

FERTILIZACION COMBINADA N-K EN UN PARRONAL REGADO CV. MOSCATEL ROSADA, EN CAUQUENES¹

Combined fertilization with N and K of and irrigated grape-vine pergola,
cv. Moscatel Rosada (Pink Muscat), at Cauquenes

Arturo Lavín A.²

SUMMARY

From 1975 to 1981 a trial was conducted at the Cauquenes Experiment Station (INIA), to evaluate the effects of two levels of N (56 and 112 u./ha) and three of K (94, 188 and 376 u./ha) on a recently planted (1975) Moscatel Rosada pergola, under irrigation. Growth, yield and nutrient levels in petioles were measured.

The first year (1975/76) N applications were reduced to 1/3, and the second year (1976/77) to 2/3 to the annual amount established for the rest of the experiment, but a depressive effect on growth was detected. Through the entire period, K levels did not affect growth, and neither N or K affected yield.

Petiole analysis showed high levels of total N (over 0.90%), even for samplings at harvest time. P levels were normal for full bloom but high in the harvest samplings, as compared with former measurements in the same zone. For K, the levels were normal to high, specially at harvest time. For four of the eight samplings made, a significant correlation was found between K doses and K percentages in petioles.

It was concluded that the fertilizer doses applied, when including irrigation, were higher than necessary for good growth, yield and nutrition of vines, growing in the soils of this typically dryland vineyard zone.

INTRODUCCION

Los problemas nutricionales de los viñedos del secano interior de Chile fueron determinados y descritos por Hewitt (1965) y Gärtel (1967). Sin embargo, de trabajos posteriores (Lavín, Morandé y Razeto, 1975; Lavín, 1982 y 1983) se concluye que el déficit hídrico, especialmente desde floración hasta fines de la temporada de crecimiento, sería la causa principal de las bajas concentraciones de nutrientes, sobre todo en la época de madurez del fruto, cuando la falta de humedad en el suelo se hace crítica.

En viñedos sin limitaciones hídricas, tanto el N y K, como también el P, disminuyen su concentración en los pecíolos en el transcurso del ciclo de crecimiento

(Cook y Kishaba, 1956; Shaulis y Kimball, 1956; Smith, Fleming y Poorbaugh, 1957; Shaulis, 1961; Guillen, Fernández y Caro, 1965; Gil y otros, 1973). Se ha encontrado apropiada, sin embargo, la técnica de muestreo foliar, propuesta entre otros por Cook (1972), en la que sólo se usa una fecha, la que corresponde a plena flor, y durante la cual, en los viñedos del secano interior, generalmente el agua en el suelo no es limitante. Por lo tanto, es posible que en estos viñedos se determinen niveles de nutrientes adecuados para la época estándar (plena flor), aunque la planta, posteriormente en la temporada, pueda sufrir deficiencias que limiten su potencial productivo (Lavín, Avendaño y Vieira, 1974).

A comienzos de la década de 1970, se estimaba que en la zona de Cauquenes, para solucionar los problemas nutricionales, debía usarse dosis relativamente altas, especialmente de potasio (Lavín y otros, 1974), ya que se creía que la limitante principal era la baja fertilidad natural de los suelos y no la falta de agua.

¹ Recepción de originales: 4 de marzo de 1983.

² Subestación Experimental Cauquenes (INIA), Casilla 165, Cauquenes, Maule, Chile.

En base a lo anterior, se planificó el presente trabajo, para determinar si dosis relativamente normales de fertilizantes con N y K, pero con riego, solucionarían los problemas de nutrición, crecimiento y producción de vides, en un suelo de los corrientemente usados con viñedos, en la zona de Cauquenes.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó entre 1975 y 1981, en la Subestación Experimental Cauquenes (INIA), en un parronal español cv. Moscatel Rosada, plantado en septiembre de 1975, a 4 x 4 m, en un suelo plano, de acarreo reciente, con textura media, y pesada en profundidad, con un nivel freático en verano (enero-febrero) a 1,0 m de la superficie, por lo que se consideró drenaje y emparejamiento previo a la plantación, lográndose estabilizar una capa de suelo libre de agua, de 1,8 a 2,0 m de profundidad. Se consideró esta ubicación por la posibilidad de regar eventualmente durante el verano.

