

# INVESTIGACIONES

## DINÁMICA NUTRICIONAL EN CINCO PARRONES DE DIFERENTE PRODUCTIVIDAD DEL VALLE CENTRAL REGADO DE CHILE<sup>1</sup>

### Nutritional dynamic in five vineyards of different productivity in the irrigated Central Valley of Chile

Rafael Ruiz S.<sup>2</sup>

#### ABSTRACT

A comparative study on nutritional aspects of the soil profile and plant nutrition in 5 Thompson Seedless grape (*Vitis vinifera*) vineyards of different vigor and productivity was carried out for 4 years in the Central Valley of Chile. Monthly analytic determinations of total N, P, K and N reserve fractions such as arginine, total amino acids, and reserve carbohydrates in canes, shoots and roots were measured. Soil profile fertility, physical soil properties, root system quality and nutritional levels on roots and aerial parts show satisfactory relations with vigor and/or productivity. Conventional petiole analysis at the full bloom stage was not very efficient to separate the vineyards, whereas N reserves, carbohydrate reserves and an eventual P reserve found in the roots during the dormant period appeared closely related to vineyard condition and productivity. Additionally, this study established seasonal variation curves for nutrients in the roots and aerial parts as well as the extraction of N, P, K, Ca and Mg in a variety of productivity-vigor situations. The relation between these cyclic changes of nutrients (including carbohydrates) and internal nutritional competition is discussed.

**Key words:** table grapes, nutrition, nutritional reserves, nutrient extraction.

#### INTRODUCCIÓN

La variable sitio tiene un gran peso tanto en la respuesta esperada a la fertilización como en el vigor y productividad de vides (*Vitis vinifera*) de mesa (Ruiz y Massa 1991). Para explicar estas diferencias, aparte de las características del suelo hay que considerar variables climáticas y de manejo de la planta. Estas últimas son de alta relevancia al momento de valorar efectos en términos de productividad; el manejo de la poda (Nº de yemas/planta) y la decisión del número

de racimos es variable de un huerto a otro y determina, en gran medida, la productividad potencial. Sin embargo, estas decisiones se toman previa apreciación y pronóstico previo de la carga que es factible dejar a la planta o cuartel para llegar a una productividad dada, sin deteriorar la calidad o el desarrollo futuro de las mismas. Este pronóstico difiere de un parrón a otro o de un cuartel a otro, y se traduce en la gran variabilidad de productividades dentro de una misma variedad. Nuestra hipótesis es que detrás de estas diferencias hay elementos nutricionales del suelo y de la planta en juego. En el trabajo emprendido se han seleccionado sitios de historial conocido, buscando extremar estas diferencias, descartando previamente aquellos sitios en los cuales se advierte alguna falla evidente

<sup>1</sup>Recepción de originales: 23 de marzo de 1999.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile. E-mail: rruiz@platina.inia.cl

del manejo o problemas de tipo patológico, de manera tal que de existir componentes nutricionales detrás de las diferencias, éstas se expresen. En la experiencia del autor en nutrición de plantas perennes, solo extremando las comparaciones es posible clarificar los efectos nutricionales en las plantas frutales, ya que existen aspectos de manejo, de fuerte incidencia, y de reservas en plantas que no son considerados.

El propósito principal del presente trabajo consiste básicamente en un seguimiento nutricional de las plantas durante 4 años (1993-1996), para conocer en que medida las diferencias en vigor-productividad de parronales de uva de mesa pueden ser asociadas a factores nutricionales del suelo y de la planta. Para estos efectos se consideran evaluaciones de la fertilidad del perfil completo de suelos, del sitio en el cual se encuentra el parrón, determinaciones nutricionales convencionales en la planta (análisis foliares en plena flor) y determinaciones nutricionales no convencionales. En estas últimas se ha considerado el análisis de reservas de carbohidratos solubles y de reserva en tejidos aéreos y raíces. El seguimiento contempla además la variación estacional de fracciones de nitrógeno consideradas de reserva, las que se han postulado como indicadores de la nutrición nitrogenada (Kliwer y Cook, 1971; 1974).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 5 sitios experimentales, correspondientes a parronales de uva de mesa cv. Sultanina de edad 9-12 años al inicio de los experimentos, plantados a una densidad de 625 plantas ha<sup>-1</sup>. La ubicación, serie de suelo y apreciación del vigor y productividad se presentan en el Cuadro 1.

En cada sitio se seleccionó un cuartel homogéneo en el cual se marcaron 5 plantas al azar, las cuales fueron utilizadas para las determinaciones de productividad y crecimiento vegetativo; a saber: número de yemas, número de racimos a cosecha, peso del racimo, tamaño de bayas y producción bruta y producción exportable por planta. Por otra parte, durante el receso invernal se midió el peso de poda correspondiente al crecimiento del año y el peso y la composición nutricional de las bayas a la cosecha. A comienzo de otoño de la temporada 1994 se midió el peso total de hojas por planta, en las plantas bajo seguimiento.

La fertilización empleada en cada sitio experimental se mantuvo aproximadamente constante en los tres años de seguimiento y se presenta en el Cuadro 2.

**Cuadro 1. Ubicación y serie de suelo de los sitios experimentales**

**Table 1. Location and soil series of the experimental sites**

Sitio	Localidad	Región	Serie suelo	Productividad <sup>1</sup>	Vigor vegetativo
1	Pudahuel	Metropolitana	Mapocho	Muy alta	Alto
2	S. Rafael	V	Pocuro	Media	Media
3	Placilla	V	Pocuro	Baja	Baja
4	Chada	Metropolitana	Chada	Baja	Muy alto
5	Polonia	VI	Los Lingues	Media	Medio

<sup>1</sup>En base al historial anterior de producción.

**Cuadro 2. Fertilización anual promedio en los distintos parronales (unidades de N, P y K ha<sup>-1</sup>)**

**Table 2. Average annual fertilization in the different grapevines (units de N, P y K ha<sup>-1</sup>)**

Localidad	N	P	K
Pudahuel	40	-	-
San Rafael	80	-	-
Placilla	120	25	300
Chada	-	-	-
Polonia	80	-	150

**Caracterización del suelo**

En el suelo se efectuaron observaciones morfológicas en el perfil, expuesto en calicatas de 1 m, abiertos perpendicularmente a la hilera de plantación. Las muestras para análisis de fertilidad se tomaron con barreno, hasta 1 m de profundidad y cada 20 cm. Cada muestra estuvo constituida por 10 submuestras, para cada profundidad, a partir de lo cual se extrajo una alícuota para análisis de fertilidad: N mineral, P-Olsen, K intercambio (acetato de amonio), % M.O., pH y conductividad eléctrica.

**Muestreos en la planta**

**a) Raíces**

En cada sitio se tomaron 5 muestras separadas de raíces extraídas de una perforación de aproximadamente 40 x 40 x 30, vecina a la planta, descartándose las raíces de diámetro mayor a 8 mm. Las plantas fueron elegidas al azar en el cuartel o sector donde se efectuó la identificación de las plantas. Las muestras fueron colectadas mensualmente, iniciándose en el invierno de 1993 hasta el período de postcosecha de 1996. Las raíces una vez colectadas y envasadas, fueron introducidas en cajas con hielo hasta la llegada al laboratorio, donde de inmediato o al otro día se lavaron con agua destilada, se secaron a 42°C por 48 horas, se molieron y tamizaron a 60 mesh.

Los análisis efectuados fueron: a) N total de acuerdo al método Kjeldahl; b) los minerales -P, K, Ca y Mg- fueron determinados a partir de muestras calcinadas, seguidas de una digestión ácida, filtradas y diluidas. Ca y Mg se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, K por emisión y P por colorimetría; c) Arginina, de acuerdo a la metodología de Gilboe y Williams (1956), con las modificaciones indicadas por Taylor y Van den Ende (1969); d) aminoácidos totales (aaT) por el método de la ninhidrina (Moore y Stein, 1954); e) azúcares reductores de acuerdo a Park y Johnson (1949); f) sacarosa, de acuerdo a la metodología de Roe (1934) eliminándose previamente la fructosa libre por tratamiento con álcali en caliente (Cardoni *et al.*, 1955); g) almidón, mediante el método anthrona-sulfúrico, de acuerdo a Mc Cready *et al.* (1950).

**b) Sarmientos y brotes**

Se colectaron muestras mensuales de sarmientos entre junio y septiembre, y de brotes a partir de 20-40 cm hasta el mes de marzo, durante tres años (1993-1995). En ambos casos el material analizado correspondió al sector medio del sarmiento o brote incluyéndose las hojas en este último. Las determinaciones químicas son las mismas señaladas para raíces, y se consideraron tres repeticiones en cada sitio y fecha de muestreo.

**c) Raquis y bayas**

En la temporada 1994 se efectuaron determinaciones de nutrientes minerales en los raquis y bayas de cada uno de los sitios experimentales, considerándose para estos efectos las plantas marcadas en cada lugar.

