

Efecto del potasio y calcio en la calidad y producción de vid (*Vitis vinífera* L.) cv Flame Seedless, en la Costa de Hermosillo, Sonora

Gerardo Martínez Díaz¹

José Luis Miranda Blanco²

Jesús Humberto Núñez Moreno³

RESUMEN

La viticultura es una de las actividades agrícolas más importantes en La Costa de Hermosillo, Sonora, de donde se exportan alrededor de 20 millones de cajas de uva que cumplen las características de calidad que requiere el mercado, como el contenido de sólidos solubles, coloración y ausencia de bayas reventadas. Este experimento se llevó a cabo con el fin de determinar el efecto del potasio y calcio aplicado por vía foliar, en la acumulación de sólidos solubles, coloración, reventado de bayas y producción en el cv Flame Seedless. Los tratamientos evaluados fueron óxido de potasio 0.7 y 1.4 kg ha⁻¹, óxido de calcio 0.1 y 0.2 kg ha⁻¹ y el testigo absoluto. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y la unidad experimental fue una hilera de 160 plantas. Cada una de las dosis

se aplicó en cuatro ocasiones desde el amarre de bayas hasta antes del envero. Las aplicaciones de potasio indujeron la acumulación de sólidos solubles en 6% e incrementaron la coloración de las bayas en 3% ($p < 0.05$) mientras que las de calcio no ocasionaron efecto en esas variables ($p < 0.05$). El reventado de bayas se redujo con las aplicaciones de calcio ($p < 0.05$). Los tratamientos no alteraron el rendimiento de este cultivar de vid.

Palabras clave: coloración, sólidos solubles, reventado de bayas

ABSTRACT

Viticulture is one of the most important agricultural activities in La Costa de Hermosillo, Sonora, where about 20 million boxes of grapes are exported and must fulfill requirements of good quality. Among

¹ Doctor of Philosophy, Plant Sciences. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Correo electrónico: geraldmdz@yahoo.com <mailto:geraldmdz@yahoo.com>

² Maestro en Ciencias. Investigador en Viticultura. Campo Experimental de la Costa de Hermosillo. Correo electrónico: oposura61@hotmail.com

³ Doctor of Philosophy, Soil Sciences. Campo Experimental Costa de Hermosillo. Correo electrónico: nunezhumberto@yahoo.com

these traits are acceptable levels of soluble solids, good color and berries without cracking. The objective of this experiment was to determine the effect of potassium and calcium applied to the foliage on the accumulation of soluble solids, color, berry cracking and yield of the grape Flame Seedless. The treatments were 0.7 and 1.4 kg ha⁻¹ of potassium oxide, 0.1 and 0.2 kg ha⁻¹ of calcium oxide, and control. The treatments were distributed in a completely randomized block design with three replications and the experimental unit was one row with 160 grapevines. Each rate of the nutrient was applied four times, from berry set to veraison. Potassium stimulated the accumulation of soluble solids about 6% and increased berry color about 3% (p<0.05) while calcium did not affect these traits. Berry cracking was reduced by calcium (p<0.05). The treatments did not affect yield of the grape Flame Seedless.

Key words: color, soluble solids, berry cracking

INTRODUCCIÓN

La viticultura es una de las actividades más importantes en Sonora, donde uno de los cultivares más utilizados es Flame Seedless. Entre los pa-

rámetros de la calidad de racimos se encuentra el diámetro de las bayas el cual debe ser mayor de 1.7 cm, contenido de sólidos solubles mayor de 16 °Brix, color uniforme y ausencia de reventado.

La acumulación de sólidos solubles en las bayas depende de la aportación de carbohidratos sintetizados en las hojas. Una vez que los carbohidratos se han sintetizado, estos se exportan hacia los racimos a través del floema, requiriéndose de energía. Ya en las bayas, la sacarosa se convierte en glucosa y fructosa por la acción de una enzima denominada invertasa (Mullins y col., 1992).