La fruta se manejó para exportación, por lo que se consideró raleo de racimos en la planta y polinización artificial, raleo y descole en el racimo. El resto del manejo fue el corriente para este tipo de viñedo.

Se regó por surcos entre hileras (uno en 1975, dos en 1976 y tres posteriormente) hasta lograr una buena mojadura del perfil (aprox. 4–5 hr de agua en el surco), tres veces por temporada (fines de noviembre, fines de diciembre y fines de enero).

La fertilización diferencial incluyó dos niveles de nitrógeno, 56 y 112 u./ha, y tres niveles de potasio, 94, 188 y 376 u./ha, al año, aplicados como nitrato de amonio y sulfato de potasio, respectivamente. Para nitrógeno, en 1975/76 se aplicó un tercio y en 1976/77 dos tercios, de la dosis anual fijada y a su vez la cantidad anual se aplicó, todos los años, en tres par-

cialidades: una antes de brotación, otra antes de floración y la última a mediados de enero, en surcos bilaterales, a 25–30 cm del tronco y a 10 cm de profundidad. El potasio se aplicó de una sola vez, a comienzos de invierno, mediante chuzo abonador.

Se controló perímetro de tronco, crecimiento total de brotes, peso de poda, producción y niveles de N total, P y K en pecíolos, mediante análisis foliar. Esporádicamente, se midió Ca y Mg en pecíolos.

El diseño experimental correspondió a bloques al azar, con tres repeticiones y parcelas de 24 plantas, en estructura factorial 2 x 3, controlándose las ocho centrales por parcela.

Se realizó análisis de varianza y los promedios se separaron mediante Prueba de Duncan, a niveles de protección de 10, 5 y 1^o/o, según correspondiera.

En algunos casos, se realizó análisis de regresión lineal, para niveles de P y K en pecíolos y dosis de K aplicadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

No se encontró interacción entre N y K, por lo que el análisis se realizó independientemente para cada factor.

Los resultados para los diferentes parámetros de crecimiento: perímetro de tronco, crecimiento de brotes y peso de poda, en cuanto al efecto de los niveles de nitrógeno, demostraron en general una tendencia a menor crecimiento con la dosis mayor de fertilizante nitrogenado, aunque sólo fueron significativos los efectos sobre perímetro de tronco en 1976 y sobre crecimiento de brotes en 1976 y 1977 (Cuadros 1, 2 y 3).

CUADRO 1. Perímetro de tronco de vides cv. Moscatel Rosada (cm/planta), sometidas a niveles diferenciales de fertilización con N y K

TABLE 1. Trunk perimeter (cm/plant) of Moscatel Rosada vines, under different levels of N and K fertilization

Nivel	FECHAS DE MEDICION					
	18.06.76	17.08.77	07.08.78	24.08.79	23.09.80	09.07.81
N ₁	2,2 a	4,3	7,1	10,3	12,9	14,8
N ₂	1,7 b	4,0	7,1	10,5	13,1	15,0
P.	0,10	NS	NS	NS	NS	NS
K ₁	1,9	4,3	7,0	10,5	12,9	14,6
K ₂	1,9	4,1	6,7	10,2	13,0	14,7
K ₃	1,9	4,1	7,6	10,6	13,1	15,3
P.	NS	NS	NS	NS	NS	NS

CUADRO 2. Crecimiento de vides cv. Moscatel Rosada (m/planta), sometidas a niveles diferenciales de fertilización con N y K**TABLE 2. Growth (m/plant) of Moscatel Rosada vines, under different levels of N and K fertilization**

Nivel	FECHAS DE MEDICION					
	18.06.76	17.08.77	07.08.78	13.08.79	23.09.80	08.09.81
N ₁	3,28 a	8,43 a	25,63	31,77	52,36	68,72
N ₂	2,20 b	6,33 b	23,83	29,04	47,61	60,53
P.	0,01	0,01	NS	NS	NS	NS
K ₁	2,86	8,21	26,17	33,86	49,66	59,92
K ₂	2,71	6,88	22,91	32,28	55,29	65,69
K ₃	2,64	7,06	25,50	25,07	45,01	68,27
P.	NS	NS	NS	NS	NS	NS

