

# Influencia del potasio en el cultivo de la vid (*Vitis labrusca*) cv. ISABELLA

## Influence of potassium in the culture of the grape (*Vitis labrusca*) cv. ISABELLA

Recibido 17-08-2014 Aceptado 07-11-2014

Oswaldo Puerto Guerrero<sup>1</sup>  
Sara Mejía de Tafur<sup>2</sup>  
Juan Carlos Menjivar Flores<sup>3</sup>  
Yina Jazbleidi Puentes Páramo<sup>4</sup>

### Resumen

El potasio ( $K^+$ ) desempeña un papel importante en el crecimiento y la producción de la vid (*Vitis labrusca*). Para evaluar la influencia de diferentes dosis de sulfato de potasio ( $K_2SO_4$ ) en el rendimiento y la calidad de uvas cosechadas, se realizó un estudio en plantaciones de vid cv. Isabella sembradas en la finca El Yundecito, municipio de Palmira, departamento del Valle del Cauca, Colombia. El seguimiento a la absorción de  $K^+$  se realizó mediante análisis foliares en cuatro etapas fenológicas del cultivo. Se evaluaron las siguientes variables de respuesta: número de racimos por planta, peso de racimo, longitud del racimo, bayas por racimo, grados Brix y rendimiento. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones y cuatro tratamientos: 0 (testigo), 100, 150 y 225 g de  $K_2SO_4$  planta<sup>-1</sup>. Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza, prueba de Duncan, análisis de correlación y análisis de regresión. Los resultados muestran que la adición de 100 g de  $K_2SO_4$  planta<sup>-1</sup> aumentó el rendimiento en un 24% con respecto al testigo. Cuanto más alto la cantidad de sulfato de potasio aplicado, mayor la disminución en el rendimiento. Igual situación se presentó con las variables de calidad, lo que sugiere que las aplicaciones superiores a esta dosis implican costos innecesarios y son poco amigables con el medio ambiente.

**Palabras clave:** Uva; sulfato de potasio; nutrición

### Abstract

Potassium ( $K^+$ ) plays an important role in the growth and production of Isabella grapes (*Vitis labrusca*). To evaluate the effect of different doses of potassium sulfate ( $K_2SO_4$ ) on the yield and quality of harvested grapes, a study was conducted on plantings of Isabella grape on the El Yundecito farm, located in the municipality of Palmira, department of Valle del Cauca, Colombia.  $K^+$  absorption was monitored by analyzing leaves at four phenological stages of the crop. The following response variables were also evaluated: number of clusters per plant, cluster weight, cluster length, berries per cluster, degrees Brix, and yield. A randomized complete block design was used with three replications and four treatments: 0 (check), 100, 150, and 225 g  $K_2SO_4$  plant<sup>-1</sup>. Data obtained were submitted to variance analysis, Duncan's test, correlation analysis, and regression analysis. Results show that the addition of  $K_2SO_4$  at 100 g plant<sup>-1</sup> increased yields by 24% as compared with the check. The higher the amount of potassium sulfate applied, the higher the decrease in yield. The same occurred with quality variables, suggesting that applications above this dose not only involve unnecessary costs, but are environment-unfriendly.

**Keywords:** Grape; potassium sulfate; nutrition.

1. Colombiano. Magíster en Ciencias Agrarias, TopFruit S.A.S, Grupo de Investigación en Uso y manejo de suelos y aguas con énfasis en degradación de suelos.opuerto@topfruits.com.co
2. Colombiana. Máster en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia Grupo de Investigación en Uso y manejo de suelos y aguas con énfasis en degradación de suelos. smejia@unal.edu.co.
3. Hondureño. Doctor en Ciencias del suelo. Docente. Universidad Nacional de Colombia Grupo de Investigación en Uso y manejo de suelos y aguas con énfasis en degradación de suelos. Palmira, Valle del Cauca. jcmenjivarf@unal.edu.co
4. Colombiana. Doctora en Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Grupo de Investigación en Uso y manejo de suelos y aguas con énfasis en degradación de suelos. yjpuentes@unal.edu.co

