

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

TOMO XL
BUENOS AIRES

Nº 6
REPUBLICA ARGENTINA

“AZUFRE EN ALGUNOS SUELOS ARGENTINOS”

Comunicación del Académico de Número

Ing. Agr. ICHIRO MIZUNO



SESION ORDINARIA
del
11 de Septiembre de 1986

ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA

Fundada el 16 de Octubre de 1909

Buenos Aires

Avenida Alvear 1711

República Argentina

MESA DIRECTIVA

Presidente	Dr. NORBERTO P. RAS
Vicepresidente ..	Ing. Agr. DIEGO J. IBARBIA
Secretario General	Dr. ALFREDO MANZULLO
Secretario de Actas	Ing. Agr. RAFAEL GARCIA MATA
Tesorero	Dr. ENRIQUE GARCIA MATA
Protesorero	Ing. Agr. MILAN J. DIMITRI

ACADEMICOS DE NUMERO

Dr. HECTOR G. ARAMBURU	Dr. ALFREDO MANZULLO
Ing. Agr. HECTOR O. ARRIAGA	Ing. Agr. ICHIRO MIZUNO
Dr. RAUL BUIDE	Dr. EMILIO G. MORINI
Ing. Agr. JUAN J. BURGOS	Dr. RODOLFO M. PEROTTI
Dr. ANGEL CABRERA	Dr. ANTONIO PIRES
Ing. Agr. MILAN J. DIMITRI	Ing. Agr. EDUARDO POUS PEÑA
Ing. Agr. EWALD A. FAVRET	Dr. JOSE MARIA R. QUEVEDO
Dr. GUILLERMO G. GALLO	Ing. Agr. ARTURO E. RAGONESE
Dr. ENRIQUE GARCIA MATA	Dr. NORBERTO P. RAS
Ing. Agr. RAFAEL GARCIA MATA	Ing. Agr. MANFREDO A. L. REICHART
Ing. Agr. JUAN H. HUNZIKER	Ing. Agr. LUIS De SANTIS
Ing. Agr. DIEGO J. IBARBIA	Ing. Agr. ALBERTO SORIANO
Ing. Agr. WALTER F. KUGLER	Dr. EZEQUIEL C. TAGLE

PRESIDENTE HONORARIO

Dr. ANTONIO PIRES

ACADEMICO HONORARIO

Ing. Agr. Dr. NORMAN BORLAUG

ACADEMICOS CORRESPONDIENTES

Dr. TELESFORO BONADONNA (Italia)
Ing. Agr. GUILLERMO COVAS (Argentina)
Ing. Agr. JOSE CRNKO (Argentina)
Dr. CARLOS LUIS DE CUENCA (España)
Dr. LUIS A. DARLAN (Argentina)
Sir WILLIAM M. HENDERSON (Gran Bretaña)
Ing. Agr. ARMANDO T. HUNZIKER (Argentina)
Ing. Agr. ANTONIO KRAPOVICKAS (Argentina)
Ing. Agr. NESTOR R. LEDESMA (Argentina)
Dr. OSCAR LOMBARDEO (Argentina)
Ing. Agr. JORGE E. LUOUE (Argentina)
Dr. HORACIO F. MAYER (Argentina)
Dr. MILTON T. DE MELLO (Brasil)
Ing. Agr. ANTONIO M. NASCA (Argentina)
Ing. Agr. LEON NIJENSOHN (Argentina)
Ing. Agr. SERGIO F. NOME HUESPE (Argentina)
Ing. Agr. RAFAEL PONTIS VIDELA (Argentina)
Dr. CHARLES G. POPPENSIEK (Estados Unidos)
Ing. Agr. RUY BARBOSA P. (Chile)
Ing. Agr. ALBERTO A. SANTIAGO (Brasil)

DIRECTOR DE PUBLICACIONES

Dr. HECTOR G. ARAMBURU

“AZUFRE EN ALGUNOS SUELOS ARGENTINOS”

COMUNICACION DEL ACADEMICO DE NUMERO

Ing. Agr. Ichiro Mizuno

1. INTRODUCCION

Las posibles deficiencias de azufre en los cultivos se enmascararon considerablemente mientras se utilizó el superfosfato simple como fuente fosfatada debido al contenido de sulfatos en el mismo.