CUADRO 3. Peso de poda de vides cv. Moscatel Rosada (g/planta), sometidas a niveles diferenciales de fertilización con N y K**TABLE 3. Pruning weight (g/plant) of Moscatel Rosada vines, under different levels of N and K fertilization**

Nivel	FECHAS DE MEDICION				
	28.09.77	11.09.78	10.09.79	29.09.80	09.07.81
N ₁	276	1.317	1.603	2.807	3.450
N ₂	219	1.337	1.432	2.554	2.871
P.	NS	NS	NS	NS	NS
K ₁	262	1.384	1.781	2.750	2.856
K ₂	228	1.167	1.577	2.960	3.281
K ₃	255	1.429	1.194	2.331	3.347
P.	NS	NS	NS	NS	NS

Lo anterior puede indicar dos cosas; primero, que el nivel mayor de nitrógeno aplicado está sobre el necesario e incluso causando un leve efecto detrimental sobre las plantas, y segundo, que las plantas nuevas son más sensibles al exceso de nitrógeno, ya que los dos primeros años, con la dosis mayor de fertilizante nitrogenado reducida a uno y dos tercios respectivamente, fue cuando se observó los efectos más negativos sobre crecimiento en general (Cuadros 1 y 2). Cabe mencionar que en 1976 se observó daño por toxicidad de nitratos a comienzos de la estación de crecimiento, en aquellas plantas con la dosis mayor de N.

En el Cuadro 4, se exponen los promedios para los niveles de N aplicado, en cuanto a porcentaje de N en pecíolos. Se aprecia que no hubo mayores diferencias entre ambos niveles de fertilización y, prácticamente, todos sobrepasan el 0,90%, que corresponde al valor asociado a la mayor productividad en vides, medido por Verman y Nijjar (1978).

Lo anterior permite concluir que, incluso el nivel de fertilización menor, posiblemente debido a la mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo provocada por el riego, aportó más nitrógeno del necesario para el crecimiento óptimo de las vides en este tipo de suelos. Además, al mejorar la condición hídrica del suelo, se aumenta la mineralización de la materia orgánica y por ende, la disponibilidad de N para la planta.

Los efectos de los niveles de K sobre los parámetros de crecimiento, no demostraron diferencias ni tampoco alguna tendencia definida (cuadros 1, 2 y 3).

Para los valores de producción (Cuadro 5) no hubo diferencias para niveles de N, ni para los de K, ni tampoco se observó alguna tendencia clara en ellos. No debe olvidarse, en este caso, que existió un proceso de manipuleo de frutos, ya que su destino fue consumo fresco.

CUADRO 4. Porcentaje de N (nitrógeno total) en pecíolos de vides cv. Moscatel Rosada, sometidas a niveles diferenciales de fertilización con N y K

TABLE 4. Percent of total N in petioles of Moscatel Rosada vines, under different levels of N and K fertilization

Nivel	Fecha de muestreo en plena flor				Fecha de muestreo en madurez			
	30.11.76	28.11.77	05.12.78	11.12.79	20.11.80	15.03.79	07.04.80	09.03.81
N (u./ha)								
56	1,21	1,51 b	1,26	0,85	1,01	0,92	1,43	0,83
112	1,27	1,76 a	1,19	0,97	1,08	0,93	1,48	0,80
P.	NS	0,05	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K (u./ha)								
94	1,25	1,69	1,27	0,86	1,04	0,84	1,38	0,86
188	1,24	1,59	1,18	0,91	1,03	0,96	1,58	0,78
376	1,22	1,62	1,22	0,97	1,07	0,97	1,40	0,81
P.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

CUADRO 5. Producción de vides cv. Moscatel Rosada (kg/ha), sometidas a niveles diferenciales de fertilización con N y K

TABLE 5. Grape yield (kg/ha) of Moscatel Rosada vines, under different levels of N and K fertilization

Nivel	FECHAS DE MEDICION				
	18.05.77	20.04.78	21.03.79	15.03.80	12.03.81
N ₁	946	3.465	6.260	6.514	5.502
N ₂	614	2.713	7.591	6.162	6.592
P.	NS	NS	NS	NS	NS
K ₁	794	2.706	7.324	6.267	5.739
K ₂	656	2.752	7.015	5.593	6.827
K ₃	890	3.808	6.436	7.244	5.576
P.	NS	NS	NS	NS	NS

