

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE ÁCIDO SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UN SUELO CALCÁREO¹

Effect of acid application on some chemical characteristics of a calcareous soil

Raúl Ferreyra E.², José Peralta A.², Angélica Sadzawka R.²,
Jorge Valenzuela B.², Carlos Muñoz S.²

S U M M A R Y

Sulphuric, acetic, nitric, phosphoric and citric acids were applied to a Santiago soil, an alluvial Mollisol, in order to decrease soil pH. All acids were effective in acidifying the soil except the citric acid. Nitric and acetic acids increased the soil electrical conductivity to restrictive levels for plant growth. Sulphuric and phosphoric acids were the most effective in reducing soil acidity.

Drip irrigation with water acidified with sulphuric acid to a pH 4.5-5.5 maintained low pH of the soil solution in the planting hole through three growing seasons, when alkaline carbonates had been previously removed from the hole. Irrigation with acidified water stopped nitrogen losses in the soil fertigated with urea and increased available soil iron.

Key words: soil acidification, sulphuric acid, calcareous soils, pH, blueberry.

INTRODUCCIÓN

En la zona central de Chile existe una gran cantidad de suelos calcáreos de alta productividad potencial cuando el suministro de agua y nutrientes es adecuado. Sin embargo, en este tipo de suelos, el desarrollo de varias especies frutícolas está restringido, ya que su pH alto limita la nutrición de micronutrientes, especialmente de hierro. Entre las especies más sensibles a este problema está el arándano (*Vaccinium* sp.), que requiere un medio ácido para desarrollarse (Eck, 1988).

Una forma de bajar el pH limitante para esta especie, es acidificar el suelo mediante la adición de ácidos. Esta práctica fue propuesta primeramente en la década del 50, empleando ácido sul-

fúrico, pero su uso no se generalizó, principalmente por las dificultades en su manejo. Posteriormente, se ha sugerido usar el ácido sulfúrico agregándolo a las aguas de riego para disminuir las pérdidas de amoníaco en la fertirrigación (Miyamoto *et al.*, 1975) y para mejorar suelos con elevados contenidos de boro (Prather, 1977). Por otra parte, el ácido sulfúrico ha demostrado su efectividad en el aumento de la disponibilidad del fósforo en suelos calcáreos (Ryan y Stroehlein, 1979; Cuccia *et al.*, 1982) y de manganeso, cinc y/o hierro (Mathers, 1970; Ryan, Miyamoto y Stroehlein, 1974; Ryan, Stroehlein y Miyamoto, 1975; Wallace y Mueller, 1978; Valdés y Sadzawka, 1987; Messenger, 1990).

Actualmente, el uso de equipos de riego localizados de alta frecuencia posibilita la adición de ácidos a través de ellos, con la consiguiente disminución de las cantidades necesarias para lograr los efectos requeridos y de los riesgos involucrados en el manejo.

¹Recepción de originales: 21 de septiembre de 1995.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

Los objetivos de este estudio fueron seleccionar primeramente, en ensayos en invernadero, entre varios ácidos, el más adecuado para acidificar el suelo calcáreo Mollisol Santiago, y luego, en ensayos de campo, estudiar el efecto de distintas dosis del ácido seleccionado sobre las características químicas del suelo en tres temporadas del cultivo de arándano Ojo de Conejo (*Vaccinium ashei* Reade).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un suelo Mollisol aluvial calcáreo Santiago, ubicado en el Centro Regional de Investigación La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Este suelo es moderada a ligeramente profundo, bien drenado y de permeabilidad alta.

Se realizaron dos ensayos: I. Aplicación de diferentes ácidos al suelo en maceteros, y II. Aplicación de diferentes cantidades de ácido sulfúrico mediante el agua de riego en el campo.

