



COMITE EDITORIAL
FACULTAD DE AGRONOMIA
CASILLA 114-D
SANTIAGO-CHILE



CIENCIA E INVESTIGACION AGRARIA

VOLUMEN 11 - N° 2 - MAYO-AGOSTO 1984

ISSN 0304-5809

ARTICULOS DE INVESTIGACION

- Formas y transformaciones del azufre en ultisoles y andisoles.
José Opozo y José Rodríguez. 91
- Suministro de K de los andisoles y ultisoles de la región de La Araucanía.
Adelio Montenegro y José Rodríguez. 99
- Propiedades de andisoles de la Región precordillerana austral.
Norma Peñemann y Lydia Quevedo. 109
- Análisis empírico del proceso de impregnación en suelos arcillosos.
Ricardo Honorato y Roberto Ramos. 119
- Presencia de cinco virus de papa en las especies papa (*Solanum tuberosum* L.) y tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) de la V Región de Chile.
Gabriela Salinas y Gastón Apablaza. 129
- Germinación a temperaturas subóptimas de las semillas de tres cultivares de zapallo (*Cucurbita maxima* Duch.).
Honoro Bravo y Ximena Venegas. 135
- Incorporación de Urea en concentrados de crecimiento para terneros.
Fernando González, Fernando García y Benjamin O'Ryan. 141
- Efecto de diferentes anabolíticos sobre el aumento de peso de novillos a pastoreo.
Wolfgang Stehry y Waldemar Schurch. 151
- ## ENSAYO
- Inversión agropecuaria en Chile.
Hernán Hurtado. 159

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA
SANTIAGO DE CHILE

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CIENCIA E INVESTIGACIÓN AGRARIA

COMITÉ EDITOR

Gonzalo Gil, Presidente
Hernán Henríguez
Osvaldo Palatinés
José Rodríguez

Christian Keenlyside
Riccardo Gatti, Editor
Irma Soza, Secretaria Ejecutiva.

CIENCIA E INVESTIGACIÓN AGRARIA

PROPIETARIO

FACULTAD DE AGRONOMÍA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

REPRESENTANTE LEGAL

Juan Ignacio Domínguez C.

OFICINAS:

Avenida L.B. O Higgins N° 340
Santiago Chile

Toda correspondencia relacionada a la revista debe dirigirse a:
all mail concerning this publication must be addressed to:

REVISTA CIENCIA E INVESTIGACION AGRARIA

Escuela de Agronomía
Casilla 114-D
Santiago, Chile

SUSCRIPCIONES:

Terms of subscription:

Chile:

\$ 200

\$ 600

Extranjero:

Other countries:

US\$ 4, single number

US\$ 15, annual subscription

Abreviatura recomendada: Cienc. Inv. Agr.

AGRADECIMOS CAMBIO - WIR BITEN UM AUSTAUSCH - EXCHANGE
SOLICITED - ON DEMANDE L'EXCHANGE - GRADIRENIMO CAMBIO

Se autoriza la reproducción y cita del material que aparece en *Ciencia e Investigación Agraria*, siempre que se indique el nombre del autor(es), año, volumen, número y páginas del cual se obtuvo. Las opiniones y afirmaciones expuestas en los trabajos representan exclusivamente los puntos de vista de los autores. La mención de productos o firmas comerciales en la revista no implican una recomendación por parte de la Universidad.



RESEARCH

Sulphur forms and transformation in ultisols and andisols.
José Opazo y José Rodríguez.

Potassium supply of andisols and ultisols from the Araucanía Region.
Adolfo Montenegro y José Rodríguez.

Andosol Properties in the austral precordilleran region.
Norma Peinemann y Lydia Quevedo.

Empirical analysis of the impregnation process on clay soils.
Ricardo Honorato y Roberto Ramos.

Survey of five viral diseases on potato and tobacco of the V Region in Chile.
Gabriela Saldías y Gastón Apablaza.

Gemination of seeds of three squash (*Cucurbita maxima* Duch) cultivars at suboptimal temperatures.
Alonso Bravo y Ximena Venegas.

Urea in post-weaning concentrates for dairy calves.
Fernando González, Fernando García, y Benjamín O'Ryan.

Effect of different anabolics on growth rate in steers at pasture.
Wolfgang Stehr y Waldemar Schurch.

ESSAYS

Agricultural investment in Chile.
Hernán Hurtado.

FORMAS Y TRANSFORMACIONES DEL AZUFRE
EN ULTISOLS Y ANDISOLES¹SULPHUR FORMS AND TRANSFORMATIONS
IN ULTISOLS AND ANDISOLSJOSE D. OPAZO A.² Y JOSE RODRIGUEZ S.

Departamento de Ciencias Veterinas, Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile

SUMMARY

A study was conducted to determine the sulphur forms and transformations in soils of the Los Lagos Region (X Region).

Soil samples of Ultisols and Andisols were taken at two depths to determine total S, organic S and inorganic S. Studies were conducted for S mineralization and sulphate adsorption capacity.

All soils had high total S with an average of 552 and 821 ppm for Ultisols and Andisols, respectively, and it decreased with depth. About 95% of total S was organic. The inorganic S was largely adsorbed on the soil colloids; its average was 8.9 and 14.1 ppm for Ultisols and Andisols, increasing with depth.

The S mineralized in 12 weeks at 30°C was high in Andisols, ranging from 3.5 to 6.0 ppm.

The sulphate adsorption capacities were high, specially in Andisols.

INTRODUCCION

Los estudios realizados en Chile sobre la disponibilidad de S en los suelos son escasos.

Sin embargo, Schenkel *et al.* (1972, 1973), en estudios de invernadero, han señalado un bajo suministro actual y potencial de S en un amplio grupo de suelos de la Zona Sur. También, Rojas (1973) en ensayos de campo ha indicado una importante respuesta al S de la remolacha en suelos Andisoles. Recientemente, Opazo y Rodríguez (1983), han realizado una evaluación de distintos métodos químicos de diagnóstico de la disponibilidad de S en

suelos Andisoles y Ultisoles de la Región de Los Lagos (X Región).

Sobre las formas y dinámica del S en los suelos del país sólo se cuenta con el trabajo de Schalscha *et al.* (1971). Estos autores determinaron el S soluble, adsorbido, orgánico y total y la capacidad de adsorción de S de cuatro Andisoles y tres Ultisoles ubicados al sur del río Maule. En general los valores de S soluble de los suelos fueron bajos, medios los de S adsorbido y altos los niveles de S orgánico y total. Por otra parte, la capacidad de adsorción de S fue alta especialmente en los Andisoles.

El presente trabajo tuvo como objetivo com-

¹Parte de la tesis presentada por el primer autor a la Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, para optar al grado de "Magister Scientiae".

²Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago.

Proyecto SEMPLAC X Región - INIA-U.C.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N. 34153. Fecha de recepción: 22 de septiembre de 1983.

tribuir al conocimiento de las formas y dinámica del S en un amplio grupo de suelos representativos de la X Región, donde se ha señalado una menor disponibilidad de S.

MATERIALES Y METODOS

Suelos

Se tomaron muestras a una profundidad de 0-20 y 20-40 cm en las series Crucero, Fresia, Cudico y La Unión correspondientes al grupo de Ultisoles y Corte Alto, Osorno, Puerto Fonck, Puerto Octay, Nueva Braunau y Puyehue, del grupo de los Andisoles.

Caracterización química de los suelos

Las muestras se homogeneizaron y se tamizaron con la humedad que tenían en el campo por un tamiz de 2 mm. Se realizaron los siguientes análisis: pH en agua (relación suelo: agua de 1:2.5); C orgánico por el método de Wakley-Black y el N total por el método de Kjeldahl (Saavedra, 1975).

Formas de azufre en los suelos

Azufre total, se determinó por fusión a 500°C por tres horas con NaHCO₃ como lo propone Bardsley y Lancaster (1960).

Azufre inorgánico, se consideró como el S-SO₄²⁻ extraído con Ca(H₂PO₄)₂ 500 ppm P según Fox *et al.* (1964).

Azufre orgánico, se obtuvo como el S total menos el extraído con una solución de Ca(H₂PO₄)₂ 500 ppm P.

Mineralización del azufre orgánico

Se seleccionaron tres muestras de suelos representativas de la Región de Los Lagos: Cudico (Ultisol), Osorno (Andisol del llano central) y Puyehue (Andisol de precordillera).

Se incubaron 60 g de suelo en frascos de 220 ml, con una humedad de 0.3 bares, tapados con polietileno de 0.08 mm. La temperatura de incubación fue de 30°C y el tiempo de 1, 2, 4, 8 y 12 semanas. Los frascos fueron aireados cada tres días. Al término de cada período en las muestras se determinó el S-SO₄²⁻ mediante una extracción con Ca(H₂PO₄)₂ 500 ppm P. Además, se determinó el N inorgánico (NO₃⁻ + NO₂⁻ + NH₄⁺) y pH en agua (relación 1:2.5).

Adsorción de sulfato

Tres gramos de suelo tamizado a 2 mm suspendieron en 30 ml de solución de Ca 0.01M con distintas concentraciones de K₂S 45 - 10 - 25 - 50 - 100 - 200 y 300 ppm S-SO₄²⁻. Las soluciones se agitaron durante horas a una temperatura constante de 25°C según Hasan *et al.* (1970). Finalmente, se separaron y el S-SO₄²⁻ de la solución se determinó por turbidimetría.

A los resultados se aplicó la ecuación Langmuir y se calculó la adsorción máxima S en los suelos.

Determinación de sulfatos

El S-SO₄²⁻ en solución fue en todos los casos determinado por turbidimetría por el método de Massoumi y Cornfield (1963) al cual hicieron algunas modificaciones (Oppe, 1982).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización química y formas del azufre en los suelos

En el Cuadro 1 se presentan los valores, pH, contenidos de C orgánico, N total, relación C:N y C:N:S en los suelos estudiados.

Los suelos presentan altos contenidos tanto en superficie, como en muestras sub-superficiales, siendo superiores las superficies. El contenido promedio de carbono en Andisoles prácticamente duplica al de los Ultisoles.

Las relaciones C:N y C:N:S presentan un grado de variación entre suelos, incluso de una misma serie, lo cual estaría estrechamente asociado con factores de manejo y los promedios de C:N y C:N:S son similares ambos grupos de suelo.

En promedio, los Ultisoles presentan una relación C:N:S de 157:10:1.4 en las muestras superficiales y de 133:10:1.4 en las subsuperficiales. En los Andisoles estas relaciones son 154:10:1.0 y de 133:10:1.4, respectivamente.

Estos valores son semejantes a los promedios encontrados en suelos australianos (Williams y Steinbergs (1958), 152:10:1.5 neozelandeses por Gregg y Goh (1970), 152:10:1.2, y ligeramente superior a los señalados por Harvard *et al.* (1962) para suelos Oregon, 145:10:1.01.

C U A D R O 1 ALGUNAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS SUELOS *Some chemical characteristics of soils*

Suelo	Prec. cm	pH	C %	N %	C:N	C:N:S
<i>Ultisoles</i>						
Crucero	0-20	4.3	8.25	0.52	15.9	159:10:1.32
	20-40	4.6	5.00	0.56	13.9	139:10:1.64
Fresia	0-20	5.5	7.15	0.44	16.2	162:10:1.20
	20-40	5.6	3.43	0.20	17.2	172:10:1.41
Cudico	0-20	4.7	5.17	0.26	19.1	191:10:2.15
	20-40	5.0	2.15	0.19	11.3	113:10:1.63
La Unión	0-20	5.3	4.05	0.44	11.5	115:10:0.99
	20-40	5.6	3.30	0.31	10.6	106:10:0.80
<i>Andisoles</i>						
Corte Alto 1	0-20	5.1	11.27	0.80	14.1	141:10:1.13
	20-40	5.7	6.22	0.46	13.5	135:10:1.97
Corte Alto 2	0-20	4.9	10.35	0.63	16.4	164:10:0.88
	20-40	5.0	2.44	0.19	12.8	128:10:1.59
Osorno 1	0-20	5.1	10.12	0.69	14.7	147:10:0.95
	20-40	5.1	4.65	0.39	11.9	119:10:1.04
Osorno 2	0-20	4.9	13.41	0.84	16.0	160:10:1.13
	20-40	6.0	7.95	0.53	15.0	150:10:1.35
Puerto Fonck	0-20	5.0	12.58	0.82	15.3	153:10:0.87
	20-40	5.7	6.86	0.51	13.4	134:10:1.22
Puerto Octay	0-20	5.3	12.20	0.82	14.9	149:10:1.10
	20-40	5.7	3.26	0.57	12.7	127:10:1.09
Nueva Braunau 1	0-20	5.0	10.93	0.65	16.3	168:10:1.25
	20-40	5.6	5.93	0.42	14.1	141:10:1.28
Nueva Braunau 2	0-20	4.7	15.42	1.01	15.3	153:10:0.96
	20-40	5.3	7.42	0.57	13.0	130:10:1.64
Puyehue	0-20	4.7	13.37	0.89	15.0	150:10:1.05
	20-40	5.2	8.22	0.63	13.0	130:10:1.34

En el Cuadro 2 se presentan los contenidos de las distintas formas de S.

