

# FÓSFORO Y POTASIO EN LA PRODUCCIÓN DE VID MOSCATEL ROSADA, EN SUELO DEL VALLE DE ELQUI

## Potassium and phosphorus in Muscat Rosada grape yield at the Elqui Valley soil

Carlos Sierra B.<sup>1\*</sup> y Rubén Alfaro P.<sup>1</sup>

### ABSTRACT

In the Experimental Station of the Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) located at Vicuña (30° S; 70°44' W), was evaluated during four years the effects of P and K, considering the same level of N, in grapevine (*Vitis vinifera* L.) var. Muscat Rosada. The soil is alluvial antropic miscellaneous (Entisols). Three fertilization treatments were established: 1) N 160 + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200 + K<sub>2</sub>O 300; 2) N 160 + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0 + K<sub>2</sub>O 300; and 3) N 160 + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200 + K<sub>2</sub>O 0. The grapes received at the beginning of the experiment all the phosphate fertilizers, 200 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> as triple superphosphate in the treatments 1 and 3. Nitrogen was applied as urea, during the four years and the application was initiated when the vines had 20 cm budding. The K was applied at the treatments 1 and 2 at a dose of 200 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O at the soil using potassium sulphate, and between berry set and 30 days before harvest was applied 100 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O as potassium sulphate by fertigation. At the second year, significant effects of the P fertilization were observed, which increased the cluster number by plant. Equally K increased the yield grapes fruit at the third year. This response was obtained with minus 5 mg kg<sup>-1</sup> of P available in the soil and minus of 145 mg kg<sup>-1</sup> of exchangeable K in the soil. Available K and P initial low content suggest a high probability of response at the application of both elements.

**Key words:** grapes, fertilization, phosphorus, potassium.

---

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, Apartado Postal 36/B, La Serena, Chile. E-mail. [csierra@inia.cl](mailto:csierra@inia.cl) \*Autor para correspondencia.  
Recibido: 30 de abril de 2007. Aprobado: 4 de septiembre de 2007.

## RESUMEN

En el Campo Experimental del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ubicado en la localidad de Vicuña (30° S; 70°44'O), se evaluó durante cuatro años, el efecto de la aplicación de P y K, considerando un mismo nivel de aplicación de N en vid (*Vitis vinifera* L.) var. Moscatel Rosada. El suelo corresponde al tipo misceláneo antrópico coluvial (Entisols). Se establecieron tres tratamientos de fertilización: 1) N 160 + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200 + K<sub>2</sub>O 300; 2) N 160 + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0 + K<sub>2</sub>O 300; y 3) N 160 + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200 + K<sub>2</sub>O 0. El parrón recibió toda la fertilización fosfatada aplicada al suelo al inicio del experimento, 200 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, como superfosfato triple en los tratamientos 1 y 3. La fertilización nitrogenada se aplicó como urea, durante las cuatro temporadas, y se inició cuando las plantas alcanzaron un largo de brote de 20 cm. El K se aplicó a los tratamientos 1 y 2 en dosis de 200 unidades de K<sub>2</sub>O al suelo, usando como fuente sulfato de potasio, y durante el crecimiento del parrón, desde cuaja y hasta 30 días antes de cosecha, se aplicaron 100 kg ha<sup>-1</sup> adicionales de K<sub>2</sub>O, como sulfato de potasio vía fertirrigación. Al segundo año de evaluación se observó un efecto significativo de la fertilización con P, el cual incrementó el número de racimos por planta. El K igualmente incrementó el rendimiento de fruta al tercer año. Esta respuesta se logró con niveles menores a 5 mg kg<sup>-1</sup> de P disponible en el perfil del suelo y menos de 145 mg kg<sup>-1</sup> de K de intercambio. Bajos contenidos iniciales de P y K disponibles en el suelo sugieren una alta probabilidad de respuesta a la aplicación de ambos elementos.

