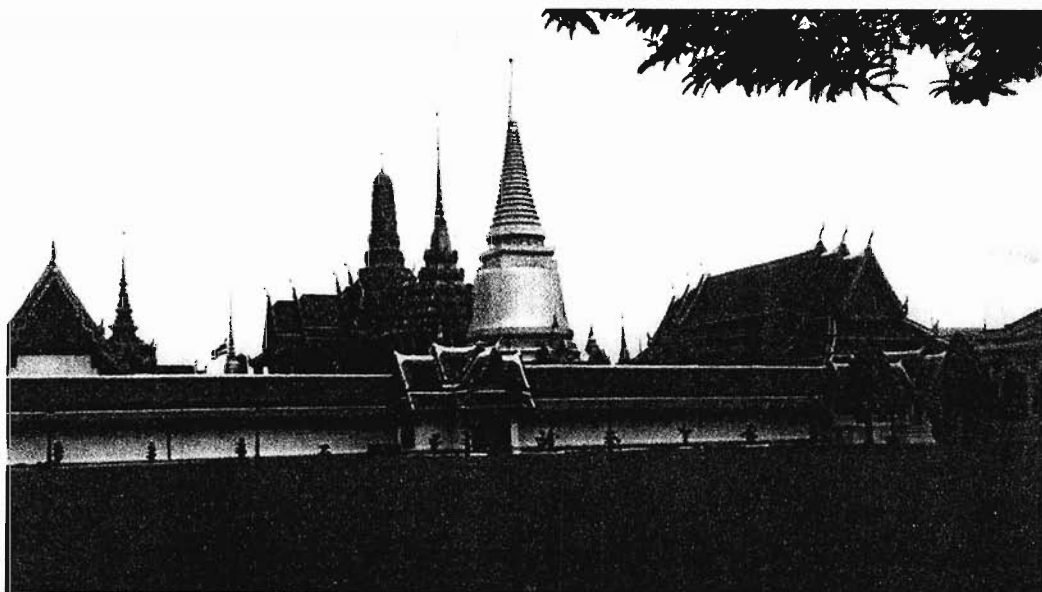


**GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA**

PROGRAMA DE FORMACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

**APOYO A LA PARTICIPACIÓN EN
ACTIVIDADES DE FORMACIÓN**

**17TH CONGRESO MUNDIAL DE LA CIENCIA DEL SUELO
Agosto 2002, Bangkok, Thailandia
ENFRENTANDO LA NUEVA REALIDAD DEL SIGLO 21**



INFORME DE DIFUSION

Código FIA-FP-V-2002-1-A-34

Diciembre 2002



INFORME DE DIFUSIÓN PROGRAMA FORMACION PARA LA PARTICIPACION

Nombre de la propuesta :

Actualización y captura de información científica tecnológica en el área de las Ciencias del Suelo: 17° Congreso Mundial de las Ciencias del Suelo.

1.1 Modalidad

Encuentro Científico

1.2 Lugar donde se llevo a cabo la formación

Bangkok - Thailandia

1.3 Rubro / Area temática de la actividad de formación

Rubro: Productividad Agrícola de Suelos

Tema: Química y Manejo de Fertilidad en Suelos Volcánicos

1.4 Fecha en la que se efectuó la actividad de formación:

Inicio: 14 de Agosto de 2002

Término: 21 de Agosto de 2002

1.5 Postulante

María de La Luz Mora Gil

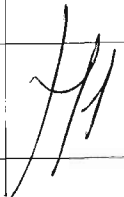
1.6 Entidad Responsable

International Society of Soil Science. Página Web: [17 wcss.ku.ac.th](http://17wcss.ku.ac.th)

1.7 Coordinador

Sampong Theera Wong. President of the Congress

1.8 Identificación de los participantes de la propuesta

NOMBRE	RUT	TELEFONO FAX E-MAIL	DIRECCION POSTAL	ACTIVIDAD PRINCIPAL	FIRMA
María de la Luz Mora		Fono: 045-325479 Fax: 045-325453 mariluz@ufro.cl	Avenida Francisco Salazar 01145, Casilla 54-D. Temuco	Profesor	

2. ACTIVIDADES DE TRASFERENCIA

2.1. Resumen actividades de transferencia PROPUESTAS

FECHA	ACTIVIDAD	OBJETIVO	LUGAR	Nº y TIPO BENEFICIARIOS
10 de Septiembre de 2002	Conferencia	Mostrar el avance en físico química de suelos y su interacción con el medio ambiente	Instituto de Agroindustria – UFRO	Estudiantes de post grado en ciencias de recursos naturales e investigadores y estudiantes de agronomía del ultimo nivel
18 de Noviembre de 2002	Charla	Difundir información capturada en el tema de fertilización de suelos volcánicos	Instituto de Agroindustria – UFRO	Profesionales del agro y productores agropecuarios
10 ó 21 de Octubre de 2002	Seminario	Informar sobre los avances en metodología de análisis químico de suelos y plantas a la comisión de acreditación y normalización de suelos	A determinar: INIA La Platina o Instituto de Agroindustria	Comisión de acreditación de las Ciencias del suelo y personal de laboratorio

2.1. Resumen actividades de transferencia REALIZADAS

FECHA	ACTIVIDAD	OBJETIVO	LUGAR	Nº y TIPO BENEFICIARIOS
19 de Noviembre de 2002	Charla: "Una visión moderna del concepto de fertilidad de suelos y uso de fertilizantes"	Entregar una visión panorámica de las tendencias mundiales en fertilidad de suelos y fertilizantes, especial énfasis en el uso de nitrógeno y residuos.	Instituto de Agroindustria – UFRO	Profesionales del agro y productores agropecuarios.
21 de Noviembre de 2002	Conferencia: "Efecto de la materia orgánica y las propiedades de los suelos volcánicos sobre la adsorción de sulfatos"	Mostrar los avances en físico química de suelos volcánicos y su relación con la dinámica de disponibilidad de azufre para los cultivos	Instituto de Agroindustria – UFRO	Estudiantes de post grado en ciencias de recursos naturales, investigadores y estudiantes de pre grado
13 de Noviembre de 2002	Seminario: "Incorporación de nuevas metodologías en la evaluación de fósforo y azufre"	Analizar los avances en las metodologías para la determinación de azufre disponible y fósforo con especial énfasis en el tema de recuperación de suelos degradados.	Instituto de Agroindustria – UFRO	Comisión de acreditación y normalización de las ciencias del suelo y personal de laboratorio de suelo y plantas

2.2. Detalle por actividad de transferencia REALIZADAS

Fecha 19 de Noviembre de 2002

Lugar (Ciudad e Institución) Temuco, Instituto de Agroindustria, Universidad de La Frontera

Actividad

En el Instituto de Agroindustria de la Universidad de La Frontera se realizó en conjunto con los profesionales participantes al congreso la charla: “Una visión moderna del concepto de fertilidad de suelos y uso de fertilizantes”, cuyo objetivo fue entregar una visión panorámica de las tendencias mundiales en fertilidad de suelos y fertilizantes, especial énfasis en el uso de nitrógeno y residuos, a la cual asistieron profesionales del agro y productores agropecuarios

Fecha 21 de Noviembre de 2002

Lugar (Ciudad e Institución) Temuco, Instituto de Agroindustria, Universidad de La Frontera

Actividad

En el auditorium del Instituto de Agroindustria de la Universidad de La frontera se presentó la conferencia: “Efecto de la materia orgánica y las propiedades de los suelos volcánicos sobre la adsorción de sulfatos”, con el objetivo de mostrar los avances en físico química de suelos volcánicos y su relación con la dinámica de disponibilidad de azufre para los cultivos, donde asistieron estudiantes de post grado en ciencias de recursos naturales, investigadores y estudiantes de pre grado

Fecha 13 de Noviembre de 2002

Lugar (Ciudad e Institución) Temuco, Instituto de Agroindustria, Universidad de La Frontera

Actividad

En la sala de reuniones del laboratorio de suelos y plantas del Instituto de Agroindustria de la Universidad de La Frontera, se realizó el seminario: “Incorporación de nuevas metodologías en la evaluación de fósforo y azufre” con el objetivo de analizar los avances en las metodologías para la determinación de azufre disponible y fósforo con especial énfasis en el tema de recuperación de suelos degradados. A este

seminario asistió la Comisión de acreditación y normalización de las ciencias del suelo presidido por el Doctor Renato Grez, presidente del directorio y la directora ejecutiva señora Angélica Sausawka. En esta ocasión se mostraron resultados obtenidos en el laboratorio de la doctora Mora, utilizando metodologías capturas en el 17° Congreso Mundial de las Ciencias del Suelo.

2.2. Especificar el grado de éxito de las actividades propuestas, dando razones de los problemas presentados y sugerencias para mejorar.

Dada las características de formación que correspondió a un encuentro científico tecnológico en el área de las ciencias del suelo la captura científico tecnológica que fue posible realizar, permitió mostrar avances mundiales en el tema de la físico química y fertilidad de suelos e incluir el desarrollo de investigación propia bajo una nueva visión del concepto de fertilidad.

2.3. Listado de documentos o materiales mostrados en las actividades y entregados a los asistentes (escrito y/o visual). (Se debe adjuntar una copia del material)

Tipo de material	Nombre o identificación	Idioma	Cantidad
Presentación Power Point	Una visión moderna del concepto de fertilidad de suelos y uso de fertilizantes	Español	1
Presentación Power Point	Efecto de la materia orgánica y las propiedades de los suelos volcánicos sobre la adsorción de sulfatos	Español	1
Full Paper	The effect of organic matter and chemical properties on sulphate adsorption in Chilean volcanic soils.	Ingles	1



3. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Indicar los problemas administrativos que surgieron en la preparación y realización de las actividades de difusión.

Se postergaron las actividades de difusión debido a múltiples compromisos académicos que se presentaron en la Universidad en la finalización del año.

Fecha: 6- Dic- 2002

Firma responsable de la ejecución: _____



17th WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE
14-21 August 2002, BANGKOK, THAILAND

Soil Science: Confronting New Realities in the 21st Century

ABSTRACTS

Volume I

Symposia 01-12



17th WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE
14-21 August 2002, BANGKOK, THAILAND

Soil Science: Confronting New Realities in the 21st Century

ABSTRACTS

Volume II

Symposia 13-21



17th WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE
14-21 August 2002, BANGKOK, THAILAND

Soil Science: Confronting New Realities in the 21st Century

ABSTRACTS

Volume III

Symposia 22-36



17th WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE
14-21 August 2002, BANGKOK, THAILAND

Soil Science: Confronting New Realities in the 21st Century

ABSTRACTS

Volume IV

Symposia 37-52



17th WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE
14-21 August 2002, BANGKOK, THAILAND

Soil Science: Confronting New Realities in the 21st Century

ABSTRACTS

Volume V

Symposia 53-65

**TRABAJO PRESENTADO EN TAILANDIA EN
EL 17 CONGRESO MUNDIAL DE LAS
CIENCIAS DEL SUELO**

The effect of organic matter and chemical properties on sulphate adsorption in Chilean volcanic soils

MORA, M.L. (1), **SHENE C.** (1), **DEMANET R.** (1) and **VIOLANTE A.** (2)

(1) Departamento de Ciencias Químicas, Universidad de La Frontera, Casilla 54-D, Temuco-Chile

(2) Dipartimento di Scienze Chimico Agrarie, Università Federico II, Napoli, Italia

Abstract

The difference on sulphate adsorption capacity of the Chilean Ultisol and Andisol, with different organic matter content and soil acidity conditions and the effect of different cations on sulphate adsorption and surface charge were determined. Sulphate adsorption experiments were carried out in batch system to determine adsorption as function of pH solution between 3.5 and 8.0 at 25°C in 0.1 M KCl using 0-600 mg L⁻¹ of sulphate in solution. Experimental data were fitted by Freundlich model. Humic and fulvic acids of the Metrenco and Pemehue soils were removed. The remaining fraction was treated with 30% hydrogen peroxide to remove the humin fraction. In the second experiment the soils were incubated for 48 h at 60°C with 200-600 mg kg⁻¹ of CaSO₄, MgSO₄ and K₂SO₄ and afterwards the charge was determined.

The results indicated that sulphate sorption capacity for both types of these ash derived soils studied were pH dependent, when the pH increased sulphate sorption decreased and, the initial acidity condition influenced the adsorbed sulphate amount. The largest amount of sulphate adsorbed by these soils to pH 3.5 was markedly reduced over pH 5.5. Adsorption capacity was higher in the acidic soils than the control soils, caused by the high Al exchangeable content in the soils that increased the amount of reactive sites in both soils and the higher amount of positive charge found. The sulphate sorption amount decreased stronger in Andisols than Ultisols consequently with the mineralogical composition and the permanent charge of the Ultisols. On the other hand, sulphate adsorption capacity was concentration dependent showing a great adsorption even at pH 8.0 at high sulphate concentration in solution (600 mg L⁻¹). In summary sulphate adsorption process in Chilean Andisols and Ultisols was strongly controlled by pH, humine fraction, iron oxide and by the type of cation present in the soils.

Keywords: sulphate adsorption, Andisol, Ultisol, charge minerals

Introduction

The high phosphate retention capacity and natural acidity condition, low temperature and high rainfall in volcanic ash derived soil in Southern Chile are the principal factors controlling the dynamics of S in these soils. The data Base of Soil Service Laboratory of La Frontera University indicate that nearly 70% of these soils have less than 10 mg kg⁻¹ of sulphate being the limiting factor for crop and pasture growing. It is common practice in Southern Chile to lime several weeks before planting to allow the lime to react with the soils, changing the S-supplying capacity of soils for rise the pH in soil. The large proportion of pH dependent charges generally present in

these soils would play an important role in SO_4 sorption mechanism. Spectroscopic studies have provided different data about the type of surface complexes of sulphate on metal (hydr) oxides. Outer-sphere complexes were found by Hayes *et al.* (1987) and Person and Lövgren (1996), while inner-sphere complexes was suggested by Hu (1997). Eggleston *et al.* (1998) suggested that an intermediate behavior is most likely. Adsorbates classed as outer-sphere may have small subpopulations of inner sphere complexes at a given point and time. Organic anions adsorb to soil mineral surfaces and can affect the adsorption of other ions such as PO_4 and SO_4 (Violante *et al.*, 1991, Violante and Gianfreda, 1993), specially, humic and fulvic acid present on surface clay minerals in Chilean Andisols decrease the PO_4 adsorption capacity (Mora and Canales, 1995). Also competitive adsorption experiments in this soils showed that PO_4 ions inhibited SO_4 adsorption (Violante *et al.*, 2000). Furthermore, sulphate adsorption may also be influenced by the simultaneous adsorption of other ions, tri and divalent cations result in greater sulphate adsorption than monovalent cations (Marcano-Martinez and McBride, 1989). In Chile sulphate as gypsum applied to acidic Andisols with high Al in solution improved rye grass production due to the complexes AlHSO_4^- formation (Mora *et al.*, 1999). The objective of this research was to determine the difference on sulphate adsorption capacity the Ultisol and Andisol, with different organic matter content and soil acidity conditions. Furthermore, the effect of different cations on sulphate adsorption and surface charge were determined.

Materials and Methods

Soil samples from Metrenco Series (Ultisol) and Pemehue Serie (Andisol) were obtained at 20 cm of depth, both localised in Southern Chile. Each sample was taken with two different acidity levels from different sites, Metrenco control and Metrenco acidified and Pemehue control and Pemehue acidified. Characteristics and chemical composition of these soils were determined and the forms of Fe and Al in the soils were determined by selective dissolution analysis according to methods given by Blakemore (1987).

Sulphate adsorption experiments were carried out in batch system to determine adsorption as function of pH solution between 3.5 and 8.0 at 25°C in 0.1 M KCl using 0-600 mg L^{-1} of sulphate in solution. Experimental data were fitted by Freundlich model. Humic and fulvic acids of the Metrenco and Pemehue soils were extracted with NaOH solution according to Schnitzer (1978) and the residual fraction was exhaustively washed with double distillate water and redispersed by ultrasonic stirring (soil without FH, HA). The remaining fraction was treated with 30% hydrogen peroxide until no dark residues were observed in order to remove the humin fraction (soil without OM). In the second experiment the soils were incubated for 48 h at 60°C with 200-600 mg kg^{-1} of CaSO_4 , MgSO_4 and K_2SO_4 and afterwards the charge was determined by adsorption ions methods (Naindu *et al.*, 1990).

Results and Discussion

The results indicated that sulphate sorption capacity for both types of these ash derived soils studied were pH dependent (Figure 1). When pH increases the positive charge decreases (Mora *et al.*, 1995) and the sulphate sorption decreases (Pigna *et al.*, 2000).

Therefore, the initial acidity condition (Table 2) influenced the adsorbed sulphate amount. The largest amount of sulphate adsorbed by these soils to pH 3.5 was markedly reduced over pH 5.5. Adsorption capacity was higher in the acidic soils than the control soils, caused by the high Al exchangeable content in the soils that increased the amount

of reactive sites in both soils and the higher amount of positive charge found. The sulphate sorption amount decreases stronger in Andisols than Ultisols consequently with the mineralogical composition and the permanent charge of the Ultisols. On the other hand, sulphate adsorption capacity was concentration dependent showing a great adsorption even at pH 8.0 at high sulphate concentration in solution (600 mg L⁻¹).

Table 1 Chemical soil analysis.

Soil Series	Pemehue	Pemehue Acidified	Metrenco	Metrenco Acidified
pH	5.65	5.08	5.67	5.16
S (mg kg ⁻¹)	2	2	9	7
P (mg kg ⁻¹)	10	6	6	10
Exchangeable cations (cmol kg ⁻¹)				
Ca	2.77	0.76	6.83	2.68
Mg	0.55	0.29	0.13	0.92
K	0.27	0.16	0.79	1.73
Al	0.12	1.36	7.85	5.41
Σ (K Ca Mg)	3.59	1.21	8.96	5.33
Al saturation (%)	3.23	52.92	46.69	50.37

Table 2 Some properties of the soil studied.