**d) Análisis en pecíolos**

Durante las temporadas 1993 y 1994 se colectaron muestras de pecíolos en plena flor, en base al pecíolo de la hoja opuesta al racimo. Las muestras consideraron 3 repeticiones y fueron

tomadas en el cuartel donde se encontraban las plantas marcadas. Los análisis considerados fueron; nitratos (electrodo específico), P por colorimetría, K por fotometría de emisión y Ca y Mg por absorción atómica.

### **Determinación de la producción y calidad**

Para efectos de cuantificar la cosecha se pesó el total de kg acumulados en cada floreo, en cada una de las 5 plantas marcadas en cada sitio. A la vez en cada cosecha se separó y pesó los racimos eventualmente exportables. Para la determinación del diámetro de bayas se colectaron al azar 2 racimos por planta, se desgranaron, y luego se tomaron 100 bayas para determinación del diámetro por medio de un pie de metro generándose un dato promedio por planta.

## **RESULTADOS**

### **a) Fertilidad y propiedades físicas del suelo**

Las características del perfil de suelo y del tipo y cantidad de raíces (vía apreciación visual) en cada uno de los sitios experimentales se presenta en el Cuadro 3.

Se aprecian diferencias importantes entre los suelos. De hecho el suelo en Pudahuel y Chada presenta características de vertisoles, el suelo en Polonia es un alfisol y los suelos de las localidades Placilla y Pocuro son mollisoles. En el detalle de lo observado en el perfil destacan por las favorables características físicas, Chada y Pudahuel, y en cambio Placilla muestra un subsuelo (25-58 cm) compactado y con pocas o nulas raíces finas absorbentes. Destaca el perfil en Pudahuel que muestra continuidad de raíces finas y medias incluso hasta 90 cm.

La fertilidad química de los suelos se presenta en el Cuadro 4. Destacan la extraordinaria riqueza en P y K del perfil completo en Pudahuel. Cabe señalar que este suelo ha sido regado por al menos 100 años con aguas servidas previamente a la implantación del parronal. Por otra

parte Chada mantiene niveles de alta fertilidad en P y sostenida en K hasta 1 m.

### **b) Vigor vegetativo, productividad y calidad de la fruta**

El vigor vegetativo medido a través del peso de poda alcanzado año a año se presenta en la Figura 1. Se aprecia que Chada, con un vigor visual extraordinariamente alto, indicó consistentemente en las tres temporadas los mayores pesos de poda, entre 10 y 16 kg de materia seca por planta, lo cual equivale a valores entre 20 y 30 kg en verde. Valores altos también se midieron en Pudahuel; en cambio muy bajos en Placilla. Polonia y San Rafael tuvieron valores intermedios. En general se aprecia que los valores de peso de poda coinciden bien con la apreciación visual previa al inicio de los experimentos.

La productividad y calidad de fruta, última evaluada en términos de la cantidad de fruta que alcanza calidad exportable (racimos de más de 600 g, con bayas sobre 16 mm y de color verde), se indica en el Cuadro 5.

En términos de número de racimos destacan la localidad de Pudahuel, parronal en el que se dejan después del raleo, entre 60 y 71 racimos por planta, y la localidad de Chada con un bajo número de racimos por planta (entre 15 y 20). Cabe señalar que en esta localidad el bajo número de racimos no obedece a raleo sino al bajo número de racimos naturalmente formados. Placilla es un caso aparte, pues se deja normalmente entre 30 y 47 racimos, pero con producciones relativamente bajas, debido al pequeño tamaño que alcanzaron los racimos y a los bajos calibres de las bayas. Desde el punto de vista calidad, en este parrón la producción exportable es muy baja o incluso nula en 1994, en que se destinó a pasas debido a bajos calibres y amarillamiento de las bayas. Contrasta con ésta la localidad de Pudahuel, en la cual se obtienen producciones brutas y exportables extraordinariamente altas y en forma sostenida. Situación también extrema se da en Chada, localidad en la cual las produc-

**Cuadro 3. Características morfológicas y físicas del perfil de suelo en cada sitio experimental (observaciones en el mes de diciembre de 1993)****Table 3. Morphological and physical characteristics of the soil profile in each experimental site (observations in the month of December, 1993)**

Localidad y clasificación suelo	Profundidad (cm)	Textura <sup>1</sup>	Estructura	Raíces <sup>2</sup>	Densidad aparente (g cm <sup>-3</sup> )
<b>Pudahuel</b>					
Clayey, mixed, thermic Vertic Xerochrepts	0-25	FAL	Bloques angulares finos	F y M: abundantes G: escasos	1,58
	25-67	FA	Bloques angulares medios y finos	F: comunes	1,62
	67-90	FAa	Bloques subangulares finos	M: abundantes F y M: comunes	1,52
<b>San Rafael</b>					
Loamy mixed thermic Mollic Fulv aquent	0-25	F	Bloques subangulares finos	F y M: comunes	1,49
	25-50	FA	Bloques angulares medios	F y M: comunes G: escasos	1,54
	50-90	FAa	Bloques subangulares finos	M y G: comunes	1,50
<b>Placilla</b>					
Loamy mixed thermic Mollic Fulv aquent	0-25	F	Bloques subangulares finos	F y M: comunes	1,50
	25-58	FL	Masivo, rompe a bloques angulares	M y G: comunes	1,55
	58-90	FAa	Bloques subangulares finos	M y G: comunes	1,46
<b>Chada</b>					
Fine loamy mixed, thermic, Vertic Xerochrept	0-32	FAL	Bloques angulares finos	F: abundantes	1,59
	32-70	FL	Bloques angulares finos	F y M: abundantes	1,55
	70-115	FAa	Bloques subangulares medios	M y G: comunes	1,51
<b>Polonia</b>					
Fine mixed, thermic, typic Ochraqualfs	0-20	F	Bloques subangulares finos	F: abundantes	1,52
	20-50	FA	Bloques subangulares finos y medios	F y M: comunes	1,55
	50-70	A	Masivo, rompe a bloques angulares	G: escasos	1,61

<sup>1</sup>A: arcilloso; FAL: franco arcillo limoso; FA: franco arcilloso; FAa: franco arcillo arenoso.

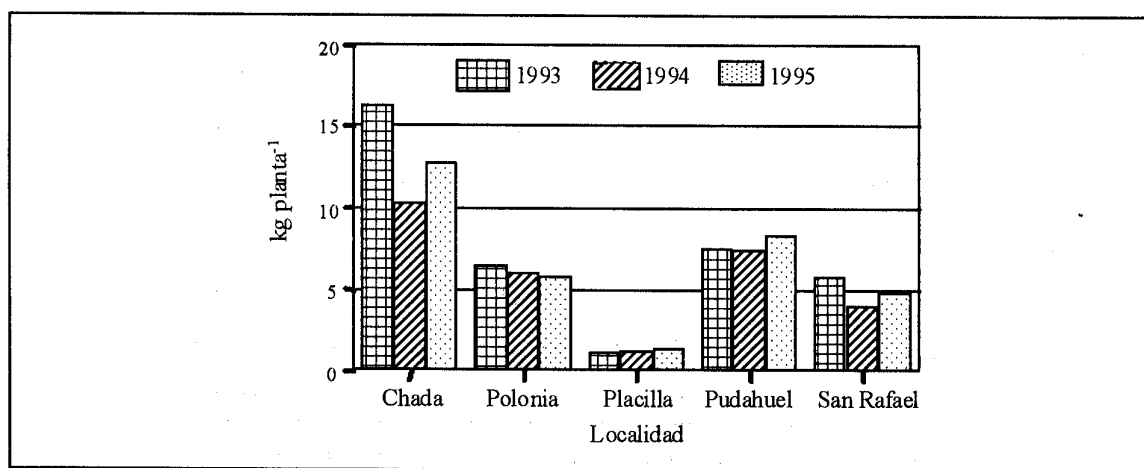
<sup>2</sup>F: finas; M: medias; G: gruesas.

**Cuadro 4. Características de fertilidad del perfil de suelo de los sitios experimentales****Table 4. Fertility characteristics of the soil profile in the experimental sites**

Localidad	Profundidad (cm)	pH	M.O. (%)	C.E. (mmhos cm <sup>-1</sup> )	Índices (mg kg <sup>-1</sup> )		
					N mineral	P (olsen)	K (intercambio)
Pudahuel	0-20	6,8	4,3	1,4	36	83	834
	20-40	6,9	3,3	1,4	27	67	895
	40-60	7,1	1,9	1,3	18	45	834
	60-80	7,1	1,4	1,1	10	28	620
	80-100	7,2	1,2	1,0	7	19	377
San Rafael	0-20	7,5	3,3	0,8	24	16	218
	20-40	7,4	2,8	0,8	20	7	169
	40-60	7,3	2,5	0,8	19	5	154
	60-80	7,2	2,3	0,8	21	4	148
Placilla	0-20	7,1	3,2	0,6	23	13	205
	20-40	7,2	3,0	0,7	12	6	120
	40-60	7,1	2,5	0,9	11	3	96
	60-80	7,0	2,8	0,5	8	3	96
Chada	0-20	6,1	2,9	0,4	24	18	181
	20-40	6,3	2,7	0,5	26	18	175
	40-60	6,5	1,7	0,4	18	15	135
	60-80	6,5	1,5	0,4	17	23	144
	80-100	6,6	1,7	0,4	11	16	126
Polonia	0-20	5,6	4,4	0,4	21	9	144
	20-40	5,7	2,9	0,4	12	8	184
	40-60	5,6	2,6	0,3	8	5	254
	60-80	5,9	1,3	0,5	7	11	175

M.O.: materia orgánica.