**Palabras clave:** vides, fertilización, fósforo, potasio.

## INTRODUCCIÓN

En la zona del Norte Chico de Chile el cultivo de la vid para producción de pisco es de importancia económica y social, por cuanto muchos medianos y pequeños agricultores manejan viñedos para la producción de este licor. La superficie plantada con vides pisqueras alcanza a las 9.000 ha, aproximadamente. Gran parte de estas plantaciones se ubica desde la parte media y hacia el interior de los valles transversales, debido a las mejores condiciones de temperatura de verano para su madurez y de frío invernal, las cuales favorecen la brotación. Los suelos de las zonas más al interior de los valles presentan una variabilidad espacial apreciable en cuanto a sus características físicas, debido a su origen geomorfológico, esto es suelos aluviales o coluvio-aluviales desarrollados en pequeñas áreas de valles estrechos (Contreras y Sierra, 2004)

La nutrición con P y K es importante desde el punto de vista del crecimiento y producción de la vid (Skinner y Matthews, 1989; Ruiz y Sadzawka, 2005). Ambos nutrimentos pueden generar una interacción positiva en la productividad de los viñedos, aún cuando otros factores agronómicos, como el manejo del riego y el N, pueden igualmente afectar la expresión del potencial de rendimiento de las vides pisqueras.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar, en las condiciones de suelo y clima árido del Norte Chico, el efecto de la aplicación de P y K en la producción de uva pisquera cv. Moscatel Rosada.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo experimental se realizó en el Centro Experimental Vicuña del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) (30° S; 70°44' O). El clima del área se denomina Agroclima Ovalle (Novoa y Villaseca, 1989), el cual se define como mediterráneo subtropical semiárido. La temperatura media mensual del mes más cálido (enero) es de 28,5 °C y 6,3 °C del mes más frío (julio). La temperatura media anual es de 16,6 °C. El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación promedio anual de 126 mm, que se concentra entre mayo y agosto. La estación seca se extiende durante 10 meses. Los suelos donde se ubicó el experimento corresponden a formaciones coluvio-aluviales originadas por acción del río Elqui y la bajada de quebradas adyacentes. El perfil del suelo presenta escaso desarrollo, debido a las condiciones de aridez reinantes en la zona. La condición edáfica del cuartel donde se desarrolló el experimento corresponde al tipo denominado "Misceláneo antrópico aluvial" (Agrolog Chile Ltda., Comisión Nacional de Riego, 1979) correspondiente a un Entisol, de textura franco arenosa hasta los 50 cm y arena gruesa bajo esta profundidad, con clastos en el sustrato, moderadamente profundo (60-70 cm) y de pendiente moderada.

El ensayo se estableció en un viñedo de 18 años de edad, de la variedad Moscatel Rosada, conducido en parronal tipo español con un marco de plantación a 4 x 4 m. El tamaño de las parcelas fue 20 x 12 m, es decir tres hileras de plantas con cinco plantas cada una, abarcando un área de 240 m<sup>2</sup> por unidad experimental. Para efectos de evaluación experimental se cosecharon tres plantas de la hilera central de cada parcela. El historial de manejo del suelo considera la no aplicación durante 18 años de fertilización fosfatada, y la no aplicación de K durante los últimos 3 años; anualmente sólo se mantuvo fertilización nitrogenada.

Durante plena floración se evaluó la concentración de nutrientes absorbidos en lámina más peciolo. A la cosecha se evaluó número de racimos y peso de fruta por planta. Las vides se manejaron en cada temporada con 120 yemas. El ensayo se estableció en agosto de 1994 y se evaluó durante cuatro temporadas (hasta 1998).

El riego se manejó considerando el 100% de la evapotranspiración (ET) ajustada según coeficiente de cultivo (kc) de la vid, utilizando registros diarios obtenidos mediante evaporímetro clase A de la Estación Agrometeorológica del Campo Experimental Vicuña.

El experimento se inició con la aplicación al suelo de fertilización base diferenciada, en surcos laterales adyacentes a 40 cm del pie de la planta, en agosto de 1994. Se establecieron los siguientes tratamientos: 1) N160 + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200 + K<sub>2</sub>O 300; 2) N160 + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0 + K<sub>2</sub>O 300; y 3) N160 + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 200 + K<sub>2</sub>O 0.

