

# EFEECTO DE LA PODA

## SOBRE CAMBIOS QUÍMICOS DURANTE LA MADURACIÓN DE FRUTOS DE VITIS VINIFERA L. VAR. CABERNET SAUVIGNON

Por: <sup>1</sup>WALTEROS, Ingrid / <sup>2</sup>MOLANO, Deisy / <sup>3</sup>ALMANZA, Pedro José / <sup>4</sup>CAMACHO, Mauricio / <sup>5</sup>GÓNZALEZ ALMANZA, Sergio

### EFFECT OF PRUNING ON CHEMICAL CHANGES DURING FRUIT RIPENING OF VITISVINIFERA L. VAR. CABERNET SAUVIG

#### RESUMEN

El crecimiento y desarrollo del fruto de uva se ve influenciado por la presencia de cambios importantes a nivel bioquímico que conllevan a una correcta maduración, determinante en la calidad de los mostos y vinos. Por ser la poda una técnica que regula la calidad del fruto, se buscó conocer el efecto de tres tipos de poda (corta, larga y mixta) sobre la evolución de componentes químicos de la calidad durante la maduración de frutos de *Vitis vinifera* L. var. Cabernet Sauvignon, en el municipio de Sutamarchán (Boyacá). Desde el inicio de envero hasta la maduración, cada 15 días se recolectaron aleatoriamente 20 bayas para determinar el comportamiento de los sólidos solubles totales (SST), la acidez total titulable (ATT) y el índice de madurez técnica (IMT). Los resultados muestran que los SST, se incrementaron en forma continua a medida que las bayas maduran. La poda larga y mixta pasaron de 12,5 a 21,2 °Brix en el momento de la vendimia. Por su parte, la ATT disminuyó con el desarrollo del fruto, el testigo (poda corta) produjo a través de la maduración los frutos con mayor ATT, en la vendimia fue de 7,6 g L<sup>-1</sup>. El IMT, aumentó considerablemente en función del tiempo cronológico. La poda corta generó frutos con el menor IMT, en tanto que la poda larga presentó el mayor valor con 3,40. Las podas larga y mixta, por presentar los valores más adecuados durante la maduración, posibilitan una mejor calidad de los frutos para elaboración de vinos.

**Palabras clave:** poda, sólidos solubles, madurez técnica, viticultura.

#### ABSTRACT

The growth and grape fruit development is influenced by the presence of major changes at the biochemical level that lead to a correct ripening, determines the quality of musts and wines. As the pruning technique that regulates the quality of the fruit, we sought to know the effect of three types of pruning (short, long and mixed) on the evolution of chemical components of quality during fruit ripening of *Vitisvinifera* L. var. Cabernet Sauvignon, in the municipality of Sutamarchán (Boyacá). Since the beginning of veraison to maturity, every 15 days 20 berries were collected randomly to determine the behavior of the total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA) and the technical maturity index (IMT). The results show that the SST, increased continuously as the berries ripen. Pruning mixed long and went from 12.5 to 21.2 ° Brix at harvest time. For its part, the ATT decreased with fruit development, the control (pruning cuts) produced by ripening fruits with higher ATT in vintage was 7.6 g L<sup>-1</sup>. The IMT, increased significantly as a function of chronological time. Pruning cuts produced fruits with lower IMT, while pruning long had the highest value 3.40. Pruning long and mixed, to present appropriate values ••during ripening, provide a better quality of fruit for winemaking.

**Keywords:** pruning, soluble solids, technical maturity, viticulture.

Recibido: 10 de junio de 2012

Aceptado para publicación: 26 de septiembre de 2012

Tipo: Investigación



# PODA

ITE LA  
VINIFERA L.