C.E.: conductividad eléctrica.

Figura 1. Peso de poda en diferentes parronales de la zona central de Chile (kg MS planta<sup>-1</sup>).Figure 1. Pruning weight in different vineyards of the central zone of Chile (kg DM plant<sup>-1</sup>).

**Cuadro 5. Elementos de producción y estimación de la calidad de fruta en los sitios experimentales en tres temporadas de análisis****Table 5. Production data and estimation of fruit quality in the experimental sites for the three seasons of analysis**

Localidad	Nº racimos	Peso racimo (g)	Diám. bayas (mm)	Prod. bruta (t ha <sup>-1</sup> )	Prod. export. (t ha <sup>-1</sup> )
<b>Año 1993</b>					
Chada	17 ± 5	-	-	-	-
Polonia	31 ± 4	722 ± 70	17,2 ± 0,1	13,9	12,8
Placilla	41 ± 5	522 ± 80	15,0 ± 0,2	13,4	6,5
Pudahuel	71 ± 7	842 ± 72	17,3 ± 0,1	38,1	33,5
Stefania	35 ± 7	693 ± 42	16,9 ± 0,3	15,0	14,1
<b>Año 1994</b>					
Chada	20 ± 6	690 ± 46	16,5 ± 0,1	8,6	8,3
Polonia	29 ± 6	693 ± 54	17,1 ± 0,1	12,2	11,4
Placilla	47 ± 9	542 ± 72	15,3 ± 0,1	15,9	- <sup>1</sup>
Pudahuel	65 ± 6	725 ± 84	16,8 ± 0,1	29,7	26,1
Stefania	32 ± 10	697 ± 39	17,2 ± 0,1	14,1	13,6
<b>Año 1995</b>					
Chada	15 ± 3	770 ± 42	18,1 ± 0,2	7,4	7,0
Polonia	40 ± 12	906 ± 59	17,4 ± 0,4	22,3	20,3
Placilla	30 ± 6	541 ± 36	15,8 ± 0,1	10,0	5,2
Pudahuel	60 ± 7	933 ± 59	17,2 ± 0,3	35,1	30,9
Stefania	40 ± 13	678 ± 61	16,3 ± 0,2	16,7	15,4

<sup>1</sup>Producción destinada a pasas.

ciones son bajas a pesar del gran vigor vegetativo. Situación de buena producción pero dentro de lo considerado normal se dan en las localidades de Polonia y San Rafael.

### c) Extracción de nutrientes

Las diferencias en productividad y peso de poda llevan a notorias diferencias en el total de nutrientes extraídos en cada parronal. Para la comparación se ha elegido el año 1994, ya que en él se cuenta además de la información de la extracción por la fruta y por la poda anual, con el dato del peso seco de hojas de las 5 plantas bajo seguimiento, lo cual permite completar el dato de extracción o consumo anual por la parte aérea.

En el Cuadro 6 se presenta el peso seco medido para cada componente y localidad durante el año 1994. Se observa que los pesos de poda y la materia seca de la fruta difieren extraordinariamente entre los parrones, en especial al comparar Chada con Placilla. Los pesos de poda siguen a los de hojas, pero se atenúa la diferencia al comparar los casos extremos, Chada y Placilla.

El dato de extracción de nutrientes, obtenido en base al peso seco anterior y la concentración nutricional de cada componente y para el total se presenta en el Cuadro 7.

La extracción total de N incluyendo hojas llega a valores comparativamente muy altos en Chada

**Cuadro 6. Peso seco de los componentes aéreos de las plantas en los cinco sitios experimentales (kg MS ha<sup>-1</sup>)<sup>1</sup>**

**Table 6. Dry weight of the above ground components of the plants in the five experimental sites**

Localidad	Poda	Bayas	Raquis	Hojas
Chada	10.350	1.878	41	3.985
Polonia	6.100	2.782	174	1.842
Placilla	1.200	4.039	142	1.079
Pudahuel	7.400	6.920	196	3.111
San Rafael	3.900	3.314	156	2.176

<sup>1</sup>Cada valor corresponde al promedio de las 5 plantas bajo seguimiento.

y Pudahuel, intermedios en Polonia y San Rafael, y bajos en Placilla. En cuanto al fósforo la situación comparativa de los parrones es muy parecida al N; extracciones muy superiores en Chada y Pudahuel y muy bajas en Placilla. El grueso del N y del P se encuentra en la parte vegetativa (poda, hojas), contribuyendo en menor grado los racimos.

En cuanto al potasio destacan los altos valores totales de extracción en Chada y Pudahuel, y los bajos valores en Placilla. Cabe destacar que la contribución de los racimos a este total es muy significativa, excepto en Chada donde este componente es de bajo aporte al total; sólo un 15%, en comparación a Pudahuel (70%). Un valor incluso superior a Pudahuel se determinó en Placilla (74%).

La extracción total de calcio es superior en Chada debido a la mayor biomasa vegetativa, que concentra el grueso del calcio. En general, las cifras indican que en todos los parrones muy poco calcio fluye a los racimos (alrededor de un 3% del total). En términos de la concentración de calcio destacan los menores niveles ( $P \leq 0,05$ ) en bayas

y raquis de la localidad de Pudahuel. Estos menores niveles van aparejados con menores niveles también en la parte vegetativa.

#### d) Análisis en pecíolos

En el Cuadro 8 se presentan los valores promedio obtenidos en pecíolos durante el período de plena flor en las 5 localidades, en las dos temporadas.

Con excepción del potasio, el resto de los elementos analizados se encuentra dentro del rango considerado adecuado (Christensen *et al.*, 1982) en todos los parrones en ambas temporadas. El nivel de potasio se considera bajo (menos de 1,5%) en Polonia y San Rafael en ambas temporadas y en especial en Placilla, aun cuando en esta última localidad el nivel no desciende bajo el 10%, considerado francamente deficiente. Estos bajos niveles de K aparecen refrendados por síntomas leves atribuibles a déficit de K en Polonia y San Rafael, mientras en Placilla, dentro de este mismo rango, se apreciaron síntomas severos con fuerte clorosis y necrosis marginal en las hojas.

El nivel de nitratos de todos los parrones se encuentra en el rango adecuado, de acuerdo a las fuentes antes citadas, y solo se diferenció en la localidad de Pudahuel en 1993. En la siguiente temporada ninguno de los parrones mostró diferencias significativas. Cabe señalar el alto coeficiente de variación medido en esta determinación en ambas temporadas.

En cuanto al P, a pesar de encontrarse en todos los parrones en el rango adecuado, se presentan diferencias; Chada y Pudahuel mantienen niveles de P considerablemente más altos que el resto, en ambas temporadas. En cuanto al calcio, Pudahuel indica menores niveles en 1994, mientras que Polonia presenta una tendencia a menores niveles de magnesio.



**Cuadro 7. Composición nutricional de componentes de la parte aérea y consumo de nutrientes y extracción total en 5 localidades de la Zona Central del país****Table 7. Nutritional composition of the above ground components and nutrient consumption and total extraction in 5 locations of the Central Zone**

Localidad	Concentración (%)					Extracción (kg ha <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
<b>A. Bayas</b>										
Chada	0,66	0,11	0,89	0,07	0,04	12,4	2,1	16,7	1,3	0,8
Polonia	0,52	0,09	0,87	0,04	0,03	14,5	2,5	24,2	1,1	0,8
Placilla	0,53	0,11	0,84	0,07	0,03	21,4	4,4	33,9	2,8	1,2
Pudahuel	0,72	0,12	1,04	0,03	0,03	49,8	8,3	72,0	2,1	2,1
San Rafael	0,64	0,10	0,89	0,06	0,03	21,2	3,3	29,5	2,0	1,0
<b>B. Raquis</b>										
Chada	1,11	0,19	2,05	1,48	0,16	0,5	0,1	0,8	0,6	0,1
Polonia	0,61	0,19	1,70	0,52	0,05	1,1	0,3	3,0	0,9	0,1
Placilla	0,55	0,10	1,19	0,88	0,04	0,8	0,1	1,7	1,3	0,1
Pudahuel	1,84	0,20	2,09	0,44	0,02	3,6	0,4	4,1	0,9	0,0
San Rafael	0,57	0,10	1,62	0,52	0,08	0,9	0,2	1,0	0,8	0,1
<b>C. Poda</b>										
Chada	0,74	0,12	0,59	0,62	0,09	76,6	12,2	61,5	64,2	9,3
Polonia	0,66	0,10	0,56	0,50	0,09	40,3	5,9	34,3	30,5	5,5
Placilla	0,66	0,13	0,51	0,68	0,09	7,9	1,6	6,2	8,2	1,1
Pudahuel	0,86	0,12	0,52	0,46	0,09	63,6	9,2	38,8	34,0	6,7
San Rafael	0,78	0,10	0,56	0,52	0,08	30,4	3,7	21,9	20,3	3,1
<b>D. Hojas</b>										
Chada	1,58	0,18	0,99	2,93	0,38	63,0	7,2	39,5	116,8	15,1
Polonia	1,46	0,16	0,98	2,39	0,37	17,8	1,9	11,9	29,1	4,5
Placilla	1,51	0,13	0,54	3,08	0,38	16,3	1,4	5,8	33,2	4,1
Pudahuel	1,81	0,19	1,08	2,31	0,36	56,3	5,9	33,6	71,9	11,2
San Rafael	1,48	0,17	0,88	2,49	0,36	32,2	3,7	19,1	54,2	7,8
<b>E. Extracción total</b>										
	Extracción (kg ha <sup>-1</sup> )									
	N	P	K	Ca	Mg					
Chada	152,4	21,5	118,5	182,9	25,3					
Polonia	73,5	10,6	73,4	61,6	10,9					
Placilla	46,4	7,6	47,6	45,5	6,4					
Pudahuel	173,4	17,9	114,8	108,8	20,0					
San Rafael	84,7	10,9	71,4	77,3	12,1					