Asimismo, en áreas bajo la influencia de poluciones de origen industrial, el aporte de azufre puede ser altamente significativo.

Pero la tendencia hacia el uso de fertilizantes cada vez mas concentrados, hizo que el ácido sulfúrico fuera reemplazado en el proceso industrial por ácido fosfórico, con lo cual en ocasiones comenzaron a aparecer síntomas de deficiencias de azufre.

La necesidad de azufre para los vegetales es un hecho que se conoce hace más de un siglo. En líneas generales puede estimarse que dicha necesidad es cuantitativamente comparable a la del fósforo, aún cuando se presenta una amplia gama de acuerdo con las especies.

Johnson y Ulrich (1959) informaron que la concentración de fósforo y azufre en los tejidos vegetales oscila entre 0,1 y 1,5 %.

También se sabe que el SO₂ atmosférico puede ser aprovechado por los vegetales, el que una vez absorbido por vía foliar pasa rápidamente a sulfato. Por esta vía pueden aprovecharlo hasta concentraciones de unos 2 mg/m³. Más allá de la misma, pasa a ser tóxico.

Los síntomas de deficiencia de azufre son muy semejantes a los correspondientes a nitrógeno. La explicación reside en que si bien el azufre no entra en la composición de la clorofila, su presencia sería indispensable para la formación de la misma.

Una diferencia entre las deficiencias de nitrógeno y azufre se basa en que el nitrógeno proteico puede hidrolizarse en gran medida, no así el azufre orgánico.

Por ello una de las diferencias en la sintomatología reside en que en el caso del nitrógeno la clorosis aparece preferentemente en las hojas viejas, de las cuales el nitrógeno pasaría a las nuevas. Ello no sucede, por lo menos con facilidad, con el azufre.

La bibliografía extranjera abunda en trabajos referentes al azufre del suelo.

Tabatabai y Bremmer estudiaron en 1972 el azufre de los suelos de Iowa, concluyendo que las muestras superficiales presentan de 57 a 618 ppm de azufre (S), siendo la media de 294 ppm; de los cuales entre el 95 a 98 % se encuentra al estado orgánico.

Mc Laren y Swift (1977) comparan suelos similares con tratamientos de agricultura y pastura, llegando a la conclusión que los cultivos de cosecha reducen en forma considerable el azufre total en comparación con las pasturas.

Coleman (1966) cita a la República Argentina entre los países en los que se presentan zonas con deficiencia de azufre. Sin embargo, los estudios de este elemento son muy escasos en nuestro país.

La región más estudiada ha sido la precordillera patagónica, con los trabajos de Vallerini (1967) y Ortiz (1980). Se tienen referencias de posibles casos de deficiencias en la Mesopotamia. En la región pampeana, Tallarico y Puricelli (1981) hacen referencia a la zona Centro de AACREA.

En la Facultad de Agronomía de la UBA, las Cátedras de Edafología y de Química General e Inorgánica finalizaron un trabajo que ha sido aceptado

para su publicación en el próximo número de la Revista de la Facultad de Agronomía.

Las mismas Cátedras se encuentran estudiando la mineralización del nitrógeno, fósforo y azufre ante la incorporación de materia orgánica al suelo y su influencia sobre la disponibilidad de los mismos y del zinc.

En la Cátedra de Edafología se ha finalizado un trabajo cuyo propósito es el conocimiento del azufre en seis suelos de la Provincia de Buenos Aires.

Las informaciones que surgen de los trabajos mencionados han sido utilizadas para la presente comunicación.

2. AZUFRE DEL SUELO

Los orígenes del azufre del suelo se encuentran en las rocas y minerales primarios y secundarios.

La fuente originaria del azufre han sido los sulfuros contenidos en las rocas plutónicas. Cuando las mismas se meteorizaron, el sulfuro pasó a sulfato, formando sales solubles e insolubles, las que en climas áridos pueden persistir en cantidades considerables.

El azufre del suelo puede encontrarse en forma orgánica e inorgánica. La suma de ambas se conoce como azufre total.

2.1. Azufre total

En la corteza terrestre se estima que se encuentran unas 600 ppm como elemento azufre (S), cifra aproximada al contenido de fósforo.

