

EVALUACION BIOLOGICA DE DEFICIENCIAS DE POTASIO Y MAGNESIO EN ESPECIES FRUTALES¹

Biological evaluation of potassium and magnesium deficiencies in fruit trees

Rafael Ruiz S.² y Edgardo Moraga S.²

SUMMARY

Deficiencies of K observed in table grapes and of Mg in apple trees, were biologically evaluated through pot experiments, using soil from different layers of the profile.

By comparisons between dry matter yield and nutrient absorption, with or without the theoretically deficient nutrient, a relationship between the deficiency present in the trees and the growth of forages was established. The clover used to evaluate the K problem, clearly showed the deficiency and confirmed, under biological basis, that the chemical fixation of K observed previously in the same soil, signifies a lower availability of K to the plant.

Similar experiments were conducted with ryegrass, to evaluate the Mg deficiency. Results indicated a nulle effect of Mg agregation to the pots, in terms of dry matter yields. Magnesium absorption was, however, increased by higher levels of mineral N and organic matter present in the soil profile. This effect was grater than the agregation of Mg itself. A discussion of the meaning of these results in terms of Mg deficiency in the trees, is presented.

INTRODUCCION

Las deficiencias de K o de Mg evaluadas de acuerdo al análisis foliar, son hechos frecuentes dentro de los problemas nutricionales que afectan a las especies frutales y a las vides de la zona central. La deficiencia de K afecta, principalmente, a la uva de mesa y la de Mg, a manzanos, perales y cítricos.

En el país, la deficiencia de K en condiciones de riego, ha sido asociada a problemas de escasez de humedad en el subsuelo, motivada a su vez por compactaciones a la profundidad del laboreo (Valenzuela y Ruiz, 1979) y a problemas de fijación de K en las arcillas del suelo (Ruiz y Valenzuela, 1984). Esta última explicación ha sido usada para explicar las deficiencias presentes en vides en California (Christensen, 1975).

En el Valle de Aconcagua, la deficiencia de K se manifiesta en parronales con una sintomatología muy clara, que se acentúa hacia el período de cosecha: hojas encarrujadas, de menor tamaño que el normal, con bordes necróticos, clorosis y a veces necrosis en la lámina. Ensayos efectuados por INIA, en parronales de uva Thompson Seedless deficientes en K en la localidad de San Rafael (San Felipe), indican una respuesta positiva a la agregación del elemento vía fertilización al suelo. Sin embargo, esta respuesta no es satisfactoria, a pesar de las altas dosis de K aplicadas (800 kg de K_2SO_4 /ha, cada 2 años, trabajo en preparación).

Por otra parte, una estimación de la eficiencia de recuperación por la planta, indica que sólo el 60% del K aplicado ha sido absorbido. A su vez, los niveles de K intercambiable del suelo y subsuelo, no se han incrementado en la cuantía esperada, a pesar de la aplicación localizada efectuada. Experimentos físicos-químicos, efectuados en el suelo y subsuelo procedentes de dichos ensayos, indican que está actuando un mecanismo de fijación capaz de dejar "no aprovechable" por la planta, fracciones importantes del K aplicado (Ruiz y Sadzawka, 1986). Aun así, resultaba inexplicable la baja tasa de absorción por la planta.

¹ Recepción de originales: 30 de junio de 1989.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

Un análisis de las condiciones de suelo en que se presentan las deficiencias de Mg detectadas en pomáceas y en otros frutales de la zona central, indica que éstas no tendrían una explicación clara, de acuerdo a los estándares utilizados para definir el estado de este nutriente. La escasez absoluta, menos de 0,5 meq/100 g, de acuerdo a Sluijsmans (1969), o de 0,76, de acuerdo a Jacoby (1961a), ocurre en casos muy particulares (suelos extremadamente arenosos de la I Región) y explica la deficiencia allí presente (Valenzuela y Ruiz, 1984). En la zona central del país, existen pocos antecedentes publicados de niveles de Mg en el suelo, pero los disponibles estarían indicando niveles suficientes, tal es el caso de la zona de El Olivar (Ruiz, 1986), de diferentes localidades de Curicó (Benito, Ruiz y Zúñiga, 1970) y de diferentes localidades de la Región Metropolitana (información no publicada, del primer autor).