## Introducción

El potasio ( $K^+$ ) es considerado el segundo nutriente de mayor demanda por las plantas después del nitrógeno (Tisdale *et al.*, 1985), el cual es indispensable en los procesos de fotosíntesis, activación enzimática, síntesis de proteínas y osmorregulación (Marschner, 1995); por lo tanto, su deficiencia puede propiciar susceptibilidad al ataque de hongos y reducir la tasa de crecimiento (Marschner *et al.*, 1986). El cultivo de la vid (*V. labrusca*) presenta gran demanda de  $K^+$ , especialmente durante las etapas de brotación-floración seguido de baya arveja-pinta (Hirzel, 2008), una limitada disponibilidad se manifiesta en poco crecimiento de las bayas (García., 2006), lo cual reduce significativamente el rendimiento. Para la FAO (1998), el manejo eficiente de la nutrición de los cultivos es relevante para mantener o incrementar la productividad.

Investigaciones realizadas por Palma (2003), en Chile muestran que el potasio incrementa el rendimiento, de esta manera, a mayores dosis de  $K^+$  mayor rendimiento, lo que da una correlación positiva entre el contenido de potasio en hojas y peciolo con el rendimiento, sin embargo, es evidente que cada vez que se aumenta la dosis de  $K^+$ , es menor el porcentaje en que crece el rendimiento con respecto a la anterior dosis de fertilización; lo que sugiere que cada cultivo presenta un límite de absorción de nutrientes que se traduce en buen rendimiento (Puentes *et al.*, 2014).

En Brasil, la composición mineral y exportación de nutrientes por frutos en gramos (g) para una producción de 15 toneladas por hectárea ( $t \cdot ha^{-1}$ ) muestra que el potasio es el mayor nutriente exportado en los frutos (Tabla 1).

Por tal motivo, la nutrición del cultivo exige mayor cantidad de potasio en los programas de fertilización (Villalba *et al.*, 2006), y a su vez, dada la mayor extracción de  $K^+$  en el fruto con respecto a los demás nutrientes, evidencia su influencia en el desarrollo y calidad del mismo, como lo aseguran Gurovich y Herrera (2001), quienes basados en la función que cumple el potasio en el contenido de azúcar y serosidad de la piel del fruto, consideran este elemento como uno de los componentes más importantes en la calidad de la uva; así mismo, Martínez *et al.* (2010) afirman que el potasio favorece la acumulación de sólidos solubles e incrementa el

color de la baya; de igual manera, Lang (1983), relacionó el potasio con el transporte de azúcares hacia las bayas. Por lo tanto, es evidente su influencia en la calidad de la uva y su contribución a un mejor rendimiento.

Trabajos realizados en Ginebra-Valle del Cauca, en un suelo franco arcilloso, de pH neutro, contenido medio de materia orgánica y B, muy alto de  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$ ,  $Zn^{+2}$  y P, la aplicación de  $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de potasio usando como fuente de fertilización sulfato y cloruro de potasio, aumentó el rendimiento y mejoró la calidad de la fruta (García, 2001), sin embargo, no se examinaron más dosis para evaluar el comportamiento del cultivo ante la menor y mayor dosis de fertilización.

En el Valle del Cauca actualmente los estudios en el área de nutrición para el cultivo de la vid (*V. labrusca*) cv. Isabella, con rigor científico son escasos, aun conociendo la importancia de la nutrición para obtener mejores cosechas y en especial del potasio para el cultivo de la vid. Por tanto, el objetivo de esta investigación consistió en determinar la dosis de sulfato de potasio con la cual la planta de vid sembrada en condiciones de un suelo tipo vertisol de la zona plana del Valle del Cauca, responde a la fertilización, evaluando su influencia en el rendimiento y calidad del fruto.