En los suelos, en la capa superficial, se lo encuentra entre 100 a 1.400 ppm, estimándose el valor medio en unas 500 ppm.

El contenido de azufre de los suelos tiende a disminuir con la evolución como consecuencia de la meteorización del material originario y los procesos pedogenéticos. En consecuencia, en regiones húmedas o subhúmedas el contenido de azufre de los suelos es generalmente menor que en climas cálidos.

El contenido de azufre total de los suelos disminuye con los cultivos de cosecha mientras que las praderas naturales y artificiales tienden a mantener los valores y a restablecerlos cuando se hacen rotaciones; por lo menos en el horizonte superficial.

En los suelos agrícolas la mayor

parte del azufre se encuentra en forma orgánica. Se han detectado extensas zonas agrícolas y ganaderas bajas en azufre total.

Así en Canadá se han encontrado valores (Bettany, Stewart y Halstead) que oscilan entre 88 y 760 ppm, con valores medios de 144 y 463 ppm.

En Estados Unidos de Norteamérica, en el Estado de Iowa, Tabatabai y Bremmer encontraron valores entre 189 y 452 ppm.

En Australia, una extensa zona de suelos arenosos del SE presentan bajos valores de azufre total, del orden de 120 ppm.

2.2. Azufre orgánico

Como se dijo, la mayor parte del azufre total de los suelos agrícolas y ganaderos se encuentra en combinaciones orgánicas.

No se conocen aún con certeza las especies químicas en que se encuentra, descontándose que parte entra en la composición de los aminoácidos azufrados.

A efectos de caracterizar el azufre orgánico, como también distintas fracciones que tienen comportamientos particulares en el suelo, numerosos autores han estudiado los siguientes aspectos.

a) CARACTERIZACION DEL AZUFRE ORGANICO

De la misma manera que el nitrógeno y el fósforo, al azufre orgánico se lo caracteriza por su relación con el carbono y en el caso de los dos últimos también con el nitrógeno.

En los restos vegetales dicha relación es mayor, esto es, que la cantidad de carbono orgánico es mayor en relación a nitrógeno y azufre también orgánicos.

En los procesos de descomposición y resíntesis (humificación) que sufren dichos restos, la actividad biótica responsable de los procesos produce la pérdida del carbono en forma de dióxido de carbono, siendo considerablemente menores las pérdidas de nitrógeno y fósforo.

Este proceso se estabiliza en los suelos normales cuando la relación C/N se aproxima a 10. Considerando también el azufre la relación C:N:S oscila alrededor de 100:10:1.

Esta media general sufre variacio-

nes conforme a las características bioclimáticas del lugar que se considere y particularmente con respecto al uso que se hace de los suelos.

b) MINERALIZACION DEL AZUFRE ORGANICO

La mineralización de la materia orgánica significa la mineralización de sus componentes orgánicos, siendo los productos inorgánicos finales de composición simple. Así, el carbono pasa a CO_2 , el nitrógeno a NH_4^+ y NO_3^- , el fósforo a PO_4^{3-} y el azufre a SO_4^{2-} .

En este proceso, el porcentaje relativo de mineralización de cada uno es variable de acuerdo a una serie de factores que aumentan o disminuyen el ritmo de mineralización de los mismos.

De allí que la relación media antes mencionada de 100:10:1 es dinámica, variando con la naturaleza de la materia orgánica, antigüedad de la misma, características del suelo, clima y usos del suelo.

Cabe señalar que el proceso varía también en el espacio. Hay evidencias que permiten afirmar que el sistema radicular de las plantas, a nivel de rizosfera, favorece considerablemente la mineralización.

La conclusión práctica es que el barbecho, si bien aumenta la cantidad de nitratos de los suelos, no influye sobre los sulfatos.

2.3. Azufre inorgánico

El SO_4^{2-} es la forma común del azufre inorgánico de los suelos agrícolas. En cultivos de inundación como el arroz o en suelos hidromórficos aparecen los S^{2-} por las condiciones redox del medio. Cuando dichos suelos pierden el exceso de agua, los sulfuros se oxidan a sulfatos, siendo esta la causa de la acidificación de dichos suelos.