<sup>1</sup>Ingeniera Agrónoma, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Tunja. [ingridwal89@hotmail.com](mailto:ingridwal89@hotmail.com)

<sup>2</sup>Ingeniera Agrónoma, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Tunja. [ingridwal89@hotmail.com](mailto:ingridwal89@hotmail.com)

<sup>3</sup>Ph.D. Fisiología de cultivos. Profesor Asistente. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Tunja. [ppcalma@gmail.com](mailto:ppcalma@gmail.com)

<sup>4</sup>Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia, Especialista en viticultura y enología. Enólogo del Viñedo Marqués de Villa de Leyva. [mauricioca22@hotmail.com](mailto:mauricioca22@hotmail.com)

<sup>5</sup>Grupo de Investigaciones Agrícolas. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Tunja. [checho\\_1301@hotmail.com](mailto:checho_1301@hotmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento y desarrollo del fruto de uva se ve influenciado por la presencia de cambios importantes a nivel bioquímico que conllevan a su maduración y finalmente son los determinantes de la calidad de sus mostos y de sus vinos. Dentro de estos parámetros los más comunes y de fácil evaluación por parte de los vitivinicultores son: la acumulación de sólidos solubles totales (SST), disminución de la acidez total titulable (ATT), el índice de madurez técnico (IMT) y el incremento del pH (Gris *et al.*, 2010; Almanza y Balaguera, 2009; Almanza *et al.*, 2010).

Según Catania y Avagnina (2007) el envero es una etapa de importancia desde el punto de vista enológico, debido a que para el enólogo, la madurez adecuada comienza desde el envero y está condicionada por el clima. De ahí la importancia del manejo en labores tendientes a favorecer una correcta maduración de la bayas (Almanza, 2011). La duración del estadio de maduración, bajo condiciones de climas templados, es muy variable y puede ir desde 30 a 60 días (Catania y Avagnina, 2007; Hernández, 2000; Reynier, 1995; Hidalgo, 1993); mientras que para las condiciones de clima frío tropical es de 40 a 60 días (Almanza, 2011); esta variación en tiempo cronológico depende del interés del viticultor, y es determinada por el fenotipo.

El inicio de la maduración se caracteriza por que los frutos cambian su coloración por degradación de cloroplastos y síntesis de cromoplastos; a partir de ese cambio, la planta cesa su crecimiento para dar inicio al agostamiento (Winkler *et al.*, 1974; Reynier, 1995; Hernández, 2000; Salazar *et al.*, 2005;). Desde este momento el agua, los azúcares y los compuestos nitrogenados son transportados al fruto. Las bayas comienzan a aumentar el peso y el tamaño en forma más rápida, la respiración se reduce, el pH aumenta, los SST disminuyen pero no por multiplicación celular sino por acumulación de sustancias nutritivas (principalmente azúcares) y agua, hasta alcanzar su tamaño máximo (Almanza *et al.*, 2010).

«Cabernet Sauvignon» es una cepa originaria de Francia, se ha definido como la variedad que presenta las mejores bayas tintas (Reynier, 1995); por ello, junto con 'Pinot noir' y 'Merlot' generan vinos catalogados como los mejores de Burdeos (Almanza *et al.*, 2012). Se caracteriza por su gran adaptabilidad a todas las regiones meridionales y se cultiva en todas las zonas vitícolas del mundo, especialmente en Chile, Argentina, Australia, Sudáfrica y California. En Colombia, se cultiva en la región del Alto Ricaurte en Boyacá, en viñedo Ain Karim (Almanza *et al.*, 2012). Proporciona vinos aptos para la crianza, de intenso color y penetrante aroma a violetas, pimienta verde, arándanos, grosella, mora, fresa, higo seco y mentol (Sabogal, 2007). Esta variedad cuando se ha aclimatado, produce vinos aromáticos, con una constitución tánica potente y suave, que evolucionan favorablemente con el envejecimiento dándoles aspectos de austeridad y distinción (Aleixandre, 2006).

De otra parte, la poda es una práctica que busca conducir cepas con una iluminación óptima, en busca de racimos con buena aireación e iluminación, un adecuado balance entre la superficie foliar fotosintética y la producción, resulta un factor importante para la obtención de frutos de calidad (Lavin *et al.*, 2001; Salazar *et al.*, 2005; González *et al.*, 2008). Ferreira *et al.*



(1998) mencionan que dentro de las prácticas tendientes a mejorar la calidad final de mostos y vinos se encuentra el control del vigor de las plantas mediante labores culturales, ajustando el número de yemas por cepa.