## Materiales y métodos

La investigación se realizó en la finca El Yundecito, ubicada en el corregimiento Guanabanal del municipio de Palmira, Valle del Cauca; a una altitud de 850 m. La zona presenta una precipitación promedio anual de 900 mm, temperatura promedio de  $24^\circ\text{C}$  y humedad relativa del 60% (Carbonell *et al.*, 2001).

El material vegetal consistió en plantas de vid (*Vitis labrusca* L.) cv Isabella con 3,5 años de edad e injertados sobre agraz (*Vitis tiliifolia* H.B.K), utilizado como patrón de la variedad de uva Isabella en el Valle del Cauca, ya que por sus características de rusticidad y resistencia fitosanitaria, es recomendado como patrón en plantaciones comerciales de vid (Collazos, 2000). Las plantas están sembradas a distancias de  $2,7\text{m} \times 2,5\text{m}$ , en un lote con características

**Tabla 1.** Extracción de nutrientes por hectárea para una producción de 15 toneladas de uva

Extracción de nutrientes (g)												
N	P	$K^+$	$Ca^{+2}$	$Mg^{+2}$	$S^{+2}$	B	Cl	$Cu^{+2}$	$Fe^{+2}$	$Mn^{+2}$	Mo	$Zn^{+2}$
875	292	1890	95	95	173	2,1	8	0,6	3	2,5	3	0,5

Fuente: (Hiroce *et al.*, 1979)

físicas y químicas homogéneas, para una densidad de 1481 plantas. ha<sup>-1</sup>.

El suelo se evaluó al inicio de la investigación, para ello se hizo mineralogía de arcillas en el laboratorio del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el cual mostró dominancia en un 46% de arcillas 2:1, en gran parte por el tipo vermiculita, seguido de montmorillonita, y fue clasificado taxonómicamente dentro del orden de los vertisoles. Además, se evaluaron las características físicas y químicas del suelo, mediante metodologías estándar del laboratorio de Corpoica e interpretadas con la quinta aproximación (ICA, 1992); el suelo se muestró a una profundidad de 40 cm, y mediante un análisis completo de suelos se evaluó de acuerdo con las condiciones adecuadas para el cultivo de la vid (Galindo, 2006), lo que permitió hacer los correctivos necesarios para evitar desbalances nutricionales en el cultivo y limitantes físicas. El análisis presentó pH (7,2) neutro; bajo contenido de materia orgánica (1,64%), conductividad eléctrica (CE) de 1,52 dS.m<sup>-1</sup>, lo que un suelo muy susceptible a sales, alto contenido de P (66,38 mg kg<sup>-1</sup>), K<sup>+</sup>(0,53 Cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>), Mg<sup>2+</sup>(9,97 Cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>), Ca<sup>2+</sup>(28,87 Cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>) y alta CIC (36,34 Cmol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>), como una condición deseable para las plantas, originada por los contenidos de vermiculita y montmorillonita según el análisis mineralógico; es bajo para N<sup>+</sup>( 0,17 C mol<sub>(+)</sub> kg<sup>-1</sup>); y presenta limitada disponibilidad de elementos menores debido a las condiciones de pH; textura (franco-arcillo-limoso), profundidad efectiva (80 cm) y densidad aparente (1,70 Mg.m<sup>3</sup>), lo cual revela una posible compactación corroborado con los datos de conductividad hidráulica de 0,65 cm/hora y porosidad de 30%; sin embargo, este suelo no limita el desarrollo del sistema de producción de uva.