Los sulfatos pueden estar presentes en el suelo en tres formas:

	Soluble	Precipitado
Adsorbido		

La forma precipitada está generalmente al estado de sulfato de calcio, presentándose comúnmente en climas áridos o en suelos con drenaje impedido. En consecuencia su presencia no es dable esperarla en suelos normales, por lo menos en cantidades fácilmente ponderables.

La forma adsorbida se encuentra en aquellos suelos con material arcilloso capaz de retenerla o sean silicatos 1:1 (caoliniticos) y los de óxidos y óxidos hidratados.

Es por esto que en general esta reserva de azufre inorgánico es relativamente más abundante en suelos muy evolucionados como los lateríticos.

La forma soluble es directamente aprovechable por los vegetales. Su presencia en el suelo normalmente se caracteriza por muy bajas concentraciones, generalmente del orden de pocas ppm.

La absorción vegetal agotaría en el lapso de un ciclo dicha cantidad, pero la misma se renueva por el aporte de la mineralización del azufre orgánico y la liberación de las formas adsorbidas.

3. AZUFRE EN ALGUNOS SUELOS ARGENTINOS

3.1. Azufre total

R. E. Ortiz (1980) da para los mallines patagónicos las cifras siguientes:

Neuquén: de 322 a 720 ppm.

Río Negro: de 350 a 590 ppm.

Chubut: de 580 a 1.054 ppm.

Santa Cruz: de 158 a 395 ppm.

Tierra del Fuego: de 541 a 1.106 ppm.

Señala que para la precordillera patagónica los valores oscilan entre 106 y 1.054 ppm, con una media de 574 ppm.

Mizuno, Lafaille y Berasategui, estudiando suelos de la provincia de Buenos Aires encontraron valores que van de 205 ppm en Pehuajó a 363 ppm en Lobería, con una media de 275 ppm.

El azufre total de los suelos de las regiones húmedas a subhúmedas varía de acuerdo al uso de los mismos. La bibliografía señala en este sentido que el uso agrícola continuado (cultivos de cosecha) disminuye sensiblemente su contenido mientras que las praderas tienden a mantenerlo o a restablecerlo.

En un trabajo realizado sobre un Argiudol de la zona de Carcarañá Mizuno, Lafaille, Chamorro y col. encontraron valores de azufre total entre 221 a 536 ppm en el horizonte superficial, admitiéndose que las diferencias se deben básicamente al uso del suelo.

En efecto, en distintos lotes con el mismo suelo, con diferentes usos, se encontraron las siguientes cifras:

Lote con agricultura durante 60 años: 221 ppm.

Lote con campo natural durante 30 años: 536 ppm.

Lote con pradera durante 5 años: 410 ppm.

Lote con agricultura durante 30 años: 241 ppm.

Lote con pradera 5 años y 2 de agricultura: 364 ppm.

Las tendencias que marcan estas cifras merecen algunas consideraciones.

Admitiendo que el contenido original de azufre de este suelo era de aproximadamente 500 ppm, se observa que 60 años de agricultura han disminuido un 60 % del azufre total. Asimismo se nota que 30 años de agricultura ya han producido un efecto similar.

Ello indica que la mineralización del azufre orgánico sigue una tendencia similar a la del nitrógeno orgánico, esto es, que llegado a una cierta relación C/S se arriba a un estado de equilibrio en base a una velocidad mínima de mineralización. Se trata entonces de una situación comparable a la que se observa para C/N.

Puede también observarse que cinco años de pradera llevan el valor de azufre total del horizonte superficial a 410 ppm y que dos años de cultivo de escarda lo bajan a 364 ppm.

Si bien es aventurado tomar las cifras tal cual se presentan por las variables intervinientes las tendencias aparecen con claridad.

3.2. Azufre orgánico

Se ha dicho que la mayor parte del azufre total de los suelos agrícolas se encuentra en forma orgánica.

En el suelo antes mencionado de la

zona de Carcarañá, el azufre orgánico osciló entre 99,1 % a 96,4 % del azufre total.

Para los suelos de la provincia de Buenos Aires osciló entre 97,34% a 98,34 %.

La gran mayoría de los trabajos sobre azufre se han efectuado sobre el horizonte superficial. Esta limitación podría llevar al error de pensar que los horizontes subsuperficiales no merecen consideración. Si tal fuese la situación, sería difícil explicar la recuperación de los valores tras un período de pradera.