Ensayo I

Se aplicó ácido sulfúrico, acético, nítrico, fosfórico y cítrico al suelo colocado en maceteros. La cantidad de cada ácido se calculó en base a la acidez necesaria para alcanzar un pH 5, según la curva de titulación del suelo (Houba y otros, 1988). Una vez alcanzado el equilibrio se tomaron muestras de suelo para su análisis.

Ensayo II

Se mezcló suelo con aserrín en proporción volumétrica 1:1. Se agregó ácido sulfúrico en cantidad suficiente para bajar el pH a 5, según la curva de titulación de la mezcla (Houba y otros, 1988). Una vez que la mezcla suelo-aserrín se estabilizó en pH 5,9, se colocó en hoyos de plantación de 0,25 m x 0,25 m x 0,20 m practicados en 12 parcelas de 25 m², a razón de 5 hoyos por parcela. Se instaló un sistema de riego por goteo, con un gotero por hoyo de un gasto de 4 L/hr. En cada hoyo se colocó una planta de arán-

dano Ojo de Conejo de 2 años de edad y se regó con 10 litros de agua acidificada de pH 4,0-4,5 con ácido sulfúrico. Posteriormente, y hasta el inicio de los tratamientos, se continuó regando de la misma forma, pero con 1 litro de agua por planta al día. Los tratamientos se iniciaron a los 15 días de la plantación y consistieron en riego con agua acidificada con ácido sulfúrico hasta un pH aproximado de 7,8 (testigo), 5, 4 y 2, tratamientos T0, T1, T2 y T3 respectivamente, a una tasa de 1 litro diario por planta.

El diseño fue de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos se mantuvieron durante tres temporadas de crecimiento del arándano, regando entre noviembre y abril de cada temporada. La fertilización consistió solamente en la adición, a través del agua de riego, de urea en dosis de 21 g por planta al año, parcializada semanalmente entre noviembre y febrero. Las malezas y plagas se controlaron manualmente. Antes del inicio de los tratamientos (nov. 1990) y durante el ensayo (ene. 91, mar. 91, abr. 91, oct. 92, dic. 92, feb. 93, mar. 93) se tomaron muestras de la mezcla suelo-aserrín de la zona del bulbo húmedo entre 0,05 y 0,10 m de profundidad. Periódicamente se tomaron muestras de las aguas de riego para su análisis.

Análisis

En las muestras de agua se realizaron análisis de: pH, conductividad eléctrica, Ca, Mg, K, Na, HCO₃, Cl, SO₄ y B solubles. En las muestras de suelos y mezclas de suelo-aserrín se realizaron análisis de: pH, conductividad eléctrica del extracto de saturación, carbonato de calcio equivalente por tratamiento con HCl y manometría, materia orgánica por digestión con dicromato ácido y colorimetría, N por extracción con KCl 2 M y destilación con MgO y aleación Devarda, P por extracción con NaHCO₃ 0,5 M a pH 8,5 y colorimetría, K por extracción con acetato de amonio 1 M a pH 7,0, B por extracción con agua caliente y Ca, Mg, K, Na, HCO₃, Cl, SO₄ solubles en el extracto de saturación. En todos los casos

se determinó Ca y Mg por espectrometría de absorción atómica, Na y K por espectrometría de emisión atómica, HCO₃ y Cl por titulación potenciométrica, SO₄ y B por colorimetría. La metodología empleada está descrita en Sadzawka (1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aplicación de diferentes ácidos al suelo

El efecto de la aplicación de ácido sulfúrico, acético, nítrico, fosfórico y cítrico sobre algunas características del suelo se muestran en el Cuadro 1. En ninguno de los tratamientos se logró disminuir el pH del suelo a 5,0 según lo calculado de la curva de titulación. El rango varió entre el ácido fosfórico, que fue el más efectivo para disminuir el pH, y el ácido cítrico, que no modificó el pH del suelo, debido a que la cantidad agregada no fue suficiente para disolver todos los carbonatos alcalino-térreos del suelo.