Los tratamientos (Tabla 2) se establecieron de acuerdo con los trabajos realizados por Galindo (2006) en el Centro de Investigación Vitivinícola Tropical (Ceniuva) para el Valle del Cauca. La fuente de potasio utilizada fue sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: (0-0-50-18S)), sin aplicación para el tratamiento 1 (testigo), 100 g.planta<sup>-1</sup> para el tratamiento 2, el tercer tratamiento un 50% más que el segundo (150 g.planta<sup>-1</sup>) y el cuarto con 50% más que el tercero (225 g.planta<sup>-1</sup>). Estas dosis se fraccionaron en tres partes iguales, para ser aplicadas en tres etapas fenológicas del ciclo de producción de la vid, de cuatro fases representativas que acontecen en el cultivo a partir de la poda de producción (Puerto *et al.*, 2003). La primera aplicación se realizó en descanso, 20 días antes de poda (DAP), la segunda en prefloración, 20 días después de poda (DDP) y la tercera en llenado de fruto, 60 DDP, como lo sugiere Galindo (2006).

**Tabla 2.** Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Fertilizante aplicado por planta
	(g)
T1	Sulfato de potasio [K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] 0
T2	100
T3	150
T4	225

Para monitorear la absorción de potasio en la planta por efecto de cada tratamiento, se realizaron muestreos foliares diez días después de la fertilización, en cuatro etapas fenológicas: prefloración (30 DDP) correspondiente al estadio fenológico 1 en la escala BBCH para vid (Lorenz *et al.*, 1994), en este sentido, cuajado (45 DDP) y llenado (70 DDP) son correspondientes al estadio 7, y envero (90 DDP) al estadio 8; el muestreo siguió la metodología del Laboratorio AL (2011), que consiste en tomar 50 hojas opuestas al racimo de uva tomadas al azar por toda la planta; el contenido de potasio se determinó siguiendo metodologías estándares del laboratorio de Providencia. Para evaluar la influencia de los diferentes tratamientos sobre el rendimiento y la calidad de la uva, se utilizó un diseño en Bloques Completos al Azar (BCA) con 4 tratamientos y 3 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental consistió en 20 plantas de vid, de las cuales solo se tomaron datos en las 6 plantas centrales para evitar el efecto de bordes.

Finalmente se determinó el rendimiento con el peso total de la cosecha por tratamiento de la uva de Extra, 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> según la norma técnica colombiana NTC 5321 (2004) sin incluir la uva de rechazo; además, se evaluó la calidad de la uva de acuerdo con la misma Norma Técnica, para lo cual se determinaron las variables: número de racimos por planta, peso de racimo, longitud de racimo, número de bayas por racimo y contenidos de sólidos solubles, representados en grados brix.

Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA), pruebas de comparación de Duncan, correlaciones y regresiones, con el paquete estadístico SPSS 20 (IBM, 2011).

## Resultados y discusión

El contenido de potasio en hojas por efecto del tratamiento, etapa fenológica e interacción tratamiento\*etapa, mostraron diferencias altamente significativas (Tabla 3), en una marcada influencia de las dosis de potasio sobre el cultivo de la vid, como lo sugiere Palma (2003).

**Tabla 3.** Resumen del análisis de varianza para la variable potasio en hojas

Fuente de variación	Contenido de K <sup>+</sup> en hojas
Etapa	0,000**
Tratamiento	0,000**
Etapa * Tratamiento	0,000**

