

Fuente: construcción propia.

La variable EA, IPT y MS se representan en porciento, el índice de madurez mediante la relación de SST/AT (Cillis y Odifredi), PT en $g L^{-1}$ de ácido gálico. Valores seguidos de la misma letra dentro de la misma columna no presentaron diferencias estadísticas por la prueba de Tukey $p \leq 0.05$.

Madurez fenólica de la baya

La extractabilidad de antocianos (Tabla 3), presentaron diferencias estadísticas en el año de muestreo estos resultados son superiores a mostrados por Song *et al*, (2014) en un promedio de 33.8; sin embargo, Salazar *et al*, (2010) reportan un porciento de extractabilidad entre 40 y 60 %.

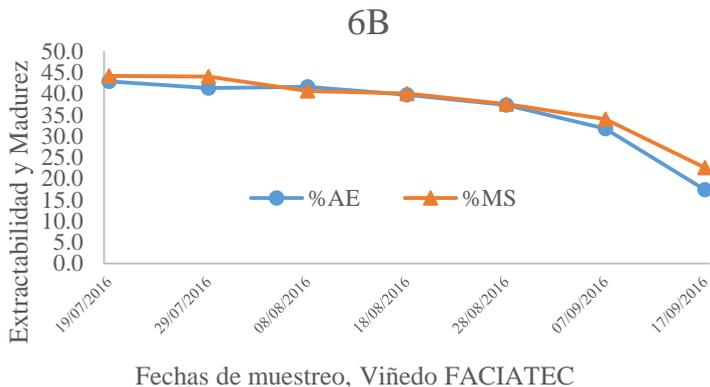
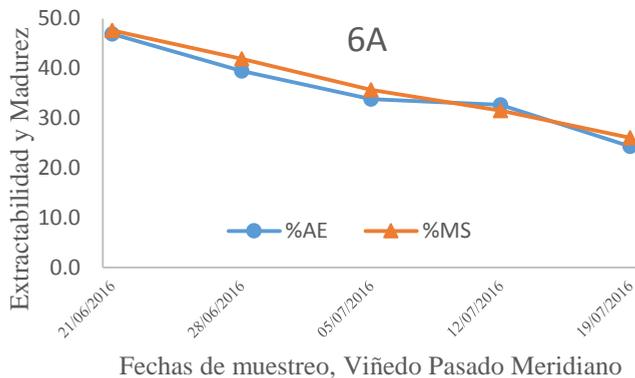
El %IPT (Índice de Polifenoles Totales), mostró diferencias estadísticas, al tener una media de 34.55 en H. Bustillos y 33.88 en Pasado meridiano, estos resultados concuerdan con lo reportado por Intrigolo, (2010); mientras que el viñedo H. Bustillos, mostró una media de 17.22 %.

El porciento de madurez de la semilla, muestra diferencias estadísticas, este índice no debe de pasar de 60 (Tabla 3), (Riberau, 2002), en ese contexto todos los viñedos están dentro de la recomendación para madurez de la semilla.

En cuanto al índice de Madurez dado por la relación de SST/AT (Sólidos Solubles Totales/ Acidez Total), hubo diferencias estadísticas; el índice de Cillis y Odifredi uno de los más utilizados (Herrera *et al.*, 2011). El contenido de

polifenoles totales presentados en mg de ácido Gálico por litro se observan diferencias estadísticas, el viñedo H. Bustillos, presentó un alto contenido de polifenoles totales. Por otra parte, González *et al*, (2011) reportaron 1821.55 mg AGE/L, pero fue en una combinación de variedades (Tempranillo-Malbec-Cabernet Sauvignon), en cambio en viñedo de H. Bustillos se obtuvo 1871.00 mg AGE/L en la variedad Tempranillo; mientras que Garrido *et al*, (2016) reportaron un máximo de 1558.4 de polifenoles totales en esta misma variedad.