Soil Series	Pemehue	Metrenco
Class	Andisol	Ultisol
Chilean Region	IX	IX
Organic matter (g kg ⁻¹)	180	90
Olsen P (mg kg ⁻¹)	10	6.0
Al (oxal) ² (g kg ⁻¹)	47.0	5.9
Si (oxal) (g kg ⁻¹)	15.8	1.7
Fe (oxal) (g kg ⁻¹)	17.0	10.7
Al (PP) ³ (g kg ⁻¹)	9.2	3.3
Fe (PP) (g kg ⁻¹)	1.4	1.6
Al (CDB) ⁴ (g kg ⁻¹)	18.8	5.7
Si (CDB) (g kg ⁻¹)	2.6	1.2
Fe (CDB) (g kg ⁻¹)	49.1	84.4
Allophane ⁵ (g kg ⁻¹)	79	0
Ferrihydrite ⁶ (g kg ⁻¹)	29	15

¹ Except where otherwise indicated, analyses were made by the methods of Blakemore *et al.* (1987).

² Extracted by acid ammonium oxalate.

³ Extracted by sodium pyrophosphate.

⁴ Extracted by citrate-dithionite-bicarbonate.

⁵ Method of Parfitt and Wilson (1985).

⁶ Method of Parfitt and Childs (1988).

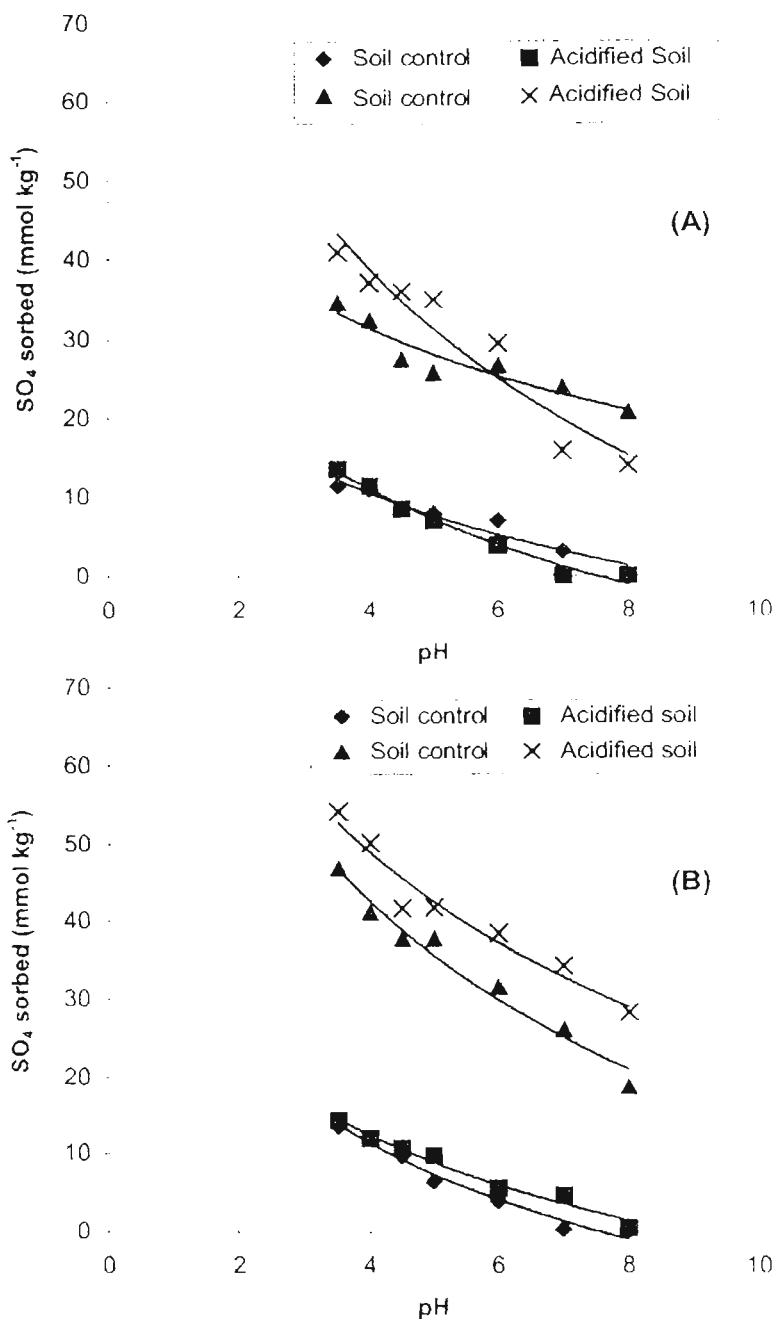


Figure 1 Effect of pH on the sulphate sorption isotherm for the Pemhuc (A) and Metrengo (B) soils. (♦ 200 mg L^{-1} SO_4 ; ▲ 600 mg L^{-1} SO_4 ; ■ 200 mg L^{-1} SO_4 ; × 600 mg L^{-1} SO_4).

Furthermore, when the sulphate concentration in solution was high the adsorption capacity of the Ultisol was near 30 % higher than Andisol, associated with the less organic matter content in Ultisol and the highest iron oxide extracted with citrate-dithionite-bicarbonate, 49.1 g kg^{-1} and 84.4 g kg^{-1} in Andisol and Ultisol, respectively

(Table 1). However, when the humin fraction was removed the sulphate adsorption capacity was higher in Andisol than Ultisol (Figure 2) due to allophane clay and ferrihydrite oxide present in Andisols (Table 1), both material having a low crystallinity degree and high reactivity in these soils (Mora and Barrow, 1996). The extraction of fulvic and humic acid fraction in these soils increased the adsorption capacity in both soils by releasing reactive sites (S-AlOH, S-FeOH) on the inorganic matrix.

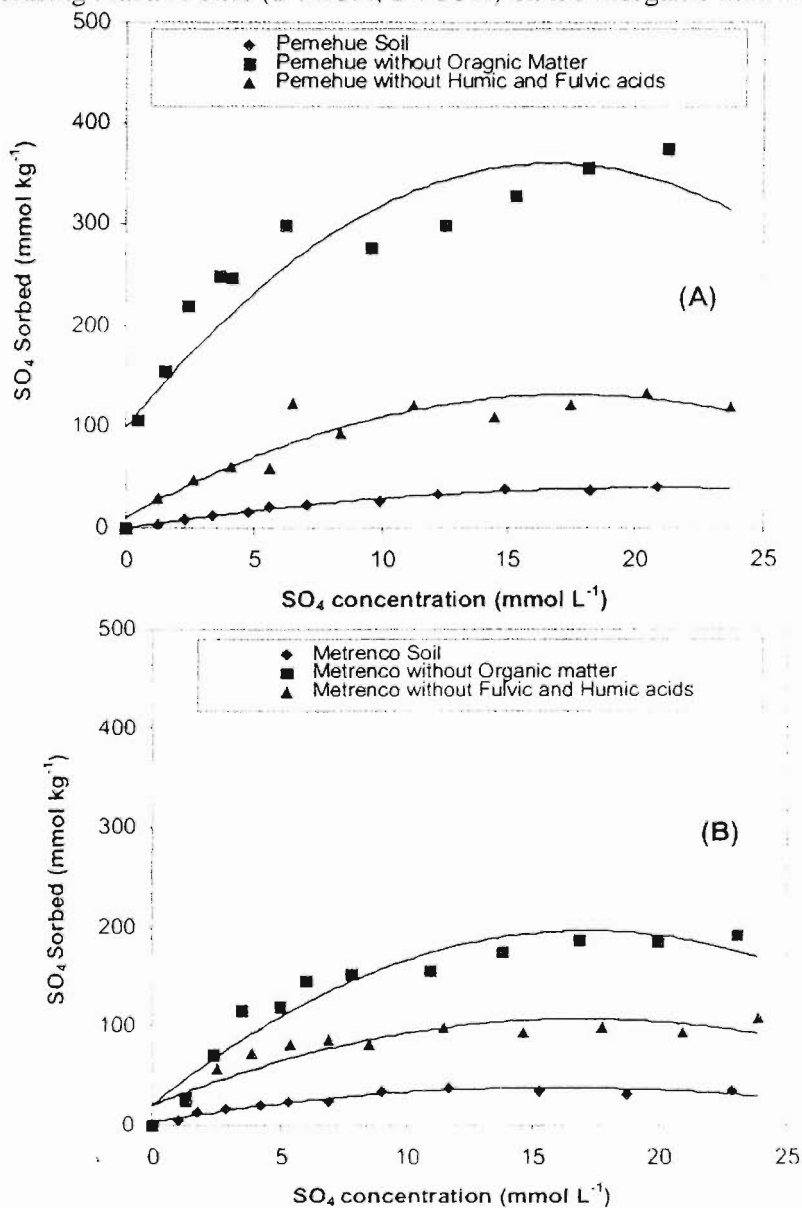


Figure 2 Effect of the absence of the Organic Matter and of the Fulvics and Humics acids on Sulphate sorption isotherm for Pemehue (A) and Metrenco (B) soils. Temperature 25°C, pH 4.5.

Experimental sulphate adsorption data from isotherm were successfully fitted to the Freundlich (Figure 3). *n* and *K* increase with decreasing pH (Table 3). The substitution

on pH-dependent equation of K and n was determined by regression (Table 4) and shown a greater pH dependence of sulphate buffer capacity for Andisol than Ultisol. In general due to the high organic matter of these soils the point of zero charge (PZC) is below pH 4.0, therefore the positive charge decreasing with pH increasing and consequently the capability for sulphate adsorption decreases (Bolan *et al.*, 1986).

The amounts of adsorbed sulphate were influenced by cation saturation (Figure 4). In both soils sulphate adsorption increased in the order of $\text{CaSO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{K}_2\text{SO}_4$ according with Marcano and McBride (1989). The magnitude of the change in net positive charge was higher when the soil was incubated with potassium sulphate rather than with calcium or magnesium, suggesting that outer sphere complex formation is the main mechanism taking place between reactive sites of Al or Fe and sulphate.

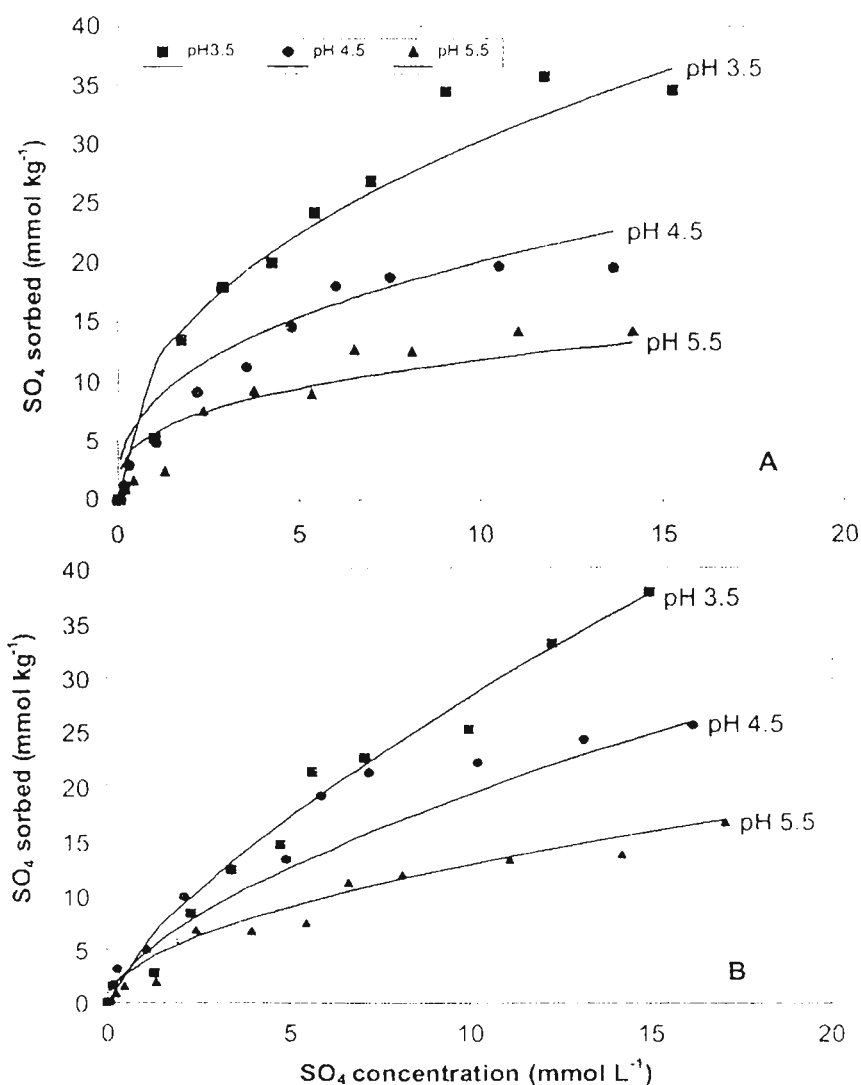


Figure 3 The Sulphate adsorption isotherm as describe by Freundlich model for Meterneo (A) and Pemehue (B) soils.

Table 3 Slopes (a), intersections (b) and estimated constants for Freundlich isotherms.

PH	Metrengo Soil				
	a - n	b	K	N	R ²
3.5	0.4361	2.4402	11.48	0.4361	0.9341
4.5	0.3784	2.0349	7.65	0.3784	0.8705
5.5	0.3246	1.7895	5.99	0.3246	0.8768
PH	Pemehue Soil				
	a - n	b	K	N	R ²
3.5	0.6935	1.6762	5.35	0.6935	0.9636
4.5	0.6966	1.4642	4.32	0.6966	0.9058
5.5	0.4935	1.3502	3.86	0.4935	0.9216

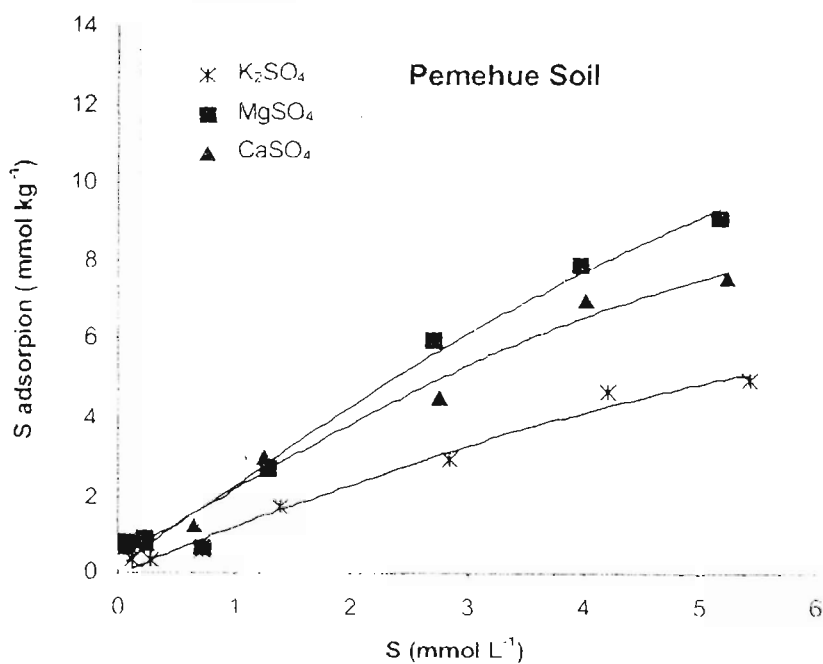
Table 4 Freundlich isotherm constants transformed to pH-dependent form.

Metrengo Soil	R ²
K=20,721 - 2.7444 pH	0.9510
n=0.6306 - 0.0558 pH	0.9996
Pemehue Soil	R ²
K=7.8549 - 0.7435 pH	0.9556
n=1.0779 - 0.1000 pH	0.7384

In summary sulphate adsorption process in Chilean Andisols and Ultisols was strongly controlled by pH, humic and fulvic content, iron oxide and by the type of cation present in the soils.

Acknowledgement

This work was supported by FONDECYT 1990-873 and 7990087 Grants.



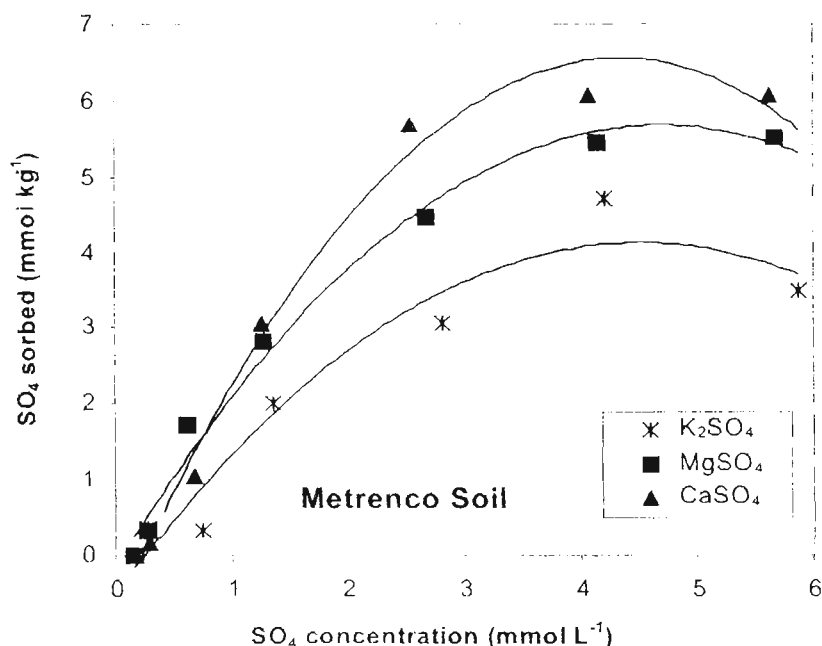


Figure 4 Effect of the influence by cation saturation on sulphate adsorption isotherm for Metrenco and Pemehue soils at pH 5.5.