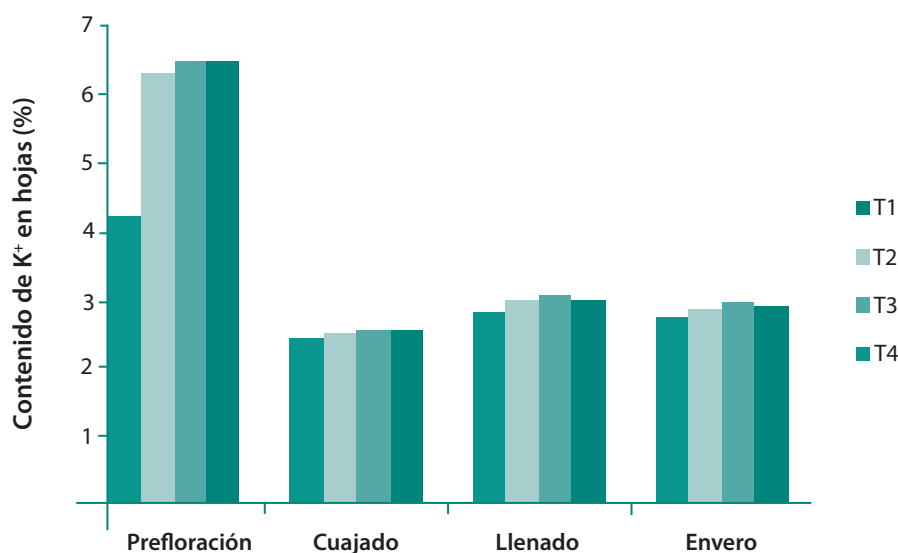
\*Diferencias significativas (p<0,05); \*\*altamente significativo (p<0,01); NS no significativo)

Los contenidos de potasio en hojas, como respuesta a las dosis de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> aplicadas al suelo por tratamiento de acuerdo con cada etapa fenológica del cultivo de vid (*V. labrusca*) cv. Isabella, se muestran en la Figura.1.

La notoria diferencia entre el T1(4,18%) y los restantes tratamientos en la fase de prefloramiento, evidencian la capacidad de absorción de la planta al proporcionarle mayor cantidad del nutriente en el suelo, sin embargo, esta capacidad es relevante hasta el T3 (6,39%), luego de este tratamiento empieza a disminuir el contenido de potasio en hojas, como sucede en el cultivo de cacao (Puentes *et al.*,2014).

La etapa de prefloración muestra el mayor contenido de potasio en hojas, lo que sugiere la importancia de la fertilización, previa a la etapa de floración, para una adecuada nutrición del cultivo de la vid. En las siguientes etapas fenológicas, a pesar de mostrar diferencias altamente significativas (p<0,01), existe una tendencia generalizada a presentar menor contenido de potasio en hojas en comparación con la etapa de prefloración. La etapa de cuajado presenta el menor contenido de potasio de las cuatro etapas fenológicas evaluadas, así los contenidos por tratamiento en orden de menor a mayor son: T1(2,45%), T2 (2,48%), T3 (2,51%) y T4 (2,54%). La etapa de llenado coincide con la labor de fertilización, por lo cual se evidencia un contenido ligeramente mayor de potasio, sobre todo en los tratamientos fertilizados así: T1(2,80%), T2 (2,97%), T3 (3,04) y T4 (2,97%). Finalmente, en la etapa de envero se resalta nuevamente una disminución del contenido de potasio así: T1 (2,73%), T2 (2,85%), T3 (2,94%) y T4 (2,87%); lo cual es consecuente con la exigente demanda de potasio en las etapas de floración y maduración del fruto (Hirzel, 2008; Hidalgo, 2002).

De acuerdo con el análisis de varianza el rendimiento mostro diferencias altamente significativas (p<0,01) ante las dosis de sulfato de potasio, como también las variables de calidad del fruto excepto grados brix, la cual mostro diferencias significativas (p<0,05) (Tabla 4).



**Figura 1.** Contenido de potasio K<sup>+</sup> en hojas de vid por etapa fenológica e influencia de los tratamientos.

**Tabla 4** Variables de respuesta por influencia de los tratamientos.

variables de calidad del fruto						
Tratamientos	Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )	Racimos por planta (#)	Peso por racimo (g)	Longitud de racimo (cm)	Grados Brix (%)	Bayas por racimo (#)
T1	19 <sup>d</sup>	124 <sup>d</sup>	100,4 <sup>c</sup>	9,37 <sup>c</sup>	12,2 <sup>a</sup>	28,6 <sup>d</sup>
T2	23 <sup>a</sup>	152 <sup>a</sup>	102,4 <sup>a</sup>	9,44 <sup>b</sup>	12,2 <sup>a</sup>	29,0 <sup>b</sup>
T3	22 <sup>b</sup>	148 <sup>b</sup>	98,4 <sup>d</sup>	9,46 <sup>a</sup>	12,0 <sup>ab</sup>	28,8 <sup>c</sup>
T4	20 <sup>c</sup>	131 <sup>c</sup>	101,7 <sup>b</sup>	9,43 <sup>b</sup>	11,9 <sup>b</sup>	29,3 <sup>a</sup>

Valores dentro de la misma columna con igual letra no difieren estadísticamente (p>0,05) según la prueba de Duncan.