Como manera de cuantificar el efecto del riego sobre las plantas, en este caso plantas muy nuevas, es posible comparar los valores por planta, para crecimiento de brotes, peso de poda y producción, que en este caso fueron desde 2,74 a 64,63 m, 0,25 a 3,61 kg y de 1,25 a 11,08 kg, respectivamente (desde el primer a último año de medición); con los de un viñedo típico de secano, cv. País y de aproximadamente 100 años de edad, cuyos valores fueron de 7,55 a 8,78 m, 0,24 a 0,42 kg y 0,99 a 1,90 kg, respectivamente, pero medido en plantas en plena producción (Lavín, 1982).

El porcentaje de N medido en pecíolos (Cuadro 4) demostró que los niveles de fertilizantes usados no influyeron sobre él, salvo en 1977 para niveles de N, pero los valores son todos bastantes altos, incluso aquellos medidos para madurez, los que también fluctúan alrededor o sobrepasan el 0,90%, valor máximo de plena flor asociado a una máxima producción por Verma y Nijjar (1978). Ahora, como se ha establecido

que el N total, como también el N-NO₃, tienen una evolución descendente en la temporada en los órganos de la vid, estos valores para madurez debieran ser mucho más bajos (Sánchez, 1961; Guillen y otros, 1965; Gil y otros, 1973). Por lo anterior, se reafirma que al regar, las dosis de N empleadas en este suelo fueron superiores a las necesarias. Las dosis de fertilizante con K no influyeron sobre el nivel de N en pecíolos.

Los porcentajes de P (Cuadro 6) demostraron que no hubo efectos sobre ellos causados por los niveles de fertilización con N; en general tampoco los hubo con los niveles de fertilización con K, pero en 1977 (plena flor) y en 1980 (madurez) sí los hubo. Para los dos casos se realizó un análisis de regresión lineal; sin embargo la falta de ajuste resultó significativa, porque la recta no es la mejor ecuación para explicar este efecto y al tener sólo tres puntos no existe la posibilidad de otra ecuación.

CUADRO 6. Porcentaje de P en pecíolos de vides cv. Moscatel Rosada, sometidas a niveles diferenciales de fertilización con N y K**TABLE 6. Percent of P in petioles of Moscatel Rosada vines, under different levels of N and K fertilization**

Nivel	Fecha de muestreo en plena flor					Fecha de muestreo en madurez		
	30.11.76	28.11.77	05.12.78	11.12.79	20.11.80	15.03.79	07.04.80	09.03.81
N (u./ha)								
56	0,48	0,46	0,28	0,14	0,15	0,15	0,30	0,17
112	0,47	0,52	0,29	0,13	0,17	0,15	0,28	0,18
P.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
K (u./ha)								
94	0,49	0,51 a ¹	0,31	0,15	0,17	0,15	0,29 ab ¹	0,17
188	0,46	0,53 a	0,28	0,14	0,16	0,15	0,33 a	0,16
376	0,46	0,40 b	0,27	0,11	0,15	0,15	0,24 b	0,18
P.	NS	0,10	NS	NS	NS	NS	0,10	NS

¹ Regresión lineal no significativa; falta de ajuste significativo.

En todo caso, los valores medidos están por sobre el nivel considerado adecuado por Cook (1966) de 0,20^o/o, en los tres primeros años, y son muy superiores a los citados en otros trabajos en la misma zona (Lavín y otros, 1975; Lavín, 1982), especialmente aquéllos referidos a época de madurez. En 1979 y 1980, para plena flor, los valores son inferiores a 0,20^o/o, bordeando el nivel de probable deficiencia de 0,15^o/o propuesto por Cook (1972). Sin embargo, no se observó en estos años una disminución de los valores para madurez, lo que podría haber constituido una prueba real de deficiencia. En la misma zona, se ha medido valores tan bajos, como 0,04–0,06^o/o de P en pecíolos, para esta época de muestreo (Lavín, 1982).

Para potasio en pecíolos (Cuadro 7), se midió porcentajes sobre el nivel considerado normal por Winkler y otros (1974), de 1,5 a 2,5^o/o, e incluso algunos pro-

medios están sobre 3,0^o/o, que es considerado como nivel asociado a toxicidad por estos autores. Esto último se contrapone con el valor de 3,46^o/o, asociado a máxima producción por Verma y Nijjar (1978).