References

- Blakemore, L., P. Searle and B. Daley. 1987. Methods for Chemical Analysis of Soils. Department of Scientific and Industrial Research, Lower Hutt, New Zealand.
- Bolan, N.S., J.K. Syers and R.W. Tillman. 1986. Ionic strength effects on surface charge and adsorption of phosphate and sulphate by soils. *J. Soil Sci.* 37:379-388.
- Eggleston, C.M., S. Hug, W. Stumm, B. Sulzberger and M. Dos Santos Afonso. 1998. Surface complexation of sulfate by hematite surfaces: FTIR and STM observations. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 62:585-593.
- Hayes, K.F., A.L. Roe, G.E. Brown Jr., K.O. Hodgson, J.O. Leckie and G.A. Parks. 1987. *In situ* X-ray absorption study of surface complexes: selenium oxy-anions on α -FeOOH. *Science (Washington, DC.)* 238:783-786.
- He, L.M., L.W. Zelazny, V.C. Baligar, K.D. Ritchey and D.C. Martens. 1997. Ionic strength effects on sulphate and phosphate adsorption on γ -alumina and kaolinite: triple-layer model. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:784-793.
- Marcano-Martinez, E. and M.B. McBride. 1989. Calcium and sulphate retention by two Oxisols of the Brazilian Cerrado. *Soil Society of America Journal* 53(1):63-69.
- Mora, M.L. and N.J. Barrow. 1996. The effects of time of incubation on the relation between charge and pH of soil. *European J. Soil Sci.* 47:131-136.
- Mora, M.L. and J. Canales. 1995. Humic-clay interactions on surface reactivity in Chilean Andisols. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 26 (17&18):2819-2828.

- Mora, M.L., B. Schnettler and R. Demanet. 1999. Effect of liming and gypsum on soil chemistry, yield and mineral composition of ryegrass grown in an acidic Andisol. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 30(9&10):1251-1266.
- Naidu, R., J.K. Syers, R.W. Tillman and J.H. Kirkman. 1990. Effect of liming and added phosphate on charge characteristics of acid soils. *J. Soil Sci.* 41:157-164.
- Persson, P. and L. Lovgren. 1996. Potentiometric and spectroscopic studies of sulphate complexation at the goethite-water interface. *Geochim. Cosmochim. Acta.* 60:2789-2799.
- Pigna, M., De Cristofaro, M. Mora Luz and A. Violante. 2000. Adsorbimento competitivo di fosfato su suoli vulcanici complessi organo-minerali. *Tai del XVIII Convegno Nazionale SICA. Società Italiana di Chimica Agraria. Catania 20-22 settembre, Italia.*
- Schnitzer, M. 1978. Humic substances: chemistry and reactions, pp. 1-64. *In* M. Schnitzer and S.U. Khan (eds.). *Soil Organic Matter*. Elsevier Scientific, New York, NY.
- Violante, A. and L. Gianfreda. 1993. Competition in adsorption between phosphate and oxalate on an aluminum hydroxide montmorillonite complex. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:1235-1241.
- Violante, A., C. Colombo and A. Buondonno. 1991. Competitive adsorption of phosphate and oxalate by aluminum oxides. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:65-70.



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA



Invitación a Charlas para Profesionales y Productores Agrícolas

**Como parte de las
Actividades de Difusión del Programa de
Formación para la Innovación Agraria
(FIA)**



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA



Programa

Martes 19 de Noviembre

15⁰⁰-15³⁰

Inscripción

15³⁰-16¹⁵

Dra María de la Luz Mora

Una visión moderna del concepto de fertilidad de suelos y uso de fertilizantes

16¹⁵-17⁰⁰

Dr. Fernando Borie

Potencialidades de los Biofertilizantes

17⁰⁰-17³⁰

Café

17³⁰-18¹⁵

Ing. Agr. Rolando Demanet.

Avances en Nutrición Vegetal y Fertilización de Especies Forrajeras.






Una visión moderna del concepto de fertilidad de suelos y uso de fertilizantes

Dra. María de la Luz Mora
 Depto de Ciencias Químicas, Universidad de La Frontera
mariluz@ufro.cl

QUÍMICA DE SUELOS, PRODUCCIÓN VEGETAL Y MEDIO AMBIENTE

• María de la Luz Mora	• Analí Rosas
• Belén de Osma	• Alejandra Jara
• Carolina Mena	• Roxana López
• María Aguilón	• Paula Cortes
• Felipe Gallardo	• Erika Vistoso
• Angélica Caceres	• Jorge Pino

• Victoria Campos
 • Tatiana Floody
 • Brígida Sobarzo

Fertilidad de Suelos?

- Calidad de Suelos
- Producción vegetal
- Degradación del Suelo y Medio Ambiente
- Balance de nutrientes

- Un suelo fértil que se encuentra libre de contaminación, con alto contenido de materia orgánica y apropiadas cantidades de nutrientes es capaz de soportar una alta biomasa microbiana y así liberar una mayor cantidad de nutrientes cuando las plantas lo requieren.

Concepto: Calidad de Suelo

- Es la capacidad de un suelo en función del uso de la tierra y el ecosistema circundante, para sostener la productividad biológica manteniendo la calidad ambiental y promover la salud de plantas, animales y del hombre.

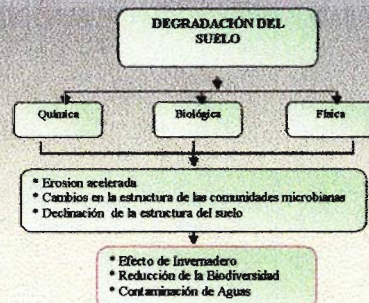
DEGRADACION QUIMICA Y FISICA

- Pérdida de materia orgánica
- Descomposición de residuos
- Fertilizantes de reacción ácida
- Pérdida de bases de intercambio
- Exudados radicales
- Cultivo de leguminosas

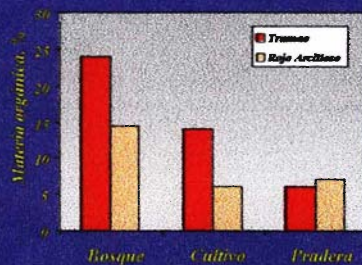


MATERIA ORGANICA Y MEDIO AMBIENTE

- El laboreo intensivo de los suelos ha producido una fuerte disminución de la materia orgánica del suelo lo que ha generado un incremento del nivel de CO_2 atmosférico en el mundo entre el 6 al 36 %.



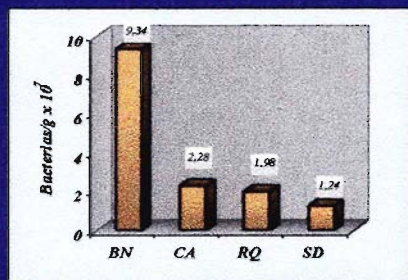
Relación entre la materia orgánica (%) y el uso de un suelo Trunco y Rojo Arcilloso (Salazar et al., 2002)



La pérdida de una capa de un milímetro de suelo equivale a 10 m^3 /ha (Salazar et al., 2002)

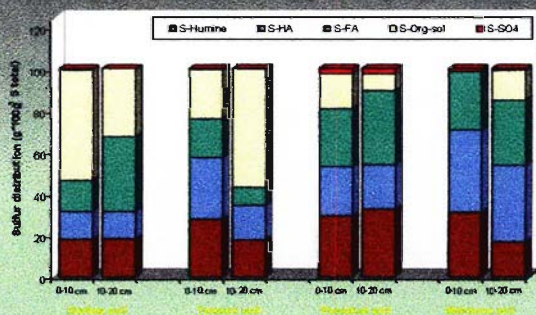
Tratamiento	Erosión (ton/ha/a)	Nitro (kg/ha/a)	Sulfuro (kg/ha/a)
Labranza Convencional	20	2,945	155
Rastrojo quemado	47		
Rastrojo con cobertura	5		
Pradera natural	< 1	83	4

Poblaciones de bacterias en diferentes sistemas de manejo de un suelo rojo arcilloso. (Salazar et al., 2002)

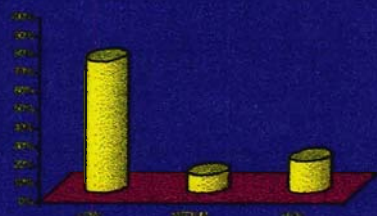


BN: Barro Negro; CA: Cultivo Abierto; RQ: Rotación; SD: Suelo Degradado.

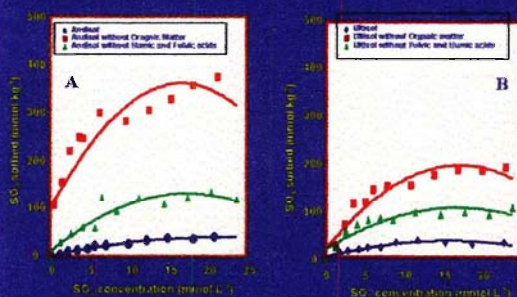
DISTRIBUCION DE AZUFRE EN SUELOS VOLCANICOS DE CHILE



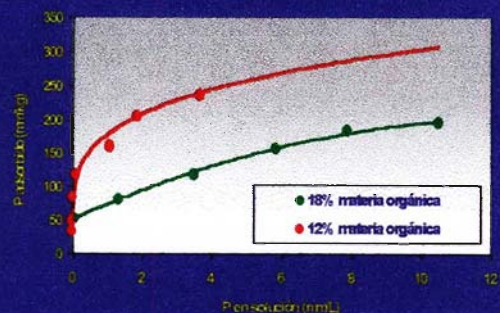
Niveles de S en suelos del sur de Chile



Efecto de la Materia orgánica en la fijación de sulfato. Andisoles (A) and Ultisoles (B). Temperature 25°C, pH 4.5.



EFFECTO DE LA MATERIA ORGANICA EN LA FIJACION DE P DE UN ANDISOL



Biological activities values at three depths in an ultisol under different tillage systems

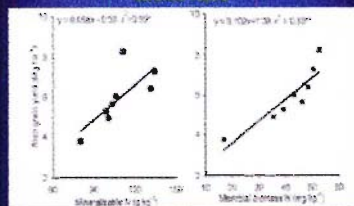
Treatment	2015		2016		2017		2018	
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
Control	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50
100%	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50
50%	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50
25%	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50
10%	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50
5%	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50
2%	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50
1%	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50	1.00	0.50

Notes: 1.00 = maximum value of activity; 0.50 = minimum value of activity; 0.25 = 25% of maximum value; 0.10 = 10% of maximum value; 0.05 = 5% of maximum value; 0.02 = 2% of maximum value; 0.01 = 1% of maximum value.

CARACTERÍSTICAS DE ÁCIDOS HUMICOS Y FÚLVICOS ENRIQUECIDOS CON RESIDUOS ORGÁNICOS Y EXTRACCIÓN DE SUELOS

Tipo de Planta	Fracción de Humus	C/N	COOH	DH- Fenólico	Acidez Total
meq / 100 g ácido					
Trébol	HA	14,5	218	717	934
	FA	12,5	527	829	1153
Trigo	HA	26,1	204	796	1000
	FA	29,7	650	682	1332
Estiercol	HA	12,5	290	800	1190
	FA	11,0	550	735	1282

Relación entre el rendimiento de arroz y el nitrógeno mineralizable y la nitrógeno asimilación en suelos rojos



Coefficientes de Correlación (r) entre C, N o P biomásico y los índices de fertilidad del suelo

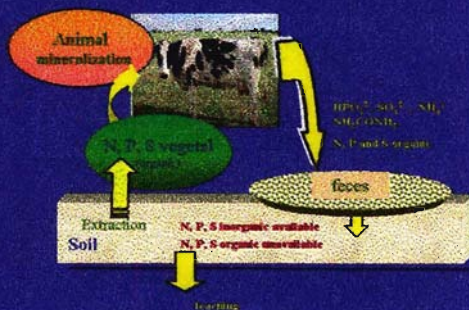
	C org	N _i	N _a	P _i	P _{ed}	C _{rec}	M _{rec}	P _{rec}	N ads	P ads
ms (I)	0.90	0.880	0.899	0.938	0.923	0.971	---	---	---	---
N foliar	0.78	0.756	0.778	0.849	0.845	0.719	---	---	---	---
N ads	0.95	0.896	0.947	0.938	0.921	---	---	---	---	---
ms (II)	0.43	0.840	0.651	0.418	0.430	0.785	---	0.844	---	---
P foliar	0.23	0.811	0.955	0.269	0.899	0.983	---	---	---	---
P ads	0.22	0.958	0.891	0.891	---	---	---	---	---	---

FERTILIZANTES ORGÁNICOS

• EXCRETAS

• PURINES

SISTEMA SUELO-PLANTA-ANIMAL



Efecto de la aplicación de purines sobre las características químicas del suelo. Andisol de la serie Santa Barbara

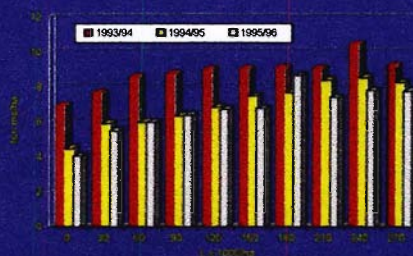
Purines (kg/ha)	pH	P	N	C	CEC	CE	CEC/CE
0	5.5	14	30	1.7	1.7	1.7	1.0
50	5.5	14	30	1.7	1.7	1.7	1.0
100	5.5	14	30	1.7	1.7	1.7	1.0
150	5.5	14	30	1.7	1.7	1.7	1.0

Porcentaje de purines aplicados

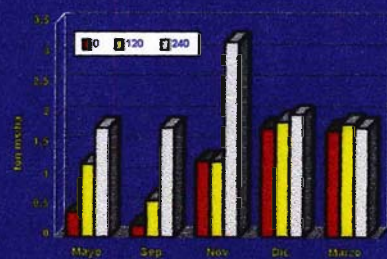
Composicion promedio anual del purin aplicado a la pradera de Ballica perenne = *Trichol Blanco* y aporte de nutrientes (kg/ha). IX Region

Elemento	Nitrogeno	Fosforo	Potasio	Calcio	Magnesio	
Promedio	66	94	18	44	32	12

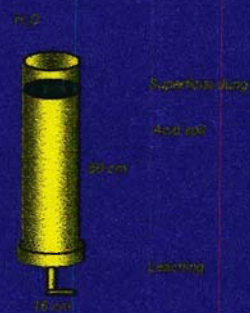
Efecto de la dosis de purin sobre produccion (ton misha) de la pradera *Colium perenne* = *Tricholium repens*. Temporadas 1993/94, 1994/95 y 1995/96.



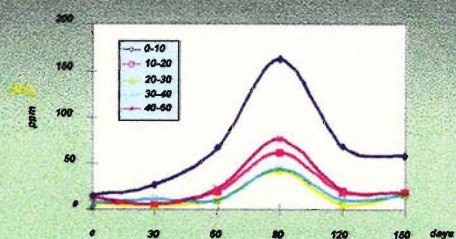
Efecto de la dosis de Purin (l. x 1000 ha) sobre la distribucion de la produccion de *Colium perenne* = *Tricholium repens*.