La concentración final de azúcar en las bayas ocurre de manera inversa al tamaño. Aparentemente en este proceso está implicada la transpiración, la cual es más alta si existe mayor superficie por unidad de volumen, condición que ocurre en bayas de menor diámetro. La transpiración tiene influencia en la acumulación de azúcar después del envero ya que el transporte de carbohidratos y agua hacia las bayas ocurre sólo por el floema, debido a que el xilema deja de funcionar (Bondada y col., 2004).

La acumulación de azúcar en las bayas está en función de su producción en las hojas y en su

Los resultados confirman lo mencionado por Lang (1983), en el sentido de que el potasio esta relacionado con el transporte de azúcares, en este caso hacia las bayas.

Sin embargo, la respuesta hacia este nutriente puede variar según los cultivares de vid, como lo observaron Martínez y Márquez, (2009) en el cv Superior en donde el contenido de sólidos solubles no aumentó al aplicar potasio, y Kasimatis y Christensen (1976).

transporte. En este segundo proceso el potasio, que es a menudo el catión más abundante en los tejidos vegetales, es un nutriente importante ya que participa en la osmoregulación de las células y produce un efecto dominante en el potencial de las membranas, lo cual determina la absorción de diferentes cationes, aniones y azúcares. En las bayas de vid, el potasio es el catión más abundante donde contribuye al balance de la carga y puede estar relacionado con el transporte de azúcares (Lang, 1983).

Durante el desarrollo de las bayas, el potasio puede tener varias funciones. Antes del envero las células se dividen y expanden, y el potasio puede ser un osmoregulador. Después del envero las bayas continúan su crecimiento, pero se supone que en esa fase la expansión celular es controlada por la acumulación de azúcares en la vacuola, y el potasio juega un papel secundario en la acumulación de azúcares. La acumulación de azúcares no ocurre antes del envero, pero en esa fase las frutas son importadoras de carbohidratos y crecen por división y expansión celular. Durante esa fase el potasio puede ser quien determina la expansión celular. Después del envero la expansión celular puede ocurrir mediante una coordinación de transportadores de sacarosa, transportadores de potasio y expansinas, como ocurre en fibras de algodón (Ruan y col., 2001). En las bayas en maduración la piel contiene hasta cuatro veces más potasio que el mesocarpio (Coombe, 1987; Storey, 1987).

En lo que respecta al calcio, éste es un nutriente esencial que forma parte estructural de paredes

celulares. Su deficiencia lleva a tener paredes celulares con deficiente desarrollo, lo cual hace a los órganos sensibles al ataque de enfermedades y, en el caso de las bayas al reventado, un problema común en el cv Flame Seedless, especialmente cuando se presentan altas condiciones de humedad relativa (Martínez y col., 2006).

Al igual que otros nutrientes, el potasio y el calcio se aplican al suelo y al follaje para mejorar el rendimiento de los cultivos y, aunque las aplicaciones al suelo son más comunes, Fageria y col. (2009) indican bajo algunas situaciones las aplicaciones foliares pueden ser más económicas y efectivas. De acuerdo a Mengel (2002) la eficiencia en que se utilizan los fertilizantes foliares depende de su movilidad en la planta, e indican que el potasio es de alta movilidad mientras que el calcio es de baja.

Este experimento se llevó a cabo con el fin de determinar el efecto que ocasionan el potasio y calcio en la acumulación de sólidos solubles, coloración, reventado de bayas y producción de la vid cv Flame Seedless.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en un lote comercial de vid de 10 años con la variedad Flame, en el viñedo La Ventanita localizado en la Costa de Hermosillo, Sonora, en el ciclo 2008/2009. El viñedo se riega por goteo y el sistema de conducción es pérgola. La densidad de población del vi-

ñedo es de 3300 plantas ha⁻¹. Las dosis evaluadas de los productos mencionados se presentan en la Tabla I.

Tabla I. Tratamientos evaluados en vid cv Flame Seedless para determinar su efecto en la calidad de las bayas.