Los contenidos de S total en los Andisoles son similares a los señalados por Schalscha *et al.* (1971) y por Metson y Blackemore (1978) para suelos de origen volcánico de Nueva Zelanda, donde el 80% de los suelos tuvo un valor superior a 600 ppm. No obstante se obtiene un promedio de 1530 ppm para los Andiso-

les de Nueva Zelanda en comparación a un promedio de 821 ppm para los Andisoles del presente estudio. Por otra parte, ninguno de los Andisoles muestreados supera los 1000 ppm de S total. También para Andisoles de Hawaii, Hasan *et al.* (1970) informan una situación y valores de S total muy similares al del presente estudio.

Por otra parte, el S total está formado en un

95% a un 99% por S orgánico tanto en los Andisoles como en los Ultisoles.

La otra fracción de S total correspondería al S inorgánico extraído por $\text{CaH}_2\text{PO}_4 \cdot 1_2$ 500 ppm P. Este estaría formado en una pequeña proporción por el S de la solución y en gran parte por el S adsorbido en la fase sólida del

suelo, según lo encontrado por Fox et al. (1964).

En los Ultisoles el S inorgánico tuvo valores en la estrata superficial entre 3.6 y 18.3 ppm con un promedio de 8.9 ppm. En los Andisoles el rango es más amplio, 9.1 a 34.9 ppm, el promedio también es más alto, 14.1 ppm.

C U A D R O 2
FORMAS DE AZUFRE EN LOS SUELOS A DOS PROFUNDIDADES
DEL PERFIL: 0-20 CM Y 20-40 CM
Sulphur forms at two soil depths

Suelo	Prof.	S inorgánico*		S orgánico**		S total
		cm	ppm	%	ppm	
Ultisoles						
Cruceña	0-20	18.3	2.7	667	97.3	686
	20-40	35.8	6.0	556	94.0	592
Fresia	0-20	3.6	0.7	525	99.3	529
	20-40	10.0	3.5	272	96.5	282
Cudicó	0-20	6.4	1.1	554	98.9	560
	20-40	4.8	1.6	305	98.4	310
La Unión	0-20	7.2	1.5	228	98.4	235
	20-40	7.2	2.9	240	97.1	247
Andisoles						
Corte Alto 1	0-20	12.8	1.4	892	98.6	905
	20-40	51.2	0.6	854	99.4	905
Corte Alto 2	0-20	9.1	1.6	551	98.4	560
	20-40	12.8	4.2	290	95.8	303
Osorno 1	0-20	12.8	2.0	641	98.0	654
	20-40	9.1	2.2	395	97.8	404
Osorno 2	0-20	9.1	1.0	943	99.0	952
	20-40	8.1	1.1	709	98.9	717
Puerto Fenck	0-20	16.5	2.3	700	97.7	717
	20-40	3.6	0.6	619	99.4	623
Puerto Octay	0-20	12.8	1.4	892	98.6	905
	20-40	20.0	3.2	603	96.8	623
Nueva Braunau 1	0-20	34.8	4.3	736	95.7	811
	20-40	67.2	9.0	681	91.0	748
Nueva Braunau 2	0-20	9.1	0.9	959	99.1	968
	20-40	24.7	2.6	912	97.4	937
Puyehue	0-20	10.0	1.1	911	98.9	921
	20-40	16.5	2.0	826	98.0	843

*Corresponde al S-SO₄ extraído con $\text{CaH}_2\text{PO}_4 \cdot 1_2$ 500 ppm P.

**Corresponde al S total menos el extraído con $\text{CaH}_2\text{PO}_4 \cdot 1_2$ 500 ppm P.

En el subsuelo, en promedio se presentan valores más altos de S inorgánico que en las muestras superficiales, en ambos grupos de suelos.

Schelscha et al. (1971) encontraron en estos mismos grupos de suelos valores similares sin considerar algunas muestras con valores excepcionalmente altos en muestras subsuperficiales de los suelos Corte Alto y Puerto Octay.

Tampoco, los niveles de S inorgánico difieren de los indicados por Devaud (1970) y Espinosa y Riquelme (1976) en Andisoles de la VIII Región.

Azufre mineralizable

En la Figura 1 se observa que los suelos tienen una mineralización de S caracterizada por una liberación lineal sostenida. Por otra parte, la mineralización de N orgánico tuvo un comportamiento similar pero las cantidades mineralizadas fueron superiores (Cuadro 3).

Otro índice de las bajas cantidades de S liberado es el porcentaje de S mineralizado en relación al S total. Tabatabai y Bremner (1972) informan un promedio de 1.3% para algunos suelos de Iowa, mientras que dicho valor en los suelos estudiados fue de 0.6%. En algunos suelos de Australia según datos de Williams (1967) sólo el 1.6% del S total fue mineralizado y el 4% del N total. El porcentaje de N total mineralizado en los suelos estudiados fue de

2.4; 4.3 y 4.2% para los suelos Cudicó, Osorno, Puyehue, respectivamente.

C U A D R O 3

NITROGENO Y AZUFRE MINERALIZADO EN INCUBACIÓN AEROBICA DE LOS SUELOS A 30°C
Mineralized N and S in soils during incubation at 30°C

Suelo	Mineralizado		Tasa de mineralización ppm/semana	Mineralizado del total %
	N ppm	S ppm		
Cudicó	79	3.5	8	0.3
Osorno	273	3.6	29	0.4
Puyehue	325	6.0	32	0.6

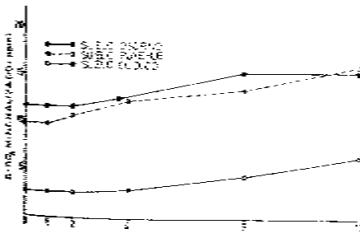
Los valores de pH fueron disminuyendo durante todo el período de incubación de los suelos. Esta disminución fue de alrededor de 0.5 en las doce semanas.

La tasa de mineralización de S en los Andisoles (Osorno y Puyehue) es similar a la obtenida por Williams (1967) de 0.8 ppm por semana a 30°C en suelos de Australia. El Ultisol (Suelo Cudicó) tuvo una tasa de mineralización de S muy baja, 0.3 ppm por semana.

La tasa de mineralización de N en el suelo Cudicó, fue del orden de la encontrada por Williams (1967) en Australia, no así los Andisoles que presentaron tasas muy superiores.

Se encontró una correlación significativa ($r = 0.88^{**}$) entre el N y el S mineralizados considerando los diferentes tiempos de incubación. Williams (1967) y Tabatabai y Al-Khafaji (1980) también encontraron resultados similares.

Williams (1967) y Freney y Swaby (1975) indican que la mineralización de S disminuye considerablemente a 10°C y se incrementa entre 10° y 40°. Por lo tanto, las variaciones estacionales de la mineralización pueden modificar los niveles de S disponible de los suelos. Williams (1968) señala que los niveles de sulfatos aumentan a finales de primavera y verano y disminuyen en invierno. También la humedad estacional de los suelos es otro factor importante de la mineralización de S. La me-



F I G U R A 1
MINERALIZACIÓN DEL S ORGÁNICO
EN LOS SUELOS
OSORNO, PUYEHUE Y CUDICO
*Organic S mineralization in
Osorno, Puyehue and Cudico soils*

nor materia orgánica y humedad de los Ultisoles durante el verano podría explicar la menor disponibilidad de S señalada por Opazo y Rodríguez (1983) en estos suelos en relación a los Andisoles. Al considerar que el S mineralizado es adsorbido por los coloides del suelo y permanecerá lúbil durante un período de tiempo.

Aunque la liberación del N como del S de la materia orgánica corresponderían en gran medida a un mismo proceso, no siempre la mineralización de ambos elementos presenta una misma tasa (Kowalenko y Low, 1975 y Tabatabai y Al-Khafaji, 1980) señalan que aunque la mineralización de N y S tienen similitudes, no tienen procesos metabólicos paralelos.

Adsorción de sulfato

En la Figura 2 se presentan las isotermas de Langmuir para la adsorción de sulfato.

En el suelo Cúdico (Ultisol) la capacidad máxima de adsorción fue 631 µg S/g y de 722 y 723 µg S/g para los Andisoles considerados. Se puede apreciar una clara diferencia entre la capacidad máxima de adsorción de los Ultisoles y Andisoles. Estas diferencias estarían asociadas a la distinta mineralogía de los suelos (Besoain, 1969 y Besoain y González, 1977).

El suelo Cúdico presentó un valor de adsor-

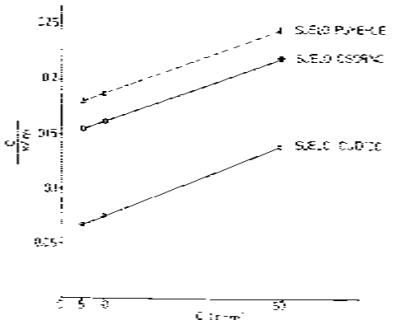


FIGURA 2
ISOTERMAS DE ADSORCIÓN DE S DE LOS
SUELOS OSORNO, PUYEHUE Y CÚDICO

Sulfur adsorption isotherms of
Osorno, Puyehue and Cúdico soils

ción máxima algo inferior a los Andisoles, alto para el rango encontrado en suelos de wai. Hasan *et al.* (1970) indican que con alta capacidad de adsorción de sulfato, menores valores de 500 a 900 µg S/g. Tark Schalscha *et al.* (1971) al emplear una sola de equilibrio de concentración 160 ppm S, encontraron valores de 930 y 933 µg S/g para Ultisol y Andisol, respectivamente. Los Ultisoles y Andisoles estudiados presentan una capacidad de adsorción tanto de sulfato como de fosfato.

En el Cuadro 4 se presentan las capacidades máximas de adsorción de fósforo y azufre; la adsorción de fosfato es mucho mayor que la de azufre. Esto coincide con lo encontrado por Nelson y Blackmore (1978) en suelos sedimentarios y volcánicos de Nueva Zelanda y Hasan *et al.* (1970) en suelos volcánicos de Hawái.

La disponibilidad de azufre está fundamentalmente asociada con el sulfato adsorbido, así como con la disponibilidad de sulfato (Opazo y Rodríguez, 1983), por tanto la capacidad de adsorción y las características de desorción son parámetros esenciales para caracterizar el poder de suministro de S en los suelos.

C U A D R O 4

CAPACIDAD MAXIMA DE ADSORCION DE FOSFORO Y AZUFRE CALCULADA MEDIANTE ISOTERMAS DE LANGMUIR

Maximum P and S adsorption capacity calculated by means of Langmuir isotherm

Suelo	Adsorción máxima Fósforo*	Adsorción máxima Azufre µg g suelo
Cúdico	1.880	631
Osorno	2.080	723
Puyehue	2.280	723

*Obtenida equilibrando 3 g de muestra de suelo por 20 ml de CaCl_2 0.01 M con distintas cantidades de CaH_2PO_4 .

RESUMEN

Se realizó un estudio para determinar las formas y dinámica del azufre en los suelos de la Región de Los Lagos (X^a Región).

Se tomaron muestras a dos profundidades:

Ultisoles y Andisoles determinándose las distintas formas químicas de azufre, la mineralización del S orgánico y la capacidad de adsorción de S.

En todos los suelos se encontró que los valores de S total eran altos con un promedio de 552 y 821 ppm para Ultisoles y Andisoles, respectivamente, siendo algo menores en profundidad. Por otra parte, alrededor del 95% del S total se encontraba en formas orgánicas.

La fracción de S inorgánico se encuentra en gran medida adsorbida, con un promedio de

8.9 y 14.1 ppm para Ultisoles y Andisoles, respectivamente. Normalmente los contenidos aumentan en profundidad.

Las cantidades de S mineralizado se encontraron entre 3.5 y 6.0 ppm de S-SO₄ en un período de 12 semanas a una temperatura de 30°C. Los Andisoles mineralizaron considerablemente más S-SO₄ que los Ultisoles.

Las capacidades de adsorción de sulfato y fosfato fueron altas. Por otra parte, la capacidad máxima de adsorción de S fue mayor también en los Andisoles que en los Ultisoles.