Los tratamientos 1 y 3 recibieron todo el P, 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como superfosfato triple (SFT), al inicio del experimento en agosto de 1994. La aplicación de K se realizó a los tratamientos 1 y 2 en dosis de 300 unidades de K<sub>2</sub>O usando como fuente sulfato de potasio, incorporando 200 unidades al suelo en agosto de 1994 y 100 unidades adicionales vía fertirrigación, aplicadas anualmente desde un largo de brote de 20 cm hasta inicio de pinta. Además, todos los tratamientos recibieron 30 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de Zn, aplicado una vez al suelo al inicio del ensayo. Los tres tratamientos recibieron la misma dosis de N anualmente, incorporado como urea vía fertirrigación, iniciando su aplicación cuando las plantas presentaban 20 cm de largo de brote. La fertilización aplicada al suelo se localizó a 25 cm hacia la entre hilera y a 25 cm de profundidad en surcos paralelos a ambos lados de las plantas. Esta labor se realizó en invierno, época de receso de las vides. En la segunda temporada de ensayo, durante el invierno de 1995, se aplicó estiércol de cabra semicompostado a todos los tratamientos en dosis de 25 kg planta<sup>-1</sup>, incorporado al suelo en surcos al pie de las plantas. El estiércol de cabra aplicado contenía 322 mgr kg<sup>-1</sup> de nitrógeno disponible, 1331 mgr kg<sup>-1</sup> de fósforo disponible y 915 mgr kg<sup>-1</sup> de potasio intercambiable, base materia seca. Durante el mes de octubre del mismo año se aplicó fenamifos (dosis 2,88 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) (Nemacur, Bayer, 12 lts ha<sup>-1</sup>) vía riego por goteo, para el control de nematodos.

Antes de iniciar los tratamientos de fertirrigación, se muestreó el suelo del sitio experimental en cuatro calicatas y a tres profundidades para análisis químico. La metodología analítica de suelos utilizada corresponde a la descrita por Sadzawka (1990). Algunas características de la fertilidad química del perfil del suelo, antes de iniciar el trabajo experimental, se presentan en el **Cuadro 1**. Éste se caracterizó por presentar un muy bajo contenido de N mineral y de P disponible Olsen y un contenido medio de K intercambiable en todo el perfil. El tenor de C y N total fue igualmente muy bajo. El pH fue moderadamente alcalino.

El experimento se realizó usando un diseño de bloques al azar que incluyó tres tratamientos y cuatro repeticiones. Finalmente la información se analizó estadísticamente mediante programa computacional SAS (1989).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los dos primeros años de experimentación, los rendimientos del tratamiento con los tres macronutrientes aplicados alcanzaron producciones similares de 36 kg planta<sup>-1</sup>, que equivalen a 22,5 t ha<sup>-1</sup> de fruta (**Cuadro 2**). En la tercera temporada los rendimientos se incrementaron hasta 50,4 kg planta<sup>-1</sup>, y el cuarto año se logró un rendimiento similar de 51,2 kg planta<sup>-1</sup>, que equivalen a 31,2 t ha<sup>-1</sup> de fruta. Producciones mayores de 60 kg planta<sup>-1</sup> deben considerarse altas para esta variedad, pues a pesar del importante incremento de rendimiento obtenido, Moscatel Rosada puede lograr rendimientos más altos. Por otra parte, este cultivar es de menor potencial productivo que la var. Pedro Jiménez, la que puede alcanzar con facilidad más de 85 kg planta<sup>-1</sup>. Por lo tanto, los rendimientos de 51 kg planta<sup>-1</sup> logrados en el ensayo pueden considerarse adecuados para la variedad. Además, el marco de plantación a 4 x 4 m implica un menor potencial de rendimiento, ya que corresponde a una población de tan sólo 625 plantas ha<sup>-1</sup> considerando las malas condiciones de fertilidad del suelo.

Es importante destacar que los incrementos de productividad se produjeron a la temporada siguiente de haber aplicado enmienda orgánica como estiércol de cabra y nematicida al suelo. Es decir, la respuesta de las plantas a la fertilización inorgánica estuvo condicionada al manejo del suelo con enmienda orgánica y control de nematodos. Este efecto incluso se manifestó claramente en el tratamiento sin P aplicado, el cual incrementó su rendimiento desde 25,12 a 37,12 kg planta<sup>-1</sup>. Esto podría sugerir un mejoramiento del sistema radicular del parrón, que por una parte permitió aprovechar mejor el escaso contenido de P presente en el suelo, y además el aporte de P del estiércol de cabra. Cabe señalar que el estiércol de cabra presentaba contenidos moderados de P disponible (Olsen), que alcanzaron a 1.331 mg kg<sup>-1</sup> base materia seca. Es decir la aplicación de 25 kg planta<sup>-1</sup> de estiércol significó incorporar 24,9 g de P disponible por planta, asumiendo un 25% de humedad del estiércol; cantidad importante, que puede explicar el mejoramiento del tratamiento testigo sin P y además el efecto del manejo agronómico mejorado que se realizó al parrón.