En la Figura 6 se observa la tendencia de extractabilidad y madurez de la semilla en los viñedos.



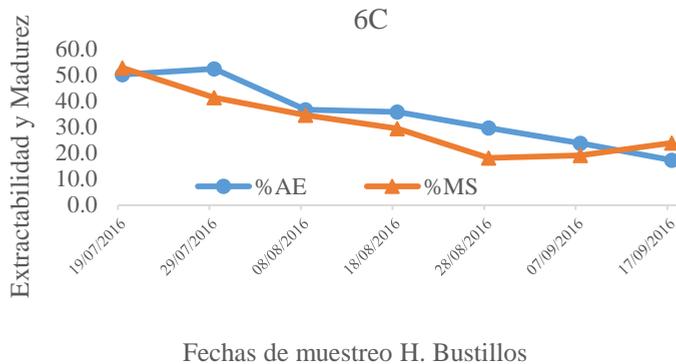


Figura 6. Extractabilidad de antocianos (% EA), madurez de la semilla (%SM) en los viñedos (6A) Pasado Meridiano, (6B) FACIATEC y (6C) H. Bustillos.

Fuente: construcción propia.

El porcentaje de extractabilidad y madurez de la semilla, se observa en la Figura 6, los viñedos FACIATEC y H. Bustillos tienen una tendencia similar entre sí; sin embargo el viñedo Pasado meridiano, muestra una mayor extractabilidad al momento de la cosecha, esto indica que la variedad tempranillo en este viñedo presenta menor dificultad para ser extraídos en el vino; en cuanto al índice de madurez en los tres viñedos se sigue una tendencia similar, con la diferencia que el viñedo ubicado en Aldama, el envero inicia 28 días antes.

En la Figura 7 se observa la tendencia que tiene el Índice de Polifenoles Totales.

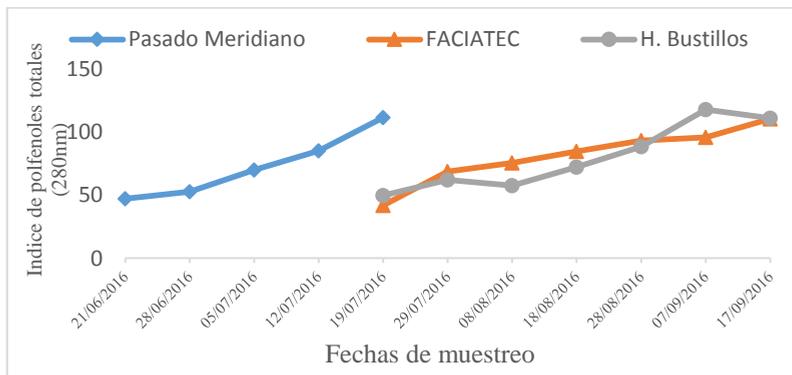


Figura 7. Evolución del Índice de Polifenoles Totales (IPT), analizados a una longitud de onda de 280 nm.

Fuente: construcción propia.

Los Polifenoles extraídos durante el envero (Figura 8), se observa una tendencia y acumulación semejante en los tres viñedos, la diferencia radica en el Pasado Meridiano el cual se empezó a muestrear con aproximadamente un mes de antelación al observarse la coloración de las bayas en este sitio.

En la Figura 8 se observan los polifenoles totales (PT), analizados a una longitud de onda de 760 nm, y expresados en g L^{-1} de ácido tartárico.