LITERATURA CITADA

- BARNESLEY, C.E. y J.D. LANCASTER. 1960. Determination of reserve sulfur and soluble sulfates in soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24: 265-268.
- BESOAIN, E. 1969. Untersuchungen von Boden aus Pyroklastiten (Asche und Tuffe) Chile, Japan, Deutschland und Italien. Inaug. Diss. Dr. Agr. Universität Bonn. 343 p.
- BESOAIN, E. y S. GONZÁLEZ. 1977. Mineralogía, génesis y clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas de la región centro-sur de Chile. Ciencia Inv. Agr. (Chile) 4(2): 109-150.
- DEVALD, E. 1970. Estudio de la disponibilidad de S y su interacción con N, P y K en Andisoles de Nuble. Universidad de Concepción. Chillán, Chile. (Tesis Ing. Agr., mimeografiada). 108 p.
- ESQUEDA, W. y E. RIQUIELME. 1976. Caracterización química de los Andes (trópicos) de la provincia de Nuble (Chile): Arroyo y Santa Bárbara. Agricultura Técnica (Chile) 36(2): 49-58.
- Fox, R.L.; R.A. OLSON y H.F. RIEDADES. 1964. Evaluating soil sulfur by plant and soil tests. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28(2): 243-246.
- FISHER, J.R. y R.J. SWABY. 1975. Sulphur transformations in soils. In: Mc Lachlan, K.D. (Editor). Sulphur in australasian agriculture. Sydney University Press, Australia. pp. 31-39.
- GREGG, P.E. y K.M. GOLI. 1978. Field studies with radioactive sulphur labelled gypsum fertilizer. I. Soil factors affecting the movement of fertilizer sulphur. N.Z. J. of Agric. Res. 21: 593-601.
- HARWARD, M.E., T.T. CHAO y S.C. FANG. 1962. The sulphur status and sulfur supplying power of Oregon soils. Agron. J. 54: 101-106.
- METSON, A.J. y L.C. BLACKMORE. 1978. Sulfate retention by New Zealand soils in relation to the competitive effect of phosphate. N.Z. J. Agric. Res. 21: 243-253.
- OPAZO, J.D. 1982. Disponibilidad de azufre en suelos de la Región de Los Lagos. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. Tesis M. Sc. 140 p.
- OPAZO, J.D. y J. RODRÍGUEZ. 1983. Determinación del azufre disponible en suelos Ultisoles y Andisoles del sur de Chile. Ciencia e Inv. Agr. 10(3): 241-248.
- ROLAS, O. 1973. Investigación en fertilidad de suelos. En: Cultivo de la remolacha azucarera en Chile. Industria Azucarera Nacional S.A., Tomo V. 140 p.
- SAAVEDRA, N. 1975. Manual de análisis de suelos. Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile. 64 p.
- SCHALSCHA, E., C. ESTRADA y G. GALINDO. 1971. Sulphur status of some volcanic ash derived soils in Chile. Agrochimica 15(6): 77-82.

SCHENKEL, G., P. BAHERLE, T. FLOODY y M. GAZARDO. 1972. Exploración de deficiencias nutricionales con suelos en macetas. X. Macronutrientes, provincia de Osorno. Agricultura Técnica (Chile) 32(2): 99-111.

SCHENKEL, G., P. BAHERLE, T. FLOODY y M. GAZARDO. 1973. Exploración de deficiencias nutricionales con suelos en macetas. XII. Macronutrientes, provincia de Llanquihue. Agricultura Técnica (Chile) 33(3): 111-121.

TABATABAI, M.A. y J.M. BRENNER. 1972. Distribution of total and available sulphur in selected soils and soil profiles. Agron. J. 64: 40-44.

TABATABAI, M.A. y A.A. AL-KHAFAJI. 1980.

Comparison of nitrogen and sulphur retention in soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 1006-1006.

WILLIAMS, C.H. y A. STEINBERG. 1958. Sulphur and phosphorus in some eastern Australia soils. Aust. J. Agric. Res. 9: 483-491.

WILLIAMS, C.H. 1967. Some factors affecting mineralization of organic sulphur in soils. Soil and Soil 26(2): 205-223.

WILLIAMS, C.H. 1968. Seasonal fluctuations in mineral sulphur under subterranean clover pastures in southern New South Wales. Aust. J. Soil Res. 6: 133-139.

SUMINISTRO DE K DE LOS ANDISOLES Y ULTISOLES DE LA REGION DE LA ARAUCANIA¹

POTASSIUM SUPPLY OF ANDISOLS AND ULTISOLS FROM THE ARAUCANIA REGION

ADOLFO MONTENEGRO B.² y JOSE RODRIGUEZ S.

Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía Pascifíca Universidad Católica de Chile

SUMMARY

Total K, structural K, exchangeable and non-exchangeable K and K of the soil solution were determined in 7 Andisols and 4 Ultisols from the Araucanía Region. Furthermore their adsorption and desorption capacity were established.

Andisols and Ultisols have a similar K content between 3,000 and 7,000 ppm. However, Ultisols present the greater K reserve expressed by the non-exchangeable K forms of Andisols, probably due to the low content of K rich minerals content of the latter.

Exchangeable K fraction and solution forms were also greater in Ultisols. The relationship between the different K forms would indicate that they constitute a continuum controlled by different thermodynamic exchangeable constants.

Higher clay contents and more abundant places of high and low exchangeable energy could explain the greater K buffer capacity of Ultisols.

On the other hand the greater reserve of non-exchangeable K forms would explain a larger capacity of desorption detected on Ultisols.

From the point of view of soil fertility, the characteristics of the forms and the K dynamic of Andisols would indicate that in a short time, under intensive cropping they would respond to K fertilization even when at relatively low rates. The response of Ultisols only would take place at a medium term and at higher rates of fertilizer.

INTRODUCCION

Prospecciones nutricionales realizadas por Schenkel y Baerle (1971) indican que las deficiencias de K siguen en importancia a las de P y N en los suelos de la IX y X Regiones.

A pesar de ello, se carece de estudios sobre las formas y dinámica del K que permitieran

comprender y explicar el suministro de K en estos suelos.

En los Andisoles y Latosoles de Costa Rica, Martini y Suárez (1975) caracterizaron el estado del potasio por el contenido de K presente en las distintas formas de K del suelo. Encuentran que el K intercambiable, no intercambiable y total de los Andisoles es mayor que el

¹Parte de la tesis presentada por el primer autor a la Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, para optar al título de "Magister Scientiae".

²Estación Experimental Cañillanca, INIA, Casilla 55-D, Temuco

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N° 342-85. Fecha de recepción: 24 de octubre de 1983.

de los Latosoles y que la respuesta de las plantas es mayor en los últimos que en los primeros. Señalaron que ello se debería al mayor contenido de minerales ricos en K y al menor grado de intemperización que presentaban los Andisoles.

En suelos de Nueva Zelandia, Metson (1968) reaccionó el contenido de potasio de algunas formas de K del suelo con la composición química y mineralógica del material parental y con el grado de desarrollo del suelo. Metson (1968) encontró que los suelos derivados de cenizas volcánicas riolíticas, ricos en feldespatos ortosa, poseen altos contenidos de K total y que presentan bajos niveles de K intercambiable y de K liberado a tasa constante debido a la lenta intemperización y a la fuerte lixiviación que los caracteriza. Además señaló que los estudios derivados de cenizas volcánicas anfíseticas poseen menores contenidos de K total que los derivados de cenizas riolíticas y a la vez encontró que son deficientes en K y que presentan bajos contenidos de K intercambiable y no intercambiable.

Por otra parte, Moss y Coulter (1964) señalaron que los suelos volcánicos de las Indias Occidentales presentaban bajos contenidos de K total e indicaron que ello se debería a la ausencia de feldespatos potásicos, micas o de hematita en estos suelos. Además señalaron que los suelos más jóvenes también presentaban bajos contenidos de las fracciones disponibles (Step K) y de las no disponibles (CRK) del K no intercambiable estimadas por el método de Haylock (1956) y que no existiría una clara relación entre el contenido de K intercambiable y la clase de suelos.

En los suelos de Hawaii, Graham y Fox (1971), el grado de desarrollo de los suelos volcánicos de Hawaii estaba fuertemente influenciado por la pluviometría e informaron que el pool de K lúbito y el PBC de los suelos menos intemperizados era mayor que el de los suelos más intemperizados.

El presente trabajo tiene por objetivo caracterizar las formas y dinámica del K en suelos Andisoles y Ultisoles de la Región de La Araucanía para una mejor comprensión de la disponibilidad de K en estos suelos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Suelos

Se muestrearon 11 suelos de la Región Araucanía, latitudes 38°-39°. Los suelos Illec, Corraltue, Freire, Vilcún, Santa Bárbara 1 y Agua Fria han sido clasificados como Andisoles y los suelos Chufquén, Merrem, 2 y Collipulli como Ultisoles.

En los Ultisoles la precipitación anual medio es de 1.200 mm y en los Andisoles fluctúa entre 1.500 y 2.300 mm.

La mineralogía de las arcillas determinada por difracción de Rayos X (Besnain y Gómez, 1977), indicando que todos los Andisoles excepto del Agua Fria tienen una claridad nacina de aluminio. Este último presenta alita y metahaloalita. Por otra parte, los Ultisoles mostraron dominancia de metahaloalita; excepción del Chufquén que presentaba una abundante aluminio.

Los suelos se muestrearon a una profundidad de 0-20 cm, se secaron a temperatura ambiente y se tamizaron por 2 mm para los días de laboratorio y por 4 mm para los trazos de inventario.

Mineralogía de la fracción arena

La mineralogía de la fracción arena fue terminada, de acuerdo a Besnain y Gómez (1977) por difracción de Rayos X en el Laboratorio de Agronomía del Ministerio de Agricultura.

Caracterización física y química de los suelos

La textura se determinó por el método hidrómetro utilizando Calgón como dispersante; el pH se determinó en una relación agua de 1:2.5 y la materia orgánica por el método de Springer y Klee modificado. Los procedimientos han sido señalados por Sáenz (1975).

La determinación de CRK consistió en someter a una muestra de suelo a una saturación con KCl 1N y posteriormente con KCl 0.05N al 5.5 y a un desplazamiento posterior del K^+ con NH_4NO_3 1N (Appelt, 1974). El potasio se determinó por fotometría de llama.

Los cationes de intercambio se obtuvieron por desplazamiento de acetato de amonio.

El sodio y potasio se determinaron por fotometría de llama y el calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica (Saavedra, 1975).

El potasio en la solución se extrajo con CaCl_2 0.01M y se determinó por fotometría de llama y el potasio de intercambio por el método del acetato de amonio 1N, pH 7 (Saavedra, 1975).

Para la extracción del potasio no intercambiable se utilizó el método de Haylock (1956) y el potasio se determinó por fotometría de llama.

El potasio total se obtuvo de la digestión de las muestras de suelo en una mezcla de ácidos: HF al 48%, H_2SO_4 18N, HCl 6N y HClO_4 al 60% (Jackson, 1964).

Capacidad máxima de desorción y tasa de desorción de potasio

Estos parámetros se obtienen de la aplicación de la ecuación de Langmuir a los valores de potasio desorcibido en función del tiempo (Németh, 1976). El método consiste en someter una muestra de suelo sin adición de potasio, a extracciones sucesivas en CaCl_2 0.01M a intervalos de tiempo constante (60 minutos). Luego con los valores de potasio desorcibido acumulado en función de tiempo, se construye la curva de Langmuir.

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\text{td} = 1:bdm + tdm$$

donde:

t = tiempo acumulado

bdm = energía de unión

dm = capacidad máxima de desorción

b = constante de la reacción

Tasa de adsorción de potasio

A las muestras de suelo se aplicaron diferentes concentraciones de K (0 a 90 ppm). Posteriormente se sometieron a una extracción (60 minutos) con soluciones de CaCl_2 0.01M. La capacidad tampón de K corresponde a la pendiente de la regresión lineal entre el K adsorbido y el K agregado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización mineralógica y fisicoquímica de los suelos

En el cuadro 1 se presenta la mineralogía de la fracción arena.

En el análisis mineralógico no fue posible distinguir entre las plagioclasas y los feldespatos potásicos. De esta forma no es posible determinar si la abundancia de plagioclasas observada en la mayoría de los suelos corresponde a ortosas.

Martini (1966) señala que los Andisoles de Centroamérica muestran un mayor contenido de feldespatos potásicos que los Latosoles o Ultisoles y que esto se derivaría de la riqueza en estos minerales de las cenizas y el grado de evolución de los suelos.

Por otra parte, no fueron determinadas diferencias en la fracción arena de estos suelos a excepción del suelo Chufquén en que sólo aparecen trazas.

En el Cuadro 2 se presentan algunas características físicas y fisicoquímicas de los suelos.

Los Ultisoles muestran un porcentaje de arena significativamente superior a los Andisoles. Sin embargo, la materia orgánica de los Andisoles es más alta que la de los Ultisoles debido a las relaciones que se establecen entre la aluminio y el humus del suelo.

Por otra parte, en los Ultisoles la suma de cationes de intercambio es 3 a 4 veces superior al de los Andisoles, a excepción del suelo Agua Fria.