El mejor rendimiento se presentó en el T2 y el más bajo en el T1, sin embargo, cabe denotar que después del T2 se deprime el rendimiento, similares resultados se encontraron en caña de azúcar, donde a partir de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O disminuye el rendimiento (Rasche *et al.*,2012). Se corrobora así que cada cultivo presenta un límite de absorción, como lo citan Puentes *et al.*,2014; que la planta absorba mayor cantidad del nutriente no implica un incremento del rendimiento.

El promedio de producción del Valle del Cauca es de 16 t.ha<sup>-1</sup> al año (MADR *et al.*, 2006), el T2 superó este promedio en un 43%, mostrando claramente la influencia del potasio, que a diferencia de Rasche *et al.* (2012) quienes aseguran que las aplicaciones de potasio no afectan la producción de caña de azúcar, como tampoco los grados brix, se evidencia en sus datos disminución del rendimiento y grados brix a mayor cantidad de potasio aplicado.

Con respecto a las variables de calidad, el número promedio de racimos por planta estuvo entre 124 y 152 en categoría extra (NTC 5321), es decir, 183 mil a 225 mil racimos por hectárea, el cual se considera un alto número de racimos para una planta de vid (Puerto *et al.*,2003). Las variables número de racimos por planta y peso de racimos, mostraron su mayor valor para el T2, así el producto de estas dos variables corresponde al rendimiento, mostrando el mayor rendimiento en el tratamiento T2.

La variable longitud del racimo presentó su mayor valor en el T3 y menor valor en el T1; bayas por racimo presentó el mayor número en el T4 y el menor en el T1, y con respecto a la variable grados brix, presentó el mayor valor para los tratamientos T1 y T2, y el menor para el T4, lo que evidencia la depresión de los grados brix con el aumento de las dosis de potasio, como sucede en caña de azúcar a partir de la aplicación de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Rasche *et al.*,2012)

Las correlaciones de Pearson muestran una correlación positiva altamente significativa (p<0,01) entre el número de racimos por planta y longitud del racimo con el rendimiento, sin embargo, aunque reveló asociación con las dos variables, la variable número de racimos por planta presentó el mayor valor (152) consecuente con el mayor rendimiento (23 t.ha<sup>-1</sup>) en el T2 (Tabla 5).

**Tabla 5.** Correlaciones de Pearson entre variables de calidad y rendimiento

Variables de respuesta					
	Racimos por planta	Peso por racimo	Longitud de racimo	Grados Brix	Bayas por racimo
Rendimiento	0,983**	0,141**	0,775**	0,098 <sup>NS</sup>	0,229 <sup>NS</sup>