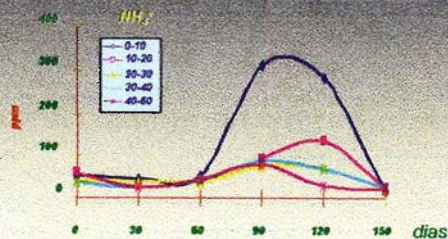
SCHEME OF THE LYSIMETER

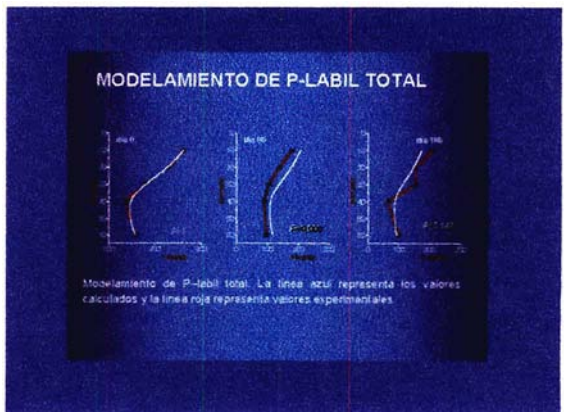
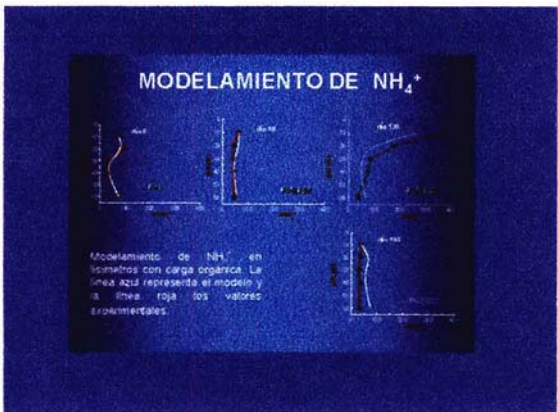
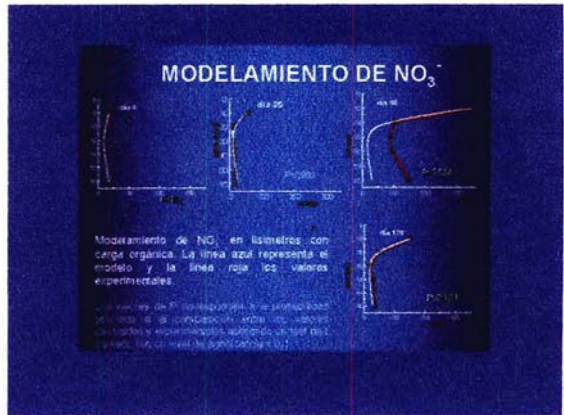
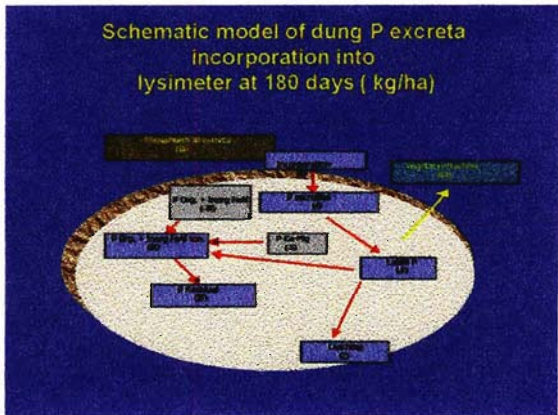
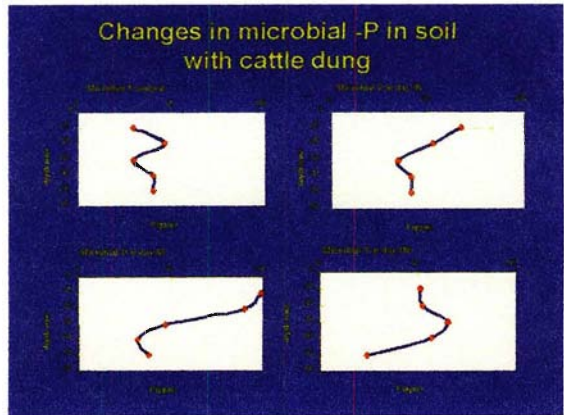
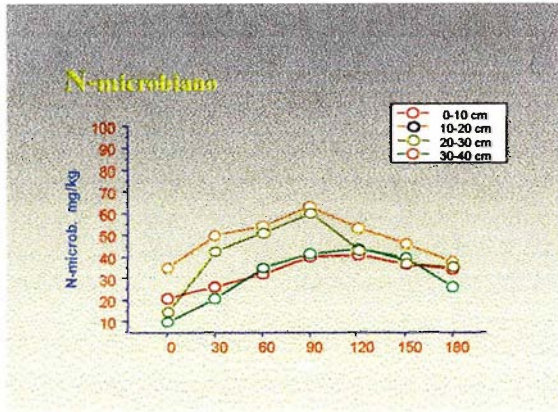


CAMBIOS EN LA CONCENTRACION DE N-NO3 EN EL SUELO PROVENIENTE DE EXCRETAS DE VACUNO

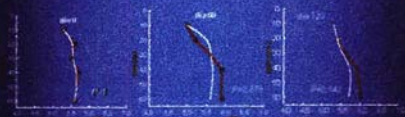


MOVIMIENTO DEL N-NH4 EN EL SUELO PROVENIENTE DE EXCRETAS DE VACUNO



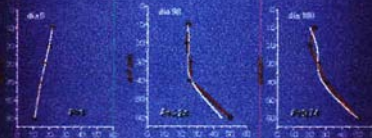


MODELAMIENTO DEL pH



Modelamiento del pH en el suelo. La línea azul representa los valores calculados y la línea roja representa valores experimentales.

MODELAMIENTO DE $S-SO_4^{2-}$

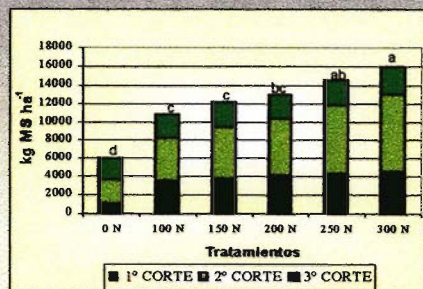


Resultados del modelo de las fracciones de $S-SO_4^{2-}$ a 0, 90 y 180 días. La línea azul representa los valores calculados y la línea roja representa valores experimentales.

Construcción de los lisímetros



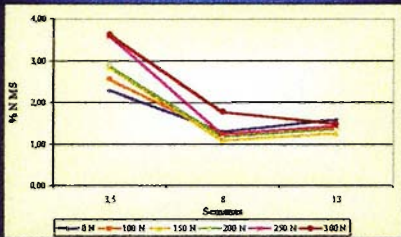
Producción de materia seca acumulada ($kg MS ha^{-1}$) de *Lolium multiflorum* cv. Tama con distintas dosis de urea



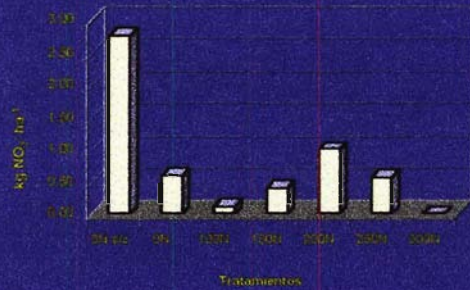
Eficiencia de utilización aparente de una pradera de *L. multiflorum* cv. Tama, bajo dosis crecientes de fertilización nitrogenada proveniente de urea

Fertilizante	Eficiencia de utilización aparente (%)
0 N	75.71
100 N	73.68
150 N	75.53
200 N	77.51
250 N	79.57

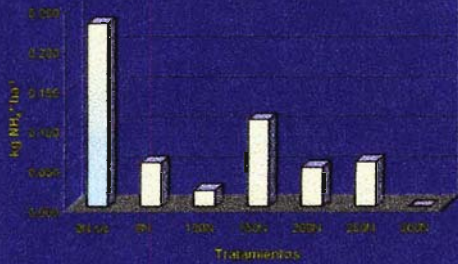
Contenido de N foliar (%) de *L. multiflorum* cv. Tama, a partir de la fecha de aplicación de los tratamientos.



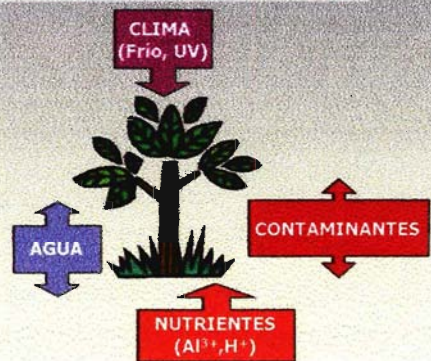
Cantidad de nitrato lixiviada por hectárea (kg) para las distintas dosis de fertilización nitrogenada durante el periodo de mayor desarrollo de la pastura.



Cantidad de amonio lixiviada por hectárea para las distintas dosis de fertilización nitrogenada durante el periodo de mayor desarrollo de la pastura.



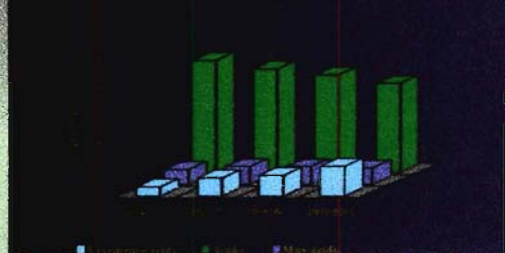
FACTORES LIMITANTES



ORIGEN DE LA ACIDEZ

- Pérdida de bases por lixiviación
- Pérdida de bases por extracción de los cultivos
- Pérdidas de materia orgánica
- Fertilizantes de reacción ácida

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS VALORES DE pH ENTRE 1980 Y 2000 EN LA REGIÓN SUR



$$pAl_{\text{Andisol}} = 1.2272 \cdot pH - 2.5928$$

$$pAl_{\text{Ultisol}} = 1.9309 \cdot pH - 1.7516$$

$$\text{Rendimiento Relativo (\%)} = 4015.15(pH + pAl) + 838.51(pH)^2 - 4626.15(pAl)^2 + 14781.42\left(\frac{pH}{pAl}\right)$$



CATIONES DE IMPORTANCIA AGRICOLA

- BASICOS
- CALCIO, MAGNESIO, POTASIO Y SODIO
- SUMA DE BASES
- $Ca + Mg + K + Na$

CATIONES DE IMPORTANCIA AGRICOLA

- ACIDOS
- ALUMINIO Y PROTONES
- ACIDEZ
- $Al + H + Mn$

INDICADORES DE ACIDEZ

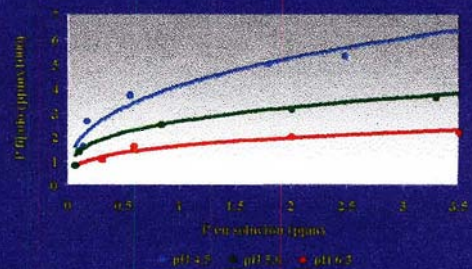
- pH
- Suma de Bases = $Ca + Mg + K + Na$
- Porcentaje de saturación de aluminio

$$\% \text{Sat. Al} = \frac{Al}{SB + Al} \times 100$$

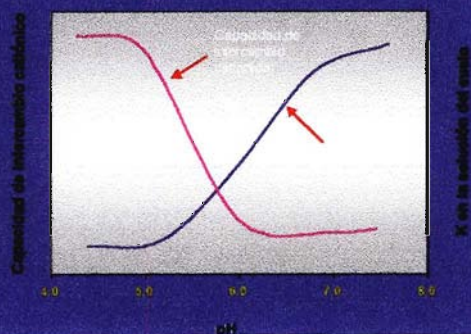
Variación de la disponibilidad de P con el pH del suelo



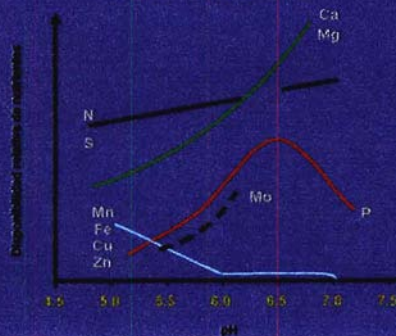
EFFECTO DEL pH EN LA FIJACIÓN DE P DE UN ANDISOL.



Efecto del pH en la contenido de K en la solución del suelo



Efecto del pH en la disponibilidad de nutrientes en el suelo

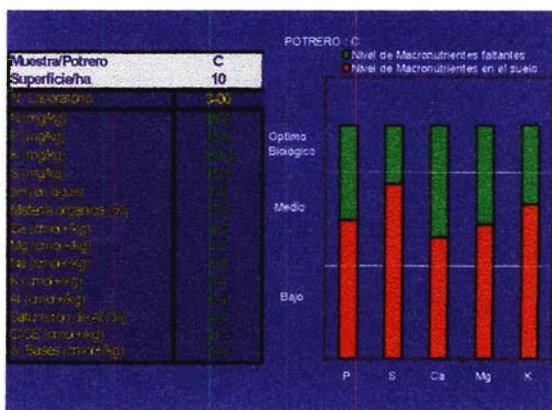


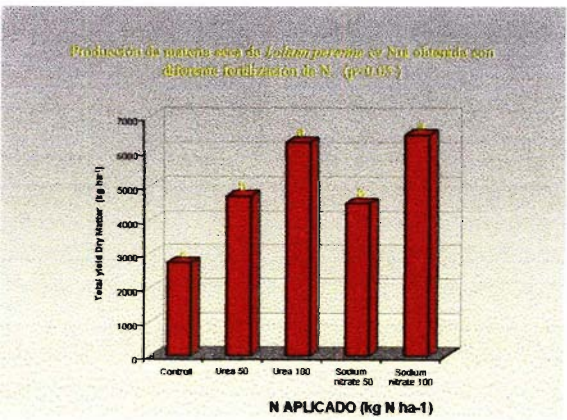
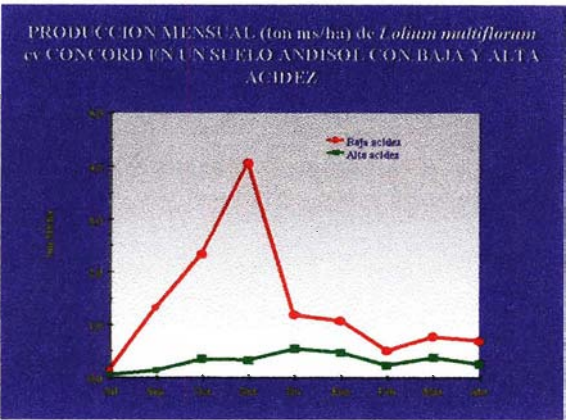
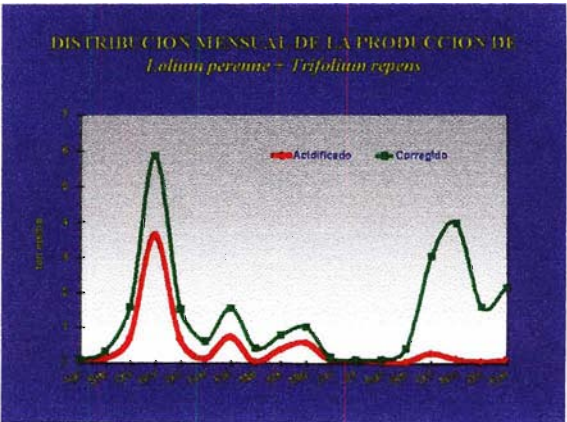
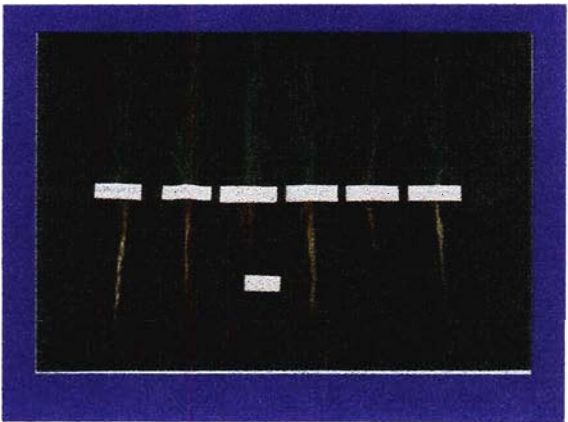
MACRONUTRIENTES OPTIMOS BIOLÓGICOS

- P = 25 ppm
- S = 18 ppm
- Ca = 1200 ppm (6)
- Mg = 180 ppm (1.5)
- K = 200 ppm (0.5)

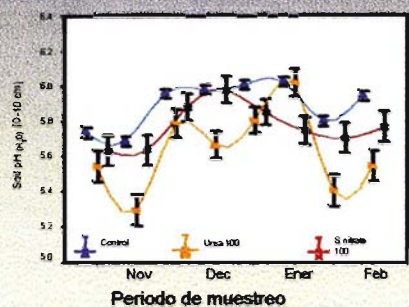
MICRONUTRIENTES OPTIMOS BIOLÓGICOS

- B = 1.2 ppm
- Cu = 1 ppm
- Zn = 1 ppm
- Fe = 25 ppm
- Mo = 1 ppm

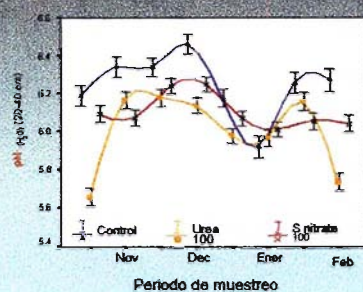




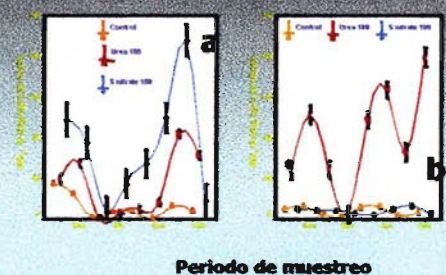
Efecto de la fuente de nitrógeno sobre el pH del suelo a 0-10 cm de profundidad



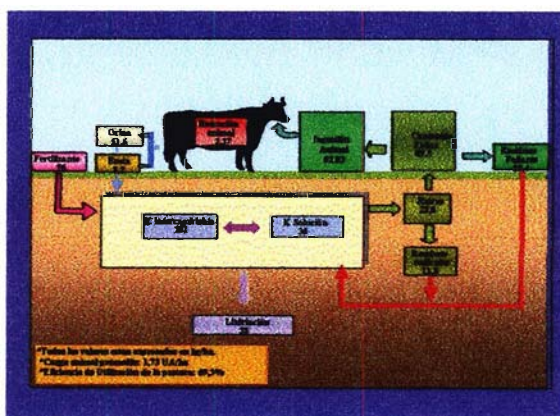
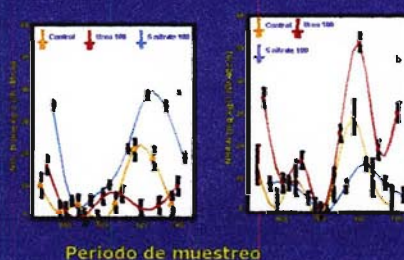
Efecto de la fuente de nitrógeno sobre el pH del suelo a 20-40 cm de profundidad



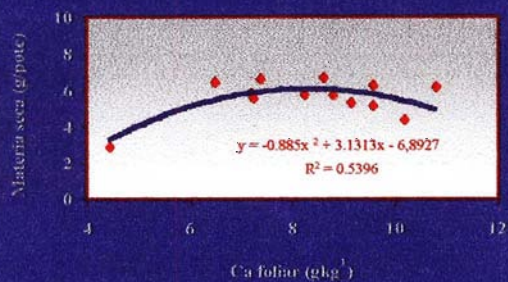
Variación del contenido y formas de N en 0-10 cm del suelo producido por la aplicación de urea y salitre. A) $\text{NO}_3^- \text{N}$, B) $\text{NH}_4^+ \text{N}$



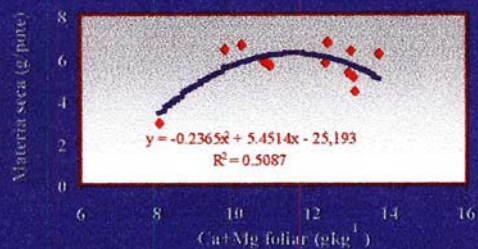
Variación del contenido y formas de N en 20-40 cm del suelo producido por la aplicación de urea y salitre. A) $\text{NO}_3^- \text{N}$, B) $\text{NH}_4^+ \text{N}$



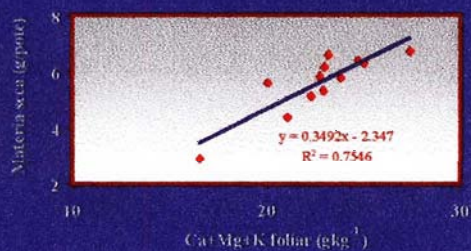
RELACION ENTRE LA ABSORCION DE CALCIO Y EL RENDIMIENTO DE BALICA.