Si comparamos los porcentajes de saturación de K de ambos grupos de suelos, se observa que éstos son significativamente más altos en los Ultisoles. Esto coincide con los valores de K de intercambio señalados anteriormente. Freitas *et al.* (1966) y Quemener (1976) indican que bajo 1.5% de K se presenta una alta respuesta a la fertilización potásica y que entre 1.5% y 3.0% la respuesta es incierta.

Formas de K

En el Cuadro 3 se presentan los valores de distintas formas de K.

El K total de ambos grupos de suelos es similar encontrándose la mayoría de los suelos entre 2.000 y 3.000 ppm. Solamente los suelos

C U A D R O 1
MINERALOGIA DE LA FRACCION ARENA
Sand fraction Mineralogy

Suelos	Cuarzo	Plagioclasa	Magnetita	Piroxenos	Anfisoles	Vidrio	Ciotita	Ms
Andisoles								
Malleco	- + -	- + + +	- -	+ +	+	- + + +		
Corelhue	+ + +	- + +	- +	+ +				
Freire	+ + + + -	- + + +	- +	+ +				
Vilcún	+ + + + -	+ + + -	-	-	-	-		
Sta. Bárbara 1	-	- + + -	- + + +	-		- + + + -		
Sta. Bárbara 2	- + +	- + + +	- +	+ +		- +		
Aqua Fria	+ + + -	- + + +	+ +	?	-	- +	- +	
Ultisoles								
Chufquén	+ - + + +		- +					
Metrenco 1	- - + + +	- + +	-					
Metrenco 2	- + + + +	- + +	+ +			Ir		
Collipulli	+ + + -					tr		
						- + + -		
Símbolos								
- + + + +	dominante							
- + + +	abundante							
- + + -	ocasional							
- + -	presente							
- +	escaso o raro							
-	falta							

C U A D R O 2
CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DE LOS SUELOS
Soil physical and chemical characteristics

Suelos	Arcilla %	Mat. Orgánica Sp y Klee %	pH H ₂ O 1:2.5	CIC KC meq 100 g	Catión intercambiable Ca Mg Na meq 100 g	Catión intercambiable K meq 100 g	Suelo	
Andisoles								
Malleco	37	12.2	4.9	13.9	2.12	0.58	0.74	0.35
Corelhue	14	15.8	5.3	12.9	1.50	0.33	0.41	0.36
Freire	21	15.3	5.3	17.5	2.30	0.66	1.00	0.20
Vilcún	25	17.0	5.6	17.9	4.29	0.66	0.56	0.24
Sta. Bárbara 1	18	19.0	5.2	13.2	2.59	0.37	0.35	0.15
Sta. Bárbara 2	25	13.1	5.2	15.0	3.24	0.37	0.34	0.32
Aqua Fria	36	9.1	5.6	20.7	8.68	1.46	0.82	0.43
Ultisoles								
Chufquén	42	6.1	5.5	15.7	6.61	2.14	0.48	0.43
Metrenco 1	42	4.1	5.7	15.6	6.49	2.44	0.36	0.56
Metrenco 2	45	6.3	5.5	19.1	8.11	2.02	0.41	0.50
Collipulli	42	5.4	5.6	19.7	8.68	2.38	0.58	0.78

C U A D R O 3
FORMAS DE POTASIO
Potassium forms

Suelos	Potasio en sol. en eq. ppm	Potasio interc. Ac-NH ₄ meq 100 g	"Step K" meq 100 g	CRK	Potasio total
Andisoles					
Malleco	5	0.35	0.36	0.12	2150
Corelhue	8	0.36	0.22	0.16	2860
Freire	6	0.20	0.30	0.14	6360
Vilcún	3	0.24	0.26	0.18	2750
Sta. Bárbara 1	5	0.15	0.19	0.17	3100
Sta. Bárbara 2	6	0.32	0.35	0.11	2720
Aqua Fria	4	0.43	0.59	0.13	1750
Ultisoles					
Chufquén	7	0.43	0.77	0.19	4200
Metrenco 1	9	0.56	1.49	0.33	7710
Metrenco 2	9	0.70	1.13	0.24	2980
Collipulli	11	0.78	1.04	0.18	3130

K ext. en CaCl₂ 0.01M

Freire y Metrenco 2 presentan valores muy superiores entre 6.000 y 7.000 ppm de K total.

Martini y Suárez (1975) muestran valores más bajos para Ultisoles de Costa Rica y más altos para los Andisoles. Debe señalarse que estos Ultisoles se encuentran muy evolucionados y que los Andisoles provienen de cenizas volcánicas recientes muy ricas en feldespatos potásicos. Sin embargo, Moss y Coulter (1970) en suelos volcánicos de las Indias Orientales encuentran valores promedio de K total de 3.800 ppm similares a los encontrados en este trabajo.

En los suelos derivados de cenizas volcánicas las características mineralógicas y el grado de evolución determinan el contenido de K total de los suelos. Esto se puede observar en los resultados de Metson (1968) en suelos volcánicos neozelandeses originados de cenizas de distintas características que presentan un amplio rango de valores de K total.

Los más altos valores aparecen en los suelos más recientes alofásicos (7.800 ppm), en los intermedios con haloíta los contenidos son similares, pero bajan drásticamente en los suelos más evolucionados con caolinita como arcilla predominante (4.700 ppm).

Los valores de K total encontrados, en gene-

ral, en suelos volcánicos son superiores a los que se observan en los Andisoles de la provincia de Cautín. Estas diferencias podrían deberse a que las cenizas que originaron estos últimos suelos eran más pobres en feldespatos potásicos o minerales potásicos en general.

Formando parte del K total del suelo se encuentran las formas de K-intercambiable y de K-no intercambiable o reserva de K de los suelos.

La reserva de K de los suelos se estimó mediante el método de Haylock (1956). En la Figura 1 se presenta el step K y el "constante de K" (CRK), parámetros establecidos por Haylock (1956) como índices de la liberación de K de las formas no intercambiables.

La tasa constante de K correspondería al K extraído en forma constante después de la extracción del K intercambiable y del K no intercambiable fácilmente extraíble o "step K". El CRK es muy lento para ser la única fuente de K en un cultivo intensivo.

Los valores de CRK encontrados en general en estos suelos son muy inferiores a los señalados por Haylock (1956) en suelos de Nueva Zelanda y por Martini (1966) en suelos de Panamá. Acquaye y Mc Lean (1967) en suelos de Ghana y Moss y Coulter (1970) en suelos

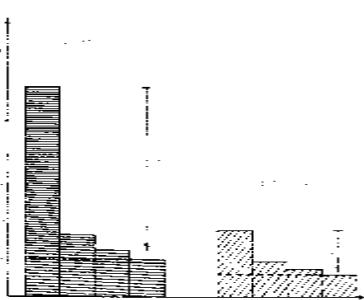


FIGURA 1
FORMAS DE K NO INTERCAMBIABLES.
"STEP K" Y "CRK"
DE ANDISOLES Y ULTISOLES
Non-exchangeable K, Step K and CRK of Andisols and Ultisols

volcánicos muestran rangos de valores similares a los suelos de Cautín.

La fracción del K del "step K" corresponde al K que se extrae o libera fácilmente de las formas no intercambiables. También, el contenido del "step K" es más alto en los Ultisoles que en los Andisoles.

Haylock (1957) indica que suelos con valores inferiores a 120 ppm encuentran una significativa respuesta a la fertilización potásica y que sobre 200 ppm no se presenta respuesta. De acuerdo a estos índices los Andisoles Vilcún, Correñue, Freire y Santa Bárbara 1 mostraron una respuesta a la fertilización potásica y los Santa Bárbara 2 y Malleco podrían estar deficientes. En los Andisoles, solo el Agua Fría más evolucionado con arcillas cristalinas en parte, no presentaría posibles problemas de deficiencia. Este suelo tiene un comportamiento similar al Ultisol Chufquén de composición mineralógica similar. El resto de los Ultisoles presenta valores superiores a los 200 ppm considerados como críticos por Haylock (1956).

Por lo tanto, esto estaría indicando que el potencial de liberación de K de las formas de reserva sería muy bajo en los Andisoles y alto en los Ultisoles. Los suelos Agua Fría y Chuf-

quén tendrían una situación intermedia entre ambos grupos de suelos.

En los Ultisoles los valores de K de cambio van de 168 a 304 ppm y en los Altos de 57 a 168 ppm. Una vez más los Chufquén y Agua Fría ocupan una posición intermedia entre ambos grupos de suelos, más próxima al grupo de los Ultisoles.

Si se considera como nivel crítico (33) tres Andisoles, Freire, Vilcún y Santa Bárbara, presentarían una deficiencia de K y el resto Andisoles a excepción del Agua Fría están muy cercanos a ese nivel crítico. Igualmente, los Andisoles además de presentar una baja reserva de K también muestran niveles bajos de K intercambiable.

Como indica Talibadeen (1972) existe evidencia que el K intercambiable permanece continuamente en contacto con iones de sitios menos accesibles, por lo menos a partículas de menor tamaño del suelo. Al minuir el K de intercambio debido a la liberación de K de los cultivos se liberaría K de sitios que previamente no eran accesibles a soluciones de AcNH_4 . La relación existente entre las distintas formas de K indicaría que forman un continuum controlado por las constantes termodinámicas de intercambio.

Finalmente, el contenido de K de la solución es la resultante final de las distintas formas de K en la fase sólida y por lo tanto, los Ultisoles también presentan mayores valores que los Andisoles. Solamente un detallado estudio mineralógico permitiría explicar el más alto contenido de K en general de los Ultisoles. Pregado de evolución en relación a los Andisoles cabría pensar que deberían presentar contenidos en las distintas formas de K inferiores a los Andisoles. Es posible que las cenizas que generaron los Ultisoles fueran más ricas en materiales potásicos que las que dieron origen a los Andisoles. Posteriormente, en la evolución de los Ultisoles con altos contenidos de arcilla feldespato-potásicos se fueron intercambiando y parte del K permaneció adsorbido, lo cual se ha visto como indican Martínez y Soto (1975) en grupos amorfos y cristalinos de óxidos de Fe y Al en asociación con arcillas.

La aplicación de la ecuación de Langmuir a los contenidos de K desorbidos en el tiempo permite estimar la tasa de desorción y la desorción máxima (d_m) en estos suelos. Los valores de los parámetros se muestran en el Cuadro 5.

Los valores de "desorción máxima" (d_m) en los Ultisoles son superiores a los de los Andisoles, con excepción del Ultisol Chuf-

quén que tiene los mayores contenidos de K no intercambiable e intercambiable de los Ultisoles.

Dinámica del potasio

- Adsorción y desorción de K

La adsorción del K agregado es mayor en los Ultisoles que en los Andisoles, a excepción de los suelos Agua Fría y Malleco, como se muestra en el Cuadro 4. El comportamiento de estos dos últimos suelos es diferente al de los Andisoles y se asemeja al de los Ultisoles. La capacidad tampon de K de los Andisoles, con excepción de los suelos Agua Fría y Malleco, es inferior al de los Ultisoles.

CUADRO 4
POTENCIAL TAMPÓN DE K
Potassium buffer potential

Suelo	Potencial tampon de K
Andisoles	
Malleco	27,0
Correñue	13,1
Freire	12,6
Vilcún	8,8
Sta. Bárbara 1	8,6
Sta. Bárbara 2	13,7
Agua Fría	42,3
Ultisoles	
Chufquén	32,1
Metrenco 1	24,3
Metrenco 2	27,8
Colipulli	35,3

Suelo	Potencial tampon de K
Chufquén	17,3
Metrenco 1	24,3
Metrenco 2	27,8
Colipulli	35,3

quén y del Andisol Agua Fría que representan características intermedias entre ambos grupos de suelos.

Los valores de desorción máxima (d_m) de los Andisoles y Ultisoles se ubican en el rango de valores de " d_m " obtenidos por Grönne (1979) en suelos de diferentes propiedades físico-químicas con el método de EUF (electro-ultrafiltración) y por Diez y Hernando (1976) con extracciones en $\text{CaCl}_2 0,01 \text{ N}$ en suelos del Levante español.

La tasa de desorción de K de los Andisoles, con excepción de los suelos Malleco y Agua Fría, es superior a la de los Ultisoles. Los resultados obtenidos en ambos parámetros permiten señalar que los Andisoles liberan K de la fase sólida a la solución, en proporción al total de K adsorbido, con mayor velocidad que los Ultisoles.

Los Andisoles, liberan gran parte del K adsorbido con baja energía de unión en las dos primeras extracciones y los Ultisoles todavía liberan bastante K en las extracciones posteriores, lo que les permite una desorción de K más gradual. Grönne (1979) señala que la tasa de desorción inicial es alta en los suelos con bajos contenidos de arcilla y que ésta es baja en los

suelos con elevados contenidos de ésta. También, Sparks *et al.* (1980) señalan que la tasa de desorción de K disminuiría con el aumento del contenido de arcilla de los suelos y que ello se debería a un aumento del transporte intrapartícula y de la difusión.