**Cuadro 8. Concentración de nutrientes en pecíolos en plena flor en 5 parronales de la zona Central del país, durante 2 temporadas**

**Table 8. Nutrient concentration in petioles in full bloom in 5 grapevines of the Central Zone of the country, during 2 seasons**

Nutriente	Chada	Polonia	Placilla	Pudahuel	San Rafael	C.V. (%) <sup>1</sup>
<b>1993</b>						
N-NO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	710b	778b	643b	1.810a	613b	42,9
P (%)	0,29a	0,19b	0,15c	0,28a	0,17bc	9,2
K (%)	1,87a	1,19c	1,05d	1,55b	1,40c	6,5
Ca (%)	1,86a	1,63a	1,88a	1,66a	1,56a	13,0
Mg (%)	0,35a	0,27b	0,35a	0,31ab	0,30ab	11,6
<b>1994</b>						
N-NO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	1.186a	723a	1.314a	1.179a	1.060a	40,5
P (%)	0,27a	0,18bc	0,15c	0,32a	0,21b	13,2
K (%)	2,06a	1,37bc	1,11d	1,62b	1,45c	7,6
Ca (%)	2,21a	1,56b	1,93a	1,37b	2,02a	8,2
Mg (%)	0,34a	0,25b	0,27ab	0,29ab	0,27ab	13,7

<sup>1</sup>CV = coeficiente de variación.

Nota: Promedios seguidos de la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo a Duncan con un 5% de protección.

## DISCUSIÓN

### Suelos

Los perfiles de suelos de las localidades Chada y Pudahuel presentaron mayores niveles de fertilidad en fósforo y potasio. Indirectamente, además, se deducen mejores propiedades físicas para el desarrollo de raíces en estas localidades. Por el contrario, el parrón de menor vigor y productividad presenta baja fertilidad en P y K en el perfil, y pobre desarrollo radicular, asociado a subsuelo compactado. Es decir, una buena fertilidad P-K en todo el perfil explorable por las raíces unido a buenas propiedades físicas, parecen ser una garantía para una buena productividad sostenida. En el extremo, el caso del parrón en Pudahuel representa un óptimo absoluto de alta productividad combinada a alto vigor.

Al parecer las buenas propiedades físicas y el sistema radicular asociado tienen que ver con las características de vertisoles de los suelos en Chada y Pudahuel.

### Extracción de nutrientes

Tal como se podía prever desde antes del inicio de los experimentos, los parronales que se desarrollan en cada sitio muestran grandes diferencias en el vigor vegetativo, estimado a través de peso de poda y productividad. Asociado a estas diferencias, la extracción de nutrientes difiere entre los parrones en un orden de magnitud de 3 a 4 veces al comparar el parrón más débil (Placilla) vs el más vigoroso (Chada). Sin embargo, esta última comparación entre parrones extremos favorece a Placilla en términos de productividad bruta, lo que estaría comprobando que el vigor vegetativo extremo atenta contra la productividad de la vid, tal como lo han indicado otros investigadores (Conradie, 1987; Mullins, 1992). Los valores de extracción total de N y K por la parte aérea en Polonia y San Rafael, son similares a los indicados para Thompson Seedless en California y Australia (Alexander, 1958; Williams, 1987, Williams *et al.*, 1987) y también en el país, por Ruiz y Massa (1991). Sin embargo, en Placilla la extracción es muy inferior; 46,4 y 47,6 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Estos últimos valores son semejantes a los señalados por Silva y Rodríguez (1995) para rendimientos del orden de 15 t ha<sup>-1</sup>; sin embargo, nuestros datos de extracción para producciones altas (Pudahuel 30 t ha<sup>-1</sup>) son mayores a las estimadas por estos autores. La diferencia ocurre en los componentes hojas y podas.

Estas diferencias se deben más a los bajos valores alcanzados por la biomasa vegetativa (poda, hojas) que a la concentración nutricional. Los pocos estudios de terreno en los cuales se ha medido la biomasa aérea y la radicular ponen de manifiesto una relación directa entre ambas, con probable regulación hormonal desde la raíz (Buttrose and Mullins, 1968); cualquier restricción del crecimiento de raíces incide en menor crecimiento de la parte aérea, situación que se daría en Placilla; el estudio morfológico del perfil indicó escasez de raíces finas asociada a compactación subsuperficial. El pobre crecimiento radicular explicaría a su vez el bajo vigor y la mala calidad de fruta.

Valores de extracción muy superiores a las referenciales del extranjero y nacionales se midieron en Pudahuel; 173 kg N y 115 kg de K, cifras que se explican por el alto vigor asociado a altísimas producciones alcanzadas en este parrón. Chada presentó también muy altas extracciones de N-K, pero con baja contribución de la fruta, y extraordinariamente alta de la parte vegetativa. Podría especularse que la enorme biomasa vegetativa de Chada sería consecuencia de señales hormonales desde las raíces, ya que la concentración de minerales no difiere substancialmente a la de Pudahuel.

### **Análisis de tejidos**

Los análisis foliares convencionales (de pecíolos en plena flor) se muestran, en general, poco sensibles para indicar las grandes diferencias observadas entre parrones. Se exceptúa el K, el cual aparece en el rango definido como "bajo" en Polonia, San Rafael y Placilla. De estos, Po-

lonia y Placilla aplican fertilizantes potásicos y San Rafael, no. El valor más bajo se detectó en Placilla, pero no dentro del rango francamente deficitario como cabría esperar de los severos síntomas de déficit de potasio observados visualmente. Es muy probable que estos síntomas se deban, además del déficit de K a la toxicidad de putrescina. De hecho, en análisis efectuado en una muestra compuesta de dicha localidad indicó 12.500 n moles putrescina g<sup>-1</sup>, lo cual sería una concentración tóxica en hojas, de acuerdo a información nacional (Ruiz y Moyano, 1992).

Los niveles de K del parrón en Pudahuel son, por lo general, mayores a otros parrones, exceptuando Chada, lo cual puede deberse a que este último tiene un bajo consumo por el elemento. Llama la atención el alto porcentaje de K que se destina a la fruta en Placilla, lo cual tiene repercusión en las reservas de carbohidratos, como se discutirá más adelante.

El fósforo, a pesar de encontrarse en el rango adecuado en todos los parrones de acuerdo a los estándares californianos, fue notoriamente más alto en Chada y Pudahuel. Esta mayor nutrición fosfórica estaría vinculada a los mayores niveles de P del perfil y a la mayor cantidad y calidad de raíces.

### **Azúcares solubles**

Ni los azúcares reductores ni sacarosa muestran tendencias cíclicas claras de variación en sarmientos o en raíces. Los niveles de sacarosa muestran niveles bastante parejos durante el ciclo anual con valores entre 1 y 2%, bastante menores a los de los azúcares reductores, que variaron entre 1 y 8% del peso seco. Estos últimos muestran variaciones de difícil interpretación bajo las condiciones de este experimento. Debe considerarse además, que existe una variabilidad intrínseca al diseño experimental, en el cual las plantas muestreadas en cada oportunidad variaron en el cuartel.

### Carbohidratos de reserva

En el caso de los carbohidratos de reserva, se apreció una variabilidad consistente (durante el año) tanto en los niveles en raíces como en los sarmientos y brotes (Figuras 2 y 3, respectivamente). Por otra parte, se advierten grandes diferencias entre parrones.

La concentración de almidón (amilosa más amilopetina) es muy superior en las raíces respecto de los sarmientos, en especial en el receso invernal, indicando que se trata de un sumidero estratégico de importancia como ya ha sido señalado por otros investigadores (Winkler y Williams, 1945). Esto es comprensible si se piensa que la raíz es un órgano heterotrófico respecto a la nutrición de carbohidratos y que además tiene estructuras especializadas para acumular almidón, tales como los rayos medulares (Mullins *et al.*, 1992).