Los efectos de niveles de fertilizante nitrogenado sobre el K en pecíolos (Cuadro 7), sólo fueron significativos para madurez 1980; sin embargo, los de niveles de fertilizante potásico lo fueron, en cuatro de los ocho muestreos realizados (plena flor 1977 y 1980 y madurez 1980 y 1981). Para estos casos se realizó análisis de regresión lineal, cuyos resultados se incluyen en la Figura 1. Se puede apreciar en ella que el porcentaje de K en pecíolos aumentó linealmente a las dosis de fertilizante con K aplicadas.

Para plena flor, en 1978 y 1979, se midió los niveles de Ca y Mg en pecíolos. El primer año no hubo efecto de los niveles de fertilizante sobre ellos y los va-

CUADRO 7. Porcentajes de K en pecíolos de vides cv. Moscatel Rosada, sometidas a niveles diferenciales de fertilización con N y K**TABLE 7. Percent of K in petioles of Moscatel Rosada vines, under different levels of N and K fertilization**

Nivel	Fecha de muestreo en plena flor					Fecha de muestreo en madurez		
	30.11.76	28.11.77	08.12.78	11.12.79	20.11.80	15.03.79	07.04.80	09.03.81
N (u./ha)								
56	2,47	2,86	2,27	1,99	2,17	1,74	1,92 b	2,33
112	2,86	3,12	2,31	1,96	2,27	1,96	2,69 a	2,50
P.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,05	NS
K (u./ha)								
94	2,54	2,64 b ¹	2,20	1,93	1,87 c ¹	1,74	1,44 b ¹	1,49 b ¹
188	2,68	3,08 ab	2,28	1,81	2,22 b	1,89	1,99 b	2,03 ab
376	2,77	3,25 a	2,39	2,19	2,57 a	1,91	3,49 a	2,56 a
P.	NS	0,10	NS	NS	0,01	NS	0,01	0,01

¹ Regresiones lineales significativas (Figura 1).