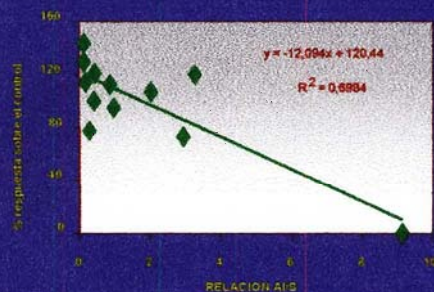
RELACION ENTRE LA ABSORCION DE CALCIO+MAGNESIO Y EL RENDIMIENTO DE BALICA.



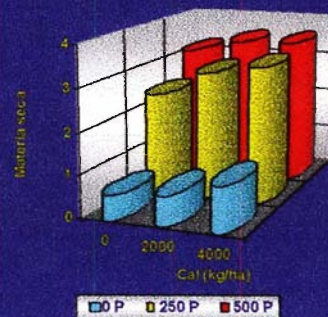
RELACION ENTRE LA ABSORCION DE NUTRIENTES Y EL RENDIMIENTO DE BALICA.



RELACION ENTRE EL AUMENTO DE RENDIMIENTO DE BALICA Y LA RELACION A/C EN UN ANDISOL.

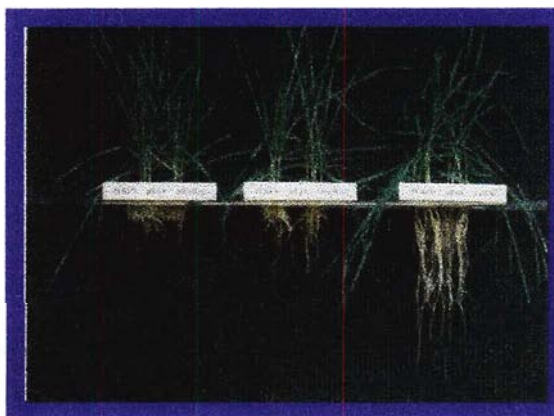
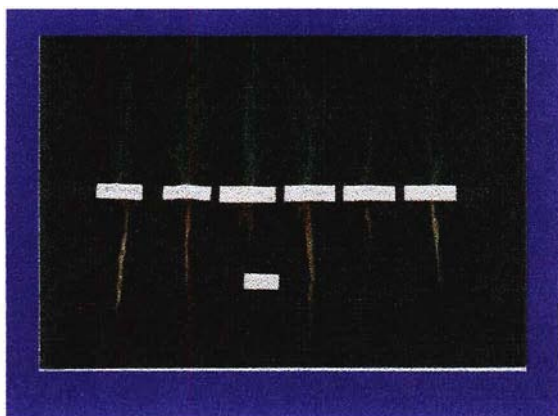
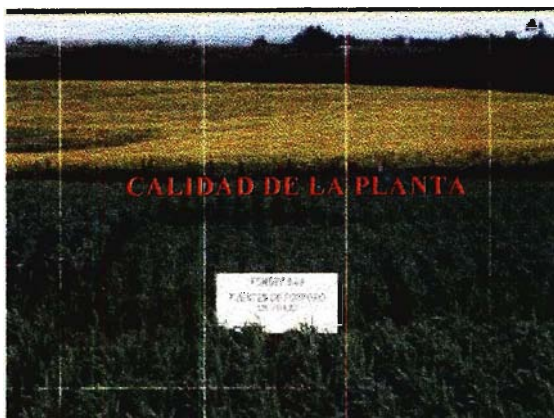


Efecto de la relación Ca/P en la producción de Ballica en un suelo ácido



RENDIMIENTO DE MATERIA SECA ACUMULADA DE GRAMÍNEA (TRIGO) EN RELACION A LA RAZÓN DE S:P EMPLEADA EN EL FERTILIZANTE

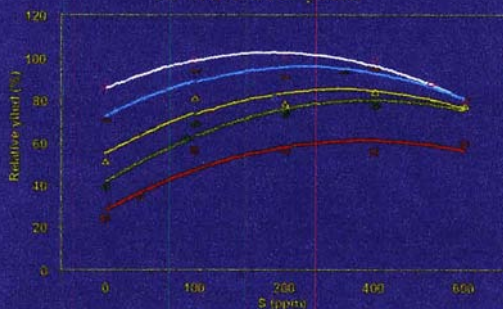
Tratamiento	Rendimiento (g ms/m²)	Rendimiento relativo (%)
0S/0P	1,03	25
0S/100P	2,07	50
0S/200P	2,43	59
0S/400P	3,26	79
0S/600P	2,97	72
100S/0P	1,48	36
100S/100P	2,93	71
100S/200P	2,97	72
100S/400P	3,68	89
100S/600P	3,61	87
200S/0P	1,96	47
200S/100P	3,31	80
200S/200P	2,97	72
200S/400P	3,65	88
200S/600P	3,81	92



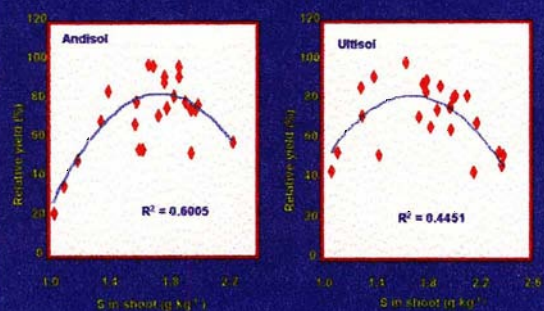
AZUFRE

- DISPONIBILIDAD
- RELACION CON FOSFORO
- RELACION CON NITROGENO
- NIVELES EN LA PLANTA

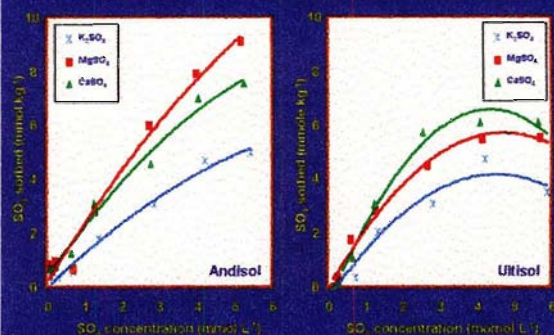
Effect of P and S fertilization on red clover yield



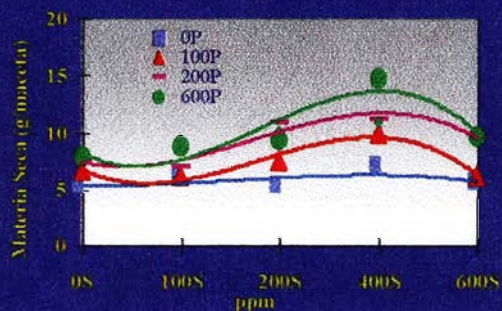
Relationship between relative yield of *Triticum pratense* L. and S concentration in shoot at different S levels



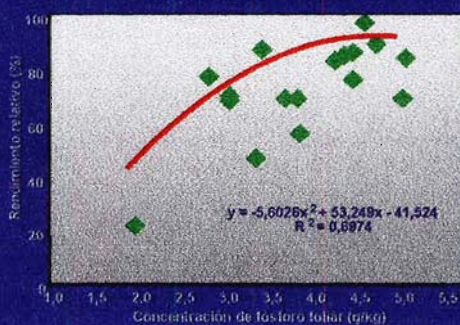
Effect of the influence by cation saturation on sulphate adsorption isotherm for Ultisol and Andisol soils at pH 5.5



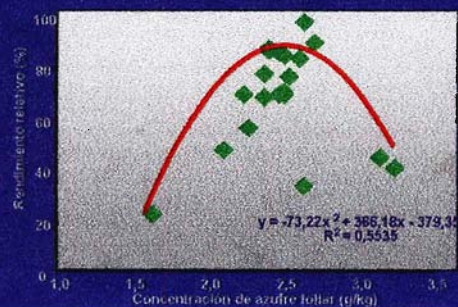
EFFECTO DE LA RELACION P/S SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BALICA



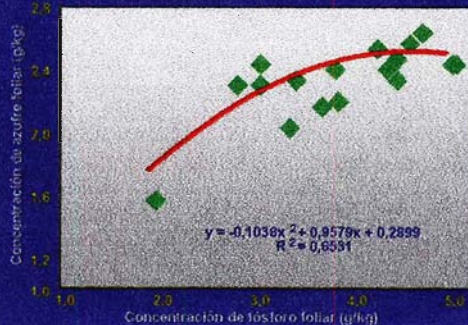
RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO RELATIVO DE TRIGO EN MATERIA SECA Y LA CONCENTRACIÓN DE FÓSFORO FOLIAR



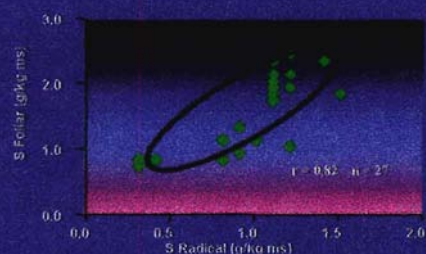
RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO RELATIVO DE TRIGO EN MATERIA SECA Y LA CONCENTRACIÓN DE AZÚFRE FOLIAR



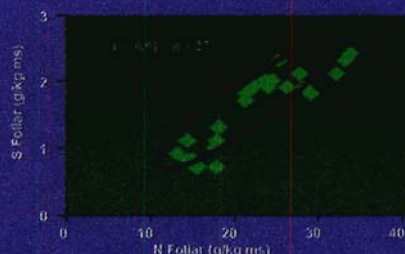
RELACION ENTRE LAS CONCENTRACIONES FOLIARES DE AZÚFRE Y FÓSFORO EN GRAMÍNEAS, *Triticum aestivum* L.



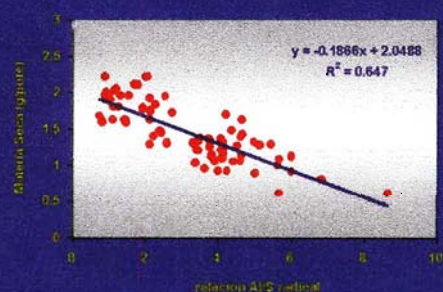
RELACION ENTRE LOS CONTENIDOS DE S FOLLAR Y S RADICAL (g/kg ms) DE LA PASTURA



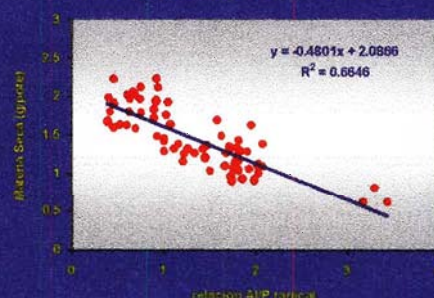
RELACION ENTRE LOS CONTENIDOS DE N Y S FOLLAR (g/kg ms) EN LA PASTURA CORREGIDA



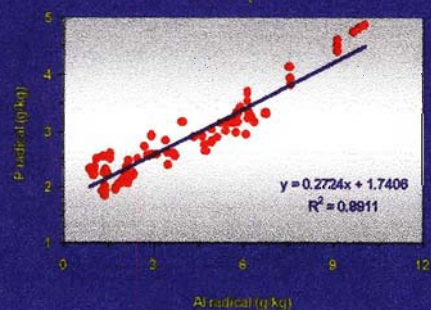
Efecto de la relación Al/P en la raíz sobre la producción vegetal



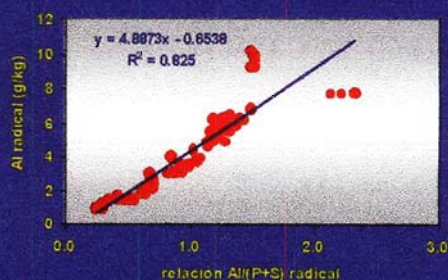
Efecto de la relación Al/P en la raíz sobre la producción vegetal



RELACION ENTRE EL CONTENIDO DE AL Y P RADICAL EN PLANTAS DESARROLLADAS A BAJO pH



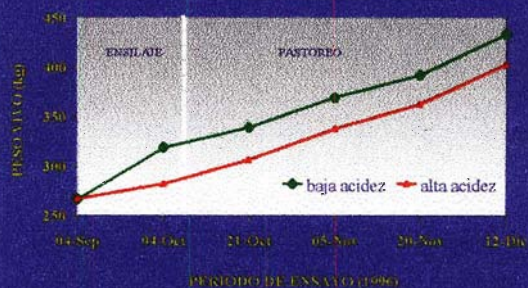
RELACION ENTRE EL AL RADICAL Y EL CONTENIDO DE P Y S RADICAL



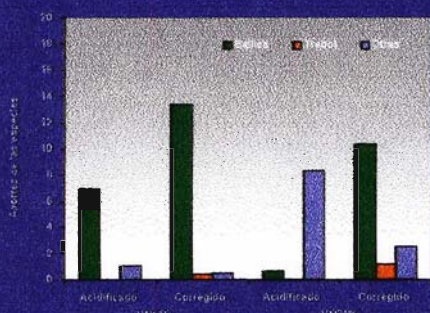
PRODUCCIÓN TOTAL DE MATERIA SECA (ton/ha),
PROTEÍNA (ton/ha) Y E. METABOLIZABLE (Mcal/ha) DE DOS
PASTURAS DE *Lolium perenne* + *Trifolium repens*

	ACIDIFICADO		CORREGIDO	
	1996/97	1997/98	1996/97	1997/98
Materia seca	8.12	10.69	14.29	15.02
Proteína	0.98	0.91	2.11	2.28
E. metabolizable	19680	25291	34797	34052

EFFECTO DE LA CONDICION DE ACIDEZ DEL SUELO SOBRE
LA PRODUCCION ANIMAL



COMPOSICION BOTANICA DE *Lolium perenne* +
Trifolium repens EN UN ANDISOL ACIDIFICADO Y
OTRO CORREGIDO



EFFECTO DEL NIVEL DE ACIDIFICACION DEL SUELO,
SOBRE EL CONTENIDO DE AL EN LA SANGRE DE LOS
ANIMALES SOMETIDOS A PASTOREO, HUALPIN,
TEMPORADA 1996/97

PASTURA	Concentración promedio de Al (µg/L)		
	Día 0	Día 30*	Día 90**
Acidificado	25.0	70.5	70.5
Corregido	25.0	52.5	45.0

(*) Alimentados durante 40 días con ensilaje
(**) Alimentados durante 40 días con pradera

SIMULACION DEL POTENCIAL DE PRODUCCION
ANIMAL DE DOS PASTURAS DE *Lolium perenne* + *Trifolium repens*
EN SUELOS CON Y SIN ENMIENDAS CALCAREAS

	ACIDIFICADO		CORREGIDO	
	1996/97	1997/98	1996/97	1997/98
Carga animal (UA/ha)	0.55	1.17	1.57	1.64
Leche (L/45/MG/ha)	8232	4692	13706	12544
Aporte proteico	6493	5227	10150	9859
Carné (kg/ha)	0.73	3.09	1400	1400
Aporte energético	731	690	940	928

UA = peso vivo de 500 kg
60% de eficiencia de materia seca

TRABAJOS DE INVESTIGACION EN
CURSO

- Estudio de la dinámica de nitrógeno proveniente de la aplicación de purines
- Estudio del comportamiento del selenio en el suelo y su impacto en la calidad de la pastura
- Estudio de los mecanismos y el efecto del molibdeno en la fijación de nitrógeno y la fertilidad biológica del suelo en leguminosas forrajeras

- Relación del manganeso con la degradación química del suelo y su efecto sobre la producción de ballicas

CONCLUSIONES

- La fertilidad de un suelo considera la disponibilidad de nutrientes y el aumento de los indicadores biológicos como C, N, P y S biomásico.
- La aplicación de fertilizantes debe ser acorde con un bajo impacto ambiental para evitar la degradación del suelo.

Sistema de Producción Sustentable

Agradecimientos

Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

*Universidad de La Frontera
Instituto de Agroindustria*



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA



Conferencia a los Estudiantes de Postgrado y Tesistas de Agronomía

**Como parte de las
Actividades de Difusión del Programa de
Formación para la Innovación Agraria
(FIA)**



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA



Programa

Jueves 21 de Noviembre

**Trabajos Presentados por los proponentes en el
17 Congreso Internacional de las Ciencias del Suelo**

09⁰⁰-10⁰⁰

Dr. Fernando Borie

Influencia de los tipos de nitrógeno
fertilizante en la nutrición mineral
del trigo y micorrizas

10⁰⁰-11⁰⁰

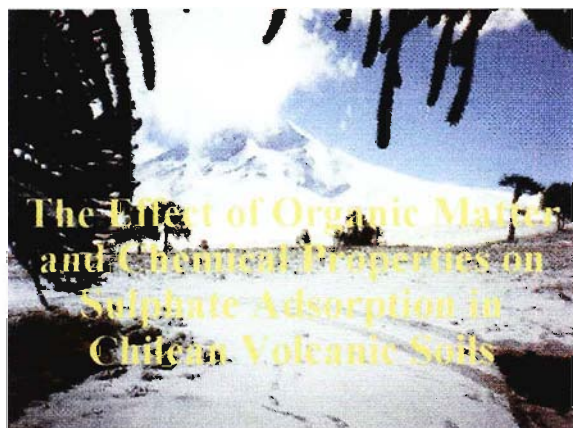
Ing. Agr. Rolando Demanet.