La conductividad eléctrica aumentó acorde con la capacidad de cada ácido para formar sales

ionizables en solución acuosa. Los ácidos nítrico y acético, al reaccionar con el suelo, forman nitratos y acetatos, sales solubles que se disocian en la solución del suelo aumentando fuertemente la conductividad eléctrica y las concentraciones de calcio y magnesio solubles. El ácido sulfúrico, al disolver el carbonato de calcio de suelo, forma yeso, sal poco soluble que mantiene en solución una concentración máxima de aproximadamente 30 mmol/L de calcio y de sulfato. En este caso, sin embargo, las concentraciones de calcio y sulfato solubles indican una solubilidad del yeso de alrededor de la mitad de la máxima, pero existe una alta solubilidad de magnesio. El ácido fosfórico forma compuestos poco solubles con calcio y magnesio, por lo que el aumento de la conductividad eléctrica y de calcio y magnesio solubles fue más moderado. El ácido cítrico es un ácido débil que posee tres grupos carboxílicos con constantes de disociación que varían en tres órdenes de magnitud y que forma complejos con varios elementos presentes en el suelo como Al, Fe, Mn y Cu. Este ácido produjo un aumento de la conductividad eléctrica, debido a la disolu-

Cuadro 1. Efecto de la aplicación de diferentes ácidos sobre las características químicas del suelo

Table 1. Effect of applications of different acids on the chemical characteristics of soil

Característica química	Unidad	Tratamiento					
		Testigo	Ácido sulfúrico	Ácido acético	Ácido nítrico	Ácido fosfórico	Ácido cítrico
pH		8,1	6,2	6,3	6,1	6,0	8,2
CE	dS/m	2,4	8,5	35,7	43,3	5,0	5,9
M.O.	%	3,9	3,6	4,0	3,5	3,1	4,7
Ca soluble	mmol+/L	7,8	16,5	53,3	21,0	12,5	21,9
Mg soluble	mmol+/L	1,3	32,5	32,9	27,8	7,9	7,5
Na soluble	mmol+/L	7,0	10,6	11,8	8,3	7,7	4,6
HCO ₃ soluble	mmol-/L	1,5	1,3	8,4	1,0	1,0	11,0
Cl soluble	mmol-/L	7,6	15,1	31,5	9,7	9,4	8,7
SO ₄ soluble	mmol-/L	6,0	13,5	19,4	26,0	11,0	1,7
B soluble	mg/L	1,6	1,7	2,9	5,8	1,4	1,4
N disponible	mg/kg	41	180	143	2.951	141	20
P disponible	mg/kg	104	122	80	143	352	93
K disponible	mg/kg	288	500	560	470	470	530
Fe disponible	mg/kg	32	194	78	99	46	86
Mn disponible	mg/kg	32	240	134	126	96	100
Cu disponible	mg/kg	6,8	8,6	6,4	8,0	10,0	8,6
Zn disponible	mg/kg	3,1	6,1	5,7	4,6	4,1	3,0

ción parcial de los carbonatos alcalino-térreos, y como es un compuesto orgánico, incrementó el contenido de materia orgánica.

En relación a los macronutrientes, todos los tratamientos ácidos prácticamente duplicaron el potasio disponible. El nitrógeno disponible aumentó con todos los ácidos excepto con ácido cítrico, y el fósforo disponible aumentó con ácido sulfúrico, ácido nítrico y, obviamente con ácido fosfórico.

Entre los micronutrientes, los contenidos de hierro y manganeso disponible aumentaron fuertemente con los tratamientos ácidos, en cambio la disponibilidad de cobre y cinc se afectó en menor medida.

En conclusión, los ácidos nítrico, acético, sulfúrico y fosfórico son efectivos en bajar el pH del suelo, pero los dos primeros aumentaron la conductividad eléctrica a niveles restrictivos para el desarrollo vegetal. El ácido fosfórico tiene la ventaja que aporta fósforo, pero, en este suelo,

no es un nutriente que se encuentre en cantidades limitantes. El ácido sulfúrico es más abundante en el país y de menor precio, por lo que se eligió para el ensayo en el campo.