Aliquo *et al.* (2008) aseguran que existe una estrecha relación entre la poda y el sistema de conducción. La poda de formación ajusta la planta hasta que ésta alcanza el estado adulto, decidiéndose mediante la clase de poda, el sistema definitivo de formación del tronco y de los brazos, y luego la posición de los elementos fructíferos durante la poda de fructificación. Ryugo (1993) menciona que una técnica adecuada de poda junto con un buen sistema de conducción, se convierten en los factores reguladores de la producción y por ende de la calidad organoléptica del fruto. Las podas cortas pueden estimular el crecimiento vegetativo y el vigor de la planta causando abortos florales y de frutos, lo que genera bajas producciones. Las bayas son de mayor tamaño, con altos contenidos de ácidos orgánicos y menor cantidad de sólidos solubles (Almanza *et al.*, 2012). La poda larga puede fomentar la emisión de brotes pequeños y débiles, con frutos de menor tamaño que maduran lentamente y de mala calidad (Ryugo, 1993; Salazar *et al.*, 2005). En los dos casos, se podría presentar un desbalance entre las fuentes y los vertederos, que a largo plazo termina debilitando la planta (Almanza, 2011).

El sistema de conducción tipo royat o cordón bilateral



mente con el viñedo en la producción de excelentes uvas para vino (Camacho, 2012). La precipitación acumulada durante la investigación fue de 1196,1mm y la temperatura promedio de 16,9 °C (Tabla 1) (IDEAM, 2012).

**Tabla 1:** Variables ambientales de Villa de Leyva (Boyacá, Colombia) entre los meses de septiembre de 2011 a mayo de 2012.

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura ° C		
		Media	Máxima Absoluta	Mínima Absoluta
Septiembre	63,3	16,8	26,2	6,6
Octubre	197,4	16,1	25	7
Noviembre	237,7	16,6	25	7,8
Diciembre	145,1	16,7	24,2	7,6
Enero	107,9	18,9	25,4	7
Febrero	47,7	16,5	25,2	6,6
Marzo	84	17,5	25	9,4
Abril	313	16,8	25	9
<b>Promedio</b>	<b>1.196,1*</b>	<b>16,9</b>	<b>25,1</b>	<b>7,6</b>

\*El valor de la precipitación es el acumulado durante el periodo del estudio

El material vegetal objeto de investigación pertenece a la cepa tinta 'Cabernet Sauvignon', injertada sobre el patrón 1103 Paulsen (*Vitis rupestris* x *Vitis berlandieri*). Cabernet Sauvignon se caracteriza por presentar plantas vigorosas, adaptadas al exceso de carbonatos de calcio, y buena adaptabilidad a terrenos arcillosos. Las plantas están sembradas en distancia de 1,5 m x 1,0 m, bajo el sistema de conducción en espaldera tipo royat cordón bilateral y sistema de fertirriego por goteo. Para la investigación, se seleccionaron plantas de 8 años de edad a las que se les practicaron tres tipos de poda (corta, larga y mixta). La poda corta es la utilizada tradicionalmente en el viñedo, por tanto se trató como el testigo, consiste en dejar dos yemas en tres pitones; en la poda larga, se dejaron cinco yemas en tres pitones y en la poda mixta, se combinaron los dos tipos de poda mencionados anteriormente.

Desde el inicio de envero hasta la maduración, cada quince días se recolectaron aleatoriamente 20 bayas de cada tipo de poda, que fueron llevadas al laboratorio de fisiología vegetal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – Tunja. Se obtuvieron 10 ml de mosto y se establecieron las variables propuestas. Los contenidos de sólidos solubles totales (SST) se determinaron mediante refractómetro manual marca Atago de 0 a 32% a 20°C y se expresaron en grados Brix; la acidez total titulable (ATT), mediante la titulación con NaOH 0,1 N hasta pH 8,2 y se expresó como ácido tartárico (AOAC, 1990) y el índice de madurez técnico (IMT), se determinó de acuerdo con la metodología propuesta por Parra y Hernández (1997) mediante la relación SST y la ATT.