Efecto de la fertilización y manejo
en la producción de trébol rosado
en suelos volcánicos

11⁰⁰-12⁰⁰

Dra María de la Luz Mora

Efecto de la Materia
Orgánica y las Propiedades de
Suelos Volcánicos sobre la
adsorción de sulfatos






The Effect of Organic Matter and Chemical Properties on Sulphate Adsorption in Chilean Volcanic Soils

Dra. Maria de la Luz Mora
 Depto de Ciencias Químicas, Universidad de La Frontera
 mariluz@ufro.cl



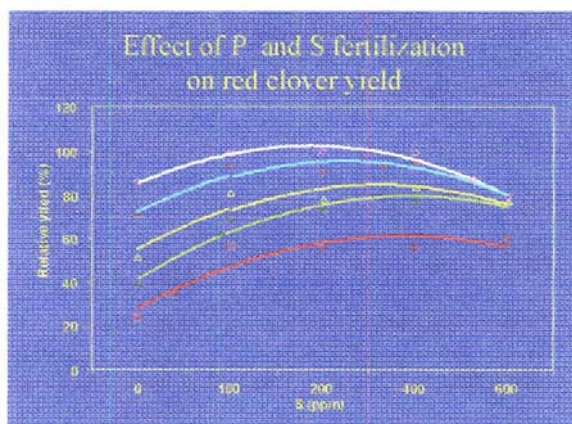
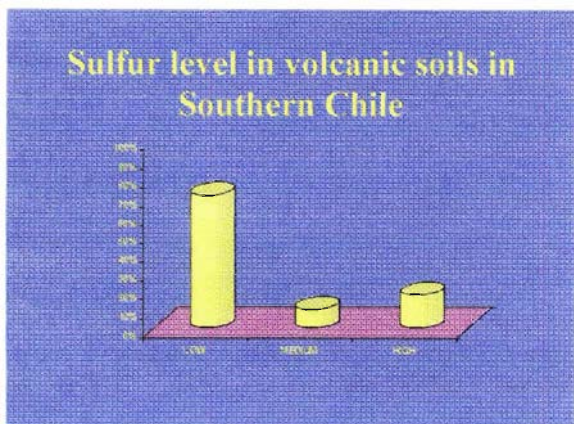
**Mora, M.L.¹, Shene C.,
 Demanet R¹ & Violante, A.²**

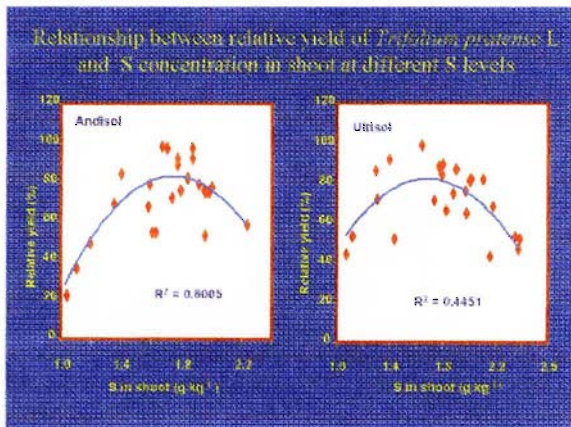
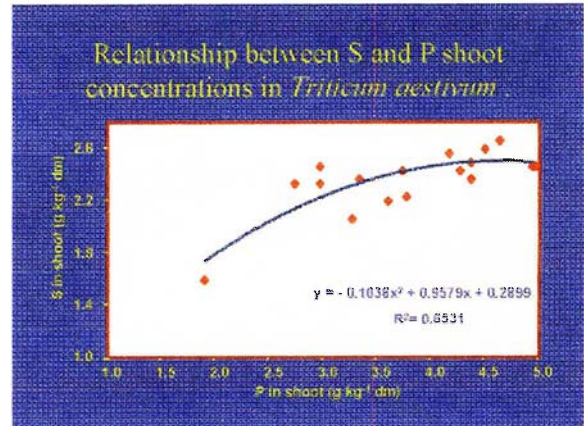
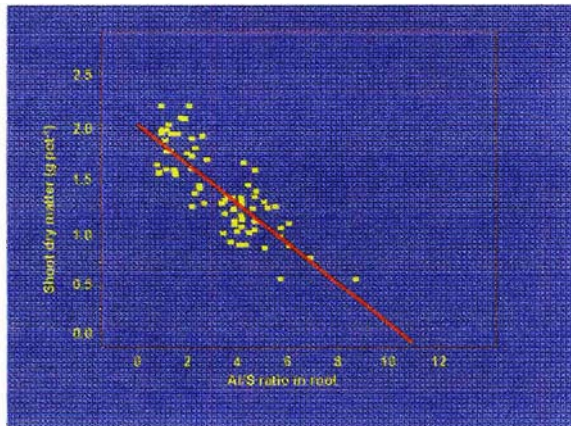
¹Departamento de Ciencias Químicas, Universidad de La Frontera,
 Casilla 54-D, Temuco-Chile

²Dipartimento di Scienze Chimico Agrarie, Università Federico II,
 Napoli, Italia

mariluz@ufro.cl

WHY IS IMPORTANT THE SULFUR IN CHILEAN VOLCANIC SOILS?





Material and Methods

- Soil samples
 - Ultisol (Metrengo Series)
 - Andisol (Pemehue Series)
- Each samples was taken with two different acidity levels from different sites, Metrengo control and Metrengo acidified and Pemehue control and Pemehue acidified.

- **Sulphate adsorption experiments**
 - A batch system were used to determine adsorption as function of pH solution between 3.4 and 8.9 at 25 °C in 0.1 M KCl using 0.005 mg L⁻¹ of sulphate in solution.
- Characteristics and chemical composition of these soils were determined.
- The forms of Fe and Al in the soils were determined by selective dissolution analysis (Blakemore 1987).
- Allophanes and Ferrhydrite were determined using the Methods of Parfitt & Wilson (1985) and Parfitt & Childs (1988) respectively.

- **Data fitted**
 - Freundlich model were used
- **Humic and Fulvic acids**
 - Were extracted with NaOH solution (Schnitzer 1978)
 - The residual fraction was exhaustively washed with double distilled water and redispersed by ultrasonic stirring (not without FII, FA).
 - The remaining fraction was treated with 30% hydrogen peroxide until no dark residues were observed in order to remove the humic fraction (soil without O.M).
 - In the second experiment the soils were incubated for 48 h at 60 °C with 200-600 mg kg⁻¹ of CaSO₄, MgSO₄ and K₂SO₄ and afterwards the change was determined by adsorption tests methods (Naufie et al. 1980).

RESULTS

Chemical soil analysis

Soil Series	Andisol	Andisol Acidified	Ultisol	Ultisol Acidified
pH	5.65	5.08	5.67	5.16
S (ppm)	2	2	9	7
P (ppm)	10	6	6	10
Exchangeable cations (cmol kg ⁻¹)				
Ca	2.77	0.76	6.03	7.69
Mg	0.55	0.38	0.13	0.92
K	0.27	0.16	0.79	1.73
Al	0.13	1.74	0.08	0.61
Σ (K+Ca+Mg)	3.67	1.36	7.83	5.41
Al saturation (%)	3.17	56.13	1.01	10.13

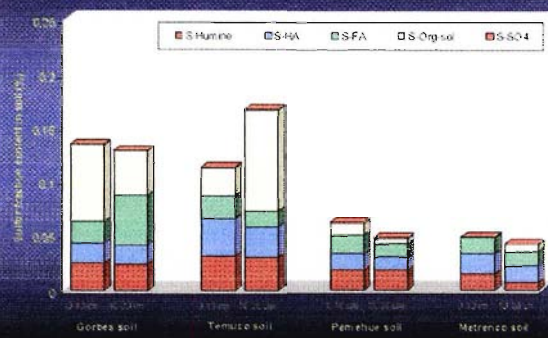
Some properties of the soil studied

	Andisol	Ultisol
g kg ⁻¹		
AT (total)	47.0	5.9
ST (total)	15.8	1.7
FT (total)	17.0	10.7
AT (DFA)	9.5	3.3
FT (DFA)	1.4	1.6
AT (DFA)	18.8	5.7
ST (DFA)	2.6	1.2
FT (DFA)	49.1	64.3
Allophane	78	0
Fertilizante	29	15

Organic content of soils

Soils	MO	HA	FA
	Air dried soil (%)		
Andisol	20.7	1.33	0.54
Ultisol	6.0	0.50	0.35

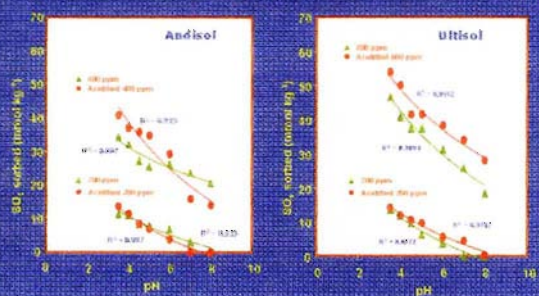
Sulfur balance in volcanic chilean soils



Analytical characteristics of humic materials

Soil		Total acidity	Carboxylic acidity	Phenolic acidity	E ₄ /E ₆
		meq g ⁻¹			
Andisol	HA	5.4	3.8	1.6	4.5
	FA	10.3	9.4	0.8	8.4
Ultisol	HA	4.2	3.5	0.7	4.0
	FA	11.9	3.7	8.2	5.4

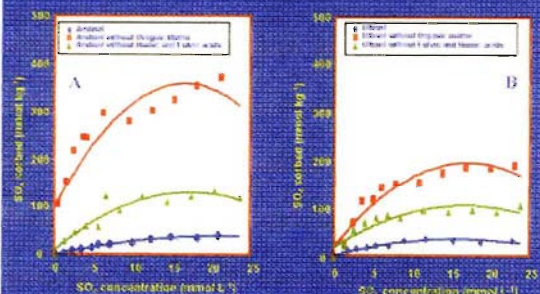
Effect of pH on the sulphate adsorption: Isotherm for the Andisol and Ultisol with two different initial acidity condition



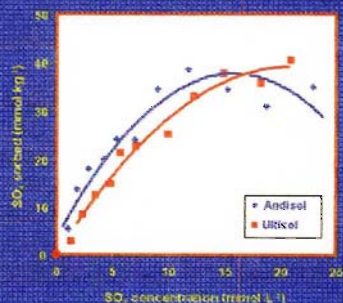
DISCUSSION

- The results indicated that sulphate adsorption capacity for both types of these ash derived soils was pH dependent. When pH increased the positive charge decreased and the sulphate adsorption decreased.
- The initial acidity condition influenced the adsorbed sulphate amount. The largest amount of sulphate adsorbed by these soils at pH 3.5 was markedly reduced over pH 5.5. Adsorption capacity was high in acidic soils, due to the high Al exchangeable content increasing the amount of reactive sites in both soils. The sulphate sorption decreased more in Andisols than Ultisols because of the mineralogical composition and the permanent charge present in Ultisols. On the other hand, sulphate adsorption capacity was concentration dependent showing a great adsorption even at pH 8.0 when sulphate concentration in solution is high.

Effect of the total Organic Matter: Fulvic and Humic acids on Sulphate adsorption capacity in Andisol (A) and Ultisol (B). Temperature 25°C, pH 4.5

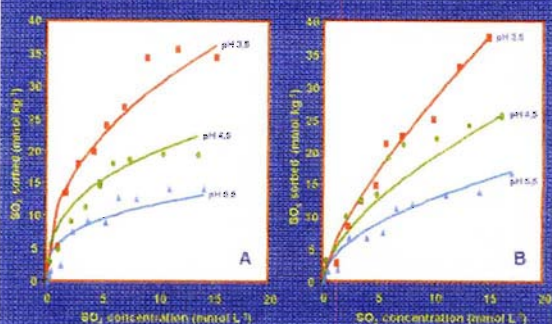


Effect of Total Organic Matter on Sulphate adsorption capacity in an Andisol and a Ultisol. Temperature 25°C, pH 4.5



- The sulphate adsorption capacity of the Ultisol was near 30 % higher than in Andisol only at high concentration, associating with the less organic matter content in Ultisol and the highest iron oxide extracted with citrate dithionite bicarbonate (84.4 g kg⁻¹ and 49.1 g kg⁻¹, respectively). However at low concentration the Andisol presented a higher adsorption capacity, according with Al-pp level.
- However, when the humin fraction was removed the sulphate adsorption capacity was higher in Andisol than Ultisol, due to allophane clay and ferrihydrite oxide present in Andisols, both material having a low crystallinity degree, and high reactivity in these soils.
- The extraction of fulvic and humic acid fraction increased the adsorption capacity in both soils by releasing reactive sites (S-OH, S-FeOH) on the inorganic matrix, however the effect in Andisol was bigger than in Ultisol because Al-oxa was very high in the first.

The Sulphate adsorption isotherm as describe by Freundlich model for Ultisol (A) and Andisol (B)



Slopes (a), intersections (b) and estimated constants for Freundlich isotherms

pH	Ultisol			
	b	K	a = n	R ²
3.5	2.4402	11.48	0.4361	0.9341
4.5	2.0349	7.65	0.3784	0.8705
5.5	1.7995	5.99	0.3246	0.8768

pH	Andisol			
	b	K	a = n	R ²
3.5	1.6762	5.35	0.6935	0.9636
4.5	1.4642	4.32	0.6968	0.9058
5.5	1.3502	3.86	0.4935	0.9216

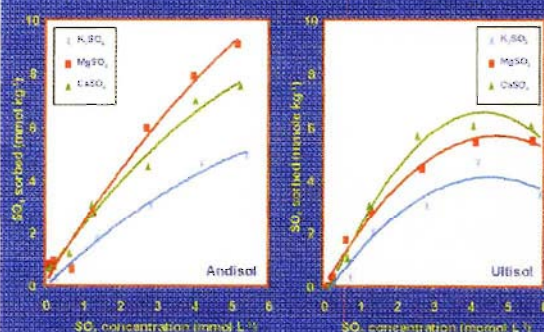
Freundlich isotherm constants transformed to pH-dependent form

Ultisol	R ²
$K = 20.721 - 2.744 \text{ pH}$	0.9510
$n = 0.630 - 0.056 \text{ pH}$	0.9996

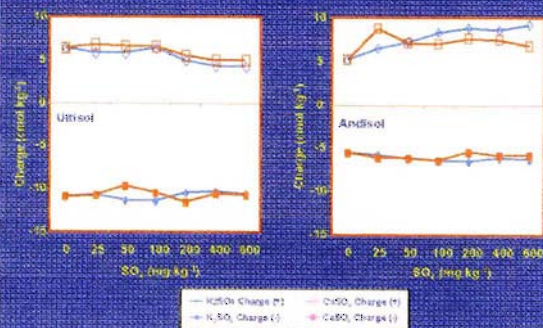
Andisol	R ²
$K = 7.855 - 0.744 \text{ pH}$	0.9556
$n = 1.078 - 0.100 \text{ pH}$	0.7384

- Experimental sulphate adsorption data from isotherm were successfully fitted to the Freundlich, n and K increased when the pH increased. The substitution on pH-dependent equation for K and n shown that pH dependence sulphate buffer capacity was greater for the Andisol than Ultisol.

Effect of the influence by cation saturation on sulphate adsorption isotherm for Ultisol and Andisol soils at pH 5.5



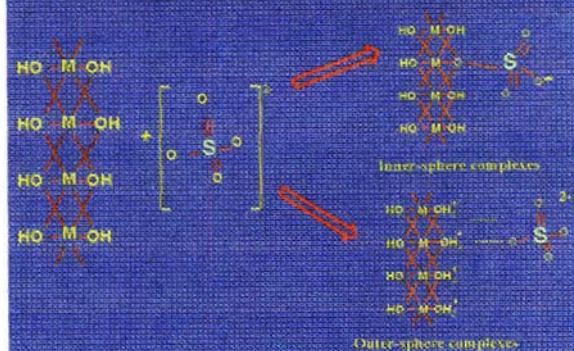
Effect of charge on sulphate adsorption



PZSE and Ns in soils studied

	Ns mmol kg ⁻¹	PZSE
Andisol	80	4.1
Andisol without HA and FA	200	4.5
Andisol without HA, FA and HU	300	7.6
Ultisol	100	4.01
Ultisol without HA and FA	200	6.5
Ultisol without HA, FA and HU	600	8.3

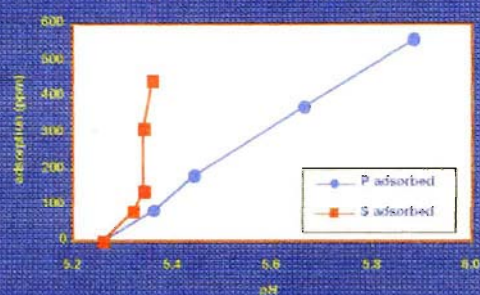
Mechanisms proposed for the sulphate adsorption



- The point of zero charge (PZC) were near to pH 4.0, therefore the positive charge decreased over this pH and consequently the adsorption sulphate capacity decreased.
- The removal of the organic compounds increased the PZC and also increased sulphate adsorption capacity in both soils.

