

FUENTES Y DOSIS DE NITROGENO APLICADAS SOBRE VIDES CV.

PEDRO JIMENEZ, BAJO SECANO. III. EFECTOS SOBRE LA CONCENTRACION Y EVOLUCION DE N, P, K, Ca y Mg¹

Nitrogen sources and levels applied to unirrigated Pedro Jiménez grape—vines. III. Effects over concentration and seasonal trends of N, P, K, Ca and Mg

Arturo Lavín A.² y Jorge Valenzuela B.³

SUMMARY

At the Cauquenes Exp. Sta. (INIA), over unirrigated Pedro Jiménez grape—vines, submitted to sources and levels of N, shoot and root samplings were made, in four phenological stages of the annual growth (1974/75), as to characterize levels and seasonal trends of N, P, K, Ca and Mg in these tissues.

Nitrogen and P levels were not affected by either sources or doses of N. Seasonal trend indicated a decline until veraison and an increase towards harvest.

Amonium nitrate induced lower levels of K in shoots and roots. Potassium in the shoots declined through the season, while in the roots did not vary; however, levels in both tissues were higher than those previously reported for the area.

No effects of sources or doses of N were found on Ca or Mg levels, neither in shoots or roots. The seasonal trend was to decline until full bloom, and then to increase towards harvest.

INTRODUCCION

Al suministrar N como fertilizante, no sólo se influye sobre los niveles de este elemento en los diferentes órganos de la planta, sino que posiblemente se afecta los de otros nutrientes. Estas relaciones e interdependencias nutricionales han sido identificadas y descritas en especies frutales (Gardner, Bradford y Hooker, 1952).

En la vid se han desarrollado dos escuelas en cuanto al análisis foliar; una europea, originada en Francia, con análisis de hojas completas en cuatro estados fenológicos (recientemente reducidos a dos); y otra, originada en EUA, con análisis de pecíolos en plena flor (Lagatu y Maume, 1926; Ulrich, 1942; citados por Cook,

1966). Sin embargo, numerosos investigadores han continuado evaluando otros órganos y fechas de muestreo, ante la posibilidad de lograr estimaciones más precisas del estado nutricional de las plantas.

Kliewer (1967) ha medido arginina en raíces, troncos, sarmientos y yemas, como una forma de estimar la nutrición nitrogenada. Cook (1966) sostiene que el brote, sobre todo el ápice, presenta algunas ventajas como órgano de muestreo. Garrido (1973) y Pradanos (1973) sugieren que el uso de órganos permanentes, como raíces y sarmientos, da la posibilidad de análisis en períodos en que no hay órganos foliares presentes, permitiendo obtener mediciones y realizar probables correcciones, que el análisis foliar corriente no permite.

Sobre vides cv. Pedro Jiménez, creciendo bajo condiciones de secano, se aplicaron diversas fuentes y dosis de N, estudiándose los efectos sobre diferentes aspectos del crecimiento, producción y nutrición (Lavín y Valenzuela, 1986a y b). En este trabajo, se describen

¹ Recepción de originales: 20 de agosto de 1985.

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

³ Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

los efectos sobre las concentraciones de macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg) en raíces y brotes y sus evoluciones en la temporada de crecimiento, a través de muestreos en cuatro estados fenológicos.

MATERIALES Y METODOS

La metodología general se describe en un trabajo anterior (Lavín y Valenzuela, 1986a). Se muestrearon raíces finas, de hasta 2 mm de diámetro, entre los 10 y 30 cm de profundidad, y brotes (30 cm apicales). Las raíces se lavaron, en forma rápida, a presión, para extraer la tierra y luego, al igual que los brotes, se lavaron una vez en solución de Teepol al 10/0 y tres veces en agua destilada. Se secaron y se pusieron en estufa a 70° C por 24 hr. Una vez secas, se molieron en micromolino Whiley a malla 40 y se sometieron a análisis químicos.

Para N total se usó semimicro Kjeldahl; para P, colorimetría por reacción vanado mofbdica; para K, fotometría de llama; y para Ca y Mg, reacciones por complejometría, según Merck (Método complexométrico de valoración con Titriplex. E. Merck, Darmstadt, sin fecha).