Aplicación de diferentes cantidades de ácido sulfúrico

Las características del suelo y de la mezcla suelo-aserrín antes y después de la acidificación se presentan en el Cuadro 2. La adición de aserrín al suelo produjo una disminución de la salinidad y un significativo incremento de la materia orgánica, sin embargo, la capacidad de intercambio catiónico no aumentó. Esto indica que la materia orgánica aportada por el aserrín no posee grupos activos para la adsorción de cationes. Luego, al someter la mezcla a acidificación con ácido sulfúrico y lavado hasta pH 5,9 se obtuvo un sustrato con una conductividad de 3,3 dS/m, bajo en nitrógeno disponible, adecuado en fósforo y potasio disponibles y alto en micronutrientes disponibles, especialmente en hierro, según los rangos dados por Rodríguez (1993).

Cuadro 2. Características químicas del sustrato antes y después de la acidificación

Table 2. Substrate chemical characteristics before and after acidification

Característica química	Unidad	Suelo	Mezcla suelo-aserrín	
			Sin acidificar	Acidificada
pH		7,8	7,4	5,9
CE	dS/m	6,3	4,0	3,3
M.O.	%	3,7	10,4	15,7
CIC	cmol+/kg	15,3	14,5	
Ca soluble	mmol+/L	44,0	25,9	15,0
Mg soluble	mmol+/L	9,4	7,1	2,6
Na soluble	mmol+/L	10,0	6,5	7,4
K soluble	mmol+/L	2,5	2,5	
HCO ₃ soluble	mmol-/L	5,5	7,5	1,5
Cl soluble	mmol-/L	16,6	11,0	8,4
SO ₄ soluble	mmol-/L	44,9	23,8	18,0
B soluble	mg/L	0,8	0,7	
N disponible	mg/kg	176	109	12
P disponible	mg/kg	58	49	95
K disponible	mg/kg	560	560	192
Fe disponible	mg/kg	21	17	371
Mn disponible	mg/kg	13	55	39
Cu disponible	mg/kg	6,0	5,4	8,5
Zn disponible	mg/kg	2,2	2,4	5,6

La composición de las aguas de riego usadas en este estudio se presentan en el Cuadro 3. La acidificación del agua con ácido sulfúrico obviamente aumentó el contenido de sulfato y disminuyó el de bicarbonato. El grado de restricción de uso para el riego, según FAO (Ayers y Westcot, 1987), es ligero a moderado para las aguas de los tratamientos T0, T1, T2 y severo para el agua T3.

Evolución en el tiempo de las características del sustrato

pH. La mezcla suelo-aserrín usada en todos los tratamientos se acidificó a pH 5,9 antes de plantar (Cuadro 2). En el tratamiento con agua sin acidificar (T0), el pH del sustrato subió en cada temporada hasta alcanzar el pH del agua (7,8) en la tercera temporada (Figura 1). Los

tratamientos con aguas acidificadas (T1, T2 y T3) mantuvieron el pH del sustrato en un valor inferior a 7,0 hasta la tercera temporada. El tratamiento T3 (agua de pH 2,1) mantuvo un pH 4,0 en el sustrato en la primera temporada, pero luego de la suspensión invernal del riego, el pH del sustrato subió a 6,0 en la segunda temporada, y finalmente a 6,5 en la tercera temporada, el cual no fue significativamente diferente de los valores de pH alcanzados con los tratamientos T1 y T2.

Estos resultados indican que en suelos calcáreos, mediante el riego por goteo con aguas acidificadas a un nivel sin restricciones severas, es posible mantener un pH ácido en el sustrato del hoyo de plantación, cuando previamente se han eliminado los carbonatos alcalino-térreos.