Effect of S and P adsorption on Serie Pemehue soil pH

(Andisols corrected by incubation at 30 °C and 60 °C)



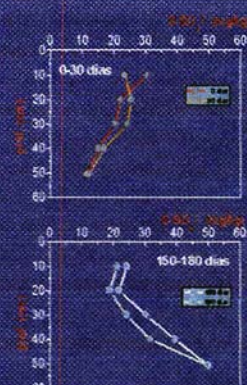
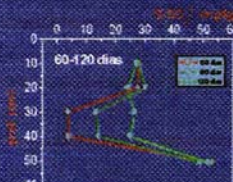
- The amounts of adsorbed sulphate were influenced by cation saturation. In both soils sulphate adsorption increased in the order of $\text{CaSO}_4 > \text{MgSO}_4 > \text{K}_2\text{SO}_4$.
- The magnitude of the change in net positive charge was higher when the soil was incubated with potassium rather than with cadmium or magnesium, suggesting that outer sphere complex formation is the main mechanism taking place between reactive sites of Al or Fe with sulphate.

CONCLUSION

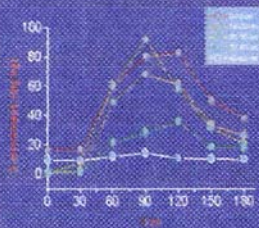
- In summary sulphate adsorption process in Chilean Andisols was strongly controlled by pH, humin, humic and fulvic content, iron oxide and by the type of cation present in the soils.



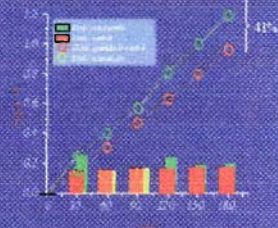
Perfil de concentraciones de SO_4^{2-} en el suelo entre 0 y 180 días como efecto de la excreta de vacas



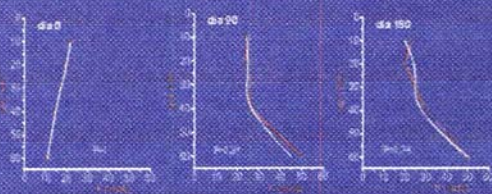
Evoluciona mental del S-mic robins en el perfil del sueto



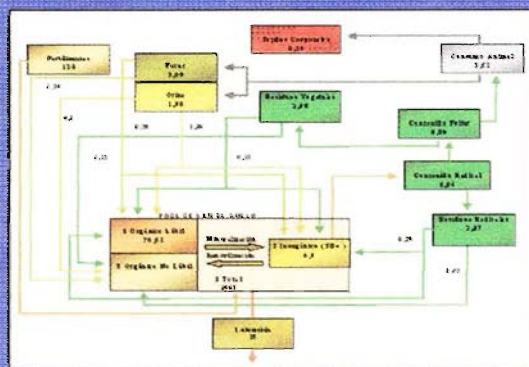
Pérdidas de Sporix en un año de los linfocitos con y sin vacuna de vacunas



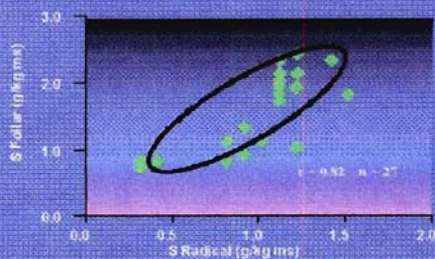
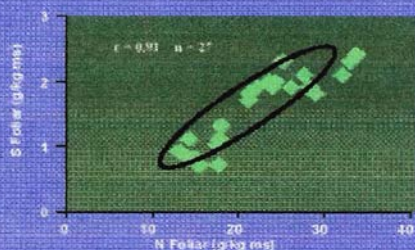
MODELAMIENTO DE $S\text{-SO}_4^{2-}$



Resultados del modelo de las fracciones de $S-SO_2^{2-}$ a 0, 90 y 180 días. La línea azul representa los valores calculados y la línea roja representa valores experimentales.

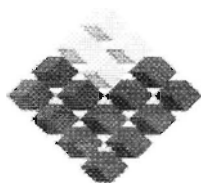


RELACION ENTRE LOS CONTENIDOS DE S FOLIAR Y S RADICAL (g/kg ms) DE LA PASTURA.

RELACIÓN ENTRE LOS CONTENIDOS DE N Y S
FOLIAR (g/kg ms) EN LA PASTURA CORREGIDA

Agradecimientos

Incorporación de Nuevas Metodología en La Reunión de la Comisión Nacional de Acreditación (CNA)



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA



CURVA DE RETENCIÓN DE FOSFATO

1. Principio

La muestra de suelo se equilibra con soluciones que contienen un rango de concentración de fosfato y se extrae con solución de bicarbonato de sodio 0,5 mol/L a pH 8,5.

2. Equipos y materiales especiales

- 2.1. Estufa de incubación que permita 60°C
- 2.2. Agitador recíproco
- 2.3. Espectrofotómetro que cubra el rango de 800-900 nm.
- 2.4. Frascos plástico de base cuadrada de 150 mL

3. Reactivos

Todos los reactivos deben ser de calidad para análisis.

- 3.1. Agua destilada con una conductividad específica no mayor de 0,2 mS/m a 25°C y un pH mayor de 5,6. Usar agua de esta calidad en los reactivos y procedimiento.
- 3.2. Solución de cloruro de potasio, 1 mol/L.
Disolver 74,6 g de cloruro de potasio, KCl, en agua y diluir a 1000 ml.
- 3.3. Solución de fósforo de 10.000 mg/L
Pesar 43,93 g (exactitud 0,01 g) de dihidrógeno fosfato de potasio, KH_2PO_4 , secado a 105°C durante 2 h, en un matraz volumétrico de 1000 mL. Disolver y llevar a volumen con agua.
- 3.4. Serie de soluciones para retención de fósforo.
Pipetear 0-10-20-50-100 ml de la solución de fósforo de 10.000 mg/L (3.3.) en matraces volumétricos de 1000 mL. Agregar 10 ml de solución de cloruro de potasio 1 mol/L (3.2.). Llevar a volumen con agua. Esta serie de soluciones contiene 0-100-200-500-1000 mg/L de fósforo.
- 3.5. Solución de hidróxido de sodio 1 mol/L.
Disolver $40,0 \pm 0,4$ g de hidróxido de sodio, NaOH, en agua. Enfriar y diluir a 1000 ml con agua. Guardar en un envase de polietileno herméticamente cerrado.
- 3.6. Solución de bicarbonato de sodio 0,5 mol/L, pH 8,5.
Disolver $42,0 \pm 0,1$ g de bicarbonato de sodio (hidrógeno carbonato de sodio), NaHCO_3 , en agua y diluir a 1000 ml. Ajustar a pH $8,50 \pm 0,02$ con solución de hidróxido de sodio (3.5.). Guardar en envase de polietileno.

Nota 1.

Verificar y reajustar el pH de esta solución inmediatamente antes del uso, debido a que cambia en el tiempo y tiene incidencia en la solubilización de P.

- 3.7. Carbón activado que dé una absorbancia del blanco menor de 0,015 unidades. En caso contrario preparar el carbón como sigue:

Pesar 100 g de carbón en un vaso de 1000 ml y agregar 400 ml de la solución de bicarbonato de sodio (3.6.). Agitar con un agitador magnético durante 2 h (2.2.). Filtrar por un papel libre de fósforo y repetir el lavado. Filtrar nuevamente y lavar el carbón con agua hasta que el pH del lavado sea $7,0 \pm 0,1$. Secar a $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

- 3.8. Ácido sulfúrico, densidad = 1,84 g/ml.

- 3.9. Ácido sulfúrico 2,5 mol/L.

Lentamente agregar 141 ml de ácido sulfúrico (3.8.) a alrededor de 800 ml de agua bajo agitación constante. Una vez frío, diluir a 1000 ml con agua.

- 3.10. Solución de molibdato de amonio.

Disolver 12,0 g de heptamolibdato de amonio tetrahidrato, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, en 250 ml de agua.

- 3.11. Solución de tartrato de potasio y antimonio.

Disolver 0,30 g de tartrato de potasio y antimonio(III) hemihidrato, $\text{KSbOC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, en 100 ml de agua.

- 3.12 Reactivo mezclado.

Mezclar 1000 ml de ácido sulfúrico 2,5 mol/L (3.9.) con 250 ml de la solución de molibdato de amonio (3.10.) y 100 ml de la solución de tartrato de potasio y antimonio (3.11.) y diluir con agua a 2000 ml

Nota 2.

Guardar este reactivo en botella de vidrio, en la oscuridad y en un lugar frío.

- 3.13. Reactivo para desarrollo de color.

Disolver 1,00 g de ácido ascórbico, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$, en 200 ml de reactivo mezclado (3.12.).

Nota 3.

Este reactivo debe prepararse cuando se requiera y no debe guardarse por más de 24 horas.

- 3.14. Solución estándar de fósforo, 1000 mg/L de P.

3.14.1. Disponible en el comercio.

3.14.2. Pesar $4,390 \pm 0,001$ g de fosfato dihidrógeno de potasio, KH_2PO_4 , secado a $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 2 h, en un matraz aforado de 1000 ml. Disolver y enrasar con agua.

- 3.15. Solución estándar de fósforo, 100 mg/L de P.

Transferir con pipeta 10 ml de la solución estándar de 1000 mg/L de P (3.14.1. o 3.14.2.) en un matraz aforado de 100 ml y enrasar con agua.

- 3.16. Solución estándar de fósforo, 10 mg/L de P.

Transferir con pipeta 10 ml de la solución estándar de 100 mg/L de P (3.15.) en un matraz aforado de 100 ml y enrasar con agua.

- 3.17. Serie de estándares de fósforo.

Transferir con pipeta 0-1-2-3-4-5-10-15-20-25-30 ml de la solución estándar de 10 mg/l de P (3.16.) en matraces aforados de 100 ml y enrasar con solución de bicarbonato de sodio (3.6.). Esta serie contiene 0,0-0,1-0,2-0,3-0,4-0,5-1,0-1,5-

2,0-2,5 y 3,0 mg/L de P. Se sugiere disponer de al menos 5 puntos además del 0,0.

Estas soluciones son estables por un mes.

1. Procedimiento

- 1.1. Pesar 2,5 g de suelo (exactitud 0,01 g) en 5 frascos (2.4).
- 1.2. Agregar 2 ml de la serie de soluciones para retención de P (3.3.).
- 1.3. Agregar un cristal de timol o una gota de cloroformo.
- 1.4. Incubar destapado a 60°C por 16 horas.
- 1.5. Agregar 0,3 g de carbón activado (3.7.).
- 1.6. Agregar 50 ml de solución de bicarbonato de sodio (3.6.).
- 1.7. Tapar los frascos e inmediatamente agitar exactamente por 30 minutos a 20-25 °C en un agitador recíproco con 180 golpes/minuto (2.1.).
- 1.8. Una vez finalizada la agitación, filtrar inmediatamente a través de un papel filtro (8 µm), libre de fósforo.
- 1.9. Transferir con pipeta 5 ml de la serie de estándares (3.17.), de los blancos y de los extractos de las muestras en recipientes de vidrio.
- 1.10. Agregar 15 ml de agua con una bureta y agitar.
- 1.11. Lentamente agregar 5 ml de reactivo para desarrollo de color (3.13.) agitando suavemente para liberar el CO₂.
- 1.12. Dejar reposar por 60 min.
- 1.13. Medir la absorbancia contra agua a 880 nm usando celdas con una longitud de paso de luz de 10 mm.

Nota 5.

El complejo de color azul alcanza su máxima intensidad después de 1 hora y es estable al menos por 10 horas.

Nota 6.

Si la intensidad del color desarrollado en la muestra es mayor que la del estándar más alto, reducir la alícuota de 5 ml a un volumen menor, agregar suficiente solución de bicarbonato de sodio (3.3.) para completar el volumen de 5 ml y desarrollar color.



Determinación de Azufre Extractable por HPLC

María de la Luz Mora G.

Jorge Pino Marambio

Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta

Instituto de Agroindustria – Universidad de La Frontera

Para obtener un método de referencia en la determinación del azufre extractable por el Método de Sadzawka (2000), se implementó una técnica de determinación por HPLC a partir de la solución de suelo extractado (Sadzawka, 2000).

Para la determinación y cuantificación de azufre extractable por HPLC se utilizó una columna de intercambio aniónico RT 100-4.6 con un detector de conductividad Merck Hitachi L-7470. Como fase móvil se utilizó una solución de Ac. hidroxibenzoico ($C_7H_6O_3$) de concentración de 1,5 mmol/L y acetonitrilo (CH_3CN) al 5% (v/v). La fase móvil fue ajustada a pH= 8.0, utilizando trietanolamina. Con un flujo de la columna de 1,5 mL/min

Se preparó una serie de estándares de Azufre (K_2SO_4) a de 1 - 2 - 5 - 10 - 20 y 30 ppm en aforos de 50 mL

Solución Estándar (50 mL)	K_2SO_4 (gr)
30 ppm	0,0082
20 ppm	0,0054
10 ppm	0,0027
5 ppm	0,0014
2 ppm	0,0005
1 ppm	0,0003

A cada estándar se le agregó 25 mL de dihidrogeno fosfato de Calcio (0,001M) y fueron aforados a 50 mL con agua des-ionizada

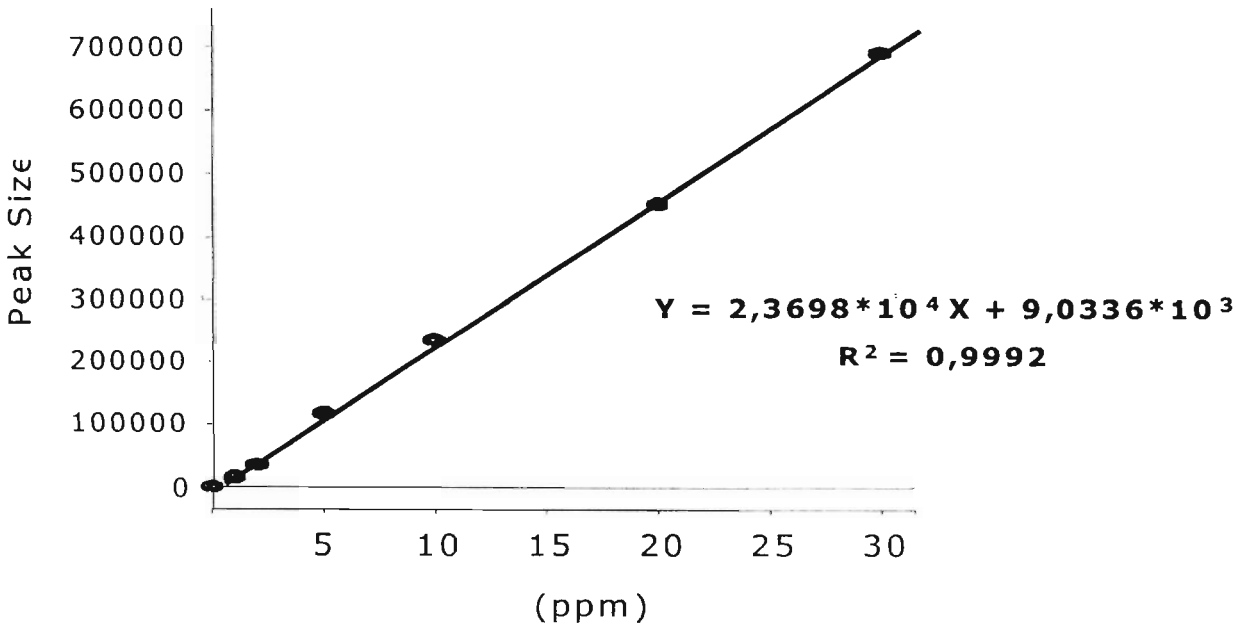


Figura 1. Curva de estándares para la determinación de azufre por HPLC

Se realizaron lecturas de azufre extractable por HPLC de 10 muestras de suelo para comparar ambos métodos de determinación (Tabla 1). El extracto de todas muestras fue preparado según la metodología de propuesta por Sadzawka (2000), metodología usada por el Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta del Instituto de Agroindustria

Se inyectaron muestra sin diluir y también muestras diluidas dos y tres veces para ver si existe un enmascaramiento del sulfato por parte del fosfato. Se encontró, que de las muestras inyectadas sin diluir los valores de S fueron bajos comparados con los valores de S obtenidos por el método utilizado por el Laboratorio de Análisis de Suelos (Tabla 1).

En cambio la muestra diluidas dos y tres veces, analizadas con la misma curva en el HPLC, presentaron valor cercanos o iguales a los valores a comparar. Debe señalarse que a bajas concentraciones de S en el suelo, los valores de S obtenidos por HPLC son mayores que los valores de S obtenidos por el método propuesto por Sadzawka (2000) (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de Análisis de Muestras de Suelo en la determinación de Azufre por HPLC

N° muestra	ppm S*	Dilución 1	Dilución x2	Dilución x3
		ppm S		
642	1	3,889	2,256	4,239
mpc	2	3,482	5,152	5,259
651	10	9,634	13,09	11,436
4183	11	8,329	12,95	13,746
4184	14	12,524	18,358	17,028
mpe	18	13,173	18,002	16,593
4117	26	13,307	26,922	26,169
4182	27	18,674	32,918	31,779
4133	27	21,892	36,47	29,58
679	37	25,018	45,56	41,652

* ppm de S obtenido por metodología propuesta por Sadzawka (2000)

Conclusiones

- Para la fase móvil utilizada, se determinó que el tiempo de retención del sulfato está alrededor de los 9,25 min.
- Existe un efecto importante del fosfato usado durante la extracción. Que enmascararía el sulfato leído en el HPLC
- La utilización de menores concentraciones de fosfato de calcio en la preparación de los estándares de Azufre para el HPLC, mejoraría respuesta del equipo en la determinación del sulfato presente en las muestras de suelo

MMG

Análisis de varianza

Método	Muestra				
	4030	4042	4047	MPC	MPE
A	12 d	13 b	16 d	8 c	14 d
B	19 a	18 a	27 a	11 a	19 ab
C	17 b	13 b	16 d	8 bc	14 d
D	14 cd	18 a	21 e	10 ab	17 bc
E	17 ab	18 a	25 b	11 a	19 ab
F	16 bc	13 b	20 c	10 ab	15 cd

Columnas con letras iguales no son significativamente diferentes

A. Método indicado por A. Sustancia (muestra) por 10 hrs a 80°C, en frasco tapado. Desde el punto de partida.

B. Método indicado por M. Muestra (muestra) por 24 hrs. a 80°C, en frasco tapado. Desde el punto de partida (en todo lo humano).