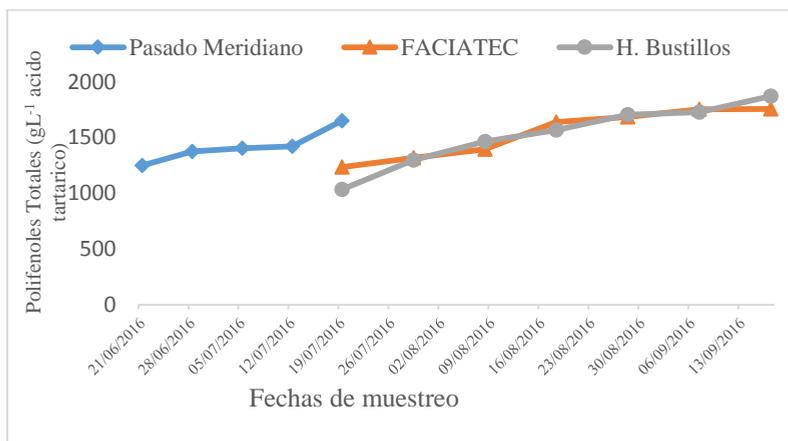


Figura 8. Tendencia de Polifenoles Totales en g L^{-1} de ácido tartárico en los tres viñedos (FACIATEC, H. Bustillos y Pasado Meridiano) desde envero hasta madurez en la variedad Tempranillo en el año 2016.

Fuente: construcción propia.

En la Figura 8, se observa la tendencia de incremento de polifenoles Totales en los tres sitios muestreados, los viñedos de H. Bustillos y FACIATEC, presentan una tendencia similar, con un ligero ascenso al momento de la cosecha; mientras que el viñedo Pasado Meridiano presenta una menor concentración de Polifenoles Totales.

CONCLUSIONES

La zona geográfica donde están establecidos los viñedos influye, en el desarrollo, crecimiento y maduración tanto tecnológica como fenólica de la variedad Tempranillo; debido a que proporciona mayor calidad en bayas (hollejo, semilla y pulpa), una mayor cantidad de hollejo y pulpa resultan de utilidad en el vino en relación solido-liquido.

El viñedo Pasado Meridiano, presenta un desarrollo aceptable, así como el contenido de SST; sin embargo, presenta un bajo contenido en Acidez Total y Polifenoles totales, dando como resultado menor color en el extracto para vino.

El viñedo Pasado Meridiano, presenta una maduración temprana, la cual se adelanta aproximadamente un mes en comparación con los viñedos FACIATEC y H. Bustillos.

En los viñedos FACIATEC y H. Bustillos la variedad Tempranillo presenta bayas con pH y ATT óptimos al momento de la vendimia y mayor contenido de Polifenoles Totales, lo cual nos indica bayas con potencial para vinificar y obtener vinos de calidad y con buen color.

La constitución de todas las variables medidas (°Br, ATT, pH) en la baya, son las que le confieren la calidad para vinificación y muchas de ellas se pueden corregir en el proceso de vinificación; sin embargo, un buen vino empieza con una buena cosecha.

LITERATURA CITADA

- Abraham, L., Alturria, L., Fonzer, A., Ceresa, A., Arnés, E. (2014). Propuesta de indicadores de sustentabilidad para la producción de vid en Mendoza, Argentina. Rev. FCA UNCUYO. 46 (1), 161 – 180.
- Acosta, Z. D., Macías, C. V., Mendoza, E. L., Cabello, P. A. (2013). Efecto del agua residual tratada sobre la composición química de uva tempranillo (*Vitis vinifera*) en Baja California, México. Agrociencia, 47, 767-779.
- Almanza, A. E., Figueroa, G., Alvarado, N. M., Herrera, H. M., y Guzmán, M. S. (2012). Caracterización fisicoquímica de vinos tinto Malbec con diferente tiempo de añejamiento. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 3 (7), 1347-1360.
- Almanza, M. P., Serrano, C., Forero, U., Arango, J., y Puerto, A. (2014). Pruning affects the vegetive balance of the wine grape (*Vitis vinifera* L) Agronomía Colombiana, 32 (2), 180-187.
- Amerine, M.A., & Winkler, A.J. (1974). Composition and quality of musts and wines of california grapes. Hilgardia, journal of agricultural science, 15(6), 493-673
- Cabello, P. A., Macías, C., y Mejía, T. (2017). Efecto del microclima en la maduración de uva Nebbiolo (*Vitis vinifera*) en el Valle de Guadalupe, Baja California México. Agrociencias, 51, 617-633.
- Cancino, O., Acosta, M., y Avendaño, R. (2020). Sostenibilidad de la producción vitivinícola del Valle de Guadalupe. Estudios sociales Revista de