El conjunto de los parámetros de desorción, permite postular que los Ultisoles presentan una mayor capacidad y una menor tasa de desorción de K que los Andisoles y que la respuesta a la fertilización K en estos últimos será mayor y ocurrirá en menor plazo que en los primeros.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

En siete Andisoles y cuatro Ultisoles de la Región de la Araucanía se determinó el K total, K estructural, K intercambiable y no intercambiable y el K de la solución. Además se estableció la capacidad de adsorción y desorción de K de los suelos.

Los Andisoles y Ultisoles presentan un contenido de K total similar, entre 3.000 y 7.000 ppm.

Sin embargo, los Ultisoles presentaron la mayor reserva de K, expresada en las formas

de K no intercambiable de los Andisoles, podría deberse a que las cenizas volcánicas estos últimos fueron más pobres en nutrientes que aquellas que dieron origen a los Ultisoles.

También, las formas de K intercambiable de la solución fueron más altas en los Ultisoles. La relación existente entre las distintas formas de K indicaría que forman un continuo controlado por distintas constantes termodinámicas de intercambio.

La mayor capacidad tampon de K de los Ultisoles se debería a sus altos contenidos de arcilla y de sitios de alta y baja energía de intercambio.

Por otra parte, la mayor capacidad de desorción de K de los Ultisoles sería un reflejo que poseen mayores reservas de K en las formas no intercambiables que los Andisoles.

Desde un punto de vista de fertilidad de suelos, las características de las formas química de los Andisoles indicarían que su cultivo intensivo a corto plazo presentaría puesta a la fertilización potásica, aunque las tasas relativamente bajas. La respuesta de los Ultisoles sólo tendrá lugar a mediano plazo, requerirán dosis más altas que en los Andisoles.

LITERATURA CITADA

- ACQUAYE, D.K., MAC LEAN, A.J. and RICE. 1967. Potential and capacity of potassium in some representative soils of Ghana. *Soil Sci.* 103(2): 79-89.
- APPELLE, H. 1974. *Interactions between organic compounds, minerals and ions in volcanic ash derived soils*. Thesis Ph. D. in Soil Science, University of California, Riverside, USA.
- BESOAIN, M.E. y GONZÁLEZ, M.S. 1971. Mineralogía, génesis y clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas de la Región Centro-Sur de Chile. *Ciencia e Inv. Agr.* 4(2): 109-129.
- DIEZ, J.A. y HERNANDO, V. 1976. Influencia de la fertilización sobre la disponibilidad de potasio en los suelos. *Anales de Edafología y Agrobiología* 35(9-10): 947-959.
- FRETTAS, L.M.M. de, McCUNG, A.C. y PIMENTAL, G.E. 1966. Determinación de las zonas de círculo potásico para el cultivo del algodón. *Rev. de la Potasa*, Sec. 5: 1-13.
- GRIEMER, H. 1979. *The use of rate equations for quantitative description of K desorption from soils in an external electric field (electrodisplacement)*. Z. Pflanzener. Bodenkd. 152: 51.
- GRAHAM, E.R. and FOX, R.L. 1971. Tropical potassium as related to labile pool and cation exchange equilibria. *Soil Sci.* 111(5): 381.
- HAYLOCK, O.F. 1956. A method for estimating availability of non-exchangeable potassium. *Trans. of Int. Congr. of Soil Science*, Congr., Paris, pp. 403-408.
- JACKSON, M.L. 1964. *Analisis químico de suelos*. Ediciones Omega S.A., Barcelona, España, p.
- MARTIN, J.A. 1966. Caracterización del estado del potasio en seis suelos de Panamá. *Fitotecnia Latinoamericana* 3: 163-186.
- MARTIN, J.A. and SUÁREZ, A. 1975. Potassium status of some Costa Rica Latosols and Andisols and their response to potassium fertilization under greenhouse conditions. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 39(1): 74-80.
- MERSON, A.J. 1968. The long-term potassium-supplying power of New Zealand soils. *Trans. 9th Int. Congr. Soil Sci. Adelaide*, 2: 621-630.
- MOS, P. and COULTER, J.K. 1964. The potassium status of west Indian volcanic soils. *J. of Soil Sci.* 15(2): 284-297.
- NEMET, K. 1976. *The determination of effective and potential availability of nutrients in the soil by electro-ultrafiltration*. Applied Sciences and Development. A series issued by the Institute for Scientific Cooperation 8: 89-111.
- QUESNER, J. 1976. Analyse du potassium dans les sols. *Dossier K-O*, N° 1: 1-25.
- SAVEDRA, N. 1975. *Manual de Análisis de Suelos*. Pub. 16, Dep. Suelos, Facultad de Agronomía, Univ. Católica de Chile. 64 p.
- SCHENKEL, G. y BAHERLE, P. 1971. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. II. Método usado. *Agricultura Técnica*, 31(1): 9-24.
- SPARKS, D.L., ZELAZNY, L.W. and MARTENS, D.L. 1980. Kinetics of potassium desorption in soil using miscible displacement. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 44(6): 1205-1208.
- TALIBDEEN, O. 1972. Exchange of potassium in soils in relation to other cations. IV: Potassium in Soil Proc. of 9th Colloquium of Int. Potash Institute. Fed. Rep. Germany. 220 p.

PROPIEDADES DE ANDOSOLES DE LA REGION PRECORDILLERANA AUSTRAL

ANDOSOL PROPERTIES IN THE AUSTRAL PRECORDILLERAN REGION

NORMAN PENEMANN Y LINDIA QUEVEDO

Departamento de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Sur, 8000 Bahía Blanca, Argentina.

SUMMARY

Three characteristic Andosol soil profiles were analysed with the purpose of gaining information about their properties. This study included the determination of mechanical analysis, surface area, pH, organic matter, cation exchange capacity, exchangeable cations, total and available phosphorous, active oxides, total analysis, presence of amorphous minerals and phosphorous fixation capacity.

The experimental data indicate that the soils are characterized by a low clay content, cation exchange capacity and available phosphorous contents. They have acid pH values, high phosphate fixation capacity, high surface area and high amorphous mineral contents.

On the basis of the data obtained it was intended to establish an evolution serie of this soils.

INTRODUCCION

Los productos resultantes de erupciones volcánicas, constituyen el material generador de un grupo de suelos cuya posición sistemática no estuvo muy clara durante mucho tiempo. Los suelos formados sobre materiales piroclásticos fueron primeramente descritos en Japón y allí denominados como Andosoles (An = oscuro, Do = suelo) y presentan un comportamiento usual que es atribuido a su fracción de arcilla arenosa caracterizada a menudo por la presencia de alofanes. Su amplia distribución en el mundo, especialmente en Asia, Oceanía y América, ha contribuido a que hayan sido estudiados con cierto detalle.

La mayoría de los sistemas de clasificación

que se ocupan de estos suelos, es decir Soil Taxonomy (USDA, 1975), FAO-UNESCO (1974) y Orstom (1972) están de acuerdo en el concepto central que engloba a estos suelos, es decir "que están caracterizados por la dominancia de material amorfo en la fracción arcillosa, una baja densidad, un contenido de materia orgánica relativamente alto en el horizonte A, consistencia friable y que poseen una alta capacidad de adsorción de iones", (Dudal, 1966). No obstante existen grandes diferencias entre los distintos sistemas en lo que respecta a las propiedades de diagnóstico a tener en cuenta para la clasificación de los Andosoles.

En la República Argentina ocupan una importante superficie en la franja cordillerana sometida a deposiciones de material de origen

volcánico; no obstante hasta el presente son poco conocidas sus propiedades, ya que salvo descripciones morfológicas y algunos datos aislados sobre sus propiedades químicas (Rosell y col., 1971) no existe información al respecto.

En el presente trabajo se intenta una caracterización de las principales propiedades de distintos tipos de Andosoles presentes en la región precordillerana comprendida entre los Parques Nacionales Lanín y Los Alerces para tratar de lograr un mayor conocimiento al respecto.

MATERIAL GENERADOR Y TIPOS DE SUELOS

Esta región ha estado sometida en el transcurso del tiempo a numerosas erupciones volcánicas con la subsiguiente deposición de materiales piroclásticos. Durante las mismas fueron arrojadas en primer término la piedra pómex y el vidrio y luego sin interrupción los trozos de escoria.

Auer (1950) en un estudio detallado llevado a cabo en la zona precordillerana desde Tierra del Fuego hasta aproximadamente el paralelo

de 39° lat. S, identificó para la zona del Nahuel Huapi cinco capas distintas de material piroclástico atribuido a diferentes erupciones, los correspondientes lapsos de calma entre las mismas. Laya (1969) realizó un relevamiento de suelos en la región del Nahuel Huapi, cuando una transecta O-E a una altitud de 900 m. En su trabajo regional este autor propone una distinta nomenclatura dándole el nombre de "miembro" al conjunto de capas producto de origen volcánico más suelto arrasado; estableciendo precisamente el límite entre éstos por la presencia de un suelo entero o por cambios macroscópicos contrastados.

En el Cuadro I se presentan las características de las distintas capas hasta ahora identificadas, la nomenclatura dada por los diferentes autores y el clima reinante durante la deposición de las mismas en base a diagramas polen efectuados por Auer (1950).

Según Laya (1969) el miembro Lago Totoral es el que mayor difusión areal en importancia como material originario de suelos tiene, luego le siguen según este autor los miembros río Blanco ("capa de arroz") y río Percey (capa de escoria) con la diferencia que ap-

arecen forma discontinua y en espesores menores, pero que constituyen el subyacente de numerosos suelos de la región.

Las capas de material de origen volcánico son de difícil datación a campo, ya que sólo la "capa arroz" (el inferior) es de fácil diagnóstico y puede a su vez estar cubierta por gruesos espesos o bien ya erosionada. Las capas posteriores pareciera que no cubren toda el área debido a que localmente ya han sido erosionadas. Ellas disminuyen de espesor de O a E y aparecen como cubiertas horizontales ya sea en forma de lomadas convexas estratificadas o sobre material rocoso sólido (andesitas, granodioritas) o sobre depósitos de origen glacial (morenas).

En general ni el relieve ni la edad determinan el espesor y tipo de solum, sino más el material original; así de la vieja capa de piedra pómex solo se desarrollan Andosoles vitrificados en el norte más húmedo más frecuentemente se presentan con un Ah profundo en lugar de un Bh.

Debido al clima y al relieve aparentemente en lugar una concentración de Andosoles óricos sobre las posiciones convexas y las partes más secas del S y E, y a su vez de Andosoles húmicos sobre posiciones cóncavas y más húmedas del N y O. En posiciones cóncavas, así como también sobre el límite de otras capas de cenizas o morenas, puede verse una mayor acumulación de hierro que produce tonalidades ocreas y horizontales Bh; también tiene lugar un máximo de "greasing" debido al alto contenido de material amorfio que se localiza en la parte inferior del Ah superior del Bh. Frecuentemente se observan horizontes Ah muy fálicos y Bh, muy estables (que sobresalen debido a una mayor resistencia a la erosión y que presentan bandas sobre el solum Bh) y trozos hasta una profundidad considerable.

MATERIALES Y METODOS

Para efectuar una caracterización general fueron extraídas muestras de tres perfiles seleccionados de suelo para cuya individualización se utilizada la nomenclatura de FAO y Soil Taxonomy, a saber:

—Andosol vitrificado (Vitrandeps típico); ubicado

entre Esquel y el Lago Futalaufquen a 1 Km después del río Percey.

(A) 0-30 (10 YR 5:6); ceniza en parte finamente dividida y en parte partículas de hasta 2 mm de diámetro, entremezcladas con residuos orgánicos. Abundantes raíces.

C₁ 30-70 (10 YR 7:6); capa intermedia de color ocre con menor grado de división.

C₂ +70 (10 YR 8:1); típica capa "arroz" de color blanco grisáceo.

b) Andosol órido (Entrandept ódico); ubicado 10 Km al NE de Villa La Angostura.

A 0-25 (10 YR 5:4); ceniza color gris con abundantes raíces, escaso grado de meteorización.

AC 25-65 (10 YR 6:8); horizonte ocre con mayor proporción de elementos finos, abundantes raíces.

C₁ 65-85 (10 YR 7:8); horizonte ocre con abundantes piedras (comienza el contacto con la morena).

II C₂ -85 (10 YR 6:6); mezcla de cenizas y morena; predominan los materiales gruesos.

c) Andosol húmico (Entrandept típico); ubicado 3 Km al N de Villa Mascadi.

A₁ 0-40 (10 YR 3:4); ceniza parda oscura, entremezclada con residuos vegetales, muy abundantes raíces, suelo.

A₂ 40-70 (10 YR 4:3); ceniza pardo grisácea suelta, muy abundantes raíces.

AC 70-105 (10 YR 5:6); ceniza ocre suelta con abundantes raíces.