El diseño correspondió a bloques al azar, con tres repeticiones y en estructura factorial. Los resultados se sometieron a análisis de variancia y las medias se separaron mediante prueba de Duncan, a niveles de protección de 10, 5 y 10/0, según correspondiera.

Como la interacción fuentes por dosis de N, en general, no fue significativa, con todos los valores, para cada fecha de muestreo, se realizaron regresiones lineales y cuadráticas entre fechas y concentración de cada nutriente, en ambos órganos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Interacción de fuentes x dosis ocurrió sólo en dos casos (P en raíces, el 27.11.74, y K en brotes, el 11.10.74). Para la discusión de los resultados se consideró éste un efecto errático y no se analizó como tal, sino cada factor independiente. Las regresiones calculadas para cada nutriente (para brote y raíz) se presentan en el Cuadro 1.

Nitrógeno

Brote: sólo existió efectos de fuentes en el muestreo a la madurez, donde urea y nitrato de amonio superaron a salitre. Para dosis, no existió diferencias (Cuadro 2). La evolución del N total en brotes fue decreciente a través de la temporada, con un buen ajuste a una ecuación lineal (Figura 1).

Los niveles de N aplicados, como se discutió anteriormente (Lavín y Valenzuela, 1986b), fueron altos e incluso la dosis menor aportó suficiente N para las condiciones del viñedo. Podría postularse que el aporte de N en forma amoniacal permitiría un efecto residual más prolongado que cuando es aportado como nitrato; sin embargo, este efecto aparece aislado, ya que no ocurrió en raíces (Cuadro 2), ni en pecíolos (Lavín y Valenzuela, 1986b).

Con respecto a los niveles medidos, estos concuerdan con los informados en trabajos realizados en la zona (Lavín, 1984 y 1985), como así también la tendencia anual del N en éste órgano, la que es algo diferente a la encontrada para el cv. Sultanina, en Australia (Alexander, 1957), y el cv. Thompson Seedless, en California (Christensen, 1969), ambos bajo condiciones de riego.

CUADRO 1. Regresiones para N—total, P, K, Ca y Mg, en brotes y raíces de vides, sometidas a fuentes y dosis de N

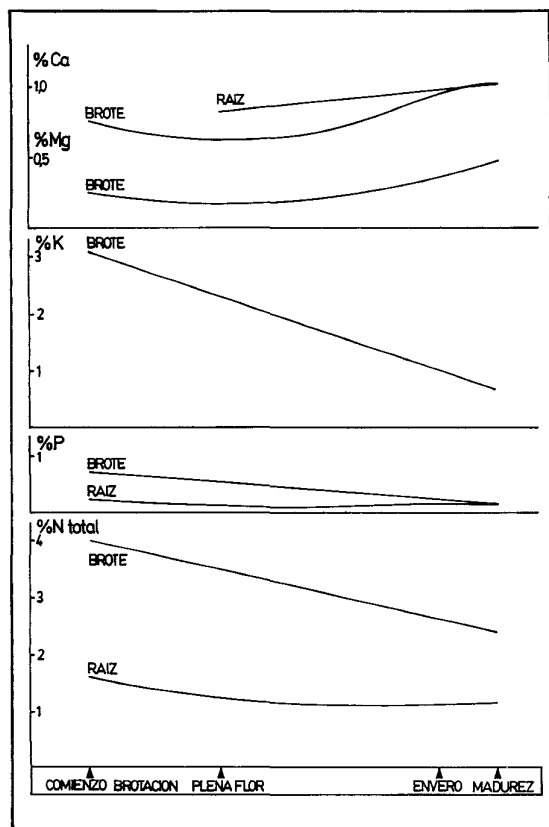
TABLE 1. Regressions for total—N, P, K, Ca and Mg, in shoots and roots of vines, under different sources and dosis of N