Nutriente	Número de aplicaciones	Dosis por aplicación (kg ha ⁻¹ de K ₂ O o CaO)
Potasio	4	0.7
Potasio	4	1.4
Calcio	4	0.1
Calcio	4	0.2
Testigo absoluto	-	-

La fuente del K₂O fue Amifol K que contiene 46.5% p/v de óxido de potasio y 7.5% p/v aminoácidos, mientras que la fuente de CaO fue Boramin Ca que contiene 10.4% p/v de óxido de calcio, 0.27% p/v boro y 6.5% p/v aminoácidos libres. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El tamaño de la unidad experimental y parcela útil fue una hilera de 160 plantas de vid.

Las aplicaciones se realizaron después del amarre de los frutos, iniciándolas antes de las aplicaciones de ácido giberélico para tamaño. Las aplicaciones de potasio se efectuaron el 7, 14, 21 y 28 de

abril del 2009 y las de calcio fueron el 7, 10, 13 y 16 de abril del 2009. Las aspersiones se realizaron con una mochila manual motorizada utilizando 800 L ha⁻¹ de agua.

El manejo general del viñedo lo llevó a cabo el agricultor cooperante, evitándose la aplicación de nutrientes foliares en la sección en que se llevó a cabo el experimento. Antes de las aplicaciones de los nutrientes se realizó un análisis foliar de peciolos encontrándose que la concentración de potasio y de calcio fue de 2.79 y 1.69 %, respectivamente.

Las variables evaluadas fueron rendimiento (cajas ha⁻¹ por corte), contenido de sólidos solubles, coloración y reventado de bayas. Para evaluar la cosecha se hizo un recuento de las cajas cosechadas en las diferentes fechas en cada una de las unidades experimentales (hileras). El contenido de sólidos solubles (°Brix) y color (%) se midió en 140 bayas procedentes de diferentes racimos en cada unidad experimental. Para la medición del contenido de sólidos solubles se utilizó un refractómetro manual mientras que para el color se utilizó una escala visual del 0 al 100%, donde el 0 es baya verde y el 100% rojo intenso. Las bayas reventadas por racimo se midieron en 140 racimos por unidad experimental, procedentes de 70 plantas, es decir, de dos racimos por planta. Las evaluaciones de contenido de sólidos solubles, color y reventado de bayas se realizaron en dos fechas, la primera al inicio de la cosecha (14/05/2009) y la segunda el 21/06/2009.

Figura 1. Dinámica de cosecha de la vid cv Flame Seedless en los tratamientos evaluados.

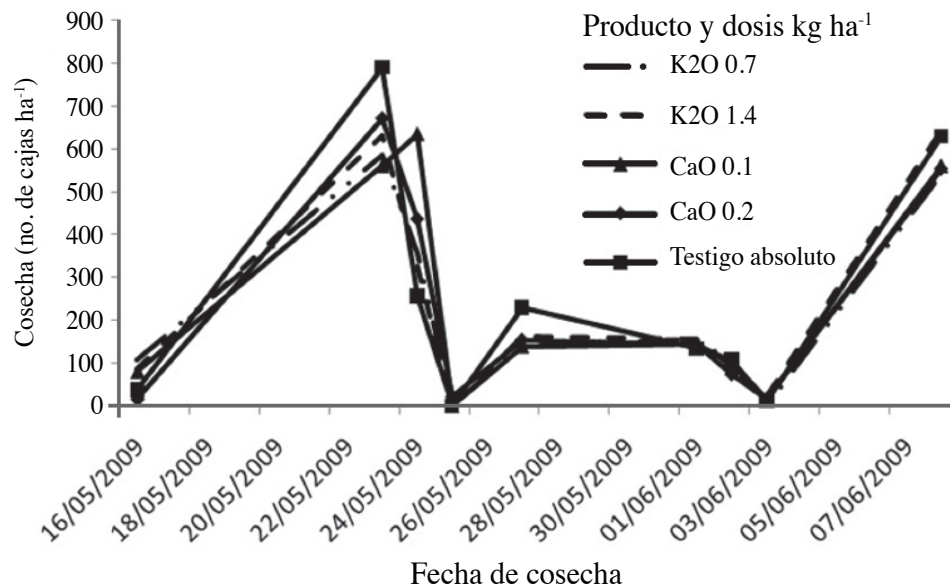


Tabla II. Respuesta del contenido de sólidos solubles de las bayas de vid del cv. Flame Seedless, a los tratamientos de potasio y calcio.