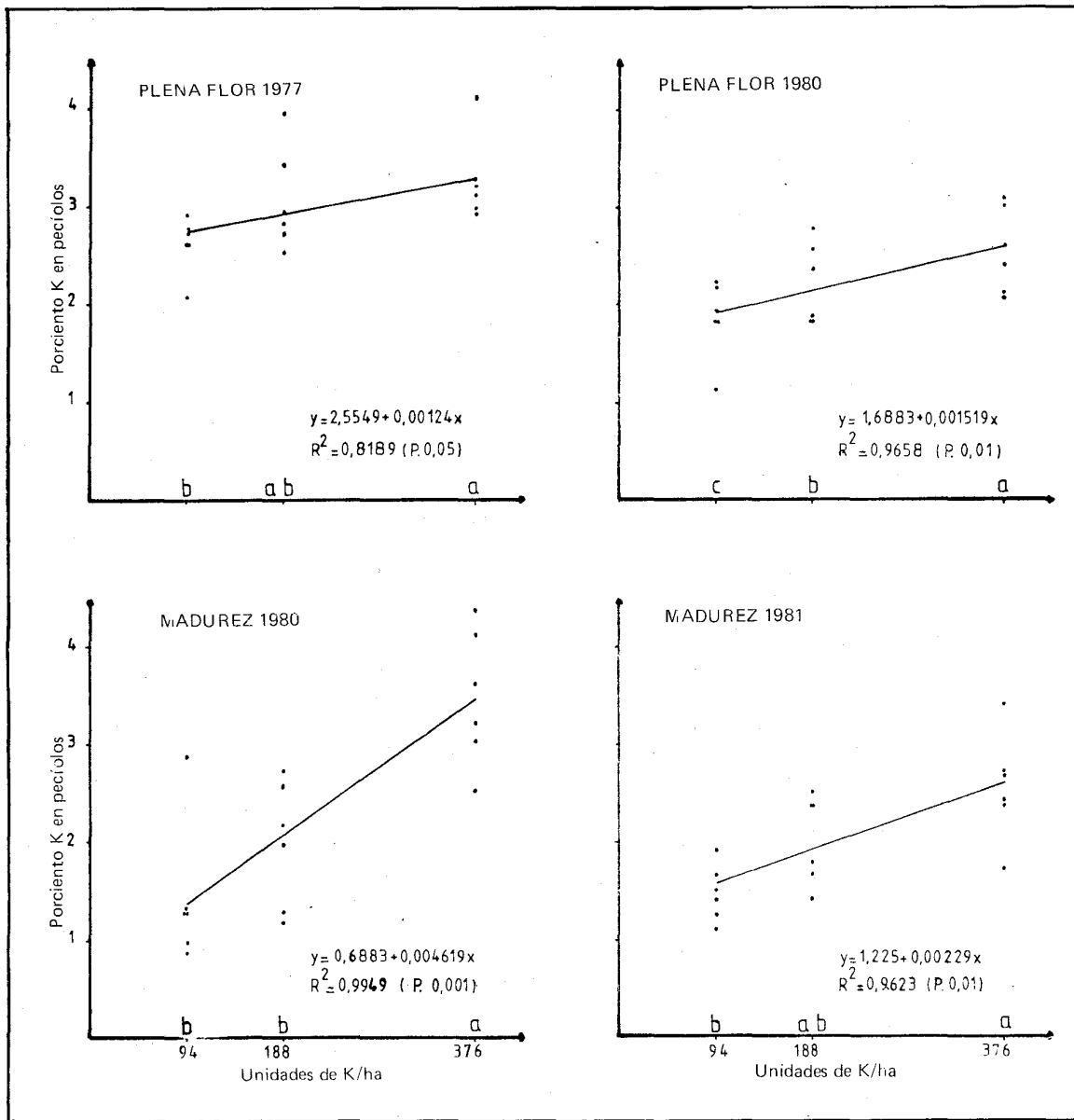


FIGURA 1. Relación entre dosis de fertilización con K y porcentaje de K en pecíolos de vid cv. Moscatel Rosada, en diferentes años y épocas de muestreo.

FIGURE 1. Relation between K fertilization level and percent of K in petioles of Moscatel Rosada vines, in different years and date of sampling.

lores fluctuaron entre 0,97 y 1,20% para Ca y 0,26 y 0,42% para Mg. En la segunda temporada, los niveles de fertilizante nitrogenado tuvieron un efecto significativo sobre los porcentajes de ambos elementos en los pecíolos ($P = 0,05$), siendo de 1,62 y 1,74% en Ca y 0,72 y 0,81% en Mg, para la dosis menor y mayor de nitrato de amonio, respectivamente, valores que caen en el rango de normalidad para vides (Lavín y otros, 1975).

De todo lo expuesto anteriormente, se puede concluir que las dosis de nitrógeno usadas fueron altas e incluso se bordeó lo detrimental para las plantas, al ser el nitrógeno agregado altamente disponible debido al riego. Las dosis de potasio, si bien parecieron indicar una respuesta positiva en base a los porcentajes de K medidos en pecíolos (Figura 1), de acuerdo a los resultados de producción y crecimiento (cuadros 1, 2, 3 y 4), también podrían calificarse de exageradas y

es posible, por lo tanto, que en los suelos de la zona, al contar con riego, las dosis de fertilización necesarias para lograr un buen crecimiento y producción en

los viñedos, sean muy inferiores a las actualmente recomendadas y usadas en muchos viñedos de secano y de riego, e inferior a las usadas en este trabajo.

RESUMEN

Entre 1975 y 1981, en la Subestación Experimental Cauquenes (INIA), se plantó y evaluó su respuesta en crecimiento y producción a niveles diferenciales de fertilización con N (56 y 112 u./ha) y K (94, 188 y 376 u./ha), un parronal español regado, del cv. Moscatel Rosada.

La dosis mayor de N (112 u./ha), reducida a uno y dos tercios, el primer y segundo año, respectivamente, afectó negativamente al crecimiento. Las dosis de K no influyeron sobre los parámetros de crecimiento. No se encontró efectos de ninguno de los elementos aplicados sobre producción.

En los niveles de elementos en pecíolos, se encontró valores altos de N total (sobre 0,90^o/o), incluso

para la época de madurez; los de P fueron normales para plena flor y altos para madurez, al compararlos con mediciones anteriores en la misma zona. Para K, se midió porcentajes normales a altos, especialmente en madurez, y se encontró una regresión significativa entre dosis de fertilizante con K y el porcentaje del elemento en pecíolos, para la mitad de las fechas de muestreo usadas.