Organo muestreado	Variable dependiente	Pares de observación	R ²		Probabilidad	Ecuación de regresión
			Lineal	Cuadrat.		
Brote	0/0 N total	108	0,97	(0,98)	0,001	y = 4,206323 + (- 0,010700x)
Raíz	0/0 N total	108	(0,60)	0,75	0,001	y = 1,822029 + (- 0,010976x) + 0,000043x ²
Brote	0/0 P	108	0,97	(1,00)	0,001	y = 0,780913 + (- 0,003802x)
Raíz	0/0 P	108	(0,36)	0,84	0,001	y = 0,255094 + (- 0,002760x) + 0,000013x ²
Brote	0/0 K	108	0,99	(1,00)	0,001	y = 3,427606 + (- 0,016542x)
Raíz	0/0 K	108	(0,29)	0,29	N.S.	
Brote	0/0 Ca	108	(0,71)	0,99	0,001	y = 0,887492 + (- 0,007636x) + 0,000055x ²
Raíz	0/0 Ca	81	0,43		0,001	y = 0,690227 + 0,001949x
Brote	0/0 Mg	108	(0,65)	0,95	0,001	y = 0,329173 + (- 0,004332x) + 0,000031x ²
Raíz	0/0 Mg	81	0,14		N.S.	

() = Entre paréntesis R² de modelos no considerados.

CUADRO 2. Nitrógeno total (‰) en brotes y raíces de vides cv. Pedro Jiménez, sometidas a diferentes fuentes y dosis de N**TABLE 2. Total nitrogen (‰) in shoots and roots of Pedro Jiménez vines, under different sources and levels of N fertilizers**

Organos muestreados:	Brotes				Raíces			
	11.10.74	27.11.74	13.02.75	06.03.75	11.10.74	27.11.74	13.02.75	06.03.75
Fuentes								
Salitre	4,04	3,28	2,82	1,95 b	1,70	0,99	1,36	0,88
Urea	4,18	3,28	2,52	2,48 a	1,72	1,35	1,24	1,32
N. Amonio	3,98	3,42	2,96	2,66 a	1,53	1,21	1,28	1,04
P	N.S.	N.S.	N.S.	0,10	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Interacción								
Fuentes x Dosis								
P	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Dosis g N/planta								
40	4,11	3,32	2,72	2,53	1,64	1,25	1,22	0,82 b
90	4,06	3,39	2,65	2,17	1,65	1,04	1,30	1,12 ab
180	4,04	3,27	2,93	2,39	1,65	1,26	1,36	1,30 a
P	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	0,10
Promedio	4,07	3,33	2,77	2,36	1,65	1,18	1,29	1,08

**FIGURA 1. Evolución de los porcentajes de Ca, Mg, K, P y N—total, en brotes y raíces de vides.****FIGURE 1. Evolution of the percentages of Ca, Mg, K, P and Total—N, in shoots and roots of grape—vines.**

Raíz: en el muestreo a la madurez, se midió una mayor concentración en las plantas fertilizadas con la dosis mayor, en comparación a aquéllas que recibieron la más baja (Cuadro 2). La evolución estacional demostró una disminución de la concentración desde comienzos de brotación hasta envero, para luego manifestar un alza a la madurez. Dicha evolución se ajustó a una ecuación cuadrática (Figura 1).

El efecto de dosis, al final de la temporada, podría explicarse como un efecto residual más prolongado de la dosis mayor, hecho que no se constató en brotes (Cuadro 2), ni en pecíolos (Lavín y Valenzuela, 1986b), en varios años de muestreo, tanto a la plena flor como a la madurez.

Los valores medidos son relativamente similares a los citados para vides cv. País, tanto de secano como regadas (Lavín, 1984 y 1985), y la tendencia de la evolución es casi idéntica a la citada para vides cv. País, bajo riego por goteo (Lavín, 1985). El presente trabajo se desarrolló sobre un viñedo de posición topográfica baja, con una alta disponibilidad natural de humedad para la zona. Sin embargo, Alexander (1957) cita una evolución ascendente para N en raíces de vides cv. Sultanina, bajo riego, en Australia.

Fósforo

Brote: existió efecto de fuentes de N, pero sólo para la plena flor, donde salitre y urea superaron a nitrato de amonio. También la dosis mayor superó a la menor (Cuadro 3).