La bibliografía señala la presencia de azufre en profundidad, relacionada con la materia orgánica, por lo que sus valores disminuyen conforme lo hace la última.

En estudios que se realizan en la Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires se ha visto que para suelos de la provincia de Buenos Aires se encuentran en horizontes subsuperficiales valores del orden de 100 ppm.

Al azufre orgánico se lo separa tradicionalmente en dos fracciones; la que es reducible con IH y la que no lo es. La primera se estima que es el azufre que se ubica en las cadenas de los compuestos carbonados o bien la que está en forma de $SO_4^{=}$, en tanto que el resto es la unida al carbono.

Teóricamente el azufre reducible con IH debería ser el que se mineraliza en primer término, pudiendo suponerse que es reemplazado por las formas unidas al C en la medida que progresa dicha mineralización.

Comparando los valores obtenidos para suelos con pradera y agricultura, en el primer caso predominan las formas unidas al carbono, coincidiendo con datos obtenidos por otros investigadores.

Muestra	% R	% Cb	Cb/R	S total
Lote con agricultura (60 años)	56,1	45,5	0,78	221
Lote con agricultura (30 años)	51,9	48,9	0,93	241
Campo natural (30 años)	37,1	64,3	1,69	536
Pradera (8 años)	37,5	63,6	1,67	355
Pradera (5 años)	28,0	72,8	2,57	410
Pradera (5 años) cultivo (2 años)	43,7	57,1	1,42	364

Se observa la tendencia de un bajo valor Cb/R, o sea predominio de la forma R (reducible con IH) sobre la unida al carbono (Cb, en los lotes con agricultura.

3.3. Mineralización

De los lotes cuyos resultados se han dado anteriormente, se escogieron tres, en los que se llevaron a cabo ensayos de mineralización (Cátedra de Química General e Inorgánica, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires), obteniéndose los resultados que figuran a continuación.

yos de mineralización de nitrógeno orgánico pueden observarse tendencias más claras y definidas.

El lote con agricultura produjo a la 8ª semana 42 ppm de N de NO₃⁻, mientras que el campo natural dio 108 ppm y el lote con 8 años de pradera 76 ppm.

Estas cifras ponen en evidencia diferencias en el comportamiento de N y S orgánicos.

3.4. Fraccionamiento del azufre orgánico

Algunos investigadores efectuaron el fraccionamiento del azufre orgánico

Muestra	t0	t1	t2	t4	t6	t8
Pradera (8 años)	3.2 (1.8)	3.2 (27.9)	3.4 (38.7)	4.0 (48.0)	4.2 (62.7)	4.7 (76.6)
Campo natural	2.7 (1.1)	2.8 (23.2)	4.4 (67.5)	7.0 (89.7)	7.5 (104.1)	9.8 (108.8)
Agricultura (60 años)	2.1 (1.7)	2.8 (10.4)	3.4 (25.4)	3.0 (30.9)	2.3 (37.8)	4.8 (42.2)

Mineralización del S y N orgánicos.

Resultados en ppm de S y N (cifras entre paréntesis).

t0: Contenido inicial.

t1, t2, t4, t6, t8: Tiempo en semanas de incubación.

Los resultados expuestos merecen las siguientes consideraciones:

a) El aumento más definido se produce entre la 4ª y la 8ª semana.

b) Se manifiesta una clara diferencia entre el lote con 60 años de agricultura y el campo natural. A partir de la 4ª semana el segundo presenta un marcado ascenso en la mineralización; no así el primero.

c) A la 8ª semana, la cantidad de SO₄⁼ producido en el campo natural duplica la obtenida en el lote con agricultura.

d) Efectuados paralelamente ensa-

del suelo siguiendo los esquemas del fraccionamiento del humus, en un intento de lograr una mejor caracterización que fundamente la dinámica del nutrimento.

En tal sentido se efectúa la separación de huminas, ácidos húmicos y fúlvicos, determinándose el azufre presente en dichas fracciones.