Se concluyó que las dosis de fertilizantes aplicadas, al incorporar riego, son exageradas para este tipo de suelos y viñedos y que es posible reducirlas considerablemente.

LITERATURA CITADA

- COOK, J.A. and KISHABA, T. 1956. Using leaf symptoms and foliar analysis to diagnose fertilizer needs in California vineyards. En: *Analyse des plantes et problemes des fumures Minerales*, Paul Prevot (Ed.) I.R.O. Paris p. 158—176.
- COOK, J.A. 1966. Grape nutrition. En: Childers, N.F. (Ed.), *Nutrition of fruit crops*. 2nd ed. New Brunswick, New Jersey. Horticultural Publication. Rutgers, the State University, p. 777—813.
- COOK, J.A. 1972. Use of tissue analysis in viticulture. En: *Proceedings of the state wide conference on soil and tissue testing*. Davis, California, December 20—21, 1971. U. of California, Division of Agricultural Sciences, Davis, California.
- GARTEL, W. 1967. *Krankheiten und Schädlinge im Chilenischen Weinbau unter Besonderer Berücksichtigung der Probleme in den Südlichen Gebieten*. Berkastel-Kues. Mosel. Biologisches Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institute für Rebenkrankheiten, p.i. (mimeografiado)
- GIL S., G.; RODRIGUEZ S., J.; GONZALEZ M., S.; SUAREZ F., D.; y URZUA S., H. 1973. Evolución estacional de nutrientes minerales en hojas de vid (*Vitis vinifera* L.). *Agricultura Técnica (Chile)* 33(2): 45—53.
- GUILLEN M., G.; FERNANDEZ F., G.; y CARO, M. 1965. Evolución anual de nutrientes en hojas de frutales. IV-Vid. *An. Edf. Agrobiol.* 24: 327—340.
- HEWITT, W.B. 1965. Informe al Gobierno de Chile sobre las enfermedades y otros problemas de los viñedos chilenos. FAO, Informe N° 1962. 28 p.
- LAVIN A., A.; AVENDAÑO R., J.; y VIEIRA V., A. 1974. Fertilización con potasio en vides de secano, variedad Carignan. *Agricultura Técnica (Chile)* 34(4): 201—208.
- LAVIN A., A.; MORANDE L., P.; y RAZETO M., B. 1975. Prospección nutricional en 72 viñedos de secano cultivar País, del Departamento de Cauquenes. *Agricultura Técnica (Chile)* 35(4): 178—185.
- LAVIN A., A. 1982. Efectos de formas de fertilización con potasio y de la pluviometría en un viñedo de secano cv. País. *Agricultura Técnica (Chile)* 42(3): 193—198.
- LAVIN A., A. 1983. Sistemas de aplicación de P y K durante el período de formación de vides cv. Cinsault. *Agricultura Técnica (Chile)* 43(1): 47—52.

- SANCHEZ, L. 1961. Determinación de la curva de N total en tres variedades de *Vitis vinifera*, mediante el análisis foliar. Santiago, Chile. Universidad de Chile. 82 p. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada).
- SHAULIS, N. and KIMBALL, G. 1956. The sampling of small fruit for composition and nutritional studies. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 68: 576–586.
- SHAULIS, N. 1961. Associations between symptoms of potassium deficiency, plant analysis, growth and yield of Concord grapes. Plant analysis and fertilizer problems. Amer. Inst. Biol. Sci. Washington: 44–57.
- SMITH, C.B.; FLEMING H., K.; and POORBAUGH, H.J. 1957. The nutritional status of Concord grape vines in Erie County, Pennsylvania, as indicated by petiole and soil analysis. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 70: 189–196.
- VERMA, H.S. and NIJJAR G.S. 1978. Response surface studies on the effects of N, P, and K fertilizers on vine growth, yield and fruit quality. Jour. Hort. Sci. 53(3): 163–166.
- WINKLER, A.J.; COOK, J.A.; KLIEWER, W.M.; and LIDER L.A. 1974. General Viticulture. University of California Press. 710 p.