Otro criterio para analizar el problema del Mg, es a través de las relaciones antagónicas Ca/Mg y K/Mg. De acuerdo a la primera, podría explicarse la deficiencia en suelos de pH ligeramente alcalino o neutro, como los de El Olivar (Ruiz, 1986). Pero ella no serviría como causa explicativa de la deficiencia observada en la zona de Curicó, que presenta suelos ligeramente ácidos y una relación Ca/Mg muy inferior a 8 en general, que es el valor crítico que indica la literatura (Jacoby, 1961b). Tampoco el exceso relativo de K, explicaría la deficiencia en esta área, ya que la relación K/Mg está, en general, muy por debajo del valor 0,4–0,5, que se ha indicado como nivel de referencia (Mc Colloch, Bingham y Aldrich, 1957; Pratt, Jones y Bingham, 1957).

La deficiencia de Mg presente en manzanos ha sido corregida mediante aplicaciones de N al suelo (Ruiz, 1986), observándose aumentos en la absorción total y también en la concentración en diferentes órganos, lo cual hace dudar de que exista una deficiencia real en el suelo.

Una manera de evaluar biológicamente en forma comparativa la real deficiencia presente, consiste en hacer crecer en el suelo problema, una cobertura vegetal de rápido crecimiento y susceptible de ser medida mediante cortes. Por comparación entre el crecimiento logrado con la adición exógena de todos los nutrientes necesarios y sin agregación del elemento teóricamente en déficit, en el mismo suelo, es posible comparar diferentes situaciones nutricionales. Esta evaluación por la planta, ha sido indicada por Chaminate (1964), para establecer prioridades de deficiencias. En este trabajo, el objetivo fue estudiar, basado en variables de tipo biológico, la real deficiencia de K presente en suelos del valle de Aconcagua (que producen deficiencias en uva de mesa) y la de Mg en suelos de El Olivar (que producen deficiencias en manzanos).

MATERIALES Y METODOS

Procedencia de las muestras

La evaluación de la deficiencia de K, se llevó a cabo mediante un experimento en macetas, con suelo procedente de un ensayo de fertilización potásica, en parcelas con manifiesta deficiencia en dicho elemento, que se conduce en la localidad de San Rafael (V Región). El suelo es un inceptisol de texturas medias, profundo, bien drenado, representativo de importantes áreas del Valle de Aconcagua. Para su muestreo, se seleccionó el tratamiento testigo, sin aplicación de K en los últimos cuatro años y con severos síntomas de carencia de potasio, y otro que ha llevado una aplicación localizada de 800 kg de K_2SO_4 /ha, en surcos a ambos lados de la planta, cada dos años. En cada caso, la muestra se tomó en el mismo lugar del tratamiento, separándose de acuerdo a tres profundidades; 0–30, 30–60 y 60–90 cm.

La deficiencia de Mg se evaluó en un suelo procedente de la localidad de El Olivar, donde se conduce un ensayo de fertilización nitrogenada. El suelo es un inceptisol de texturas medias y de pH neutro. Los manzanos presentan deficiencias de Mg cuya severidad disminuye a medida que se incrementa la dosis de N. En este caso, el estudio se efectuó con el tratamiento testigo, sin aplicación de N en los últimos cuatro años y con severos síntomas de deficiencia de Mg, y otros que llevaron 125 y 250 kg N/ha/año (entre los cuales se supone que hay diferencias en el Mg remanente del suelo o en la "aprovechabilidad" del mismo). Al igual que para el K, se separaron tres profundidades de suelo.

Experimento con macetas

Previa separación de una alícuota de suelo para análisis, las muestras fueron secadas parcialmente al aire (120% humedad) y tamizadas a 5 mm. Se extendieron sobre trozos de polietileno y se agregaron los macroelementos en forma de sales químicas al estado sólido, mientras los micro-elementos se agregaron en forma líquida, en las dosis y concentraciones indicadas por Schenkel y Baherle (1982). El K fue agregado como sulfato de potasio, en una dosis más que suficiente (2 kg K_2SO_4 /maceta), mientras que se omitió en el tratamiento sin K. En el caso del experimento con Mg, éste se agregó como carbonato y se omitió en el tratamiento sin Mg.

Las macetas (1,8 kg) se mantuvieron en sombreadores con malla plástica trenzada, de color negro. Cada tratamiento tuvo dos repeticiones, ubicándose las macetas al azar y rotándose en el curso del experimento.

En el caso del K, se utilizó como planta indicadora el trébol subterráneo. Clare (2 g/maceta), efectuándose dos cortes; para evaluar la deficiencia de Mg se utilizó ballica Ruanui, también en dosis de semilla de 2 g/maceta, efectuándose tres cortes. En este último caso, se efectuó aplicaciones de N como nitrato de amonio diluido, cada 15 días.