Por otra parte, se debe considerar el mejoramiento del sistema radicular debido al efecto de control de nematodos, logrado por el nematicida y también por efecto de la enmienda orgánica. Ambos factores son determinantes para lograr un mejor desarrollo de raíces (Sierra, 2001). Cabe destacar, que el P es uno de los nutrientes cuya absorción más se afecta frente a un escaso sistema radicular. Barber (1995) señala que existe una alta correlación entre largo de raíces de plantas de maíz (*Zea mays* L.) y absorción de P. Esto se debe a la escasa movilidad del P en el suelo, el cual generalmente se encuentra adsorbido a la fase sólida o precipitado.

En el **Cuadro 2** se presenta el efecto sobre la producción de fruta por planta, con y sin P aplicado durante cuatro temporadas, a un mismo nivel de N, K y enmienda orgánica. En la primera temporada no se produjo efecto significativo sobre el rendimiento de las plantas al adicionar fertilizante fosforado. Esto se explica porque en la primera temporada de fertilización con fosfato el rendimiento de las vides ya estaba predeterminado, puesto que en las vides la diferenciación de yemas se produce en la temporada anterior. Sin embargo, desde la segunda temporada en adelante se produce un efecto significativo, con incrementos mayores a 10 kg planta<sup>-1</sup>. Los tratamientos con P aumentaron la producción de fruta por planta desde 36,16 kg planta<sup>-1</sup> para la primera temporada hasta 51,2 kg planta<sup>-1</sup> en la última temporada de ensayo. El claro efecto del P sobre la producción de fruta se explica por el bajo contenido de P disponible Olsen, detectado por el análisis químico de suelo antes de iniciar el experimento, el cual alcanza a 5; 1 y 1 mg kg<sup>-1</sup> de P en las tres estratas del perfil de suelo, respectivamente (**Cuadro 1**).

Es importante destacar el bajo contenido de P disponible entre 16 y 60 cm de profundidad, que es la zona desde donde las vides pueden extraer importantes cantidades de nutrientes, especialmente desde los primeros 30 cm del suelo. Igualmente en la primera estrata se presenta un bajo contenido de P disponible, de sólo 5 mg kg<sup>-1</sup>. Carrasco *et al.* (1992), estudiando la disponibilidad de P en suelos del Norte Chico, señalaron que en zonas áridas una fracción importante del P se encuentra en la materia orgánica. El contenido de materia orgánica del suelo es muy bajo y alcanza a 1,3 y 0,8% en la primera y segunda estrata de suelo, respectivamente (**Cuadro 1**). Cabe señalar además, que el suelo del sitio experimental no se fertilizaba con P hace 18 años, lo que explica el bajo contenido de P disponible.

El incremento de rendimiento producido en las tres últimas temporadas y expresado como porcentaje del tratamiento con P, señala que el bajo contenido de este nutriente en el suelo sólo permitió alcanzar el 76,28% del rendimiento con este elemento (**Cuadro 2**). En el tratamiento completo los rendimientos se mantuvieron en alza, mientras que en el tratamiento sin fosfato éstos mostraron mayor variación entre años; esto se explicaría por la deficiencia de P que presentaban las plantas, lo que posiblemente no les permitió acumular reservas adecuadas en cada temporada de estudio.

El efecto del K se manifestó significativamente en la tercera temporada de ensayo, cuando las plantas lograron expresar un mayor potencial de producción, más de 50 kg planta<sup>-1</sup> (**Cuadro 3**). Esto se logró luego de superada la deficiencia de P en la segunda temporada de ensayo. En las dos últimas temporadas el incremento de rendimiento sobre el testigo sin K alcanzó a 14,1 y 12,5 kg planta<sup>-1</sup> respectivamente.