La acumulación de almidón en raíces de parrones de la Zona Central de Chile comienza muy temprano en la estación, hacia fines de diciembre y enero, intensificándose la tasa de acumulación en febrero y marzo, alcanzando los máximos absolutos entre junio y septiembre. A pesar de la variabilidad, existe una tendencia predominante al decrecimiento de los niveles entre mayo y septiembre. Este descenso estaría explicado por el consumo de carbohidratos en la respiración radicular del período (Winkler y Williams, 1945).

Un descenso brusco del nivel de carbohidratos de reserva en la raíz ocurre luego de iniciado el crecimiento primaveral corriente (brotes de unos 20 cm), el que se acentúa hasta alcanzar mínimos en diciembre. Cabe pensar que el grueso del descenso se explica por el crecimiento vegetativo inicial y tal vez el crecimiento radicular, que alcanza máximos alrededor de plena flor

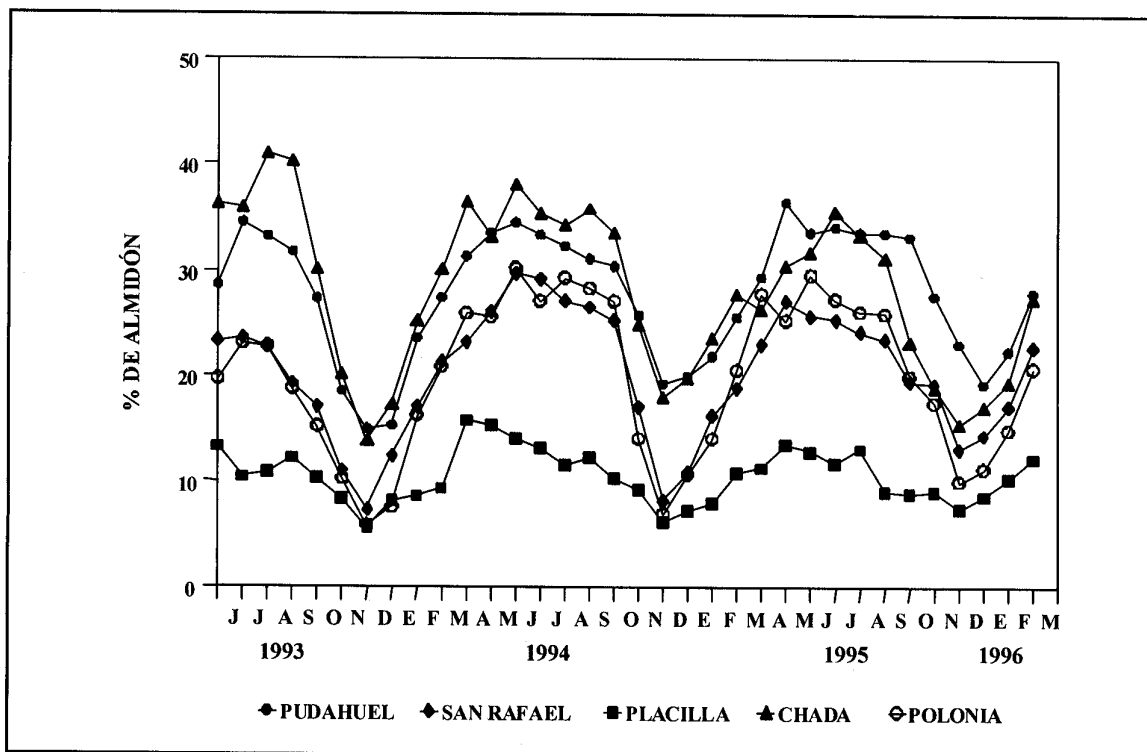


Figura 2. Variación estacional de concentración de almidón en raíces de vides en cinco localidades.  
Figure 2. Seasonal variation of starch concentration in vine roots in five locations.

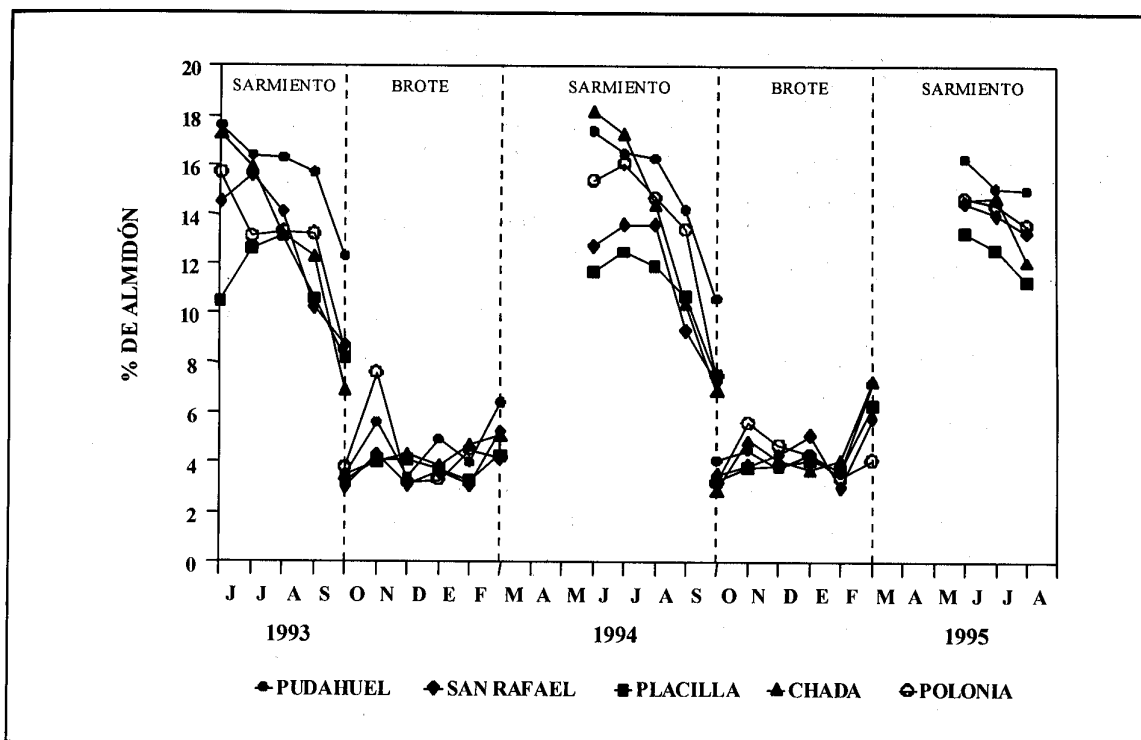


Figura 3. Variación estacional de almidones en sarmientos y brotes de vides en cinco localidades.  
Figure 3. Seasonal variation of starch in canes and shoots of vines in five locations.

(noviembre). Algo similar ocurre en los sarmientos (Figura 3), los cuales a partir de la brotación movilizan carbohidratos hacia los brotes nuevos en crecimiento. Los resultados obtenidos son, en líneas generales, similares a los obtenidos por Winkler y Williams (1945), sólo que bajo nuestras condiciones la acumulación de reservas en las raíces se inicia más temprano; fines de diciembre, enero vs febrero en el trabajo antes citado. En parte puede deberse a que la cepa utilizada fue de tipo vinífero (Carignan).

Los niveles más altos de carbohidratos de reserva se presentaron durante el receso en Chada en las temporadas 1993 y 1994, alcanzando niveles cercanos al 40% base peso seco. Los valores en Pudahuel para esas mismas fechas fueron algo inferiores, del orden del 33%. Valores inferiores al 15% fueron característicos en Placilla en las 3 temporadas analizadas, mientras los parrones de productividad y vigor "normal" (San Rafael,

Polonia) indican valores intermedios, entre 15 y 25%.

Claramente entonces, este indicador está revelando la situación detrimental de Placilla, y al contrario, la extraordinaria productividad sostenida en Pudahuel y/o el vigor vegetativo en Chada. Los resultados obtenidos abren una ruta promisoriosa para el monitoreo nutricional de parrones, en términos de sus reservas de carbohidratos en relación a la sustentabilidad futura.

Los resultados obtenidos permiten inferir que entre la postcuaaja (diciembre) y la cosecha se produce una fuerte competencia por asimilados, entre la raíz y la demanda del proceso de fructificación. Por otra parte, nuestros datos indican que hasta un 70% del K se encuentra en el racimo (Cuadro 7) al momento de madurez y la competencia por carbohidratos implica indirectamente al K, ya que cualquier incremento de

almidón en tejidos heterotróficos se hace vía sacarosa que es el azúcar de transporte en vides (Mullins *et al.*, 1992). El transporte de sacarosa implica consumo de K de acuerdo al modelo de Malek y Baker (1977) y Lang (1983). Este potasio se sustrae del que eventualmente está siendo dirigido al fruto, y por lo tanto la competencia en este período no es sólo por carbohidratos sino también por K.