En ambos experimentos, se evaluó la m.s. producida en cada corte y su contenido de K o Mg, según fuera el caso.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 pone de manifiesto que el primer estrato del suelo de Aconcagua posee un nivel actual de K disponible que permite un óptimo crecimiento vegetal; el rendimiento relativo de los cortes acumulados sin agregación de K, resulta igual al tratamiento completo que lo incluye. La misma situación ocurre en el suelo que había sido fertilizado con K. El mayor tenor de K disponible en este caso, no significó incrementos adicionales de m.s., lo cual indicaría que 105 ppm en el suelo son suficientes para el crecimiento de esta cobertura de alta demanda.

La limitación al crecimiento se observa en el suelo proveniente de los estratos del subsuelo. El rendimiento en m.s. baja en cifras absolutas, tanto en el suelo testigo como en el originalmente fertilizado con K, aun cuando se agregó a las macetas una cantidad

más que suficiente de K (2 g de K_2SO_4 /maceta), para mantener la cobertura en crecimiento activo durante los cortes.

El detrimento en producción de m.s. al no aplicar K a la maceta, es muy superior en el caso del suelo no fertilizado (K-0); al 2º corte, el rendimiento alcanza al 30% del tratamiento completo y las plantas manifestaron los síntomas típicos de carencia severa de K. En el suelo que ha sido fertilizado (K-800), el detrimento también ocurre y la sintomatología carencial también se observó, pero en un grado moderado. Vale decir, el historial de fertilización potásica disminuyó la severidad de la deficiencia observada a través de la planta.

La absorción total de K se indica en la Figura 1. Se observa que en macetas bajo fertilización completa, la absorción de K disminuye considerablemente con la profundidad, con independencia del historial de fertilización potásica del suelo. La absorción en el estrato 30-60 es insuficiente para mantener el crecimiento al óptimo, como lo indican las cifras de producción absoluta de m.s. del Cuadro 1. Aún más detrimental es la situación en el suelo proveniente del estrato 60-90 cm.

Los resultados obtenidos indican que un porcentaje considerable del K agregado a la maceta ha quedado inaprovechable por la planta, llevándola a una situación de deficiencia. La explicación última, está en el

CUADRO 1. Producción de materia seca de trébol subterráneo, en suelos del Valle de Aconcagua provenientes del testigo (K-0) y del tratamiento con 800 kg K_2SO_4 /ha
TABLE 1. Dry matter production of subterranean clover, in soils of the Aconcagua Valley without previous application (K-0) and fertilized with 800 kg K_2SO_4 /ha

Trat. Campo	Prof. Suelo cm	K. Int. (ppm)	Maceta ¹	Rdto. m.s. (g/maceta)			Rdto. Relativo (%/o) ²		
				1er Corte	2º Corte	1er + 2º Cortes	1er Corte	2º Corte	1er + 2º Cortes
K-0	0-30	105	C	12,7	10,7	23,4	100,0	100,0	100,0
			-K	12,1	10,6	22,7	95,2	99,1	97,0
	30-60	69	C	9,4	9,0	18,4	100,0	100,0	100,0
			-K	7,6	3,9	11,5	80,9	43,3	62,5
	60-90	56	C	6,6	4,6	12,2	100,0	100,0	100,0
			-K	4,4	1,4	5,8	66,7	30,4	47,5
K-800	0-30	178	C	12,9	9,6	22,5	100,0	100,0	100,0
			-K	11,8	10,6	22,3	91,4	110,4	99,1
	30-60	91	C	9,3	9,7	19,0	100,0	100,0	100,0
			-K	8,7	9,1	17,8	93,5	93,8	93,7
	60-90	78	C	5,0	4,0	8,9	100,0	100,0	100,0
			-K	4,3	3,6	7,9	87,1	90,1	88,8