- alimentos contemporánea y desarrollo regional. 30 (56), e201008. Epub 06 de diciembre de 2021. <https://doi.org/10.24836/es.v30i56.1008>
- Cañón, M., González, S., Alcalde, A., y Bordeu, E. (2014). Red Wine phenolic composition: the effects of summer pruning and cluster thinning. *Ciencia e Investigación Agraria*, 41 (2), 235-248.
- Castillo, S; García, M; Garrido, J; Martínez, C; Martins, D., y Mejuto, X. (2008). Phenolic compounds and colour stability of Vinhao wines: influence of wine-making protocol and fining agents. *Food Chem.* 106 (1), 18-26.
- Di Rienzo J. A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Díaz, R., Ávila, H. (2021). Tecnologías postcosecha para promover la vida de anaquel de frutos pequeños. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 22 (1), [fecha de Consulta 15 de abril de 2022]. ISSN: 1665-0204. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81367929004>
- Domínguez, N. F., Pimentel, A., Maia, P. A., Lenon, R. M., y Tecchio, M. (2016). Características Físicas e Físico-Químicas da uva 'Rubí' (*Vitis vinifera* L.) cultivada em regioao subtropical. *Revista Iberoamericana de tecnología de postcosecha*, 17 (2), 262-266.
- Franco, B. A., Contreras, M., Carranza, T., Carranza, C. (2017). Total, phenolic content and atioxidant capacity of non-native wine grapes grown in zacatecas, México. *Agrociencia*. 51 (6), 661-671.
- Garrido, I., David, U., Hernández, M., Llerena, J., Valdés, E., y Espinoza, F. (2016). The evolution of total phenolic compounds and grapes (*Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo) Grown in semiarid Region: Effects of Cluster Thining and water Deficit. *International Journal of Molecular Sciences*, 17 (1), 1923.
- Gloríes, Y., Agustín, M. (1993) Maturité phénolique du raisin, conséquences technologiques: application aux millésimes 1991 et 1992. *Compte Rendu Colloque Journée Techn. CIVB, Bordeaux*, 56-61.
- González, N. G., Ferrer, M., Gil, G., Charamelo, D., Balado, J., Barreiro, L., Bochiechio, R., Gatto, G., y Tessore, A. (2011). Estudio plurianual del potencial polifenólico de uvas Tannat en el sur de Uruguay, 14 (2), 10-21.
- González, N. G., Gol, G., Guzmán, F., y Ferrer, M. 2011. Índices propuestos y posibles aplicaciones. *Comunicata Scientiae*, 2 (2): 57-69.