CUADRO 3. Fósforo (‰) en brotes y raíces de vides cv. Pedro Jiménez sometidas a diferentes fuentes y dosis de N
TABLE 3. Phosphorus (‰) in shoots and roots of Pedro Jiménez vines, under different sources and levels of N fertilizers

Organos muestreados:	Brotes				Raíces			
	11.10.74	27.11.74	13.02.75	06.03.75	11.10.74	27.11.74	13.02.74	06.03.75
Fuentes								
Salitre	0,65	0,47 a	0,21	0,18	0,21	0,09 b	0,16	0,13
Urea	0,78	0,47 a	0,22	0,17	0,20	0,14 a	0,12	0,14
N. Amonio	0,80	0,44 b	0,22	0,17	0,22	0,11 b	0,15	0,13
P	N.S.	0,05	N.S.	N.S.	N.S.	0,01	N.S.	N.S.
Interacción								
Fuentes x Dosis								
P	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	0,05	N.S.	N.S.
Dosis g N/planta								
40	0,74	0,45 b	0,21	0,17	0,20	0,13	0,13	0,13
90	0,75	0,46 ab	0,22	0,17	0,20	0,09	0,14	0,13
180	0,74	0,47 a	0,21	0,18	0,22	0,12	0,16	0,13
P	N.S.	0,10	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Promedio	0,74	0,46	0,21	0,17	0,21	0,11	0,14	0,13

Los niveles medidos en las cuatro fechas, son altos, si se comparan con los citados en trabajos anteriores, en la misma zona (Lavín, 1984 y 1985), tanto para plantas en condición de seco como para regadas, del cv. País. En general los niveles fueron más altos que los informados para pecólos en varios trabajos anteriores, con diversos cultivares, en la zona (Lavín, 1982, 1983a y b y 1985).

La evolución de P en brotes fue descendente a través del ciclo anual y se ajustó a una ecuación lineal (Figura 1). Lo anterior concuerda con lo demostrado anteriormente (Lavín, 1984 y 1985).

Raíz: para fuentes, sólo existió diferencias a la época de plena flor, donde urea superó a salitre y nitrato de amonio. Este efecto es parcialmente coincidente con el observado en brote (Cuadro 3). Para dosis, no se encontró efectos en ningún muestreo.

Los niveles medidos son, en general, levemente inferiores a los encontrados en otros trabajos para los mismos estados fenológicos (Lavín, 1984 y 1985) y la evolución del P en raíces, fue descendente hasta antes de envero, para luego manifestar una leve alza. Se ajustó a una ecuación cuadrática (Figura 1).

Potasio

Brote: se midió diferencias de fuentes sólo a la plena flor, donde salitre superó a nitrato de amonio. Para dosis, sólo en el muestreo de comienzo de brotación se midió diferencias. La dosis mayor de N superó a la media y a la menor (Cuadro 4).

Los niveles medidos fueron bastante más altos que los citados para vides cv. País, tanto en riego como seco, en la misma zona, pero con niveles inferiores de fertilización a los aquí usados (Lavín, 1984 y 1985). Lo anterior permite suponer que una buena fertilización con N puede inducir mayores niveles de K, lo que también se fundamentaría en los resultados para pecólos, medidos en las mismas plantas (Lavín y Valenzuela, 1986b).

La evolución estacional del K en brotes fue descendente, desde niveles sobre 30‰, a comienzo de brotación, hasta bajo 0,75‰, a la madurez. Se logró un buen ajuste lineal (Figura 1). La tendencia general concuerda con la descrita para vides cv. País (Lavín, 1984 y 1985), pero difiere en los niveles medidos, especialmente para plena flor. Así, en ambos trabajos anteriores se observó una caída brusca, entre comienzo de brotación y plena flor, a valores de 1‰ o menos. Sin embargo, en este caso se midió valores sobre 20‰ para plena flor. Los valores medidos para envero y madurez, también son más altos que los informados, pero nunca en la magnitud de aquéllos de plena flor.