Es preciso considerar además dos aspectos en relación a eventos fisiológicos de la vid que indirectamente están vinculados en esta competencia: la inducción de las yemas, que ocurre alrededor de diciembre en la condición nacional, es dependiente del suministro de K como se ha demostrado en California (Christensen, 1975) y en parrones viníferos de Talca (Valenzuela y Ruiz, 1984) y cualquier competencia por este nutriente la puede afectar. En esta misma dirección, Sandoval (1987) observó acumulaciones de almidón en las yemas, y una relación positiva entre su presencia y la viabilidad y fertilidad de las mismas. Por último, también debe considerarse que en este período, más específicamente durante el mes de febrero y marzo, se presenta un segundo peak de crecimiento de raíces, que es preciso sostener mediante un adecuado suministro de carbohidratos. Tanto éste como el peak de noviembre fueron observados en forma cualitativa por el aumento considerable de raicillas de extensión de color blanquecino.

De acuerdo a los considerandos anteriores, tal vez un buen período para evaluar el nivel de reservas sea en la postcosecha. Sin embargo, como se observa en la Figura 2, las diferencias entre parrones disminuye y la variabilidad implícita en el sistema de muestreo (plantas diferentes cada vez) impiden sacar conclusiones claras respecto a posibles valores diagnóstico. Parece, en cambio, más razonable basarse en los valores durante el receso, los cuales en el fondo resumen el estado final de la planta y en especial de las raíces, una vez que los carbohidratos se han redistribuido.

El nitrógeno en raíces, ya sea como N total (Figura 4) o fracciones solubles; arginina (Figura 5) o (aminoácidos totales) (no presentados) muestran una variación consistente en el período del ciclo anual y en el curso de las tres temporadas analizadas. La acumulación se inicia en el mes de marzo y la tasa se incrementa en abril-mayo, alcanzándose los máximos en agosto. Posteriormente, en septiembre, en la brotación corriente los niveles caen notoriamente. Estas curvas de variación estacional son semejantes a las obtenidas por Kliever (1967), y posteriormente por Schaller *et al.* (1989). El descenso es más abrupto en términos de arginina que en N total, comprobándose el hecho ya conocido de que la fracción que se moviliza es la soluble, y principalmente como arginina (Kliever, 1967).

Los parrones se diferencian claramente en términos de la concentración de N total (Figura 4), observándose los mayores valores en Pudahuel. Igual cosa ocurre al considerar arginina (Figura 5), apreciándose los menores valores en Placilla. Sin embargo, al comparar en base al N total se iguala la situación de los parrones en Polonia y Placilla, que son muy diferentes en términos de vigor-productividad. Arginina o aaT, en cambio discriminan más claramente la diferencia entre parrones. Los valores en Placilla fluctuaron en raíces durante el receso entre 1,5 y 2,0% en base a materia seca, mientras en Pudahuel los valores fluctuaron entre 2,5 y 3,0%, más altos que en Chada (2,3-2,5%). En conclusión, arginina y aaT pueden utilizarse como indicadores de reservas nutricionales, planteamiento que ya se propuso hace bastante tiempo atrás (Kliever y Cook, 1971; 1974) en otros tejidos, tales como sarmientos y bayas. Nuestra opinión es que los niveles de arginina son indicativos de la situación nutricional nitrogenada, pero además es una especie de indicador metabólico general de la planta. Debe considerarse la presencia de arginina en alta proporción en todos los tejidos de la vid, incluyendo racimos (Nassar y Kliever, 1966). Nuestros resultados indicarían que niveles de hasta 3% o más de arginina en raíces durante el receso son favorables, y valores bajo

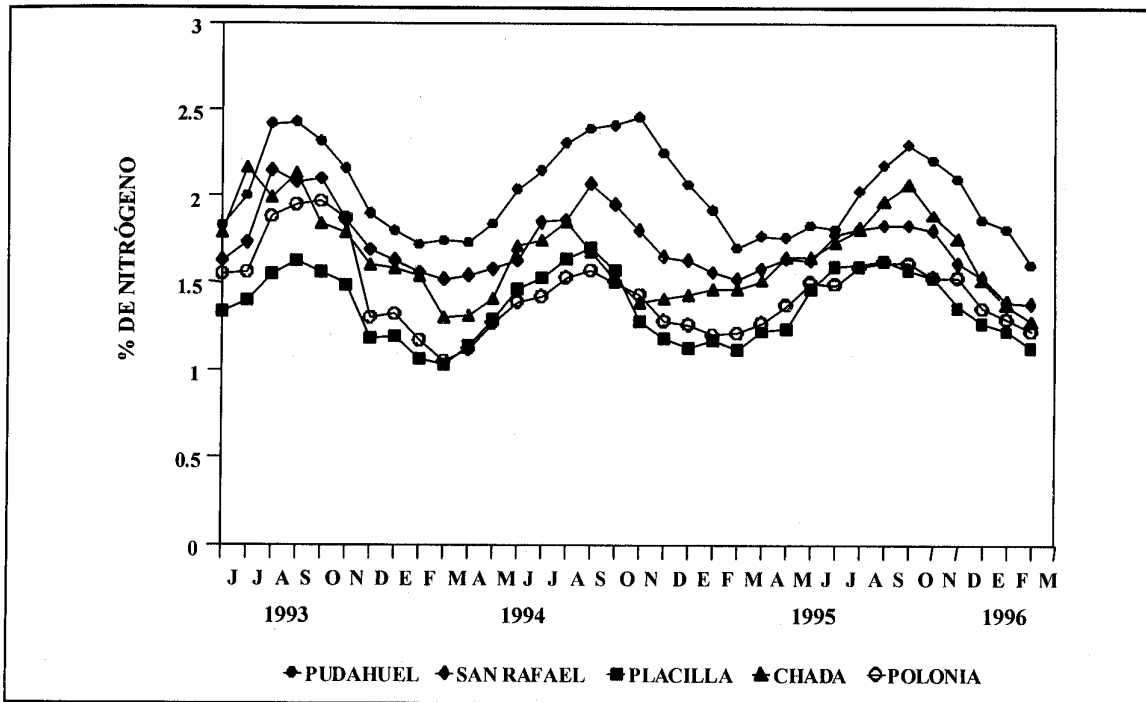


Figura 4. Variación estacional de concentración de nitrógeno en raíces de vides en cinco localidades.  
 Figure 4. Seasonal variation of nitrogen concentration in vine roots in five locations.

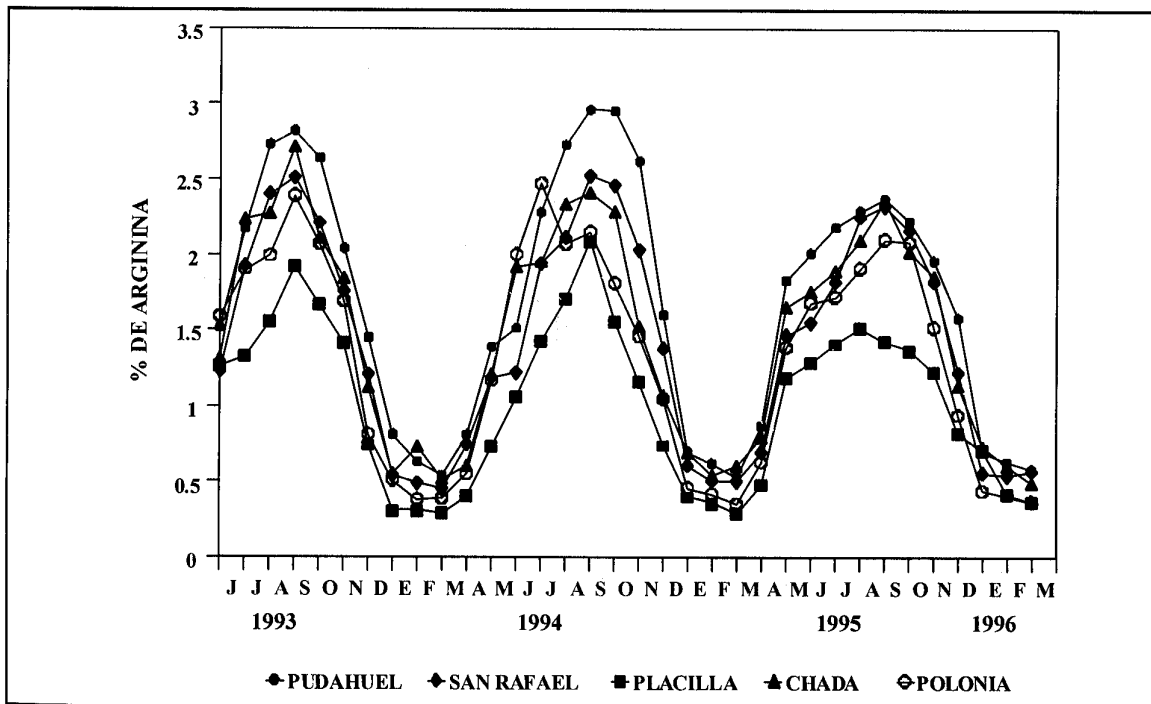


Figura 5. Variación estacional de concentración de arginina en raíces de vides en cinco localidades.  
 Figure 5. Seasonal variation of arginine concentration in vine roots in five locations.