C₁ 105-160 (10 YR 7:6); ceniza ocre pálido con mayor proporción de elementos finos, suelo, pocas raíces.

C₂ -160 (10 YR 6:6); contacto con material fluvioiglaciar que se evidencia por la presencia de piedras.

A las muestras secas a aire y tamizadas por 2 mm, les fueron efectuadas las siguientes determinaciones:

—pH: potenciométricamente.

—Análisis mecánico: por el método de la pipeta previa destrucción de la materia orgánica y utilizando como dispersante hexametafosfato de sodio.

C U A D R O I
CARACTERISTICAS DE LAS DIFERENTES CAPAS DE CENIZAS VOLCANICAS
Characteristics of the different volcanic ash layers

Nomenclatura Auer (1950)	Laya (1969)	Edad años	Clima	Propiedad
capa IV	miembro Lago Totoral	60	clima más seco	ceniza liviana gris de aprox. 3 cm de espesor.
capa III	miembro El Rincón	2000	cálido y húmedo (N. Patagón)	material de 3 cm de diámetro color pardo-herrumbre (aprox. 5 cm de espesor).
capa II	miembro Lago Espejo	4300	retroceso del bosque	masa porosa de piedra pómex gris amarillenta parduzca, cm de espesor.
capa I Sup.	miembro Lago Pereyra	8500	húmedo y caloroso (N. Dombeiy)	capa oscura de escoria
capa I Inf.	miembro Lago Blanco		cálido y seco	piedra pómex blanca gris de hasta 1 cm.
capa 0	miembro Lago Masardi	10700	clima seco	granos rojos formados p piedra pómex de hasta 15 cm de diámetro.

- Materia orgánica: por el método de Graham por digestión hídrica con H_2SO_4 y K_2CrO_7 .
- Capacidad de intercambio catiónico: por reemplazo con Ba y determinación gravimétrica como $BaSO_4$.
- Cationes intercambiables: extraídos con acetato de amonio EN a pH 7 y determinación de Na y K por fotometría de llama y de Ca y Mg por volumetría.
- Fósforo disponible por el método de Bray y total por digestión con agua regia y determinación colorimétrica por el método de Murphy - Riley.
- Sesquioxídos activos: extracción con oxalato de amonio y determinación de Fe y Al por espectrofotometría de absorción atómica.
- Análisis total: por fusión alcalina con Na_2CO_3 ; determinación de la sílice gravimétricamente y de los restantes componentes en la forma ya vista.
- Presencia de minerales amorfos: por el método de Fieldes y Perrot.
- Superficie específica: por adsorción de etilenglicol.
- Fijación de fósforo: por equilibrio con KH_2PO_4 a pH 6 durante 24 horas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Andosol vitrificado (Fig. 1)

Todo el perfil se caracteriza por estar formado casi exclusivamente por cenizas cuyas partículas no presentan ningún grado de alteración; las distintas capas se diferencian entre sí principalmente por el color y el grado de división de los componentes.

En la capa superior se aprecia una alteración incipiente que se refleja en la distribución granulométrica con mayor proporción de elementos finos, carácter que disminuye en profundidad. En todo el perfil predominan las fracciones mayores a 500 micrones. La capacidad de intercambio es extremadamente baja y el aumento en superficie es atribuible al tenor más elevado de materia orgánica. El pH se encuentra próximo a la neutralidad y entre los cationes intercambiables predomina el calcio.

Los contenidos de fósforo total en superficie son muy elevados alcanzando valores de 2 mg P/g, valor que disminuye a una décima parte en el horizonte más profundo. Presenta elevados

contenidos de fósforo disponible y una alta capacidad de fijación de fósforo, disminuyendo ambos en profundidad paralela al contenido de minerales amorfos.

b) Andosol óctico (Fig. 2)

Este suelo presenta un desarrollo intenso. La máxima meteorización se presenta en el segundo horizonte donde tiene lugar un pequeño máximo de arcilla y limo. El contenido de materia orgánica es elevado hasta el segundo horizonte inclusive, no obstante la capacidad de intercambio es muy baja en todo perfil. Su reacción es moderadamente ácida hecho que se refleja en la predominancia de H^+ entre los cationes intercambiables.

El contenido de fósforo total aumenta en profundidad, llegando a valores superiores a 5 mg/g. El contenido de fósforo disponible, bajo a excepción del último horizonte que presenta valores altos; esto concuerda con la capacidad de fijación de fósforo de los primeros horizontes con mayor contenido de elementos amorfos.

c) Andosol húmico (Fig. 3)

Está constituido por un perfil profundo desarrollado sobre material fluvio-glacial con horizonte de acumulación de arcilla en su parte inferior. Entre las fracciones granulométricas predominan las correspondientes al limo grueso y arena fina. Posee un elevado contenido de materia orgánica hasta una profundidad superior a 1.5 metros y es ligeramente ácido. La capacidad de intercambio a excepción del horizonte superior es muy baja, disminuyendo hacia las inferiores.

Está caracterizado por muy bajos contenidos de fósforo total como disponible, pudiendo ser una alta capacidad de fijación de fósforo que aumenta en profundidad en forma paralela al contenido de minerales amorfos.

El análisis total de los minerales que componen estos suelos (Fig. 1d, 2d y 3d) muestra algunas relaciones con tendencias definidas, con excepción de la sílice que aumenta en profundidad, en general se observa un aumento creciente de los elementos en superficie.

SiO_2 :

Los datos analíticos de Auer (1950) demuestran

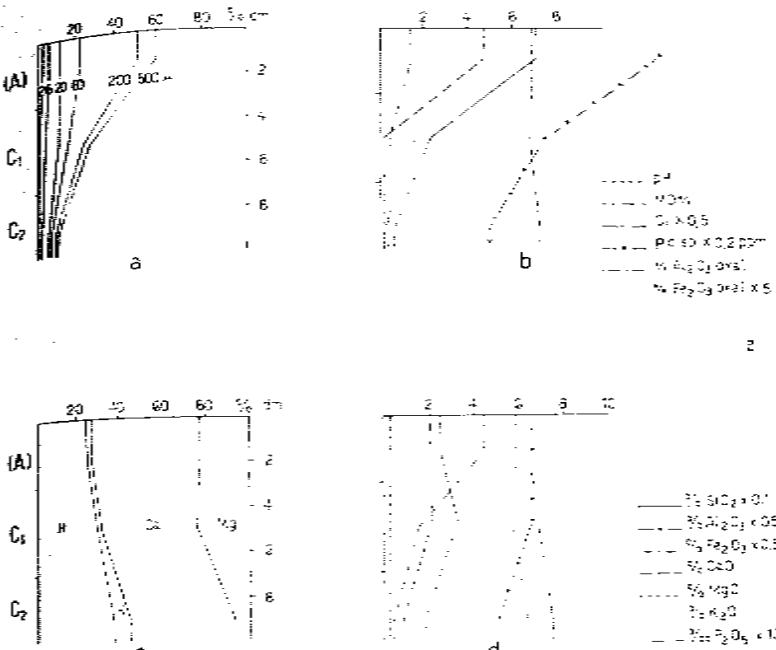


FIGURA 1
ANDOSOL VITRIFICADO

Varón Analítico

- composición granulométrica (%)
- pH, materia orgánica, capacidad de intercambio y elementos disponibles (%)
- cationes intercambiables (%)
- componentes totales (%)

- mechanical analysis in %
- pH, organic matter, cation exchange capacity and available elements
- exchangeable cations in %
- total components in %

que existe un amplio rango de variación (3-68%) entre los distintos sedimentos. Los contenidos determinados concuerdan bien con los obtenidos por este autor para las capas I, II y IV del Nahuel Huapi y para la capa I del Trafulquén. En el caso de los materiales estudiados se observa poca variación entre los suelos; pero tiene lugar un aumento

porcentual en las capas menos meteorizadas. Al_2O_3 :

También existe una buena correlación con los valores determinados por Auer, no observándose una diferenciación neta entre los contenidos totales en los diferentes suelos. Por el contrario se observa una diferenciación marcada en cuanto al porcentaje de fracciones más mó-

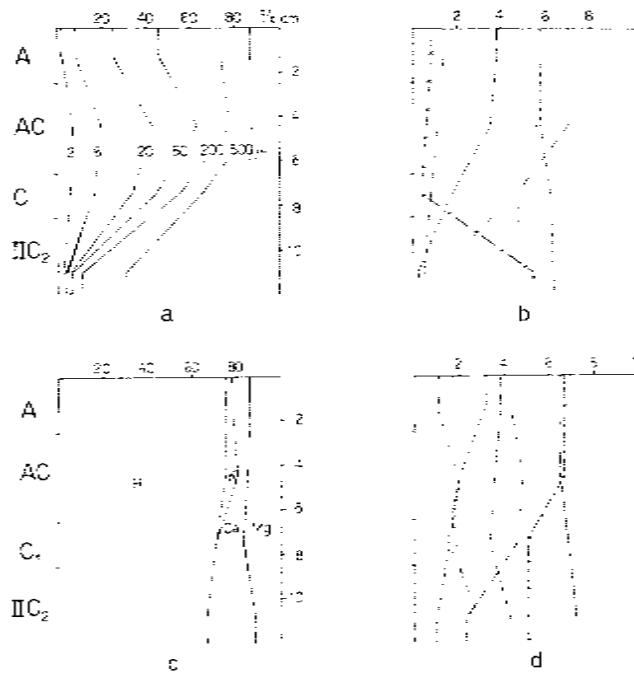


FIGURA 2
ANDOSOL ÓCICO
Ochreous Andosol

- a. composición granulométrica %
- b. pH, materia orgánica, capacidad de intercambio y elementos disponibles
- c. cationes intercambiables %
- d. componentes totales %

- a. mechanical analysis in %
- b. pH, organic matter, cation exchange capacity and available elements
- c. exchangeable cations in %
- d. total components in %

viles referidas al contenido total, resultando:
vítrico (8%) < húmico (14%) < ócrico (54%)

Fe₂O₃:

En este caso tiene lugar una variación grande entre los contenidos totales de los distintos suelos y grado de meteorización. Así los contenidos en los materiales del Andosol vítrico son inferiores a la mitad de aquellos correspon-

dientes al Andosol ócrico y al Andosol húmico. En lo concerniente a las fracciones más referidas al contenido total, éstas en todos los casos oscilan entre un 8 y 10% no observándose una diferenciación tan evidente como el caso de los óxidos de aluminio.

CaO:

Se observa un aumento paralelo al grado de evolución de los suelos estableciéndose la siguiente secuencia de contenidos medios

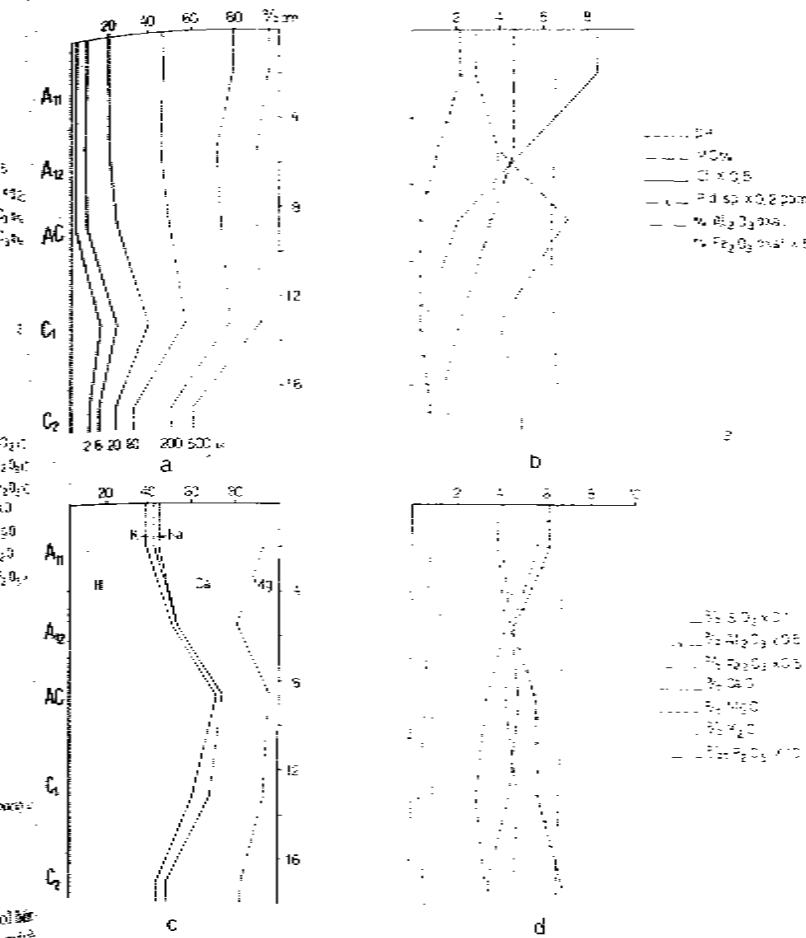


FIGURA 3
ANDOSOL HÚMICO
Humic Andosol

- a. composición granulométrica %
- b. pH, materia orgánica, capacidad de intercambio y elementos disponibles
- c. cationes intercambiables %
- d. componentes totales %

- a. mechanical analysis in %
- b. pH, organic matter, cation exchange capacity and available elements
- c. exchangeable cations in %
- d. total components in %

vítico ($2,6\%$) < óctrico ($3,8\%$) < húmico ($4,5\%$)

MgO:

En este caso es más marcado el contraste entre los suelos, observándose en el Andosol húmico aproximadamente el doble que en el óctrico, y sólo vestigios en el vitrino.