- González, N., Gil, G., Barreiro, Z., Ferrer., Francos, J. (2006). Composición fenólica de las uvas principales variedades tintas de *Vitis vinífera* L. cultivada en Uruguay. *Agrociencia*. X (2), 1 – 14.
- Hernández, A., Alfaro, I., y Arrieta, R., (2003). *Microbiología Industrial*. Editorial EUNED, pág. 270.
- Hernández, C., Duran, O., y Trujillo, N. (2010). Potencial fenólico de la variedad Isabella (*Vitis labrusca* L.) producida en villa del Rosario Norte Santander Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 8 (1), 627-631.
- Hernández, C., Trujillo, N., Duran, O. (2011). Contenido fenólico e identificación de levaduras de importancia vínica de la uva Isabella (*Vitis labrusca*) procedente de Villa del Rosario (Norte de Santander). *Vitae*. 18 (1), 17 – 25.
- Herrera, J., Miño, J. (2011). Microvinificación en blanco a 18 °C de uva Isabella cultivada en misiones (NE Argentina). *Rev. Cienc. Tecnol*, 13 (15), 11-16.
- Intrigliolo, S. D., Pérez, D., Risco, A., Yeves, A., Castel, J. (2012). Yield components and grape composition responses to seasonal water deficits in Tempranillo grapevines, 30 (1), 339-349.
- Intrigliolo, S. D.; Castel, J. (2010). Response of grapevine cv. Tempranillo to timing and amount of irrigation: water relations, vine growth, yield and Berry and wine composition, 28 (1), 113-125.
- Jáuregui, M.; Fernández, G.; Ramos, E.; Alvarado, O. (2007). Evaluación de la actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en vinos producidos en Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73 (1), 30-40.
- Penso, G. A., Citadin, I., Castilho, M., Luana, A., Scariotto, S., Chicoki, A.; y Ambrosio, R. (2014). Study of the maturation of grapes (*Vitis vinífera* L.) grown in Dois Vizinhos, Paraná Semina. *Ciências Agrárias*, 35 (6), 3085-3097. Universidade Estadual de Londrina.
- Popescu, G., Popescu, M. (2018). Yield, Berry quality and physiological, response of grapevine to foliar humic acid application Bragantia. Instituto Agronómico de Campinas. 77 (2), 1 – 10. DOI: 10.1590/1678-4499.2017030
- Radünz, A. L., Schöfel, R. E., Burgos, T., Barbosa, M. M., y Pötter, H. G. (2015). *Ciência Rural*, Santa María, 45 (4), 626-632.
- Ribéreau, G., Glorías, P., y Jean, M. 2002. Tratado de enología: química del vino, estabilización y tratamientos. Hemisferio Sur, 224-226.

- Sabas, Ch., Franco, M., Rubí, A., Sánchez, P., y Castañeda, V. (2016). Tamaño y dulzor del fruto de ocho accesiones de *Vitis* Spp. En tres años continuos. *Nova Scientia*, 8 (17): 233-248.
- Salazar, P. C.; Aguirreola, J.; Sánchez, D.; Irigoyen, J.; Morales, F. (2010). Effects of clima change escenarios on Tempranillo grapevine (*Vitis vinifera* L.) ripening response to a combination of elevated CO₂ and temperaturas and moderate drought. *Plant soil*, 337 (1), 179-191.
- Singleton, V., Rossi, A. (1965). *Enol. Vitic*, 16, 144.
- Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB, 2022). Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Song, S., Hernández, M., Provedo, I., y Méndez, C. (2014). Segregation and associations of enological and agronomic traits in Graciano X Tempranillo wine grape progeny (*Vitis vinifera* L.) *Euphytica*, 195 (1), 259-277.
- Togores, J., Fernández, C. (2019). *Tratado de Viticultura. Volumen I y II*. Editorial Mundi prensa. 2248 pag.
- Zoecklein, B., Fugelsang, K., Gump, B., & Nury, F. (2001). En *Análisis y Producción de Vino*; Acibia (Ed.): Zaragoza, Spain, 634 p.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Consejo para la Ciencia y Tecnología (CONACYT), por su apoyo para la realización de estudios de doctorado, a la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, por la facilitación de laboratorios para la realización de análisis en uva. Un Agradecimiento especial a la Doctora Ramona Pérez Leal por su apoyo en la investigación y al Maestro en Ciencias Francisco Ariel Camacho Inzunza, por ser el auxiliar en la investigación.

SÍNTESIS CURRICULAR

Cipriano Fuentes Verduzco

Agrónomo y maestro en Ciencias de la Productividad Frutícola por la Universidad Autónoma de Chihuahua. Docente de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Responsable del Laboratorio de Fisiología Vegetal en la Facultad de Agricultura del Valle del Fuerte (FAVF). Autor de artículo sobre *Vitis vinifera* L. Correo electrónico: ciprianofuentes@favf.mx