C. Método indicado por M. Muestra (muestra) por 24 hrs. a 80°C, en frasco tapado. Desde el punto de partida (en todo lo humano).

D. Método indicado por M. Muestra (muestra) por 24 hrs a 80°C, en frasco tapado con tres perforaciones. Desde el punto de partida (en todo lo humano).

E. Método indicado por M. Muestra (muestra) por 24 hrs a 80°C, en frasco tapado con tres perforaciones. Desde el punto de partida (en todo lo humano).

F. Método indicado por A. Sustancia (muestra) por 70 hrs a 80°C, en frasco tapado con tres perforaciones. Desde el punto de partida (en todo lo humano).

MMG

Análisis de regresión lineal simple

Variable		n	Parámetro estimador	R ²
dependiente	independiente			
CP curva	CP 80	30	0,7994	0,9058
CP curva	CP 160	30	0,9937	0,9802
CP curva	CP 400	30	1,1406	0,9960
CP curva	CP 800	30	1,2491	0,9847

Prueba de t para comparación de medias

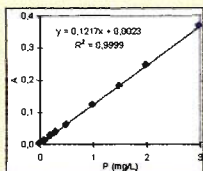
Variable		n	valor t	Pr > t	medias	valor F	Pr > F	varianzas
1	2							
CP curva	CP 80	60	1,92	0,574	iguales	2,88	< 0,0001	distintas
CP curva	CP 160	60	-0,04	0,9684	iguales	1,05	0,8262	iguales
CP curva	CP 400	60	-2,46	0,0154	distintas	1,68	0,0474	distintas
CP curva	CP 800	60	-4,31	< 0,0001	distintas	2,23	0,0025	distintas

ASR

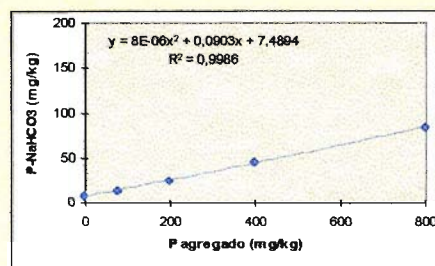
Curva de calibración

P	A	Blancos Prom.
0,0	0,004	0,005
0,1	0,014	0,006
0,2	0,028	
0,3	0,038	
0,5	0,062	
1,0	0,124	
1,5	0,183	
2,0	0,247	
3,0	0,368	

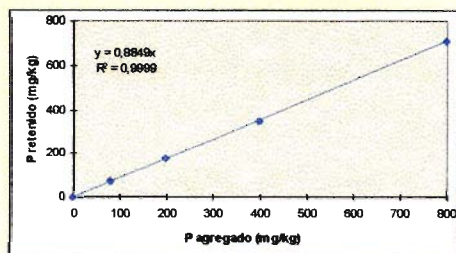
Lab	A					P-NaHCO ₃ (mg/kg)				
	P agregado (mg/kg)					P agregado (mg/kg)				
Nº	0	50	200	400	800	0	50	200	400	800
10	0,062	0,090	0,162	0,070	0,103	8,3	13,3	25,7	43,0	80,1
10	0,059	0,087	0,158	0,058	0,105	8,8	13,4	25,1	43,1	81,7
11	0,023	0,053	0,105	0,056	0,090	2,9	7,8	16,3	41,5	69,4
11	0,022	0,050	0,101	0,053	0,091	2,7	7,3	15,7	39,0	70,2
12	0,010	0,023	0,051	0,028	0,051	0,7	2,9	7,5	18,5	37,4
12	0,010	0,025	0,052	0,024	0,053	0,7	3,2	7,6	15,2	39,0



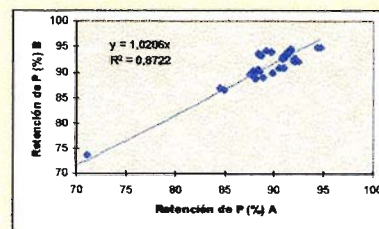
ASR



ASR



ASR



Análisis de varianza

Muestra	Método A	Método B
1	9 b	14 a
2	16 b	26 a
3	8 b	9 a
4	11 b	18 a
5	11 b	14 a
6	5 a	5 a
7	7 b	26 a
8	11 b	20 a
9	11 b	14 a
10	8 a	9 a
11	9 a	10 a
12	16 b	25 a
13	9 b	16 a
14	9 b	11 a
15	16 a	17 a
16	10 b	13 a
17	13 b	24 a
MPC	8 b	12 a
MPE	11 b	20 a

A = seco
B = húmedo

Análisis de regresión lineal simple

Variable		n	Parámetro	R ²
dependiente	independiente		estimador	
CP curva	CP 80	76	0,7650	0,9163
CP curva	CP 200	76	0,9304	0,9374
CP curva	CP 400	76	1,1340	0,9544
CP curva	CP 800	76	1,1420	0,8898

Prueba de t para comparación de medias

Variable		n	valor t	Pr > t	medias	valor F	Pr > F	varianzas
1	2							
CP curva	CP 80	76	3,36	0,001	distintas	1,41	8,1421	iguales
CP curva	CP 200	76	1,20	0,2325	iguales	1,50	0,0816	iguales
CP curva	CP 400	76	-1,83	0,0698	iguales	1,91	0,0055	distintas
CP curva	CP 800	76	-2,42	0,0167	distintas	2,21	0,0007	distintas

Determinación de Azufre en el extracto del Suelo usando HPLC

Determinación de Azufre en el extracto del Suelo usando HPLC

Maria de la Luz Mora G¹ - Jorge Pino M²

¹ Depto. de Ciencias Químicas
Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta
Universidad de La Frontera

Metodología

- Preparación de las muestras:
 - El extracto de las muestras de suelo para la determinación del azufre se preparan según metodología propuesta por Saeedawi, 2003.
- Equipo HPLC
 - Columna de intercambio aniónico R1 150x4.6
 - Detector de conductividad Metrohm 6320
 - Flujo de 1.0 mL/min
 - Temperatura de la columna: 30 °C

Fase Movil

- Ac. Nitroxibenzoico ($C_7H_5O_3$) (1.5 mM/L)
- Acetonitrilo (CH_3CN) (5% (v/v))
- Ajustada a pH= 8.0, con Trietanolamina

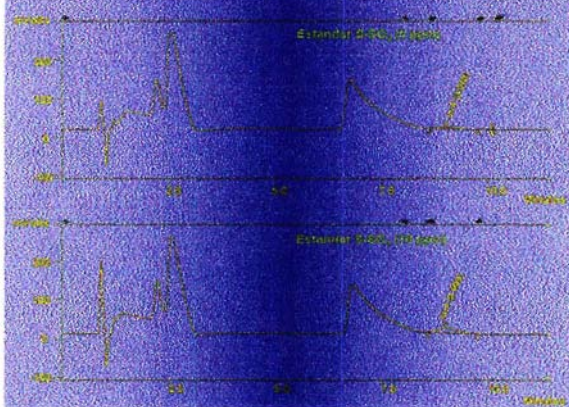
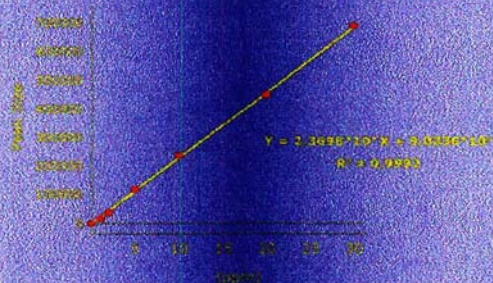
Solución Estandar de Azufre

- Se preparó una serie de estándares de Azufre (K_2SO_4) a de 9 - 1 - 2 - 5 - 10 - 20 y 30 ppm en aforos de 50 mL.

Solución Estándar (50 mL)	K ₂ SO ₄ (g/L)
30 ppm	0.0082
20 ppm	0.0054
10 ppm	0.0027
5 ppm	0.0014
2 ppm	0.0005
1 ppm	0.0003

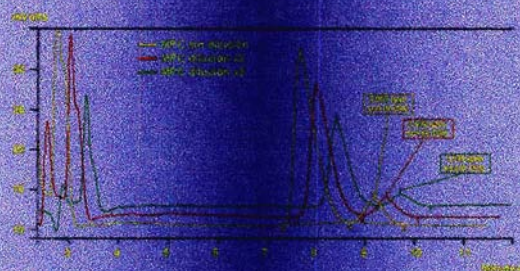
- A cada estándar se le agregó 25 mL de dihidrógeno fosfato de Calcio (0.001M). Y fueron aforados a 50 mL con agua desionizada.

Curva Estándar de $S-SO_4$ para la determinación de S por HPLC

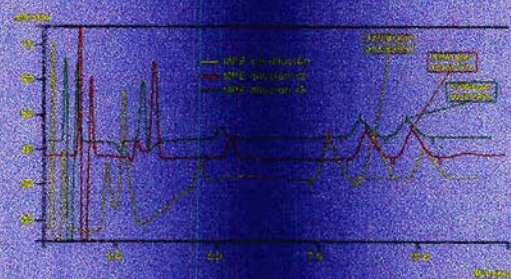


Resultados

Determinación de S en suelo MPT por HPLC con y sin dilución de muestra



Determinación de S en suelo MPT por HPLC con y sin dilución de muestra



Resultados de Análisis de Muestra de Suelo en la determinación de Azufre por HPLC

N° Muestra	µm S	sin dilución	Dilución x2	Dilución x4
012	1	3.889	5.128	4.338
016	2	3.482	5.152	5.258
050	10	9.634	13.86	11.438
0100	11	8.329	13.85	13.745
0130	14	12.524	16.388	17.028
0090	15	13.173	15.802	16.693
0121	26	13.307	20.523	20.769
0100	27	18.674	32.415	31.778
0130	27	21.892	35.47	28.53
010	27	25.018	43.26	41.652

Conclusiones

- Para la fase móvil utilizada, se determinó que el tiempo de retención del sulfato está alrededor de los 3,22 min.
- Existe un efecto importante del fosfato usado durante la extracción, que enmascara al sulfato leído en el HPLC.
- La utilización de menores concentraciones de fosfato de calcio en la preparación de los estándares de Azufre para el HPLC, mejoraría respuesta del estándar en la determinación del sulfato presente en las muestras de suelo.

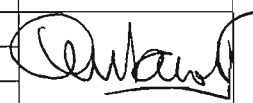
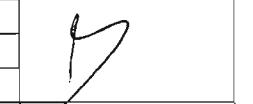
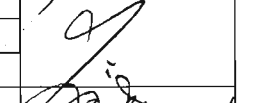
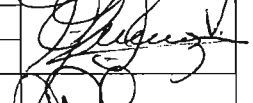
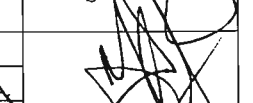
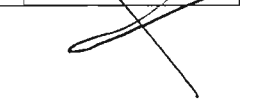
AISTENCIA A CHARLAS DE DIFUSION

ASISTENTES A ACTIVIDAD DE DIFUSIÓN

Comunicación a los asistentes a la actividad de difusión

Nombre	Actividad Principal	Institución o Empresa	Teléfono Fax e-mail	Firma
ANGELICA SADRZAWKA P.	13 nov. 2002 Reunión CNA	INIA - CEI LA PLATINA	(2) 7545211 (2) 5417667 asadrzawka@platina.uec.cl	
Renato Grez Zanelli	Reunión CNA	Univ. Austral de Chile Fac. Ciencias Forestales	63-221057 63-221431 rgrez@uach.cl	
<i>María Elena Riquelme</i>	<i>Reunión CNA</i>	<i>UFRO</i>	45-325456 45-325453 mriquelme@ufro.cl	
Jorge Pino Mancuño	Reunión CNA	Universidad de La Frontera	(45) 325494 (45) 325494 325053 jpino@ufro.cl	
Tatiana Floody H.	Reunión CNA	Universidad de la Frontera	(45) 325494 (45) 325053 tfloody@yahoo.es	
Ana Magda Sebanzo B.	Reunión CNA	Universidad de la Frontera	(45) 325494 (45) 325053	
Victoria Camps G.	Reunión CNA	UFRO.	(45) 325456 (45) 325053	

ASISTENTES A ACTIVIDAD DE DIFUSIÓN

Nombre	Actividad Principal	Institución o Empresa	Teléfono Fax e-mail	Firma
Juane Santonza		Safo	403100	
Juan Delgado Roldan		Zudop Pituquén	391069	
Juan R. Delgado Roldan		Cooperativa Rileleche	733666	
Ricardo Ruiz	Estudiante	UFRO	09-6748538 ruizgm@upw.cl	
Jonathan Redel	✓	✓	406173 Redely@upw.cl	
Andres Salinas P.		Zudop. Garba	491800 salpalmes@hotmail.cl	
Andres Vera		SG 2000 Ltda	741020 verazg2000@sewint.cl	
Howard Lange	Estudiante	UFRO	318748 Lange H@upw.cl	
Luis Rilla		Zudop T. Schmidt	664087	

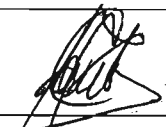
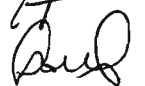
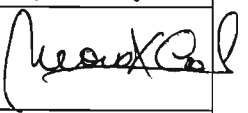
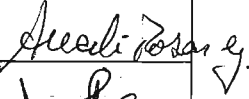
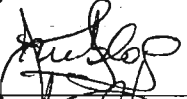
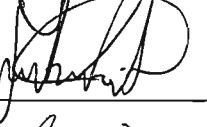


Abel Trilleben		Judop T. Schmidt	664037	
Andreas Tröblich		Sopa	403100	
Claudio Restillo	Post grado	UFRO.	731455	
Martin Ramirez	Ingeniero Agronomo	Rougeil	09-7990034	
Termino Boive		UFRO	325430	
Camilo Herrera	Ingeniero Agronomo	Rougeil	749345 Oficina	
Edith Renteu		UFRO.		
Walter Lobos		UFRO.	325055	
Angelica Rosamono		UFRO.	325493	
Goetz Palfner		U de Sheffield		

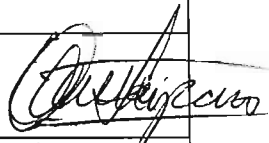
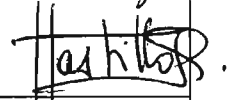
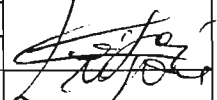
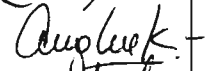
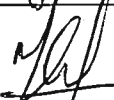
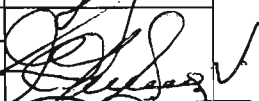
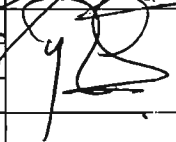


Victor Yáñez	Ingeniero Agrónomo	SQ N.	210702 Vyaneg@sqn.cl	
Leonardo Guzmán	Ingeniero Agrónomo	S. Q. N.	210702 lguzman@sqn.cl	
Paola Sobarzo	Ing. Agrónomo	.	284228/99202967 ppadosh@yahoo.com	
Tatiana Floody	Lab. Químico	UFRO	325494 tfloody@yahoo.es	
Victoria Campos G.	Químico Laboratorista	UFRO.	643998	
Brigida Sobarzo B.	Químico analista	UFRO	325494	
Noelia Sepúlveda	Químico Laboratorista	UFRO	325456	
Jorge Fina Morandis	Ingeniero en Alimentos	UFRO	311352	
Manuel Rosal	Ing Agr	UFRO - PNTA	215406	
Erick Schampman	Ingeniero en Alimento	UFRO	645245	
Naiue Guesserod	Ing. Agrónomo.	UFRO.	64015841	

ASISTENTES A ACTIVIDAD DE DIFUSIÓN

Nombre	Actividad Principal	Institución o Empresa	Teléfono Fax e-mail	Firma
Paula Rentería Zúñiga		UFRO	p.cortes@ufro.cl	
Patricia Vistoso	Estudiante Doctorado	UFRO	E. VISTOSO@UFRO.CL	
Lucía Pizarro	Estudiante Doctorado	UFRO	lucia@ufro.cl	
Anaely Zúñiga	Estudiante	UFRO	anaely@ufro.cl	
Pablo Parícuti	Estudiante	INACAP	65 2201	
Juan Poblete A.	Estudiante	Inacap.	612241	
Carolina Ordóñez	Estudiante	UFRO	405854	
ARMANDO HERA SÁEZ	ESTUDIANTE	UFRO	8366583	
Christian Neumann	Estudiante	UFRO	295796	

ASISTENTES A ACTIVIDAD DE DIFUSIÓN

Nombre	Actividad Principal	Institución o Empresa	Teléfono Fax e-mail	Firma
KARINA Quiroga		UFRO	KARINA@UFRO.CL	
Claudia Castillo		UFRO	731455	
Rotana López		UFRO	Lopez Rotana@ufro.cl	
Angélica Coronado		UFRO	macanor@ufro.cl	
HOWARD LANGER		UFRO	langerh@ufro.cl	
CRISTINA MUJER		UFRO	mujozn@ufro.cl	
Yonathan Redel		UFRO	redely@ufro.cl	
Reidoreth Umurima		UFRO		