Cuadro 3. Composición del agua de riego

Table 3. Irrigation water composition

Trat.	pH	CE dS/m	Ca ⁺⁺ ----- mmol+/L	Mg ⁺⁺ ----- mmol+/L	Na ⁺⁺ ----- mmol+/L	K ⁺ ----- mmol+/L	HCO ₃ ⁻ ----- mmol/L	Cl ⁻ ----- mmol/L	SO ₄ ⁻ ----- mmol/L	RAS
T0	7,8	1,3	6,0	1,0	5,1	0,09	1,8	5,4	5,9	3,6
T1	5,3	1,3	6,5	1,0	5,2	0,09	0,3	5,3	7,5	3,7
T2	4,7	1,3	6,5	1,0	5,2	0,09	0,1	5,2	8,2	3,7
T3	2,1	11,0	6,5	1,0	5,3	0,01	0,0	5,4	43,2	3,7

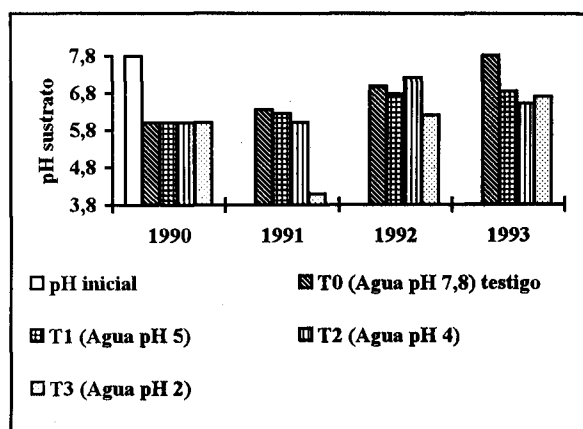


Figura 1. Efecto de la acidulación en el pH del suelo.
Figure 1. Acidification effect on soil pH.

Conductividad eléctrica. Varió entre 3,2 y 5,5 dS/m a lo largo del ensayo. La conductividad eléctrica del suelo en la zona radicular de una planta es muy variable porque depende de la cantidad y calidad del agua de riego y de la evapotranspiración de la planta. Por lo tanto, si la cantidad de agua agregada es constante, las plantas más desarrolladas transpiran en mayor cantidad, provocando una concentración mayor de sales en la zona radicular. En este estudio, los valores de conductividad eléctrica más bajos se observaron en la primera temporada, cuando los árboles eran más pequeños (Figura 2).

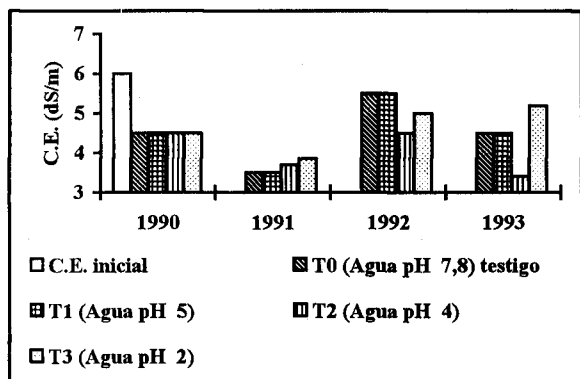


Figura 2. Efecto de la acidulación sobre la conductividad eléctrica en sustrato aserrín-suelo.

Figure 2. Acidification effect on electrical conductivity in sawdust-soil substrat.

Cationes y aniones solubles. Las concentraciones de aniones y cationes solubles en el extracto de saturación guardan, como es obvio, una estrecha relación con la conductividad eléctrica. Los tratamientos tuvieron efecto solamente sobre las concentraciones de sulfato y bicarbonato.