Producto	Dosis (kg ha ⁻¹)	Contenido de sólidos solubles (°Brix)	
		Muestreo (14/05/09)	Muestreo (21/05/09)
K ₂ O	0.7	14.5 b	16.5 a
K ₂ O	1.4	15.2 a	16.1 a
CaO	0.1	14.0 c	15.9 ab
CaO	0.2	14.1 bc	14.9 c
Testigo	-	14.4 bc	15.5 bc

*Medias en la misma columna con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05.

Los datos se sometieron a un análisis de varianza y se realizó comparación de medias mediante la Prueba de Duncan al 0.05%, utilizando el paquete SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de cajas cosechadas no fue modificada por los tratamientos en ninguna de las fechas en que se realizó la recolección (Figura 1). Sin embargo, se encontró que en las dos fechas de evaluación, la cantidad de sólidos solubles en las bayas fue estadísticamente mayor en los tratamientos con potasio que en el testigo absoluto (Tabla II). En la primera fecha de evaluación, el tratamiento de potasio en dosis 1.4 kg ha^{-1} fue estadísticamente diferente a todos los restantes tratamientos (Tabla II). En la segunda evaluación ambas dosis de potasio indujeron un mayor contenido de sólidos solubles, y se observaron incre-

mentos de 6.4 y 3.9% en relación al testigo absoluto (Tabla II). El calcio no indujo efecto en esta variable ya que presentó un mismo contenido de sólidos solubles que el testigo absoluto. Los resultados confirman lo mencionado por Lang (1983), en el sentido de que el potasio está relacionado con el transporte de azúcares, en este caso hacia las bayas. Sin embargo, la respuesta hacia este nutriente puede variar según los cultivares de vid, como lo observaron Martínez y Márquez, (2009) en el cv Superior en donde el contenido de sólidos solubles no aumentó al aplicar potasio, y Kasimatis y Christensen (1976) quienes tampoco encontraron respuesta a las aplicaciones foliares de potasio en el cv Thompson Seedless. Adicionalmente, Weinbaum y col., (2002) también indicaron que el genotipo tiene una influencia importante en la respuesta a las aplicaciones foliares de potasio y nitrógeno.

Tabla III. Respuesta de la coloración de las bayas de vid del cv. Flame Seedles, a los tratamientos de potasio y calcio.

Producto	Dosis (kg ha^{-1})	Coloración (%)	
		Muestreo (14/05/09)	Muestreo (21/05/09)
K ₂ O	0.7	91.9 a	97.2 a
K ₂ O	1.4	91.8 a	96.0 a
CaO	0.1	88.5 b	96.3 a
CaO	0.2	91.0 ab	96.2 a
Testigo	-	91.3 ab	96.0 a

*Medias en la misma columna con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05.

Tabla IV. Respuesta del reventado de las bayas de vid del cv. Flame Seedles, a los tratamientos de potasio y calcio.

Producto	Dosis (kg ha ⁻¹)	Promedio de bayas reventadas /racimo	
		Muestreo (14/05/09)	Muestreo (21/05/09)
K ₂ O	0.7	2.8 a	2.2 a
K ₂ O	1.4	2.4 ab	2.2 a
CaO	0.1	2.0 b	1.6 a
CaO	0.2	2.6 ab	2.5 a
Testigo	-	2.5 ab	2.2 a

*Medias en la misma columna con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba de Duncan al 0.05.

Es interesante notar la respuesta positiva a las aplicaciones de potasio, aún cuando los análisis foliares al momento de la floración indicaron que estos nutrimentos estaban en concentraciones óptimas en los tejidos. En efecto, la concentración de potasio y de calcio en los peciolos al momento de la floración fue de 2.79 y 1.69 %, respectivamente, valores que son aceptables ya que los valores de referencia para el potasio están entre 1.5 y 2.5 mientras que para el calcio están entre 1.2 y 1.8% (Anónimo, 2005).