1,5-2,0% son perjudiciales. El exceso de vigor de Chada no aparece relacionado a valores altos de arginina en raíces, sino a valores probablemente altos de reservas de carbohidratos. Los niveles de arginina en sarmientos (Figura 6) también separan los parrones, pero con menor sensibilidad que las raíces. Placilla indicó en los 3 años valores del orden del 0,6-0,7% en receso, mientras Pudahuel presentó valores del orden de 0,9%, superior al valor 0,6% indicado como suficiente por Christensen *et al.* (1982) en California.

La variación estacional del P total en raíces (Figura 7), revela un hecho no evidenciado hasta la fecha, como sería la presencia de alguna forma de P-orgánico de reserva con una dinámica semejante al N; la acumulación en raíces a partir de febrero-marzo son máximos entre julio-septiembre y la disminución (movilización) en la postbrotación. Pudahuel se exceptúa en el

sentido de que sus reservas se movilizan algo más tarde con la brotación avanzada (brotes 40-60 cm), siendo probable que el requerimiento del crecimiento aéreo inicial se logre de las reservas presentes en la parte aérea.

Por otra parte, y dentro del interés principal del trabajo, los niveles de P en raíces difieren marcadamente entre parrones de alta productividad y/o vigor (Pudahuel, Chada), que alcanzan máximos en el receso entre 0,25 y 0,35%, mientras en Placilla el nivel en el receso alcanza valores del orden del 0,15% y con mucha menor variabilidad estacional. San Rafael y Polonia indican valores intermedios.

Los resultados obtenidos en pecíolos, y otros no publicados, estarían indicando que los niveles de P y en especial esta forma de reserva aún no identificada, son estratégicas y de gran relevancia, como lo indican los altos valores alcan-

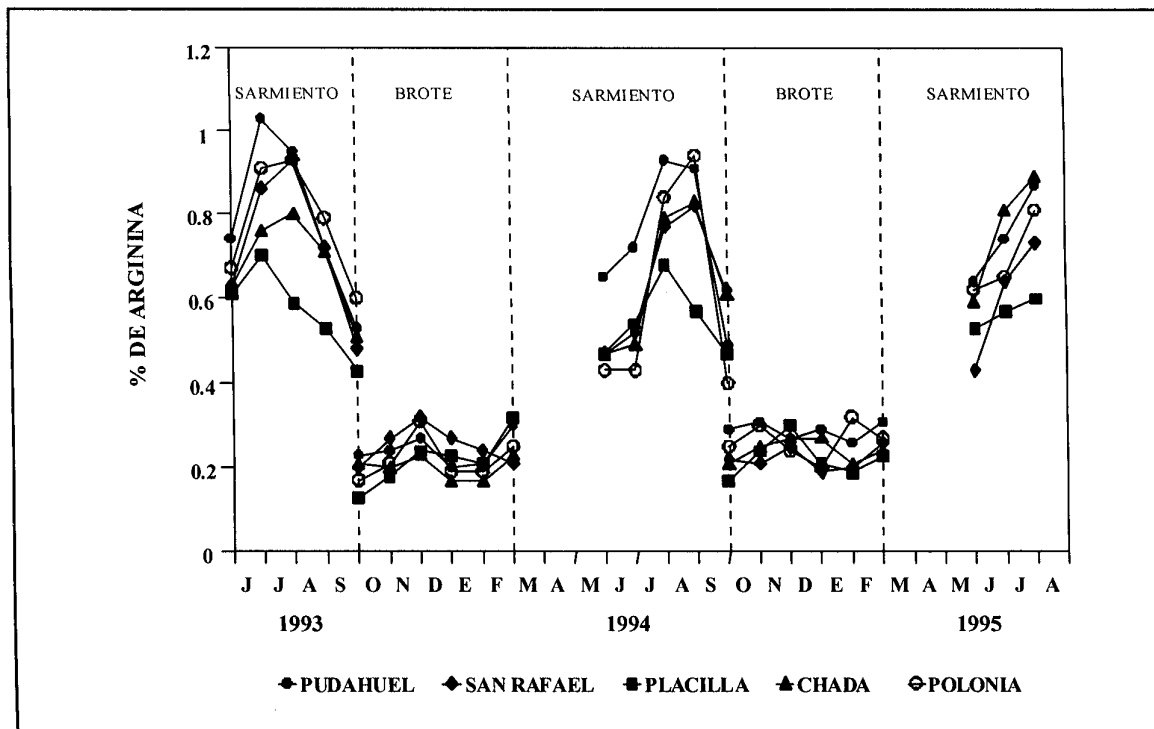


Figura 6. Variación estacional de arginina en sarmientos y brotes de vides en cinco localidades.  
Figure 6. Seasonal variation of arginine in canes and shoots of vines in five locations.



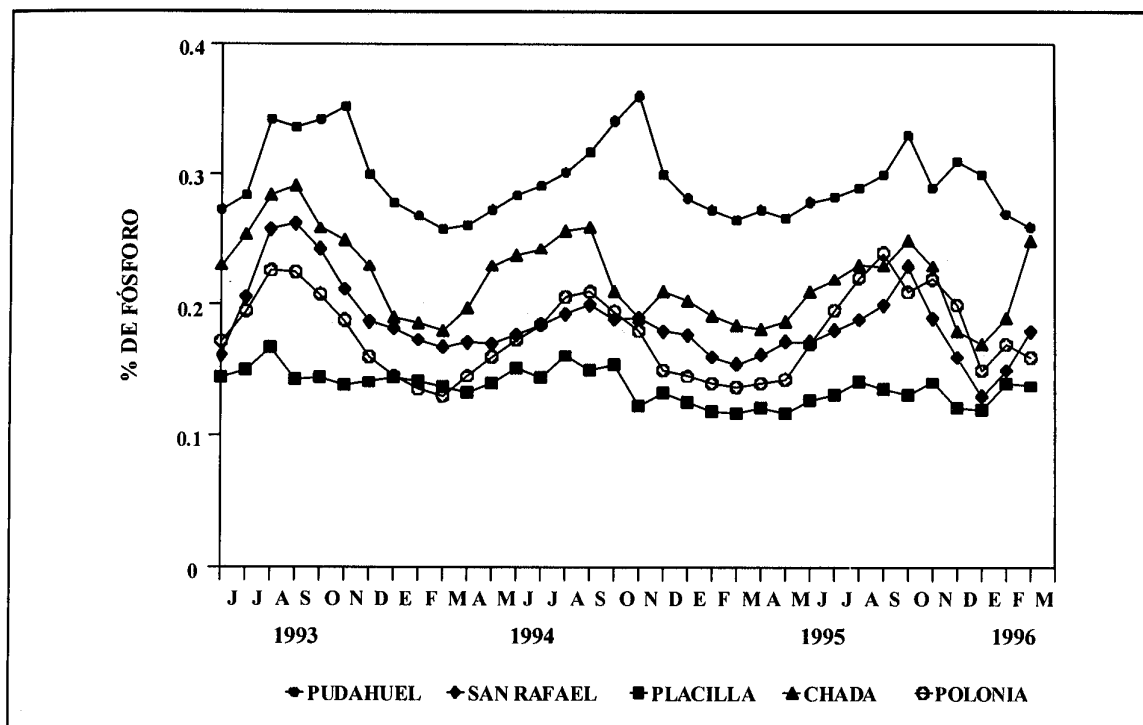


Figura 7. Variación estacional de concentración de fósforo en raíces de vides en cinco localidades.  
Figure 7. Seasonal variation of phosphorus concentration in vine roots in five locations.

zados en Pudahuel. En este sentido debe tenerse en cuenta que el crecimiento de raicillas y su ramificación es altamente dependiente del fósforo (Richards, 1983) y que la mayor cantidad y calidad de raíces se observó en Pudahuel y Chada.

El K no mostró tendencias de variación anual clara en raíces, probablemente debido a que no existen formas específicas de reserva (Figura 8), considerándose una eventual acumulación como ión K en categoría de tal. Esto indicaría que la fuerte acumulación de K en los racimos (70-74% del total) se hace a expensas de redistribución proveniente de la parte aérea, tal como lo indican Williams y Biscay (1991). Al comparar los parrones se observan menores niveles de K en raíces en Placilla, alrededor de 0,35-0,40% en receso, mientras en Chada y Pudahuel los valores van entre 0,45-0,55%.

## CONCLUSIONES

- En parrones de uva de mesa se evidencia una relación entre la fertilidad del perfil de suelo, sus propiedades intrínsecas y la condición nutricional de la planta, en la productividad, vigor y sustentabilidad futura de las mismas.
- La calidad del sistema radicular define en gran medida el desarrollo y vigor de las plantas. Esta calidad del sistema radicular aparece asociada a las características físicas favorables del suelo (asociadas a su vez a la condición de vertisol) y a la fertilidad P-K del perfil.
- El análisis convencional de tejidos (pecíolos en plena flor) fue poco eficiente para discriminar las grandes diferencias entre los parrones, mientras el análisis de las reservas N, P, K y carbohidratos presentes en el sistema radicular durante el período de receso fue más eficiente.