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos correspondientes a los tipos de poda (corta, larga y mixta), cada tratamiento tuvo 4 repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales, cada una compuesta por dos plantas. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (Anova) para determinar la presencia de diferencias significativas, se llevó a cabo la prueba de Tukey (5%) para establecer el mejor tipo de poda, para el análisis se utilizó el programa estadístico SAS® v. 9.2.

consiste en un tronco principal que se bifurca en dos brazos horizontales permanentes, uno hacia cada lado de la hilera y sujetados sobre un alambre guía (Martínez, 2002) y encima de ellos se realiza la poda de producción que consiste en dejar sólo cargadores apitonados o cortos. En la finca Ain Karim, y en las variedades para elaboración de vino adaptadas a la zona del Alto Ricaurte, hasta el momento, no se habían evaluado modificaciones en el sistema de poda que determinen el comportamiento de los compuestos químicos durante el crecimiento y desarrollo del fruto de uva, y con ello, se facilite un manejo adecuado del cultivo y la determinación del punto óptimo de cosecha, para obtener frutos y vinos de alta calidad. Por tanto, el objetivo de la investigación se centró en conocer la evolución de los sólidos solubles totales, la acidez total titulable y el índice de madurez técnica, durante los estadios de envero hasta maduración del fruto de la variedad Cabernet Sauvignon, en el municipio de Sutamarchán (Boyacá).

## METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la finca Ain Karim, viñedo Marqués de Villa de Leyva, situado a los 5° 39' de latitud norte, 73° 35' de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich; con una altitud de 2.110 m.s.n.m. La región cuenta con un micro clima ideal y suelo calcáreo, con alta radiación solar y bajas temperaturas en la noche, lo que contribuye generosa-

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El envero corresponde a la etapa fisiológica del inicio de la coloración de la uva, caracterizado por el aumento rápido de sólidos solubles, por una intensa migración desde las fuentes, pasando la concentración de 20 a 100 g L<sup>-1</sup>, y pérdida de acidez (Aleixandre, 2006), hasta llegar a la maduración. Hidalgo (2003) menciona que la duración del envero es dependiente de la variedad y de las condiciones ambientales, lo que coincide con la investigación, en donde la maduración del fruto, desde el envero, duró aproximadamente 90 días, debido posiblemente a las condiciones climáticas que se presentaron durante la investigación (Tabla 1) y por ser una variedad de ciclo tardío (Reynier, 1995).

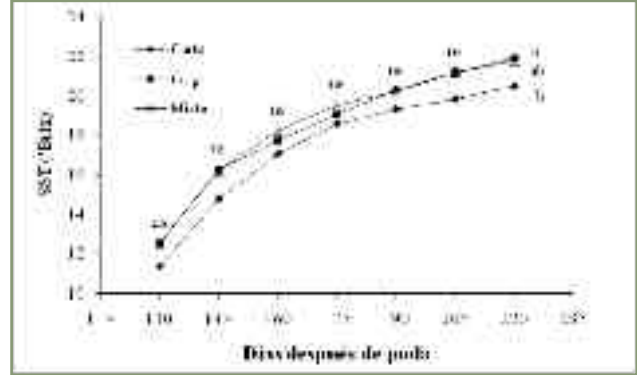
### SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

Los resultados muestran que los SST, se incrementaron en forma continua a medida que las bayas ganan maduración, durante el estadio de envero (figura 1), que correspondió a los 130 días después de la poda (ddp), no se presentaron diferencias significativas con los distintos tipos de poda. Sin embargo, la poda mixta produjo la mayor ganancia de SST (12,53 °Brix) en tanto que el testigo (poda corta) con 11,32 °Brix, generó el menor contenido de azúcares; esta misma tendencia se mantiene hasta el inicio de maduración, pero con una mayor velocidad, encontrándose que tanto la poda larga como la mixta a los 145 ddp se aumentan los SST hasta valores de 16,25 y 16,22 °Brix respectivamente, lo que coincide con Coombe (1992), quien afirma que la evolución de los sólidos solubles en la baya sigue un crecimiento lento hasta envero, momento en el que aumenta con mayor rapidez, estabilizándose al final del período de maduración.

Martínez de Toda (1991) asegura que durante el envero, además de la ganancia propia por la actividad fotosintética, el tronco y los brazos contribuyen al aumento de sólidos solubles; posiblemente esta fue una de las razones, por las cuales con las podas mixta y larga, se presentaron los mayores valores. Teniendo en cuenta lo mencionado por Poni *et al.* (1994) en la poda mixta, la producción de uva depende de un equilibrio óptimo entre el crecimiento de hojas y pámpanos necesarios para producir carbohidratos suficientes para la maduración óptima de los racimos, lo que implica que para una correcta maduración de la baya es imprescindible controlar la superficie foliar (Zufferey y Murisier, 2006).