El color de las bayas fue más alto en los tratamientos con potasio que con calcio en dosis de 0.1 kg ha⁻¹, en la evaluación realizada el 13 de mayo (Tabla III). Es posible que al aplicar potasio éste se concentre más en la piel cuando está en condiciones limitantes, como lo indicó Coombe

(1987), y permita una mayor traslocación de carbohidratos hacia la piel, los cuales son sustrato en la biosíntesis de pigmentos. En la segunda evaluación realizada el 20 de mayo ya no se detectaron diferencias en la coloración de las bayas entre los tratamientos (Tabla III).

La intensidad de reventado de bayas, medida por el número de bayas reventadas por racimo, fue mayor con el tratamiento de potasio 0.7 kg ha⁻¹ que con calcio 0.1 kg ha⁻¹, en la primera fecha de evaluación (Tabla IV). En la segunda fecha de evaluación no se detectaron diferencias de esta variable entre los tratamientos. En el año 2009 la cantidad de bayas reventadas por racimo fue de alrededor de 2.5, que es baja con respecto a la que obtenida en años con alta humedad relativa que puede ser hasta de 20. Por tanto, es necesario

continuar evaluando los efectos que causan estos tratamientos para determinar la respuesta real, máxime que Martínez y col., (2006) observaron que con el cloruro de calcio se redujo la intensidad de reventado de bayas en el cv Flame Seedless.

CONCLUSIONES

Las dosis de potasio favorecieron la acumulación de sólidos solubles e incrementaron la coloración de las bayas, mientras que las de calcio no indujeron efecto en esas variables pero sí redujeron el reventado de bayas, por lo que se sugiere la utilización de esos nutrimentos en aplicación foliar para disminuir dichos problemas según su pertinencia.

REFERENCIAS

- Anonymous. 2005. Midwest grape production guide. Ohio State University. Bulletin 919-05.
- Bondada, B. R., Shackel, K. and Matthews, M. A. 2004. Existence of intact xylem in postveraison. Technical abstracts. 55 Ann. Meeting of ASEV. p:39.
- Coombe, B. G. 1987. Distribution of solutes within the developing grape berry in relation to its morphology. *Amer. J. Enol. Vitic.* 38:120–127.
- Fageria, N. K., Barbosa, M. P., A. Moreira, A., Guimaraes C. M. 2009. Foliar fertilization of crop plants. *J. of Plant Nut.* 32:1044–1064.
- Kasimatis, A. N., and Christensen, L. P. 1976. Response of Thompson Seedless grapevines to potassium application from three fertilizer sources. *Amer. J. Enol. Vitic.* 27:3.
- Lang, A. 1983. Turgor-related translocation. *Plant, Cell Environ.* 6:683–689.
- Martínez, D., G., Márquez C., A. y Osorio A., G. 2006. Desórdenes fisiológicos de la vid. Folleto técnico 31. CECH-CIRNO- INIFAP. 32 p.
- Martínez, D., G. y Márquez C., A. 2009. Effect of ethephon, ethanol and potassium on soluble solids accumulation in the grape cv. Sugraone. 59 th Ann. Meeting. Amer. Soc. Enol. Vitic. Tech Abstr. p:27.
- Mengel, K. 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. *Acta Hort. (ISHS)* 594:33-47.
- Mullins, M. G., Bouquet, A., and Williams, L. E. 1992. *The biology of the grapevine.* Cambridge University Press. p:231.
- Ruan, Y. L., Llewellyn D. J., Furbank, R.T. 2001. The control of single-celled cotton fiber elongation by developmentally reversible gating of plasmodesmata and coordinated expression of sucrose and K⁺ transporters and expansin. *Plant Cell* 13:47–60.
- Storey, R. 1987. Potassium localization in the grape berry pericarp by energy-dispersive X-ray microanalysis. *Amer. J. Enol. Vitic.* 38:301–309.
- Weinbaum, S. A., Brown, P. H. and Johnson, R. S. 2002. Application of selected macronutrients (N, K) in deciduous orchards: physiological and agrotechnical perspectives. *Acta Hort. (ISHS)* 594:59-64.