¹ C: completo; -K: fertilización completa -K

² Respecto al tratamiento completo, en cada caso

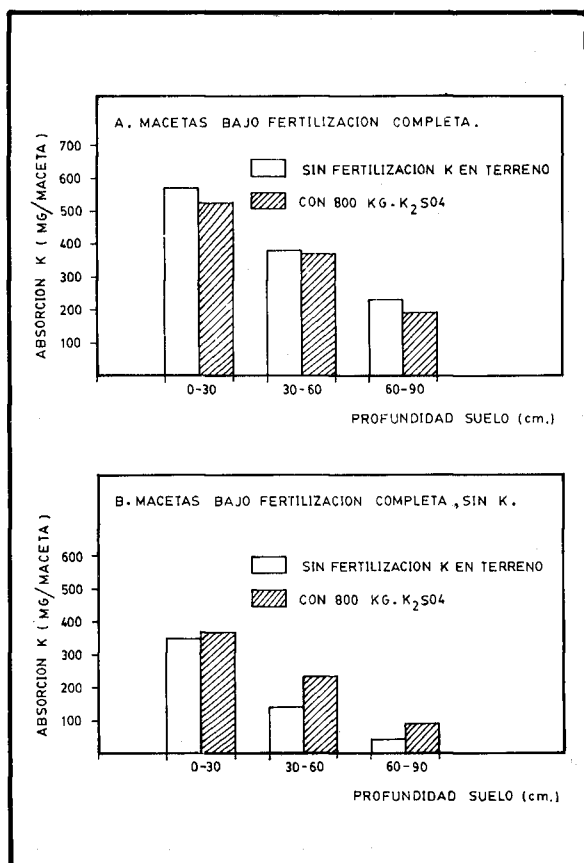


FIGURA 1. Absorción total de potasio en diferentes estratos del perfil del suelo.

FIGURE 1. Total K absorption in different layers of the soil profile.

fenómeno de fijación informado para este mismo suelo (Ruiz y Sadzawka, 1986) y cuya intensidad aumenta precisamente con la profundidad.

En la Figura 1—B, se indica la absorción de K a diferentes profundidades, en macetas a las cuales no se agregó el elemento. En primer lugar, se observa que la absorción de K es muy inferior respecto a las macetas que llevan K, lo cual reafirma en forma concluyente que la limitación al crecimiento se debe a impedimentos para la absorción de K desde el suelo. También se advierte un efecto del historial de fertilización; el suelo que ha sido fertilizado previamente, permite una mayor absorción desde el sub-suelo (30–60 y 60–90 cm) que el sin fertilización, lo cual está correlacionado en los mayores rendimientos de m.s. de dicho tratamiento (Cuadro 1). Esta mayor disponibilidad aparece reflejada en los valores de K de intercambio, que ha alcanzado el suelo luego de las aplicaciones realizadas.

Los resultados obtenidos en cuanto al Mg, se presentan en el Cuadro 2. El rendimiento en m.s. no varió en cifras absolutas ni relativas, por efecto de la agregación de Mg. La ballica que crece en el suelo procedente del testigo (sin N), donde se produce una severa deficiencia de Mg en los manzanos, así como en el correspondiente a la dosis 125 kg/ha, que también presenta problemas de carencia, no acusan a la agregación de Mg adicional a las macetas.

Tampoco se observó ningún síntoma atribuible a deficiencia de Mg en los tres cortes efectuados. Por otra parte, el nivel de Mg de intercambio del suelo ha bajado levemente con la adición de N, pero se encuentra a niveles superiores a aquellos que se estiman deficitarios. Por lo tanto, se puede concluir que el nivel de Mg de este suelo permite el crecimiento vegetal sin limitaciones. La deficiencia presente en manzanos, se explicaría a través de las relaciones del Mg con otros nutrientes; dentro de ellos, el N, con el cual existe una sinergia (Beattie, 1954; Boynton y Anderson, 1956; Cain, 1953; Zeiger, 1978). Al respecto, la absorción de Mg desde el suelo se vio afectada por el historial anterior de fertilización nitrogenada, que su vez modificó otras características de fertilidad de suelo.

En el Cuadro 3, se observa que en las macetas procedentes del suelo fertilizado con 250 kg/ha de N, se produjo una mayor absorción de Mg, que en el testigo sin N. A su vez, la absorción decrece con la profundidad, en ambos tratamientos. Tanto la primera comparación como la segunda, aparecen asociadas positivamente a los niveles de N y/o de materia orgánica. Este efecto, de mayor absorción asociado a dichas variables, es incluso superior al pequeño efecto de aplicar Mg a la maceta.

Los mayores niveles de N mineral del suelo en el tratamiento 250—N, no pueden atribuirse a un remanente de la última aplicación de fertilizante nitrogenado, ya que entre ésta y el muestreo para este estudio, transcurrió prácticamente un año. En cambio, estos serían el resultado de un nuevo equilibrio con los tenores más altos de materia orgánica, como resultado indirecto del tratamiento de N: claro aumento del follaje del árbol y de la cobertura vegetal del huerto, así como del crecimiento de raíces de ambos.