Durante el período de maduración y hasta la vendimia (220 ddp), en el fruto se presentó el continuo aumento de SST (Figura 1), registrándose en la vendimia diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ), alcanzándose el valor más alto para la poda larga (21,2 °Brix) y el menor para la poda corta (testigo) (20,48 °Brix). Según Reynier (1995), la riqueza de azúcares en las bayas depende de la variedad, de las condiciones climáticas, del terreno, del régimen hídrico, del patrón y del conjunto de técnicas de cultivo, como las podas y los sistemas de conducción. Es importante destacar que los valores, relativamente bajos de SST reportados en los tres tipos de poda fueron, posiblemente, debido a las condiciones atípicas climáticas (Fenómeno de la Niña) durante el período de la investigación (Tabla 1).





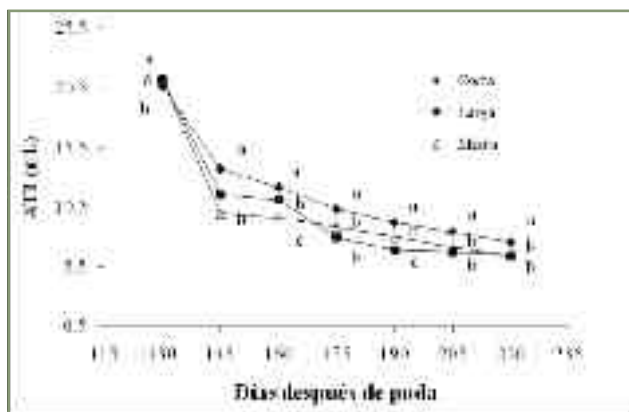
**Figura 1.** Comportamiento de los sólidos solubles totales (SST) durante la maduración de las bayas de 'Cabernet Sauvignon' bajo diferentes tipos de poda. Promedios seguidos de letras diferentes en cada muestreo presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). ns: no hay diferencias significativas.

### ACIDEZ TOTAL TITULABLE

La ATT disminuyó con el desarrollo del fruto y se presentaron diferencias estadísticas en todos los puntos de muestreo. Este descenso lo explica Alexandre (2006) mencionando que la acidez disminuye, tanto cuantitativa como cualitativamente, los ácidos orgánicos de la uva (tartárico y málico) son degredados por fenómenos de respiración y, de igual manera, el ácido málico se transforma en azúcar hacia el final de la maduración.

A los 145 ddp la ATT presentó una disminución significativa, para la poda corta de 13,7 g L-1, poda larga 11,6 g L-1 y poda mixta con 10,0 g L-1. Este comportamiento muestra una relación inversamente proporcional con el desarrollo del fruto, de esta manera se comprueba que los ácidos orgánicos disminuyen con la maduración del mismo (Catania y Avagnina, 2007). A partir de los 205 ddp y en la vendimia, el comportamiento de los tres tipos de poda fue estadísticamente similar (Figura 2). Spayd *et al.* (2002) y Main y Morris (2008) sostienen que la sobre exposición de racimos al sol, implica una reducción de la acidez total, partiendo de unos niveles altos en pre-enero y bajos en post-enero, debido a la degradación del ácido málico. Posiblemente éste fue el factor que afectó los contenidos de acidez del fruto, por presentarse menor cantidad de área foliar, que implica mayor incidencia de la radiación solar directa sobre los frutos, causando estrés por radiación que conlleva a una mayor respiración (Almanza, 2011).

Las plantas con poda corta tuvieron frutos con mayor ATT durante toda la maduración. Al momento de la vendimia, la poda corta presentó 7,6 g L-1 de ATT, mientras las podas larga y mixta mostraron un comportamiento similar pero con menores valores de 6,4 y 6,5 g L-1 respectivamente. Estos valores, coinciden con Pérez (2003) quien afirma que la ATT se debe situar entre los 4,5 y los 7,0 g L-1 expresada en ácido tartárico. Lissarrague *et al.* (1998), en este mismo sentido, también indican que cuando la relación hojas/fruto es adecuado, como es el caso de la poda mixta, los niveles de azúcares y el pH no se ven alterados por el sistema de conducción empleado.