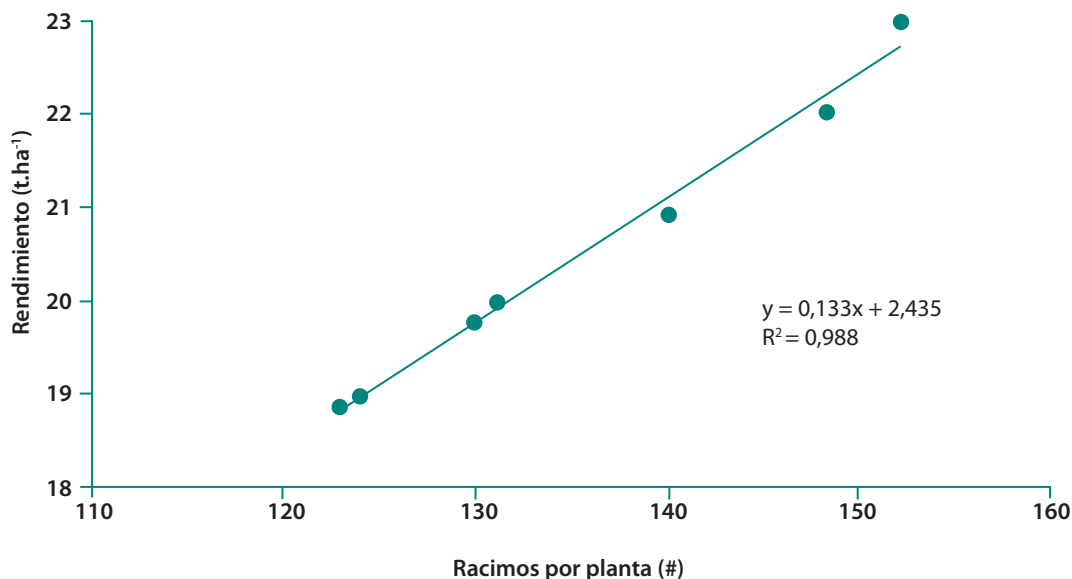
\*\*Correlación es significativa al nivel 0.01 \* Correlación es significativa al nivel 0.05 NS Correlación no significativa

La regresión lineal entre el rendimiento y el número de racimos por planta indica una relación positiva, es decir, en la medida en que crece el número de racimos por planta aumenta el rendimiento (Figura 2). Las correlaciones entre el rendimiento y el contenido de potasio en cada una de las etapas fenológicas, muestran una correlación positiva altamente significativa para las etapas de prefloración (0,781) y llenado (0,725); significativa para la etapa de envero (0,632) y no significativa para cuajado. Lo que evidencia que la aplicación de sulfato de potasio en la etapa de prefloración y envero es de gran relevancia para el incremento del rendimiento, debido a su gran requerimiento de potasio, como lo sugiere Hirzel (2008).

## Conclusiones

La aplicación de sulfato de potasio influyó sobre el rendimiento del cultivo de la vid (*V. labrusca*) cv. Isabella y las variables de calidad, evidenciando que a una dosis nutricional menor y mayor a 100 g.planta<sup>-1</sup> de sulfato de potasio, disminuye el rendimiento, como también, la importancia de fertilizar en etapas anteriores a la floración.





**Figura 2.** Influencia del número de racimos por planta sobre el rendimiento.

## Referencias

- Carbonell, G.J.A; Amaya, E.A.; Ortiz, U.B.V.; Torres A. J. S.; Quintero, D.R e Isaacs, E.C.H. (2001). Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el valle del río Cauca (tercera aproximación). *Serie Técnica* No. 29.Cali, Cenicaña. 59 p.
- Collazos, E.O. 2000. *Comportamiento del Agraz silvestre (Vitis tiliacea H.B.K) bajo las condiciones climatológicas de Tierradentro, departamento del Cauca*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Regional No. 5. Boletín técnico No. 15. Popayan, Cauca. 18 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1998). *Guide to efficient plant nutrition management*. Land and Water Development Division, FAO, Rome, Italy. 19 p.
- Galindo, J.L.; Toro J.M. y García, A.O. 2006. *Manejo Técnico del Cultivo de la Vid en el Valle del Cauca*. Centro de Investigación Vitivinícola Tropical de Ginebra. Ceniuva- Colciencias. 54 p.
- García, A. (2001). Fertilización y nutrición de la uva Isabella. En: SCCS Comité Regional del Valle del Cauca. *Manejo productivo de suelos para cultivos de alto rendimiento*. Palmira. pp.181-190.
- Gurovich, L. y J, Herrera. (2001). *Calidad de la uva de mesa con incrementos artificiales de la salinidad del agua de riego*. Departamento de Fruticultura y Enología. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile,
- Hidalgo, L. (2002). *Tratado de viticultura general*. 3ra ed. Ediciones Mundiprensa. Madrid España. 1264 p.
- Hiroce, R., Ojima, M., Gallo, J.R., Bataglia, O.C., Furlani, P.R., Furlani, A.M.C., (1979). Composição mineral e exportação de nutrientes pelas colheitas de frutos subtropicais temperados. En: *Congresso brasileiro de fruticultura*, 59, Pelotas, 1979. Anais do 5º Congresso Brasileiro de Fruticultura (1):179-194.
- Hirzel, C. J. (2008). *Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides*. Colección libros INIA No. 24. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Chile. 296 p.
- International Business Machines. (2011). *Manual del usuario del sistema básico de IBM SPSS statistic 20*. 30 p.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (1992). *Fertilización en diversos cultivos*, Quinta Aproximación. ICA. Manual de Asistencia No. 25. Bogotá. 64 p.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. *Frutas frescas uva Isabella*. Bogotá. ICONTEC. 2004 20h.: il (NTC 5321).