CUADRO 2. Producción de m.s. de ballica en suelos con diferente historial de fertilización nitrogenada y con aparente deficiencia de magnesio. El Olivar

TABLE 2. Dry matter production of raygrass in a soil with different nitrogen fertilizer practices and with apparent Mg deficiency. El Olivar

Trat. Campo	Prof. Suelo cm	Mg Interc. (meq/100 g)	Fert. Maceta ¹	Rdto. materia seca			Rdto. Relativo (°/o) ²		
				1er Corte	1er + 2º Cortes	1er + 2º + 3º Cortes	1er Corte	1er + 2º Cortes	1er + 2º + 3º Cortes
N-30	0-30	1,2	C	4,6	19,4	25,1	100,0	100,0	100,0
			- Mg	4,9	20,5	24,7	104,5	105,7	98,4
	30-60	1,3	C	5,7	21,9	27,9	100,0	100,0	100,0
			- Mg	6,0	22,2	29,3	105,1	100,8	104,9
	60-90	1,2	C	5,8	22,4	28,3	100,0	100,0	100,0
			- Mg	5,7	24,2	30,4	99,5	108,1	107,1
N-125	0-30	1,2	C	6,4	23,3	28,4	100,0	100,0	100,0
			- Mg	7,1	24,6	30,2	110,6	105,6	106,6
	30-60	1,1	C	6,7	23,0	29,1	100,0	100,0	100,0
			- Mg	7,1	23,7	30,7	106,0	102,9	105,8
	60-90	1,0	C	6,2	23,7	30,5	100,0	100,0	100,0
			- Mg	6,3	23,7	30,0	103,3	100,1	98,6
N-250	0-30	1,0	C	7,7	25,4	32,5	100,0	100,0	100,0
			- Mg	7,4	25,8	33,2	95,1	101,7	101,9
	30-60	1,0	C	7,2	25,4	32,8	100,0	100,0	100,0
			- Mg	7,0	26,0	33,5	97,2	102,0	100,2
	60-90	0,9	C	6,9	23,6	30,0	100,0	100,0	100,0
			- Mg	6,9	24,8	31,9	99,4	105,0	106,4

¹ C: fertilización completa; -Mg: fertilización completa -Mg

² Respecto al tratamiento completo, en cada caso

CUADRO 3. Efecto del historial de fertilización nitrogenada en la absorción de Mg y en algunas características de fertilidad de suelo

TABLE 3. Effect of previous nitrogen fertilizer practices on the absorption of Mg and some fertility characteristics of the soil El Olivar

Trat. Campo	Prof. (cm)	N. Mineral (mg/kg)	Mat. Org. (°/o)	Fert. Maceta	Absorción Mg (mg/maceta) ¹
N-0	0-30	4	2,2	C	46,02
				- Mg	44,59
	30-60	3	1,1	C	41,43
				- Mg	40,77
	60-90	3	0,9	C	40,72
				- Mg	39,99
N-250	0-30	10	3,2	C	55,47
				- Mg	54,51
	30-60	4	2,0	C	50,85
				- Mg	48,14
	60-90	6	1,3	C	42,81
				- Mg	44,82

¹ Acumulada de 2 cortes de ballica

C: fertilización completa; -Mg: fertilización completa -Mg

CONCLUSIONES

La evaluación biológica de la deficiencia de K en suelos del Valle de Aconcagua confirma resultados anteriores, en el sentido de que la deficiencia de K presente en vides, está asociada a un problema de fijación químico—mineralógica del mismo, fenómeno que es más intenso en el subsuelo.

La evaluación biológica de la deficiencia de Mg en suelos de la localidad de El Olivar, indica que la carencia presente en manzanos, no se debe a una escasez del elemento en el perfil. La absorción de Mg aparece positivamente relacionada a los mayores niveles de N mineral y de materia orgánica del suelo, productos del historial de fertilización nitrogenada del mismo.

RESUMEN

Deficiencias observadas en el terreno, de K en vides y de Mg en manzanos, fueron evaluadas biológicamente mediante ensayos en macetas, con trébol y ballica. Se utilizó muestras provenientes de diferentes estratos del perfil de los respectivos lugares.

La comparación entre el rendimiento en m.s. y absorción de nutrientes en macetas, a las cuales se agregó u omitió el elemento problema, permitió establecer asociaciones entre el grado de deficiencia presente en los árboles y el crecimiento de la cobertura vegetal. La cobertura de trébol utilizada para evaluar al K, indicó

claramente las deficiencias presentes y confirmó, sobre bases biológicas, que la fijación química determinada en trabajos anteriores, significa una real disminución de K para la planta.