Todo lo anterior ratifica la suposición planteada, en el sentido que un buen aporte de N permite a la vid, bajo las condiciones de la zona, una buena nutrición de K, si éste está disponible. Recientemente, Ruiz (1986) encontró un efecto similar en manzanos Granny Smith y Richared, siendo mayor la extracción de K desde el suelo, por madera y frutos, cuando se aumentaba la dosis de N incorporada al suelo.

CUADRO 4. Potasio (‰) en brotes y raíces de vides cv. Pedro Jiménez sometidas a diferentes fuentes y dosis de N**TABLE 4. Potassium (‰) in shoots and roots of Pedro Jiménez vines under different sources and levels of N fertilizers**

Organos muestreados:	Brotes				Raíces			
	11.10.74	27.11.74	13.02.75	06.03.75	11.10.74	27.11.74	13.02.75	06.03.75
Fuentes								
Salitre	3,22	2,35 a	0,93	0,88	0,61 a	0,44	0,58	0,33 a
Urea	3,22	2,26 ab	0,85	0,79	0,46 b	0,39	0,39	0,33 a
N. Amonio	2,99	2,10 b	0,87	0,72	0,48 b	0,36	0,55	0,20 b
P	N.S.	0,05	N.S.	N.S.	0,05	N.S.	N.S.	0,10
Interacción								
Fuentes x Dosis								
P	0,10	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Dosis g N/planta								
45	3,02 b	2,24	0,83	0,74	0,48 b	0,49	0,53	0,33
90	3,08 b	2,24	0,90	0,82	0,60 a	0,36	0,55	0,24
180	3,33 a	2,24	0,93	0,83	0,47 b	0,34	0,44	0,29
P	0,10	N.S.	N.S.	N.S.	0,05	N.S.	N.S.	N.S.
Promedio	3,14	2,24	0,87	0,80	0,52	0,40	0,51	0,28

Raíz: para K en raíces, existió efectos de fuentes de N a comienzo de brotación y a la madurez, es decir, a comienzos y fines del ciclo anual (Cuadro 4). Para plena flor, salitre superó a urea y nitrato de amonio, lo que sería el efecto esperado, ya que salitre aporta K y los otros no. Sin embargo, para madurez se repite aproximadamente el caso discutido para el brote, donde salitre y urea superan a nitrato de amonio.

En cuanto a dosis, sólo existió efectos en plena flor, donde la dosis media indujo la mayor concentración de K, lo que puede ser circunstancial, ya que no ocurrió lo mismo en brote (Cuadro 4).

La evolución estacional fue prácticamente estable entre comienzo de brotación y envero, con valores de 0,52 y 0,40‰ de K, y una baja a 0,28‰, a la madurez. No se logró un buen ajuste, ni lineal ni cuadrático (Figura 1). Esta evolución difiere con las encontradas para vides cv. País en secano (Lavín, 1984), la que es ascendente, así como para este mismo cultivar, con y sin riego (Lavín, 1985).

Calcio

Brote: a plena flor se midió diferencias en la concentración debidas a fuentes de N (Cuadro 5). La causa podría ser el pH del suelo (5,5 a 5,8), más el efecto acidificante de urea y nitrato de amonio, lo que dificulta la absorción de Ca (Truog, 1946). Sin embargo, este hecho se presentó en un solo muestreo.

En cuanto a dosis, sólo hubo diferencias a la madurez, donde la dosis media superó a la menor y mayor, lo que más bien parece un efecto casual (Cuadro 5).

Los niveles medidos son superiores a los citados por Lavín (1984), para vides cv. País de secano (0,3 a 0,8‰ vs. 0,65 a 1,18‰).

La evolución estacional demostró un descenso, desde comienzo de brotación a plena flor, para luego subir en envero y madurez. Se logró un buen ajuste a una ecuación cuadrática (Figura 1). Esta tendencia difiere algo con la citada en un trabajo anterior (Lavín, 1984), aunque en ambos casos se observa un alza de los niveles, a fines de temporada.