El incremento de rendimiento producido en las dos últimas temporadas y expresado como porcentaje del tratamiento con K, sólo permitió alcanzar el 73,85% del rendimiento sin este elemento. Esto sugiere que el contenido de K intercambiable de 144; 100 y 100 mg kg<sup>-1</sup> en el perfil del suelo no permitió sostener una producción de 50 kg planta<sup>-1</sup>, que equivale a 31,2 t ha<sup>-1</sup> de fruta. Más que el contenido de K en el suelo, es altamente probable que el escaso sistema radical de las plantas explique la respuesta al nutriente aplicado; sin embargo, no se realizaron mediciones de raíces, por lo tanto esta aseveración se plantea como hipótesis probable que explicaría esta respuesta. Ruiz y Sadzawka (2005) señalan que se ha observado respuesta al K en parronales de uva de mesa creciendo en suelos de la zona central con niveles de K en el suelo inferiores a 109 mg kg<sup>-1</sup> entre 30 y 60 cm de profundidad.

El tratamiento que incluyó los tres macronutrientes presentó una evolución de 74,8 a 114,4 racimos por planta en la segunda y cuarta temporada de ensayo, respectivamente (**Cuadro 4**). Cabe señalar que en la primera y segunda temporada de ensayo el suelo se roturó nuevamente para aplicar la fertilización el primer año y luego estiércol de cabra y nematicida; es probable que esta labor de rotura del suelo haya contribuido a disminuir el número de racimos en la segunda temporada, por efecto de destrucción de raíces. El tratamiento sin P aplicado en las cuatro temporadas, siempre presentó un número de racimos menor por planta respecto de los tratamientos con K y los tres macronutrientes aplicados. Esto sugiere que la carencia de P en las plantas influyó de manera importante en la variable número de racimos. Es ampliamente reconocido en la literatura que este elemento afecta de manera importante la fructificación de las vides (Skinner y Matthews, 1989). El K aplicado no incrementó de manera significativa la fructificación de la vid cv. Moscatel Rosada. La carencia de K no es relevante para definir la fructificación de las plantas; su función es más importante para incrementar el tamaño de las bayas (Ruiz y Sadzawka, 2005).

La absorción de nutrientes por las plantas de vid, en hojas y pecíolos a plena flor, se presenta en el **Cuadro 5**. El contenido de N fluctuó entre 2,16 y 2,55% para la segunda y primera temporada, respectivamente. En la última temporada el contenido de N foliar alcanzó a 2,21%, nivel mínimo adecuado, el cual se explica por el mayor rendimiento alcanzado por las plantas en esta última temporada. Se consideran valores adecuados aquellos mayores de 2,5% de N total en las hojas de la vid (Velemis *et al.*, 1997). Es importante destacar que los niveles de N en pecíolos son muy distintos a los valores reportados para lámina. Se consideran como adecuados en pecíolo niveles entre 0,8 y 0,9% de N total (Goldspink, 1998a). Es decir el contenido de N total en la lámina tendió a decrecer ligeramente desde el inicio del experimento.

El contenido de P en lámina y pecíolo fue muy similar. Se debe considerar como mínimo adecuado 0,20% de P total (Reuter y Robinson, 1997; Goldspink, 1998b). De acuerdo a esto, el nivel detectado en la primera

temporada fue marginal, tan sólo 0,17% en el caso del tratamiento con fertilización completa. Sin embargo, en las temporadas siguientes su contenido se incrementó sostenidamente hasta llegar a 0,23%. Esto se explica por la fertilización con P aplicada al tratamiento, además de la aplicación de estiércol y nematicida, que seguramente permitió una mayor absorción de P. En el tratamiento sin P aplicado, la concentración de este elemento se mantuvo en niveles francamente deficitarios, 0,16 y 0,18 % en la segunda y tercera temporada de ensayo, respectivamente. Sin embargo, en la última temporada de ensayo el tratamiento con fertilización completa alcanzó contenidos de 0,23% de P foliar.

En el caso del tratamiento sin K, las plantas presentaron una baja concentración de este elemento, cercana al 1,1%. Cabe señalar que se considera como nivel crítico contenidos menores al 1% en lámina (Velemis *et al.*, 1997). Las plantas tratadas con N, P y K alcanzaron contenidos muy superiores en la última temporada (1,51%). Las plantas sin P presentaron contenidos mayores a 2,0%. En este caso, la carencia de P no permitió un mayor crecimiento de las plantas, lo que promovió una mayor acumulación de K a nivel de las hojas.