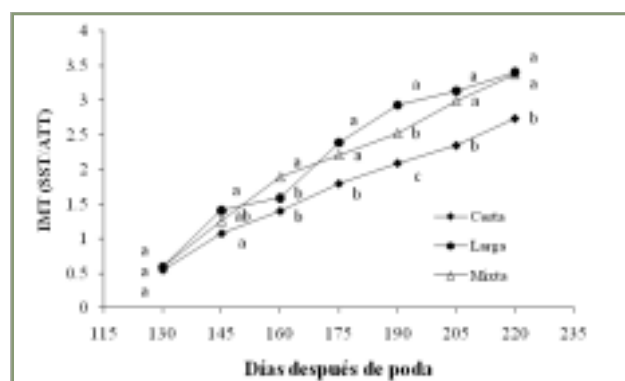
**Figura 2.** Comportamiento de la acidez total titulable (ATT) durante la maduración de las bayas de 'Cabernet Sauvignon' bajo diferentes tipos de poda. Promedios seguidos de letras diferentes en cada muestreo presentan diferencias significativas según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). ns: no hay diferencias significativas.

### ÍNDICE DE MADUREZ TÉCNICO

Según Psczolkowski *et al.* (2001), tradicionalmente la fecha de cosecha de la vid (*Vitis vinifera* L.) para vinificación se ha determinado sólo por el contenido de azúcar (>22,5%) y la acidez total (6-7 g L<sup>-1</sup>, ácido tartárico). Dado que el sabor del fruto de uva se debe principalmente al resultado del balance entre azúcares/ácidos y la síntesis de compuestos aromáticos, o precursores que tiene lugar en este mismo momento. Estas características determinan en gran medida la calidad del vino (Boss y Davis, 2001). Con relación a lo anterior el índice de madurez técnico (SST/ATT) aumentó considerablemente en función del tiempo cronológico, con diferencias significativas a partir de los 145 ddp; la poda corta generó frutos con el menor IMT (1,08); a los 205 ddp, la poda larga y mixta tuvieron un efecto homogéneo de entre 3,13 y 2,99 respectivamente, pero muy superior a la poda corta que fue de 2,34 (Figura 3). Estos resultados concuerdan con las investigaciones de Psczolkowski *et al.* (2001) en la variedad Cabernet Sauvignon, y se debe a que, a medida que aumentan los SST, hay una paulatina disminución de los ácidos durante la madurez (Coombe, 1992; Catania *et al.*, 2007). Según Almanza *et al.* (2011), los altos contenidos de SST y la baja ATT pueden presentar problemas con la estabilidad microbiológica, lo que puede afectar el color del vino. Por esto, es muy importante, realizar el análisis sensorial para confirmar los datos analíticos, pues una adecuada evaluación sensorial de la uva en la fase de maduración puede confirmar o negar las impresiones sensoriales (Paoletti, 2003).

Las podas larga y mixta presentaron los mejores IMT al momento de la vendimia han alcanzado valores de 3,40 y 3,37, mientras que el índice para es testigo fue de solamente 2,73 (Figura 3), el IMT, sirve como referencia de una cosecha considerada óptima desde el punto de vista vitivinícola (Blouin y Guimberteau, 2004). Además, Jubileu *et al.* (2010) coinciden con esta afirmación que los SST y la ATT presentan importancia para el monitoreo del punto de cosecha de frutos de uva, posibilitando un mejor control de la calidad de la materia prima

para elaboración de vinos. Valores del IMT entre 3 y 3,5 son los más adecuados para decidir el momento oportuno de vendimia (Almanza *et al.*, 2012). Por tanto, las podas larga y mixta, en concordancia con las afirmaciones de Lissarrague *et al.* (1988), quienes destacan que las condiciones más frescas y mayores producciones hacen que la relación azúcar/acidez de los mostos sea estabilizada y adecuada para una vinificación correcta, por lo que desde este punto de vista, el índice de maduración técnico, permite tomar la decisión de cuál es el momento de la vendimia más apropiado, en donde no se presente pasificación con mayores contenidos de SST y con baja ATT. La poda corta en perspectiva, podría retardar la vendimia (ejecutada al mismo nivel de azúcares y acidez total) entre 10 a 15 días.