Macronutrientes. El nitrógeno disponible en los sustratos regados con aguas acidificadas en las distintas fechas muestreadas es variable, y depende de la fertilización nitrogenada previa al muestreo (Figura 3). En los sustratos del tratamiento T0 (testigo) el contenido de nitrógeno disponible fue muy bajo, a pesar de la fertilización nitrogenada. Este hecho se debe probable-

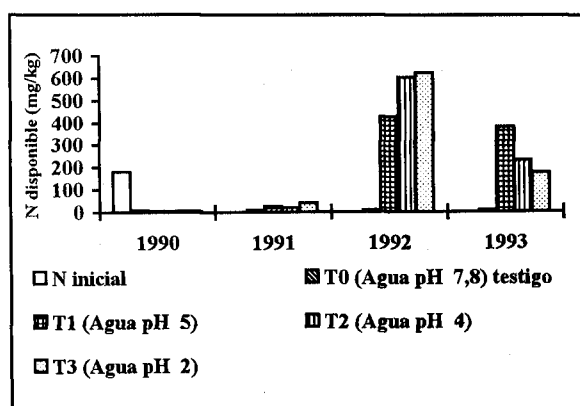


Figura 3. Efecto de la acidulación en el nitrógeno disponible del sustrato.

Figure 3. Acidification effect on available nitrogen of substrat.

mente a la pérdida de amoníaco de la urea expuesta en la superficie del suelo, especialmente a altas temperaturas (Tisdale *et al.*, 1985), lo cual no ocurre cuando se acidifica el agua de riego (Miyamoto *et al.*, 1975). Los valores de fósforo y de potasio disponibles fueron adecuados en todas las muestras y no se observó un efecto claro de los tratamientos.

Micronutrientes. El efecto más marcado de la acidificación del sustrato se observó en el hierro disponible que subió de 17 a 371 mg/kg (Cuadro 2). Luego, con los distintos tratamientos, el hierro disponible mostró una tendencia a disminuir, en relación inversa con el pH del sustrato. Los contenidos de manganeso, cobre y cinc disponibles fueron altos en los sustratos de todos los tratamientos y mostraron una tendencia muy similar en las distintas épocas de muestreo, con valores más altos en marzo de 1993.

CONCLUSIONES

Las conclusiones más importantes de este estudio son:

- Los ácidos nítrico, acético, sulfúrico y fosfórico fueron efectivos en bajar el pH del suelo, no así el ácido cítrico.
- Los ácidos nítrico y acético aumentaron la conductividad eléctrica del suelo a niveles restrictivos para el desarrollo vegetal.
- Los ácidos sulfúrico y fosfórico resultaron los más adecuados para acidificar el suelo.
- El rango más adecuado de acidificación del agua de riego fue pH 4,5-5,5.
- La acidificación del agua de riego evitó la pérdida de nitrógeno en la fertirrigación con urea.
- La acidificación del suelo aumentó considerablemente el hierro disponible.
- El riego por goteo con aguas acidificadas a un pH 4,5-5,5 permitió mantener un pH ácido durante tres temporadas, en el sustrato del hoyo de plantación, en el que previamente se habían eliminado los carbonatos alcalino-térreos.

RESUMEN

Con el objetivo de bajar el pH del suelo Mollisol aluvial calcáreo Santiago, se hicieron tratamientos con los ácidos sulfúrico, acético, nítrico, fosfórico y cítrico. Todos fueron efectivos en acidificar el suelo, excepto el ácido cítrico. Los ácidos nítrico y acético aumentaron la conductividad eléctrica del suelo a niveles restrictivos para el desarrollo vegetal. Los ácidos sulfúrico y fosfórico resultaron los más adecuados para la acidificación del suelo.

El riego por goteo con aguas acidificadas con ácido sulfúrico a un pH 4,5-5,5 permitió mantener un pH ácido durante tres temporadas, en el sustrato del hoyo de plantación, en el que previamente se habían eliminado los carbonatos alcalino-térreos. La acidificación del agua de riego evitó la pérdida de nitrógeno en la fertirrigación con urea y aumentó considerablemente el hierro disponible del suelo.

Palabras claves: acidificación de suelos, ácido sulfúrico, suelos calcáreos, pH, arándano.