Laboratorio 011). *Análisis foliares*. Recuperado de <<http://www.agroanalysis.com.mx/descargas/intro/analisis-foliar.pdf>>México. 21p. [citado en 2011]

Lang A. (1983). Turgor-related translocation. *Plant Cell and Environment* (6): 683–689.

Lorenz, D. H., Eichhorn, K. W., Blei-Holder, H., Klose, R., Meier, U. and Weber, E. (1994). Phanologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (*Vitis pinifera* L. ssp. *vinifera*). *Vitic. Enol. Sci.* 49: 66–70.

Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, 2nd Ed. Nueva York. 889 p.

Marschner, H., Römheld V., Kissel M. (1986). Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. *J Plant Nutr.* 9:695–713.

Martínez, D. G; Miranda, B. J.L. y Nuñez, M.J.H. (2010). Efecto del potasio y calcio en la calidad y producción de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Flame Seedless en la Costa de Hermosillo, Sonora. *Biotechnia*, XII (1): 55 - 62.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Fondo de Fomento Hortofrutícola, Asohofrucol, SAG. (2006). *Plan Frutícola Nacional Valle del Cauca Tierra de frutas*. MADR. Santiago de Cali. Colombia 85 p.

Palma, J. (2003). *Detección, seguimiento y control de soluciones nutritivas en tres variedades de uva de mesa de exportación*. Segundo Seminario Internacional de Fertirriego organizado por SQMC, Santiago, Chile.

Puentes, Y.P., Menjivar, J.F., Aranzazu, F.H. (2014). Eficiencias en el uso de nitrógeno, fósforo y potasio en clones de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Bioagro* 26(2):99-106.

Puerto, O., Galindo, J., Gutiérrez I. (2003). *Módulo de capacitación Prácticas Culturales en el cultivo de la vid. Proyecto Agronegocios de la Uva Isabella*. Consorcio de la Uva Isabella – Banco Interamericano de Desarrollo BID. Valle del Cauca. Santiago de Cali., Colombia. 53p.

Rasche, J. W. A., Gómez V. A. L., Cabral, C. C. A., Muller, E. A., Schaefer, G. L. (2012). Potassium application in sugarcane varieties: effects on sugarcane yield and borer attack. *Investig. Agrar.*, 14 (2):93-100.

Tisdale, S.L, Nelson, Beato. (1985). *Soil and fertilizer potassium*. 4th edition. New York.

Villalba, R. M., Gómez, J.F.R., Parra, M. M. 2006. *Manual técnico del cultivo de la uva (vitis labrusca) en el departamento del Huila*. Secretaria técnica cadena productiva frutícola. Gobernación del Huila. Neiva, Huila. 34p.