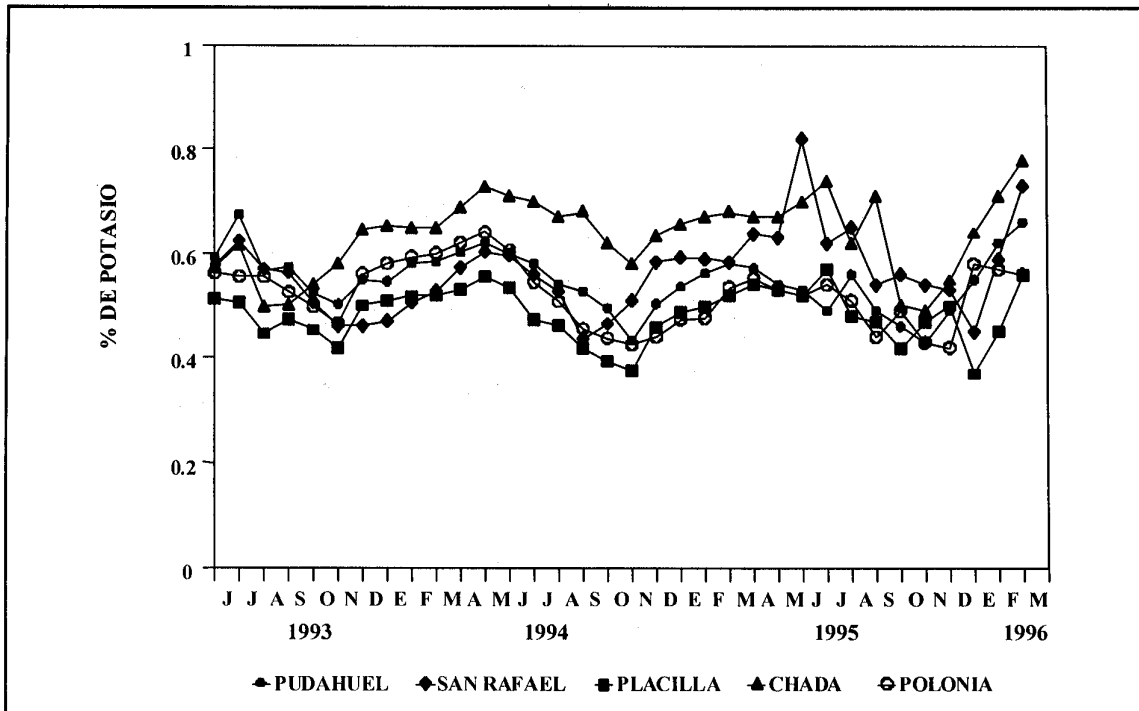


Figura 8. Variación estacional de concentración de potasio en raíces de vides en cinco localidades.  
Figure 8. Seasonal variation of potassium concentration in vine roots in five locations.

## RESUMEN

Se efectuó un estudio comparativo de aspectos nutricionales del suelo y de la planta en 5 parroquiales de uva de mesa cv. Thompson Seedless con un historial muy diferente de productividad y vigor, en el valle central de Chile, durante 4 años. Durante este período se efectuaron análisis nutricionales mensuales, que incluyeron además de N, P y K total, fracciones de N de reserva como arginina y aminoácidos totales y carbohidratos de reserva en la parte aérea (sarmientos y brotes) y en raíces. El análisis al final del período indica relaciones consistentes entre la fertilidad del perfil de suelo, las características físicas intrínsecas del suelo, la calidad del sistema radicular y los niveles nutricionales en raíces y parte aérea con el vigor-productividad de los parrones. El análisis convencional de tejidos (pecíolos en plena flor) fue poco eficiente

para diferenciar los parrones, mientras las reservas de nitrógeno, de carbohidratos, y una eventual forma de "reserva" de P en las raíces durante el receso aparecen relacionadas a la condición de vigor y/o productividad de los parrones. Adicionalmente este estudio permitió establecer las curvas de variación estacional de nutrientes en raíces y en la parte aérea y la extracción de N, P, K, Ca y Mg en una variada gama de situaciones productividad-vigor. Se discute el significado de las curvas de variación estacional de nutrientes obtenidas (incluyendo carbohidratos) con la competencia nutricional interna.

**Palabras claves:** uva de mesa, nutrición, reservas nutricionales, extracción de nutrientes.

## LITERATURA CITADA

- ALEXANDER, D.Mc.E. 1958. Seasonal fluctuation in the nitrogen content of the Sultana vine. *Aust. J. Agric. Res.* 8: 162-178.
- BUTTROSE, M. S. AND MULLINS, M. G. 1968. Proportional reduction in shoot growth of grapevines with root systems maintained at constant relative volumes by repeated pruning. *Austral J. Biol. Sci.* 21: 1095-1101.
- CARDONI, C. E.; LELOIR, L. F. AND CHIRIBOGA, J. 1955. The biosynthesis of sucrose. *J. Biol. Chem.* 214: 149-155.
- CHRISTENSEN, L. P.; KASIMATIS, A. AND JENSEN, F. L. 1982. Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin Valley. University of California. Division of Agricultural Sciences. California, USA. Publication N° 4087.
- CONRADIE, W. J. 1987. Identification of deficiency symptoms and toxicities in vines. *Farming in South Africa. Viticulture and Oenology E.* 22: 1-4.
- KLIEWER, W. M. 1967. Annual cyclic changes in the concentration of free aminoacids in grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 18: 126-137.
- KLIEWER, W. M. AND COOK, J. A. 1971. Arginine and total free aminoacids as indicators of the nitrogen states of grapevines. *Amer. Soc. Hort. Sci.* 96: 581-587.
- KLIEWER, W. M. AND COOK, J. A. 1974. Arginine levels in grape canes and fruits as indicators of nitrogen states in vineyards. *Amer. J. Enol. Viticulture*, 25: 111-118.
- KLIEWER, W. M., AND FULLER, R. D. 1973. Effect of time and severity of defoliation on growth of roots, trunk and shoots of "Thompson Seedless" grapevines. *Amer. J. Enol. Vitic.* 24: 51-64.
- LANG, A. 1983. Turgor-regulated translocation. *Plant, cell and environment* 6: 683-689.
- MALEK, F. AND BAKER, D. A. 1977. Proton co-transport of sugars in phloem loading. *Planta* 135: 297-299.
- MC CREADY, R. M.; GUGGOLZ, J.; SILVIERA, V. AND OWENS, H. S. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. Application to peas. *Anal. Chem.* 22: 1156-1158.
- MOORE, S. A. AND STEIN, W. 1954. A modified ninhydrin reagent for the photometric determination of aminoacids and related compounds. *J. Biol. Chem* 211: 907-913.
- MULLINS, M. G.; BOUQUET, A. AND WILLIAMS, L. E. 1992. *Biology of the grapevine*. Mullins, M.G. (Ed.). Cambridge University Press. 181 p.
- NASSAR, A. R. AND KLIEWER, W. M. 1966. Free aminoacids in various parts of *Vitis vinifera* at different stages of development. *Am. Soc. for Hort. Sci.* 89: 282-294.
- PARK, J. T. AND JOHNSON, M. J. 1949. A sub microdetermination of glucose. *J. Biol. Chem.* 181: 149-151.
- RICHARDS, D. 1983. The grape root systems. *Hortic. Review* 5: 127-168.
- ROE, J. H. 1934. A colorimetric method for the determination of fructose in blood and urine. *J. Biol. Chem.* 107: 15-22.
- RUIZ, R. Y MASSA, M. 1991. Respuesta al nitrógeno y extracción de nutrientes en parronales de uva de mesa Sultanina del Valle de Aconcagua. *Agricultura Técnica (Chile)* 51: 30-41.

- RUIZ, R. Y MOYANO, S. 1991. Deficiencia de potasio o toxicidad de putrescina? Revista Aconex N° 37 p. 5-16.
- SANDOVAL, V. E. 1987. Estudio histológico del meristema apical de yemas de *Vitis vinifera* cv. Sultanina durante la transición a floración en dos localidades de la IV Región. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 107 p.
- SILVA, H. Y RODRÍGUEZ, J. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Colección en Agricultura. 420 p.
- SCHALLER, K.; LÖHNERTZ, O.; GEIBEN, N. UND BREIT, N. 1989. N-Stoffwechsel von Reben. 1 Mitteilung N und Arginindynamik in Holzkörper der sorte Müller-Thurgan im Verlanfe einer Vegetations periode. Vitic. Enol. Sci. 44.
- SKENE, K. G. M. 1972. Cytokinins in the xylem sap of grapevines canes: changes in activity during cold-storage. Planta 104: 89-92.
- TAYLOR, B. K. AND VAN DEN ENDE, B. 1969. The nitrogen nutrition of the peach tree. IV Storage and mobilization of nitrogen in mature trees. Aust. J. Agri. Res. 20: 869-881.
- WILLIAMS, L. E. 1987. Growth of Thompson Seedless grapevines. II Nitrogen distribution. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 330-333.
- WILLIAMS, L. E.; BISCAY, P. J. AND SMITH, R. J. 1987. Effect of interior canopy defoliation on berry composition and potassium distribution in Thompson Seedless grapevines. Am. J. Enol. Vitic. 38: 287-292.
- WINKLER, A. J. AND WILLIAMS, W. O. 1945. Starch and sugars of *Vitis vinifera*. Plant Physiol 20: 412-432.