Raíz: para raíz no hubo efectos ni de fuentes ni de dosis (Cuadro 4). Los valores medidos también son superiores a los citados para vides cv. País (Lavín, 1984).

El análisis de la evolución estacional estuvo limitado, en este caso, por contarse sólo con tres fechas de muestreo, desde plena flor a madurez. Su ajuste lineal fue significativo (Figura 1).

Magnesio

Brote: sólo se midió diferencias para efectos de fuentes, al comienzo de brotación, donde salitre superó a urea y nitrato de amonio (Cuadro 6). Se repite lo medido con respecto a Ca y bien puede deberse al efecto de pH, ahí discutido. Sin embargo, no se mantuvo dicho efecto hasta plena flor.

Los niveles medidos son levemente inferiores a los citados para vides País (Lavín, 1984). La evolución estacional se ajustó significativamente a una ecuación cuadrática (Figura 1).

CUADRO 5. Calcio (‰) en brotes y raíces de vides cv. Pedro Jiménez sometidas a diferentes fuentes y dosis de N
TABLE 5. Calcium (‰) in shoots and roots of Pedro Jiménez vines under different sources and levels of N fertilizers

Organos muestreados:	Brotes				Raíces			
	11.10.74	27.11.74	13.02.75	06.03.75	11.10.74	27.11.74	13.02.75	06.03.75
Fuentes								
Salitre	0,83 a	0,62	0,90	1,17	—	0,75	1,16	0,89
Urea	0,70 b	0,67	0,95	1,19	—	0,83	1,07	0,95
N. Amonio	0,70 b	0,64	0,91	1,19	—	0,81	1,08	0,90
P	0,05	N.S.	N.S.	N.S.	—	N.S.	N.S.	N.S.
Interacción								
Fuentes x Dosis								
P	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	—	N.S.	N.S.	N.S.
Dosis g N/planta								
45	0,71	0,68	0,91	1,10 b	—	0,80	1,05	0,91
90	0,76	0,60	0,91	1,34 a	—	0,86	1,07	0,92
180	0,75	0,66	0,94	1,11 b	—	0,73	1,19	0,91
P	N.S.	N.S.	N.S.	0,05	—	N.S.	N.S.	N.S.
Promedio	0,74	0,65	0,92	1,18	—	0,80	1,10	0,91

CUADRO 6. Magnesio (‰) en brotes y raíces de vides cv. Pedro Jiménez sometidas a diferentes fuentes y dosis de N

TABLE 6. Magnesium (‰) in shoots and roots of Pedro Jiménez vines under different sources and levels of N fertilizers

Organos muestreados:	Brotes				Raíces			
	11.10.74	27.11.74	13.02.75	06.03.75	11.10.74	27.11.74	13.02.75	06.03.75
Fuentes								
Salitre	0,29 a	0,23	0,30	0,48	—	0,26	0,44	0,29
Urea	0,21 b	0,20	0,32	0,49	—	0,32	0,42	0,35
N. Amonio	0,23 b	0,17	0,32	0,51	—	0,34	0,41	0,30
P	0,05	N.S.	N.S.	N.S.	—	N.S.	N.S.	N.S.
Interacción								
Fuentes x Dosis								
P	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	—	N.S.	N.S.	N.S.
Dosis g N/planta								
45	0,22	0,24	0,30	0,48	—	0,32	0,39	0,31
90	0,24	0,16	0,31	0,57	—	0,32	0,39	0,33
180	0,26	0,20	0,33	0,44	—	0,27	0,48	0,30
P	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	—	N.S.	N.S.	N.S.
Promedio	0,24	0,20	0,31	0,50	—	0,30	0,42	0,31

Raíz: no se midió efectos de fuentes ni de dosis (Cuadro 6). Los niveles medidos, también son levemente inferiores a los informados para vides cv. País (Lavín, 1984).

La evolución estacional, también estuvo limitada, en este caso, a sólo tres fechas de muestreo y no se encontró significación en la regresión lineal (Figura 1).