**Figura 3.** Comportamiento del índice de madurez técnica (IMT) durante la maduración de las bayas de 'Cabernet Sauvignon' bajo diferentes tipos de poda. Promedios seguidos de letras diferentes en cada muestreo presentan diferencias significativas, según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). ns: no hay diferencias significativas.

### CONCLUSIONES

Las podas larga y mixta, en el momento de la vendimia, generaron los mayores contenidos de sólidos solubles y los menores contenidos de acidez total, lo que implica que el índice de madurez técnico, en estos tipos de poda y bajo las condiciones climáticas presentadas durante la investigación, se convierten en los tipos de poda más adecuados, y que además, posibilitan un mejor control de la calidad de los frutos para elaboración de los vinos de calidad característicos en zonas tropicales altas. Podrá ser interesante efectuar la verificación de más años, controlando también los posibles efectos de la poda sobre la totalidad del ciclo de maduración de la uva.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALÍQUO, G., A. CATANIA Y G. AGUADO. 2008. La poda de la vid. INTA. Estación experimental agropecuaria. Mendoza, Argentina. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar>. Accesado en: Junio 2012.
- ALEXANDRE, J. 2006. La cultura del vino. cata y degustación. Ed. Univ. Politéc. Valencia, España. 345 p.
- ALMANZA, P. Y H. BALAGUERA. 2009. Determinación de los estadios fenológicos del fruto de *Vitis vinifera* L. bajo condiciones del altiplano tropical en Boyacá. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica* 12(1): 141-150.
- ALMANZA, P., M. QUIJANO-RICO, G. FISCHER, B. CHAVES Y H. BALAGUERA-LÓPEZ. 2010. Physicochemical characterization of 'Pinot Noir' grapevine (*Vitis vinifera* L.) fruit during its growth and development under high altitude tropical conditions. *Agronomía Colombiana* 28(2): 173-180.
- ALMANZA, P. 2011. Determinación del crecimiento y desarrollo del fruto de vid (*Vitis vinifera* L.) bajo condiciones de clima frío tropical. Tesis de Doctorado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 148 p.
- ALMANZA, P., P. SERRANO Y G. FISCHER. 2012. Manual de viticultura tropical. UPTC-Tunja. 119 p.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington. VA. 128 p.
- BLOUIN, J. Y G. GUIMBERTEAU. 2004. Maduración y madurez de la uva. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- BOSS, P. Y C. DAVIS, C. 2001. Molecular biology of sugar and anthocyanin accumulation in grape berries. In: Roubelakis-Angelakis, K.A. (ed.), *Molecular biology and biotechnology of grapevine*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. pp. 1-33.
- CAMACHO, M. 2012. Conversación personal. Febrero 2012, viñedo Ain Karim, Villa de Leyva.
- CATANIA, C. Y S. AVAGNINA. 2007. Curso superior de degustación de vinos. INTA, EEA Mendoza, Argentina.
- COOMBE, B.G. 1992. Adoption of a system for identifying grapevine growth stages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 1: 104-110.
- FERREYRA, R., G. SELLÉS, J. PERALTA, L. BURGOS. Y L. VALENZUELA. 1998. Efecto del estrés hídrico aplicado en distintos periodos de desarrollo de la vid cv. Cabernet Sauvignon en la producción y calidad del vino. Santiago, Chile. *Agricultura Técnica (Chile)* 62: 406-417.
- GONZÁLEZ-NEVES, G. Y M. FERRER. 2008. Efectos del sistema de conducción y del raleo de racimos en la composición de uvas Merlot. *Agrociencia* 22(2): 10-18.
- GRIS, E.F., V.M. BURIN, E. BRIGHENTI, H. VIEIRA, M.T. BORDIGNON-LUIZ. 2010. Phenology and ripening of *Vitis vinifera* L. grape varieties in São Joaquim, southern Brazil: a new South American wine growing region. *Ciencia e Investigación Agraria* 37(2): 61-75.