Los resultados experimentales sugieren claramente que contenidos inferiores a 5; 1 y 1 mg kg<sup>-1</sup> de P disponible Olsen en el perfil del suelo, deben considerarse como muy bajos para vides, y que debería aplicarse este nutriente para aumentar el rendimiento. De acuerdo a estos resultados, el análisis de suelo como herramienta de diagnóstico de P del suelo es un buen indicador de disponibilidad de P y se relaciona con lo absorbido por las plantas.

En el caso del K, se puede inferir que contenidos inferiores a 150 mg kg<sup>-1</sup> en el perfil del suelo franco arenoso de profundidad media, son restrictivos para lograr un rendimiento igual o mayor de 50 kg planta<sup>-1</sup> en vid pisquera Moscatel Rosada. El K es un elemento que permite incrementar el contenido de azúcar en las bayas (Ruiz y Sadzawka, 2005) y, en consecuencia, permite a su vez mejorar el rendimiento de alcohol en las vides pisqueras.

## CONCLUSIONES

En las condiciones del presente experimento, la aplicación de 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> permitió incrementar la producción de fruta en 10,88 kg planta<sup>-1</sup>, en la segunda temporada de estudio. Esta respuesta se explica principalmente por el incremento en el número de racimos por planta.

La respuesta al K fue significativa al tercer año de aplicación, incrementando la producción en 14,1 kg planta<sup>-1</sup> sobre el tratamiento sin K.

El tratamiento con ambos nutrientes permitió incrementar el rendimiento en 15,04 kg planta<sup>-1</sup>, respecto del testigo inicial, después de cuatro años de tratamiento. Esto implica un aumento del rendimiento de uva de 9,4 t ha<sup>-1</sup>.

### LITERATURA CITADA

Agrolog Chile Ltda., Comisión Nacional de Riego. 1979. Estudio de suelos Valle de Elqui. 590 p. Agrolog Chile Ltda y Comisión Nacional de Riego, Santiago, Chile.

Barber, A.S. 1995. Soil nutrient bioavailability: A mechanistic approach. 2<sup>nd</sup> ed. 414 p. John Wiley and Sons, New York, USA.

Carrasco, M.A., R.J. Opazo, I. Peralta, y L. Vera. 1992. Retención de fósforo en suelos de zonas semiáridas. *Agric. Téc. (Chile)* 52:411-415.

Contreras O., E. 2004. Caracterización de la variabilidad espacial de la fertilidad del suelo y su relación con algunos parámetros de producción en vid de mesa cv *Thompson Seedlees* y *Flame Seedlees* en dos localidades de la comuna de Vicuña, Provincia de Elqui. 151 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Serena, Facultad de Ciencias.

Goldspink, B. 1998a. Nitrogen in viticulture. A paper aimed at promoting the efficient use of nitrogenous fertilizer in vineyards. 37 p. Western Australian Department of Agriculture, Western Australia, Australia.

Goldspink, B. 1998b. Fertilizers for wine grapes. An information package to promote efficient fertiliser practices. 124 p. 2<sup>nd</sup> ed. Western Australian Department of Agriculture, Western Australia, Australia.

Novoa, R.S.A., y C.S. Villaseca. 1989. Mapa agroclimático de Chile. 221 p. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.

Reuter, D.J., J.B. Robinson, and C. Dutkiewicz. 1997. Plant analysis. An interpretation manual. 2<sup>nd</sup> ed. 572 p. CSIRO, Victoria, Australia.

Ruiz, R., y A. Sadzawka. 2005. Nutrición y fertilización potásica en frutales y vides. Colección Libros INIA N° 14. 80 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Santiago, Chile.

Sadzawka R.A. 1990. Métodos de análisis de suelos. Serie La Platina N° 16. 127 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, Santiago, Chile.

Sierra, C. 2001 Fertilización en vides de mesa. Boletín N° 74. 56 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile.

Skinner, P.W., and M.A. Matthews. 1989. Reproductive development in grapes (*Vitis vinifera* L.) under phosphorus-limited conditions. Sci. Hortic. (Canterbury, Engl.) 38:49-60.