K₂O:

Aquí aparecen los mayores contenidos en las capas menos evolucionadas, similar a lo que ocurre con la silice, encontrándose las mayores proporciones en el material de las capas del Andosol vitrino que triplican y quintuplican los contenidos de los andosoles óctrico y húmico respectivamente.

Resumiendo pueden establecerse las siguientes relaciones medias:

	vitrino	óctrico	húmico
SiO ₂ :R ₂ O ₃	5,0	3,7	3,5
R ₂ O ₃ :RO	5,6	3,5	2,5
R ₂ O ₃ :R ₂ O	2,6	11,3	18,1
RO:R ₂ O	0,5	3,2	7,2
Al:Fe	4,0	1,5	1,3
Ca:Mg	11,1	2,3	1,3

C U A D R O 2

FIJACION DE FOSFORO, PRESENCIA DE MINERALES AMORFOS Y SUPERFICIE ESPECIFICA DE LOS SUELOS ESTUDIADOS

Phosphorous fixation, presence of amorphous minerals and surface area of the soils studied

Suelo	Profundidad (cm)	Fijación de P (%)	Minerales amorfos Pres. (pH en NaF)	Superficie (m ² /g)
Andosol vitrino	0-30	0,51	++-	10,7
	30-70	0,50	++-	10,6
	70 +	0,18	+	10,0
Andosol óctrico	0-25	1,22	+++	11,5
	25-65	1,38	+++-	11,4
	65-85	1,39	+++-	11,3
	85 -	0,39	+	10,5
Andosol húmico	0-40	0,92	++-	11,0
	40-70	1,17	+++-	11,4
	70-105	1,33	+++-	11,4
	105-160	1,39	+++-	11,3
	160 +	1,14	+++	11,1

Admitiendo que la secuencia de evolución de los suelos estudiados es:

Andosol vitrino < Andosol óctrico < Andosol húmico a medida que progresa la evolución se vería lo siguiente:

- Un relativo enriquecimiento en sesquioxígeno en relación a la sílice, con un aumento de los óxidos de hierro en relación a los de aluminio presentando formas más estables.
- Aumento relativo de óxidos de elementos no metálicos bivalentes en relación a los sesquioxígenos, con una tendencia hacia un mayor equilibrio entre el CaO y el MgO.
- Marcada disminución de elementos del grupo (K) ya sea en valor absoluto o en relación a los restantes.

En el Cuadro 2 se presentan otras propiedades importantes de estos suelos y que les son comunes. De ella se desprende que están compuestos por material que en relación a su muy baja dispersión (partículas menores a 2μ , entre $2-10 \mu$) tiene una alta superficie específica, lo que al igual que lo general posee una muy alta tensión. Una característica en común que fue observada es un exceso de carga negativa en superficie, lo que origina en una gran cantidad de OH⁻ libres, lo que parece proporcional al grado de meteorización de los mismos (comparar presencia de clínquitas amorfas con distribución granulométrica y superficie específica).

ce específica), la que hace que en todos los casos sea llegar un muy alto poder de fijación de fósforo ($P_f = 20 \text{ } \mu\text{g P/m}^2$) lo que probablemente constituya una de las mayores limitaciones que presentan estos suelos la nutrición mineral de las plantas que sobre ellos se desarrollan.

RESUMEN

Fueron analizados tres perfiles característicos de Andosoles con el propósito de obtener información sobre sus propiedades. Este estudio incluyó las determinaciones de análisis mecánico, superficie específica,

REFERENCIAS

- AREN, V. (1950): *Las capas volcánicas como base de la cronología postglacial de Fuegopatagonia*. Publ. N° 9 del Instituto de Suelos y Agroecología, Buenos Aires, 175 p.
- DOZ, R. (1966): *Correlation of soils derived from volcanic ash*. World Soil Resources Report, 14: 134-137.
- FAO-UNESCO (1974): *Soil Map of the World*. Vol. I. Legend.
- LÓPEZ, H.A. (1969): *Génesis de suelos a partir de productos piroclásticos postglaciales*. Actas V Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo, 307-306.
- MEINHOLD, G. (1979): *Vergleichende Analyse der*
- Klassifikation von Vulkanascheböden im subtropischen Klimabereich. Mitteln. Dtsh. Bodenkundl. Gesellsch. 29: 727-734.
- ORSTOM (1972): *Proposition de Classification des Andosols*. Cah. ORSTOM, sér. Pedologie, 10: 303-304.
- ROSELL, R.A.; A. LÁZZARI, L. QUESADA, M.J. ORTEZ y H.A. LÓPEZ (1971): Algunas consideraciones sobre el quinismo de los suelos del valle del río Manso superior. Río Negro. Rev. Inv. Agr., serie 3, VIII, 101-118.
- USDA (1975): *Soil Taxonomy. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys*. Agric. Handbook N° 436.

ANALISIS EMPIRICO DEL PROCESO DE IMPREGNACION EN SUELOS ARCILLOSOS¹

EMPIRICAL ANALYSIS OF THE IMPREGNATION PROCESS ON CLAY SOILS

RICARDO EONORATO P. Y ROBERTO RAMOS P.

Departamento de Ciencias Vegetales Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile

SUMMARY

An empirical methodology is developed to solve the problem related with the impregnation of clayed soils when preparing thin section of soil for pedological studies. This methodology is based in the mathematical expression of Poiseuille's Law.

Different soil samples with variable montmorillonitic clay content were used. These samples were obtained from the second horizon of three pedons belonging to the Chicureo soils serie 'Agrolog', 1981.

The unsaturated polyester 'Palatal P₂' diluted with styrene in different ratios, was used in the impregnation. Methyl ethyl ketone was used to start the polymerization reaction of the polyester-styrene mixture.

Four impregnation experiments were carried out in order to determine independently, the effect of time, viscosity, pressure and the remanent humidity of soil air dried samples on the quality of the impregnation.

An impregnation experiment was developed with the most clayed soil samples. In this experiment were integrated the more relevant treatments for the impregnation procedure, according with the results of the previous four experiments.

Soil samples with clay contents higher than 30% can not be impregnated through the polyester 'Palatal P₂', and the parameters studied do not enhance the quality of impregnation.

The pore size distribution determine that an adequate impregnation is practically impossible through the traditional methodology used, when the percent of capillary pores, (Hillel, 1980), is lower than 50%.

INTRODUCCION

La micromorfología es una técnica importante en el estudio de la génesis de los suelos, la que permite observar y describir la distribución y reorganización de sus diversos compo-

nentes y el estado de meteorización de los minerales y fragmentos de rocas del suelo. A menudo es concluyente cuando sus resultados se suman a los entregados por técnicas de análisis mineralógicos, químicos y físico-químicos.

Para una adecuada interpretación micromor-

¹Investigación financiada por la Dirección de Investigaciones de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Aprobación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile con el N° 347.63. Fecha de revisión: 10 de diciembre de 1983.

fológica, es imprescindible contar con láminas de buena calidad y para alcanzar este objetivo, es determinante la técnica de impregnación de la muestra. El suelo debe quedar completamente entebido con material fijador, de tal forma que una vez endurecido no se produzcan modificaciones o deformaciones de los componentes de la trama natural del suelo.

La literatura presenta diferentes formas y productos para impregnar suelos minerales (Dalrymple, 1957; Bourbeau y Berger, 1947; Menis y Luzio, 1975; Lefand, 1967; Kawai y Oyama, 1962), así también para suelos orgánicos (MacKenzie y Dawson, 1961; University of Wisconsin, 1965). Sin embargo, aún no es posible obtener resultados satisfactorios en suelos arcillosos.

Es notablemente escasa la literatura que trate específicamente el problema de la impregnación de estos suelos. Un método que es propuesto para suelos arcillosos (Menis y Luzio, 1975), fue probado con relativo éxito por Cubillos (1981). Problemas similares han tenido Garrido*, que descartó una muestra del suelo de la Serie La Urraca, por falta de impregnación y Luzio*, por idéntico problema, en muestras de suelo de la IV Región.

La dificultad de impregnar suelos arcillosos, puede tener un origen físico o químico. Como las moléculas de resina sintética son muy estables y neutras, es poco probable que éstas interactúen con las sales o los coloides minerales presentes en el suelo. Sin embargo, por las características de la reacción de polymerización, el agua residual en el suelo puede ejercer un efecto inhibidor de ella, originado por la formación de puentes de hidrógeno entre el agua y el carbonilo de las moléculas de resina. Un efecto equivalente tendrán los grupos -OH de la materia orgánica, la que normalmente en los suelos minerales de Chile se encuentra en bajos porcentajes (0-4%), por lo tanto cabe esperar que su acción no tenga trascendencia en el problema de impregnar suelos arcillosos.

Por otro lado, aspectos físicos como el diámetro de poros y tortuosidad del sistema poroso, pueden tal vez, ser de mayor relevancia en

el problema de la impregnación de suelos arcillosos.

Físicamente, la impregnación es el flujo de un líquido a través del sistema poroso del suelo. En consecuencia, podríamos aplicar el fenómeno la Ley de Poiseuille, que explica el flujo laminar de fluidos en tubos de pequeño diámetro (ecuación 1).

$$Q = \frac{\pi R^2 \Delta P}{8 \eta L} = \bar{V} \times \Pi \times R^2 \text{ ec. 1}$$

De la ecuación de Poiseuille, es posible deducir cuáles son los posibles problemas que generan la dificultad de impregnar suelos arcillosos con la técnica tradicional de impregnación. La ecuación muestra que la velocidad media de avance de la resina (\bar{V}), es muy sensible a las variaciones del radio de los poros, puesto que ella es directamente proporcional al cuadrado del radio. En consecuencia, la impregnación de suelos arcillosos, debería tardar más tiempo que el necesario en suelos e menores arcilla, debido a que los primeros tienen poros más estrechos. Por otra parte, la relación entre \bar{V} y la viscosidad (η), es inversamente proporcional, de tal manera que un material fijador de menos viscosidad que la normalmente usada, debería producir un mejoramiento de la impregnación. Por último, de la ecuación, también es posible pensar que el aumento del gradiente de presión ($\Delta P/L$), es fundamentalmente usado, facilitará la penetración de la resina.

Del análisis anterior, surge como objetivo central de este trabajo, estudiar cómo es afectada la impregnación por cada uno de los parámetros mencionados, con el fin de desarrollar una técnica de impregnación para suelos arcillosos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Suelo muestreado

Las muestras utilizadas en la experiencia extrajeron del segundo horizonte de tres perfiles integrantes de una cadena de suelos pertenecientes a la serie Chicureo, Agrolog (1981) localizada en el predio Santa Elena de Coquimbo.

El suelo 1 corresponde al miembro de la cadena en posición más baja, por lo tanto es el arcilloso y el 3 al más alto y menos arcilloso.

Determinaciones analíticas

La granulometría se realizó por el método de Bouyoucos y la materia orgánica por el de Walkley y Black modificado (Black, 1965).

Para el cálculo de la distribución del tamaño de poros, se utilizó como base, la curva característica de humedad con muestras no disturbadas. Hillel (1980). La extracción de muestras no disturbadas se hizo de acuerdo al procedimiento de Galleguillos (1977).

La curva característica de humedad se realizó en el plato y olla a presión (Richards et al., 1950).

La fracción arcilla fue determinada por Raye-X*

Proyectos utilizados

Como resina se utilizó el Palatal P4, poliéster insulfurado, fabricado por Anilquímica S.A. ($\eta_{sp}^{25^\circ C} = 1.546$, viscosidad a $20^\circ C = 650-800$ cP) como diluyente se utilizó el estireno ($\eta_{sp}^{25^\circ C} = 1.463$, viscosidad a $20^\circ C = 1.05$ cP). El catalizador fue el peróxido de metil etil etano.

Método

Se tomó la Ley de Poiseuille para diseñar 4 experimentos tendientes a favorecer en cada uno de ellos, un parámetro, que de acuerdo al apartado mencionado anteriormente, se consideró relevante en el proceso de impregnación. Además, para evaluar los resultados se utilizó como método testigo al procedimiento usado en el Departamento de Ciencias Vegetales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile.