- HERNÁNDEZ, A. 2000. Introducción al vino de Chile. Colección en agricultura de la Facultad de Agronomía e Ingeniería forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. 101 p.
- HIDALGO, L. 2003. Tratado de enología. Vol. 1. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 1423 p.
- \_\_\_\_\_. 1993. La vendimia. En: *Tratado de viticultura general*. Ediciones Mundi-Prensa Madrid. pp. 965-967.
- IDEAM. 2012. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Sistema de Información Nacional Ambiental. Estación: 24015300 Villa de Leyva.
- JUBILEU, B., J. SATO Y S. ROBERTO. 2010. Caracterização fenológica e produtiva das videiras 'Cabernet Sauvignon' e 'Alicante' (*Vitis vinifera* L.) produzidas fora de época, no norte do Paraná. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32(2): 451-462.
- LAVÍN, A., LOBATO, A., MUÑOZ, I., VALENZUELA, J. 2003. Viticultura: poda de la vid. Cauquenes, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Disponible en: Boletín INIA, <http://www.inia.cl>. Accesado en: enero 2012.
- LISSARRAGUE, J.R., V. SOTES, H. PELÁEZ Y J. YUSTE. 1998. Training system and water regime: effects on productivity, development and must composition on Tempranillo cultivar for seven years. *G.E.S.C.O.* 216-221.
- MAIN, G. L. Y J. R. MORRIS. 2008. Impact of pruning methods on yield components and juice and wine composition of Cynthiana grapes. *American Journal of Enology and Viticulture* 59: 179-187.
- MARTÍNEZ DE TODA, F. 1991. Biología de la vid. Fundamentos biológicos de la viticultura. Ediciones Mundi Prensa, Madrid. 346 p.
- MARTÍNEZ, R. 2002. Efecto de la poda y la cubierta plástica en la brotación, floración y maduración de la vid. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25(2), 179-185.
- PAOLETTI, A. 2003. Indici di maturazione fenolica de glories e terroir. Pp 502-503. En: Fregone, M. Schuster, D. Paoletti (eds.). *Terror, zonazio ne viticultura*. Phytoline, Affi-Capriano, Italia.
- PARRA C. Y J. HERNÁNDEZ. 1997. Fisiología postcosecha de frutas y hortalizas. Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. 64 p.
- PÉREZ, C. 2003. Análisis (químico) y control (digital) en la producción del vino. Disponible en: [http://redesformacion.jccm.es/aula\\_abierta/.../vino.pdf](http://redesformacion.jccm.es/aula_abierta/.../vino.pdf). Accesado en: marzo 2012.
- PONI, S., A.N. LAKSO, J.R. TURNER Y R.E. MELIOUS. 1994. Interactions of crop level and late season water stress on growth and physiology of field-grown Concord grapevines. *American Journal of Enology and Viticulture* 45: 252-257.
- PSZCZOLKOWSKI, B. LATORRE, A. CEPPI DI LECCO, C. 2001. Efectos de los mohos presentes en uvas cosechadas tardíamente sobre la calidad de los mostos y vinos Cabernet Sauvignon. Pontificia Universidad Católica De Chile Casilla 306-22, Santiago, Chile. *Ciencia e Investigación Agraria* 28(3): 157-163.
- REYNIER, A. 1995. Manual de viticultura. 5ª ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. pp. 113-115.
- RYUGO, K. 1993. Fruticultura. Ciencia y Arte: cosechas de enredaderas y arbustos frutales. Editorial AGT México. 520 p.
- SABOGAL, H. 2007. Guía del vino Colombia 2008. Legis. S. A., Bogotá. 270 p.
- SALAZAR, D. Y P. MELGAREJO. 2005. Viticultura. Técnicas de cultivo de la vid. calidad de la uva y atributos de los vinos. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 325 p.
- SPAYD, S.E, J.M. TARARA, D.L. MEE Y J.C. FERGUSON. 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *American Journal of Enology and Viticulture* 53: 171-182.
- WINKLER, A. 1974. Desarrollo y composición de frutas En: *Viticultura*. OECSA. México. pp. 163-202.
- ZUFFEREY, V. Y F. MURISIER. 2006. Distance interligne et hauteur de la haie foliaire (II). *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 38(3): 161-64.