Ensayos similares efectuados con ballica para el Mg, indican un efecto nulo de la agregación del mismo sobre la producción de m.s. La absorción de Mg por dicha cobertura, se vio favorecida por los mayores niveles de N mineral y/o de materia orgánica del perfil de suelo, siendo este efecto superior al de la agregación misma de Mg a la maceta. Se discute el significado de este resultado, en términos de la deficiencia presente en manzanos.

LITERATURA CITADA

- BEATTIE, J.M. 1954. The effect of differential nitrogen fertilization on some of the physical and chemical factors affecting the quality of Baldwin apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 55: 47—50.
- BENITO D., DEMETRIO, RUIZ S., RAFAEL y ZUÑIGA C., GUILLERMO. 1970. Levantamiento nutricional en 50 huertos manzaneros de la zona de Curicó. Univ. Católica de Chile, Fac. de Agronomía. 156 p. (tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, mimeo).
- BOYNTON, D.A. and ANDERSON, L.C. 1956. Some effects of mulching, nitrogen fertilization and liming on Mc Intosh apple trees, and the soil under them. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 67: 26—36.
- CAIN, J.C. 1953. The effect of nitrogen and potassium fertilizer on the performance and mineral composition of apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 62: 46—52.
- CHAMINADE, R. 1964. Diagnostic des carences mineral du sol par l' experimentation en petit vases de vegetation. *Science du Sol*, 1964, Deuxième Semestre s/p.
- CHRISTENSEN, P. 1975. Long term responses of "Thompson Seedless" vines to potassium fertilizer treatment. *Am. J. Enol. Vitic.* 26 (4): 179—183.
- JACOBY, B. 1961a. Conditions for the appearance of magnesium deficiency in citrus groves on Israel's mediterranean coast. *Israel. J. Agric. Res.* 11: 173—178.
- JACOBY, B. 1961b. Calcium—magnesium ratios in the root medium is related to magnesium uptake by citrus seedlings. *Plant and Soil* 15: 74—80.
- Mc COLLOCH, R.C., BINGHAM, F.T., and ALDRICH, D.G. 1957. Relations of soil potassium and magnesium to the magnesium nutrition of citrus. *Proc. Soil. Soc. Amer.* 21: 55—88.
- PRATT, P.F., JONES, W.W., and BINGHAM, F.T. 1957. Magnesium and potassium content of orange leaves in relation to exchangeable magnesium and potassium in the soil at various depths. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 70: 245—251.
- RUIZ, S. RAFAEL y VALENZUELA, B. JORGE. 1984. Corrección de deficiencia de potasio en viñedos regados de la zona de Talca. II. Efecto del estado del potasio en el suelo. *Agricultura Técnica (Chile)* 44 (4): 299—303.
- RUIZ S., RAFAEL. 1986. Fertilización nitrogenada en manzanos. I. Efecto en producción y calidad de fruta. *Agricultura Técnica (Chile)* 46 (3): 307—313.

- RUIZ S., RAFAEL y SADZAWKA R., ANGELICA. 1986. Fijación de potasio en suelos del Valle Aconcagua. *Agricultura Técnica (Chile)* 46 (4): 503–505.
- SCHENKEL S., GOTARDO y BAHERLE V., PEDRO. 1982. Identificación de micronutrientes deficientes con ensayos de maceta. II. Método empleado con *Trifolium pratense*. *Agricultura Técnica (Chile)* 42 (3): 199–207.
- SLUIJSMANS, C.M.J. 1961. Design and results of the magnesium study. *Landbouwvoorlichting* 18: 55–59. Original no consultado, compendiado en *Chem. Abstr.* 55: 26338.
- VALENZUELA B., JORGE y RUIZ S., RAFAEL. 1979. Condiciones ambientales asociadas a la utilización del K por vides cv. Sultanina. *Agricultura Técnica (Chile)* 39 (3): 82–86.
- VALENZUELA B., JORGE y RUIZ S., RAFAEL. 1984. Informe Técnico Convenio INIA–SACOR. I Región (mimeografiado).
- ZEIGER, D.C. 1978. Nitrogen fertilizing and pruning of apple trees as they affect yield, fruit quality and the tree growth in North Carolina. *North Carolina Agric. Exp. Sta. Tech. Bul.* Nº 254.