RESUMEN

En la Subestación Experimental Cauquenes (INIA), durante la temporada 1974/75, en vides cv. Pedro Jiménez, bajo condición de secano, sometidas a diferentes fuentes y dosis de N, se efectuó muestreos durante el ciclo de crecimiento, para caracterizar las concentraciones y evolución estacional de N, P, K, Ca y Mg, en brotes y raíces.

Para N y P, prácticamente, no hubo efectos de fuentes ni de dosis, y la evolución fue descendente para ambos elementos en brotes y en raíces, hasta enero, para subir a la madurez.

En cuanto a K, cuando existió efecto de fuentes, nitrato de amonio indujo menores concentraciones, tanto en brotes como en raíces. Los efectos de dosis fueron erráticos. Los niveles de K en ambos tejidos fueron más altos que los informados para la zona, y su evolución estacional fue descendente en brotes y bastante estable en raíces.

Para Ca y Mg, prácticamente, no hubo efectos de fuentes ni dosis. La evolución del Ca en brotes fue descendente hasta plena flor, para subir en enero y madurez, siendo muy similar la de Mg.

LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, B. Mc E. 1957. Seasonal fluctuations in the nitrogen content of the Sultana vine. *Aust. J. Agric. Res.* 8: 162-178.
- 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.
- CHRISTENSEN, P. 1969. Seasonal changes and distribution of nutritional elements in Thompson Seedless grape-vines. *Am. J. Enol. Vitic.* 20: 186-190.
- GARDNER, V.R.; BRADFORD, F.C.; and HOOKER, H.D. 1952. *The Fundamentals of Fruit Production*. 3rd. ed. New York, Mc. Graw-Hill. 739 p.
- GARRIDO C., H. 1973. Influencia de dosis de nitrógeno en el crecimiento vegetativo y contenido de nitrógeno de reserva en tejidos leñosos de vid, variedad Sultanina. Tesis Ing. Agr., Fac. Agron., U. de Chile. 43 p. (Mimeografiada).
- KLIEWER, W.M. 1967. Annual cyclic changes in the concentration of free aminoacids in grape-vine. *Am. J. Enol. Vitic.* 18: 126-137.
- 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. 1983a. Efectos de sistemas de aplicación de fertilizantes durante el período de formación de vides cv. Cinsault. *Agricultura Técnica (Chile)* 43 (1): 47-52.
- LAVIN A., A. 1983b. Fertilización combinada N-K en un parronal regado cv. Moscatel Rosada, en Cauquenes. *Agricultura Técnica (Chile)* 43 (4): 377-384.
- LAVIN A., A. 1984. Evolución estacional de macronutrientes en órganos de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. País, creciendo bajo condiciones de secano. *Agricultura Técnica (Chile)* 44 (4): 311-317.
- LAVIN A., A. 1985. Riego por goteo sobre dos tipos de viñedos cv. País en el secano interior de Cauquenes. III. Efectos sobre la nutrición mineral. *Agricultura Técnica (Chile)* 45 (3): 199-209.
- LAVIN A., A. y VALENZUELA B., J. 1986a. Fuentes y dosis de nitrógeno aplicadas sobre vides cv. Pedro Jiménez, bajo secano. I. Efectos sobre crecimiento y producción. *Agricultura Técnica (Chile)* 46 (3): 253-259.
- LAVIN A., A. y VALENZUELA B., J. 1986b. Fuentes y dosis de nitrógeno aplicadas sobre vides cv. Pedro Jiménez, bajo secano. II. Efectos sobre niveles de macronutrientes a plena flor y madurez del fruto. *Agricultura Técnica (Chile)* 46 (3): 261-270.
- PRADANOS J., C. 1973. Efectos de fertilización nitrogenada sobre producción y composición química de hojas y frutos de vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Sultanina. Tesis M.S., Fac. Agron., U. de Chile. 62 p. (Mimeografiada).
- RUIZ S., R. 1986. Fertilización nitrogenada en manzanos. II. Niveles foliares, extracción de nutrientes y eficiencia de uso de nitrógeno. *Agricultura Técnica (Chile)* 46 (3): 315-321.
- TRUOG, E. 1946. Soil reaction influence on availability of plant nutrients. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 11: 305-308.