LITERATURA CITADA

- AYERS, R.S. AND WESTCOT, D.W. 1987. La calidad del agua en la agricultura. FAO. Estudio FAO Riego y Drenaje 29. Roma, Italia. 174 p.
- CUCCIA, S.M.; NIJENSOHN, L. Y OLMOS, F.S. 1982. Efectos de la acidificación con ácido sulfúrico en la disponibilidad del fósforo nativo en un suelo con regadío deficiente. I. Ensayos de laboratorio e invernáculo. Mendoza, Argentina. Rev. Facultad Ciencias Agrarias 22(2): 1-12.
- ECK, P. 1988. Blueberry science. Rutgers University Press. New Brunswick, USA. 284 p.
- HOUBA, V.J.G.; VAN DER LEE, J.J.; NOVOZAMSKY, I. AND WALINGA, I. 1988. Soil and plant analysis. Part 5. Soil analysis procedures. Department of Soil Science and Plant Nutrition. Wageningen Agricultural University, The Netherlands. 56 p.
- MATHERS, A.C. 1970. Effect of ferrous sulfate and sulfuric acid on grain sorghum yields. Agron. J. 62(5): 555-556.
- MESSENGER, A.S. 1990. Treatment effects on survival, growth, and leaf color pin oak seedlings in calcareous soil. Commun. Soil Sci. Plant Nutr. 21(19&20): 2379-2387.
- MIYAMOTO, S.; RYAN J, AND STROEHLEIN, J.L. 1975. Sulfuric acid for the treatment of ammoniated irrigation water: I. Reducing ammonia volatilization. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 39: 544-548.
- PRATHER, R.J. 1977. Sulfuric acid as an amendment for reclaiming soils high in boron. Soil Sci. Soc. Am. J. 41: 1098-1101.
- RODRÍGUEZ S., J. 1993. Manual de Fertilización. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. Colección en Agricultura. 362 p.
- RYAN, J.; MIYAMOTO, S. AND STROEHLEIN, J.L. 1974. Solubility of manganese, iron, and zinc as affected by application of sulfuric acid to calcareous soil. Plant and Soil 40: 421-427.

- RYAN, J.; STROEHLEIN, J.L. AND MIYAMOTO, S. 1975. Sulfuric acid applications to calcareous soils: effects on growth and chlorophyll content of common bermudagrass in the greenhouse. *Agron. J.* 67: 633-637.
- RYAN, J. AND STROEHLEIN, J.L. 1979. Sulfuric acid treatment of calcareous soils: effects on phosphorus solubility, inorganic phosphorus forms, and plant growth. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43: 731-735.
- SADZAWKA R., A. 1990. Métodos de análisis de suelos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago. Chile. Serie La Platina Nº 16. 130 p.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. AND BEATON, J.D. 1985. *Soil fertility and fertilizers*. 4th edition. Mac-Millan. New York, USA. 754 p.
- VALDÉS F., A. Y SADZAWKA R., A. 1987. Manganeso y cinc en vides regadas por goteo en el valle del río Copiapó. *Rev. Frutícola (Chile)* 8(3): 86-87.
- WALLACE, A. AND MUELLER, R.T. 1978. Complete neutralization of a portion of calcareous soil as a means of preventing iron chlorosis. *Agron. J.* 70: 888-890.

**49° CONGRESO AGRONÓMICO
SOCIEDAD AGRONÓMICA
DE CHILE (SACH)**



**9° CONGRESO LATINOAMERICANO DE HORTICULTURA
CONFEDERACIÓN LATINOAMERICANA
DE HORTICULTURA (COLHOR)**



30 NOVIEMBRE - 3 DICIEMBRE DE 1998 - SANTIAGO - CHILE

**Organiza: Universidad de Chile
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Centro de Postcosecha (CEPOC)**

**Informaciones: Centro de Postcosecha
Teléfono: 678-5823
Fax: 678-5704
Casilla Correo 1004 - Santiago - Chile
e-mail: lgallet@abello.dic.uchile.cl
cepoc@abello.dic.uchile.cl**