SAS, 1989. SAS User' s guide. Versión 8. Statistical Analysis System Institute (SAS Institute), Cary, North Carolina, USA.

Velemis D., A Mattheou , D. Almaliotis, S. Bladenopoulou. 1997 Leaf nutrient levels of grapevines in relation to crop yield Agrochimica 41:252-259.

**Cuadro 1. Análisis químico inicial del suelo en el sitio experimental. Estación Experimental Vicuña.**  
**Table 1. Initial soil chemical analysis in the experimental site. Vicuña Experimental Center.**

Profundidad (cm)	N mineral	P-Olsen	K	pH en suspensión	MO (%)
	(mg kg <sup>-1</sup> )				
0-15	15	5	144	7,8	1,3
16-30	6	1	100	7,7	0,8
30-60	6	1	100	7,4	1,0

Promedio cuatro repeticiones. MO: materia orgánica

**Cuadro 2. Efecto de los tratamientos de fertilización con fósforo, en el rendimiento de fruta de vid cv. Moscatel Rosada, durante cuatro temporadas. Centro Experimental Vicuña.**

**Table 2. Phosphorus fertilization effects in the fruit yields of table grape cv. Muscat Rosada, during four years. Vicuña Experimental Center.**

Tratamientos	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	Promedio tres temporadas (%)
	(kg planta <sup>-1</sup> )				
N 160 + P 200 + K 300	36,16a	36,0a	50,4a	51,2a	100,0
N 160 + P 0 + K 300	33,0a	25,12b	37,12b	42,72b	76,28
Diferencia entre tratamientos	3,16	10,88	13,28	8,48	23,72

Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según prueba de Duncan (valor de  $P \leq 5\%$ ).

**Cuadro 3. Efecto de tratamientos de fertilización potásica en el rendimiento de fruta de vid cv. Moscatel Rosada, durante cuatro temporadas. Centro Experimental Vicuña.**

**Table 3. Potassium fertilization effects in the fruit yields of table grape cv. Rosada Muscat during four years. Vicuña Experimental Center.**

Tratamientos	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	Promedio dos últimas temporadas (%)
	(kg planta <sup>-1</sup> )				
N 160 + P 200 + K 300	36,16a	36,0a	50,4a	51,2a	100,00
N 160 + P 200 + K 0	33,40a	34,72a	36,32b	38,72b	73,85
Difer. entre tratamientos	2,76	1,28	14,1	12,5	26,15

Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según prueba de Duncan (valor de  $P \leq 5\%$ ).

**Cuadro 4. Número de racimos por planta de vid cv. Moscatel Rosada en tres tratamientos de fertilización, durante cuatro temporadas. Centro Experimental Vicuña.**

**Table 4. Cluster number per plant in grape cv. Muscat Rosada grape in three fertilization treatments, during four seasons. Vicuña Experimental Center.**

Tratamiento	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	Promedio dos últimas temporadas (%)
N 160 + P 200 + K 300	111,1a	74,8a	113,0a	114,4a	100,0
N 160 + P 200 + K 0	98,0a	65,1a	106,7a	98,0a	90,0
N 160 + P 0 + K 300	75,0a	47,0b	74,4b	91,0b	72,7

Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según prueba de Duncan (valor de  $P \leq 5\%$ ).

**Cuadro 5. Evolución del contenido foliar de macronutrientes (%) en hojas de vid Moscatel Rosada, durante cuatro temporadas, según tres tratamientos de fertilización. Centro Experimental Vicuña.**

**Table 5. Evolution of macronutrient content (%) in Muscat Rosada grape leaves, during four years, according to three fertilization treatments. Vicuña Experimental Center.**

Tratamiento	1994-1995			1995-1996			1996-1997			1997-1998		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
	%											
N160 + P200 + K300	2,55	0,17	1,11	2,16a	0,19a	0,96a	2,52a	0,22a	1,18a	2,21a	0,23a	1,51a
N160 + P200 + K0	-	-	-	2,13a	0,16a	1,06a	1,94a	0,18b	1,10a	2,28a	0,20a	1,1c
N160+ P0 + K300	-	-	-	1,94a	0,14b	1,04a	1,80a	0,14b	1,20a	2,32a	0,14b	2,1b

Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según prueba de Duncan ( $P \leq 5\%$ ).