En la Cátedra de Edafología ya mencionada se efectuó dicho trabajo con 6 suelos de la provincia de Buenos Aires, lográndose los resultados siguientes:

	Lobería 1	Lobería 2	Pehuajó 1	Pehuajó 2	Salto	T. Arroyos
St	330	363	244	205	247	262
AF	26 (7,8)	27 (7,4)	20 (8,2)	16 (7,8)	19 (7,7)	21 (8,0)
AH	48 (14,5)	86 (23,7)	46 (18,8)	49 (23,9)	47 (19,0)	48 (18,3)
HU	228 (68,3)	262 (72,4)	163 (66,8)	157 (84,6)	209 (84,6)	199 (75,9)

Contenido de azufre en ácidos húmicos, fúlvicos y huminas (ppm).

Las cifras entre paréntesis indican % sobre el total.

St: azufre total.
AF: ácido fúlvico.
AH: ácido húmico.
HU: humina.

Se observa que en estos suelos la fracción netamente predominante es la que se encuentra en la humina, siguiéndole la del ácido húmico y finalmente la del ácido fúlvico.

Conforme a lo que se conoce, la fracción contenida en los ácidos húmicos sería la rápidamente mineralizable, siguiéndole la contenida en la humina.

La fracción correspondiente al ácido fúlvico tiene un comportamiento particular. Se sabe que el azufre unido directamente a complejos requiere acciones enzimáticas que la lleven a compuestos más simples, las que son más fácilmente mineralizables.

Hay evidencias que permiten pensar que los compuestos relativamente simples, productos de la depolimerización de aquellos más complejos, se unen al ácido fúlvico condensándose sobre el mismo. Este sistema es uno de los más difícilmente mineralizables.

Como primera aproximación puede estimarse que las fracciones que componen el azufre orgánico de los sue-

los estudiados son de rápidas a moderadamente rápidas en su mineralización.

4. CONCLUSIONES

a) El azufre del suelo es un elemento que merece estudio, vista su importancia en la producción vegetal y las limitadas cantidades en que se encuentra presente. A ello debe sumarse su directa dependencia con la materia orgánica lo que resalta aún más la trascendencia de la conservación de la misma.

b) Es de interés el conocimiento del azufre en los suelos del país; no sólo por su acción directa como nutrimento sino también por su acción sinérgica con referencia a la absorción del fósforo.

c) En tal sentido es de interés un inventario del azufre total de los principales suelos de uso agrícola y ganadero. Paralelamente el conocimiento de las distintas formas funcionales orgánicas permitirá formar una idea acerca de las disponibilidades medias e inmediatas.

BIBLIOGRAFIA

- Bardsley and Lancaster, 1965. Sulfur. In Black, C. A., Methods of soil analysis., Am. Soc. of Agr. Inc. Pub. Madison Wisconsin U.S.A.
- Barrow, N. J., 1961. Studies on mineralization of sulfur from organic matter. Aust. J. Agr. Res., 12:306-319.
- Bettany, J. R.; Sagggar, S.; Stewart, J. W. B., 1980. Comparison of the amount and forms of sulfur in soil organic matter fraction after 65 years of cultivation. Soil Sci. Soc. Proc. 28: 243-246.
- Coleman, R., The importance of sulfur as a plant nutrient in world crop production. Soil Sci. 1966: 220-239.
- Freney, J. R.; Stevenson, F. J., 1966. Organic sulfur transformation in soils. Soil Sci. 1966: 307-316.
- Mc Laren, R. G.; Swift, R. S., 1977. Changes in soil organic sulfur fraction due to the long term cultivation of soils. J. Soil Sci. 28:445-453.
- Mizuno, I., 1982. Fertilidad de suelos. Objetivos de su conocimiento y algunos aspectos problemáticos. Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, t. XXXVI, N° 10: 38-46.
- Mizuno, I.; Lafaille, B.; Chamorro, E., Azufre del suelo. Efectos del uso sobre el azufre del suelo. Revista de la Facultad de Agronomía. En prensa.
- Ortiz, R. E., Contenido de diversas formas de azufre orgánico en suelos de la precordillera patagónica. Acta IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, t. 1:255-266.
- Tabatabai, M. A.; Bremmer, J. M., 1972. Forms of sulfur and carbon, nitrogen and sulfur relationship in Iowa soils. Soil Sci., 114:380-386.
- Vallerini, J., 1967. Ensayo de fertilización en el NO de la Patagonia. Revista Agronómica del NOA, VII(1-2): 231-245.