Los experimentos realizados son los siguientes:

- 1) Efecto de la humedad remanente;
- 2) Efecto de la presión;
- 3) Efecto de la dilución de la resina;
- 4) Efecto del tiempo.

En cada experimento se realizaron tres repeticiones por tratamiento.

Método de impregnación testigo

Esta metodología corresponde a una modifi-

cación del procedimiento propuesto por Kawai y Oyama (1962), la que fue utilizada con relativo éxito por Cubillos (1981) en suelos Rojo-Arcillosos derivados de cenizas volcánicas.

Siguiendo esta pauta, se realizaron tres repeticiones para cada una de las muestras, las cuales fueron la base de comparación, para evaluar los resultados de cada uno de los experimentos.

En el primer experimento, se colocaron tres muestras de cada suelo en estufa a $105^\circ C$ durante 12 horas, antes de ser impregnadas siguiendo la pauta del método testigo.

El segundo experimento consistió en someter las muestras, una vez impregnadas al vacío, a cuatro tratamientos de presión con 2 - 3.5 - 7 y 15 atmósferas, constantes durante 24 horas.

En el Cuadro 1 se indican las características de las diferentes soluciones utilizadas en el tercer experimento.

C U A D R O 1
EXPERIMENTO 3
TRATAMIENTO DE DILUCIÓN
Experiment 3 - Dilution test

Solución:	Resina (cc)	Monóestireno (cc)	Catalizador (g/cc)	Viscosidad (cP)
1*	100	50	30	450
2	100	100	60	2.35
3	100	150	100	1.95
4	100	250	150	1.10

*Solución del método testigo

Para evaluar el efecto del tiempo en la impregnación se realizaron tres tratamientos que consistieron en mantener las muestras impregnadas a temperatura ambiente durante 5 - 10 y 15 días antes de ser colocadas en estufa a $45^\circ C$.

La técnica de impregnación testigo se modificó para los tiempos de 10 y 15 días, eliminando la aplicación de catalizador con el fin de retardar la polymerización, de tal forma que la viscosidad de la solución no cambiara apreciablemente antes de cumplirse el tiempo correspondiente.

*Comunicación personal.

*Trabajo realizado por el Dr. Eduardo Bazein, INIA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Granulometría y Materia Orgánica

En el Cuadro 2 se entregan los contenidos de arcilla y materia orgánica de las muestras de suelo ocupadas en los experimentos de impregnación planteados en este trabajo.

CUADRO 2 GRANULOMETRÍA Y MATERIA ORGÁNICA

Particle size analysis and organic matter

Suelos*	Grano menor < 91 μm	Clase textural	M.O. %
1 (Bajo)	29.4	26.0	44.6
2 (Medio)	30.6	30.8	38.6
3 (Alto)	36.6	32.8	30.6

*La denominación de los suelos es de acuerdo a su posición en la escala.

Distribución del tamaño de poros

Curvas características de humedad

La Figura 1 muestra las curvas características de humedad (en escala doble logarítmica): de cada uno de los suelos ocupados en los experimentos.

Los suelos 1 y 2 muestran curvas muy similares, siendo prácticamente paralelas desde la presión de 1 bar. En cambio la curva del suelo 3 revela una clara diferencia entre este suelo y los anteriores. La pérdida de agua de los suelos 1 y 2 hasta la presión de 1 bar es,

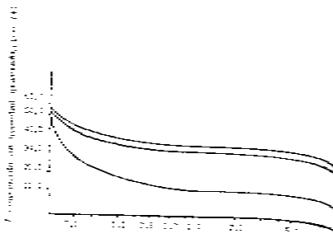


FIGURA 1

Curvas características de humedad en escala logarítmica.

aproximadamente, de un 16% para mientras que el suelo 3 libera un 77% contenido total de humedad con esta presión.

De acuerdo a Hillel (1980), la humedad

retenida hasta 1 bar, sería aquella retenida mentalmente por fuerzas debidas a la capilaridad, y en consecuencia estaría más relacionada a la estructura y distribución del sistema de poros que a la textura. Por otra parte, el agua liberada con presiones mayores a 1 bar sería aquella que es retenida principalmente por fuerzas de adsorción, y así está más relacionada a la textura y superficie efectiva de las partículas que a la estructura del suelo.

Distribución de los poros por tamaño

La distribución de los poros por tamaño

debece desde las curvas características de humedad utilizando la ecuación de capilaridad (Hillel, 1980).

En el Cuadro 3, se presenta la distribución de los poros por tamaño.

Si se considera que el agua es retenida principalmente por fuerzas debidas a la capilaridad hasta una presión de 1 bar, los suelos 1 y 2 tendrían respectivamente un 45.8 y un 46.8% del espacio poroso con un comportamiento capilar, en tanto que el suelo 3 poseería un 77.6% de su espacio poroso con este comportamiento. Es interesante observar que en los suelos 1 y 2, el porcentaje de la porosidad que retiene humedad sin bajo una presión de 15 bares, es mayor que la porosidad capilar, y el porcentaje total no considerado como capilar llega a ser superior al 50% en ambos casos, mientras que para el suelo 3 este porcentaje resulta ser inferior a la tercera parte del capilar.

Experimentos de impregnación

Método de impregnación testigo

La impregnación sólo fue satisfactoria en el caso de las muestras del suelo 3, en las que se logró una penetración total de la mezcla impregnante (foto N° 1). En cambio, en los suelos 1 y 2 la impregnación fue prácticamente nula (foto N° 2), de tal manera que se observa, en todo el contorno de ellos, una discontinuidad absoluta entre la resina y la muestra (foto N° 3).



FOTO N° 1

Suelo 3, no impregnado (método-testigo).
Non impregnated sample (soil N° 3).



FOTO N° 2

Suelo 1, no impregnado (método-testigo).
Non impregnated sample (soil N° 1).

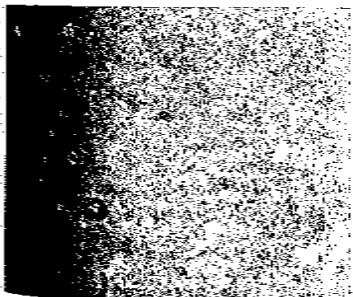


FOTO N° 3

Suelo 3, completamente impregnado (método-testigo).
Completely impregnated sample (Soil N° 3).

Efecto de la humedad remanente

Las muestras de suelo secas al aire, contenían un 7.1, 6.6 y 4.8% de humedad para los suelos 1, 2 y 3, respectivamente. La metodología de impregnación en estas muestras fue la definida como metodología testigo.

La impregnación de las muestras de los suelos 1 y 2, no mejoró con respecto a lo observado en el punto anterior. En el suelo 3, a pesar de que la impregnación fue completa, su calidad fue inferior a la del testigo. Esto podría estar explicado, por una disminución del volumen de las muestras debido a la pérdida de humedad en el secado en estufa, que habría producido

CUADRO 3 DISTRIBUCIÓN DE LOS POROS POR TAMAÑO

Pore size distribution

Presión (atm)	0.1	0.1 - 0.3	0.3 - 0.5	0.5 - 0.7	0.7 - 1.0	1.0 - 2.0	2.0 - 5.0	5.0 - 10	10 - 15	15 - 20
Rango	>14.7	14.7->4.9	4.9->2.94	2.94->2.1	2.1->1.47	1.47->0.147	0.147->0.068	0.068 -	-	-
Radio (μm)	>14.7	14.7->4.9	4.9->2.94	2.94->2.1	2.1->1.47	1.47->0.147	0.147->0.068	0.068 -	-	-
Rango	>29.4	29.4->9.8	9.8->5.88	5.88->4.2	4.2->2.94	2.94->0.294	0.294->0.195	0.195 -	-	-
Diametro (μm)	>29.4	29.4->9.8	9.8->5.88	5.88->4.2	4.2->2.94	2.94->0.294	0.294->0.195	0.195 -	-	-
1 (Bajo)	28.3	12.2	2.8	1.6	0.9	3.5	1.7	0.7	0.7	0.7
2 (Medio)	27.6	12.3	3.0	1.1	0.8	3.4	1.5	0.8	0.8	0.8
3 (Alto)	46.5	18.3	6.5	3.7	2.6	1.5	0.4	0.4	0.4	0.4

una disminución del porcentaje de poros de mayor radio y, simultáneamente, el aumento del porcentaje de poros con un radio menor, generándose con ello una menor permeabilidad de estas muestras a la mezcla impregnante.

—Efecto de la presión

De acuerdo con la ecuación de Poiseuille, un aumento del gradiente de presión debería favorecer el flujo de la mezcla impregnante a través del sistema poroso de una muestra de suelo y, en consecuencia, mejorar la calidad de la impregnación.

En todos los tratamientos, el suelo 3 se impregnó en forma idéntica al testigo, mientras que los suelos 1 y 2, mostraron algunas diferencias, tendiendo a mejorar levemente la impregnación en el tratamiento con mayor presión (foto N° 4).



FOTO N° 4

Suelo 2. Contacto resina-suelo (17 y 15 bares).
Resin-soil contact (Soil N° 2) (17 to 15 bars).

El resultado de este experimento demuestra que por medio de un aumento del gradiente de presiones, es posible mejorar algo la penetración de la mezcla de poliéster-monómero en el sistema poroso de una muestra de suelo. Sin embargo, en ningún caso fue posible obtener un bloque completamente impregnado, del cual fuera posible fabricar láminas delgadas de buena calidad.

—Efecto de la dilución de la resina

Otro de los parámetros que, de acuerdo con

la ecuación de Poiseuille, afecta al líquido en un capilar, es la viscosidad; ésta afecta al flujo en forma inversamente proporcional, se realizó este experimento en el cual se utilizaron tres mezclas impregnantes con una creciente dilución del poliéster-estireno.

Las muestras del suelo 3 fueron impregnadas en todos los casos. Los suelos 1 y 2, sin ningún tratamiento fueron impregnados completamente. En ambos suelos, se observaron buenos índices de una mayor penetración de la mezcla con la solución del segundo trámite (1:1.5) (foto N° 5), que sólo alcanzó algunas décimas de milímetro, pero que llegó a lo logrado con el método testigo en los mismos suelos (foto N° 3). Resultados similares fueron obtenidos con el tratamiento (1:2.5).



FOTO N° 5

Suelo 1. Contacto resina-suelo (Exp. 3, tratamiento 2).
Resin-soil contact (Soil N° 4) (Exp. 3, treatment 2).

Lo más significativo de este experimento es que los bloques logrados con mezclas diluidas que la usada en el método testigo agrietan profusamente durante el proceso seco. Este agrietamiento aumenta considerablemente el poliéster (foto N° 6).

La causa del agrietamiento se debería a que el polímero de estireno o monoestireno, tiene un comportamiento más rígido que el poliéster, lo cual lo hace más quebradizo y, por tanto, menos resistente a las tensiones que actúan durante la reacción por efecto de la temperatura.

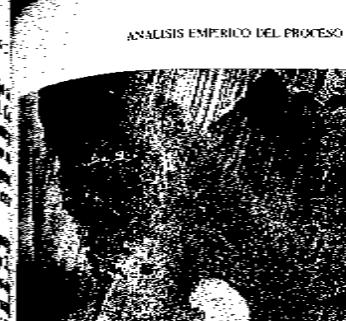


FOTO N° 6

Suelo 3. Contacto resina-suelo (Exp. 3, tratamiento 2).
Resin-soil contact (Exp. 3, treatment 2).

—Efecto del tiempo

Los suelos 1 y 2, en este tratamiento, fueron impregnados prácticamente en todo el contorno de los terrenos, alcanzando una profundidad que en algunos casos fue de milímetros (foto N° 7). Además se pueden encontrar zonas, en el exterior de los terrenos, con alguna impregnación, aun cuando predominan las zonas no impregnadas, hecho no observado en los testigos correspondientes.



FOTO N° 7

Suelo 3. Contacto suelo-resina (Exp. 4, 15 días).
Soil-resin contact (Soil N° 4) (Exp. 4, 15 days).

En el tratamiento 2 (10 días), las muestras fueron introducidas en estufa a 45°C al décimo día de iniciada la experiencia. A las 48 hrs. de esta fecha, fue necesario inducir la polimerización

agregando iniciador, debido a que no se observaron cambios significativos en la viscosidad de la mezcla.

En el suelo 3 se pudo observar claramente que la impregnación sólo ocurrió en la periferia de los terrenos (foto N° 8), dejando al centro un n úcleo, muy definido en algunos casos, en que la impregnación fue menos eficiente. Evidentemente, los suelos 1 y 2 no fueron impregnados.



FOTO N° 8

Suelo 3. Impregnación periférica (Exp. 4, 15 días).
Peripheral impregnation (Soil N° 3) (Exp. 4, 15 days).

En el caso del suelo 3, es razonable suponer que la solución llegó al interior de los terrenos y que probablemente se produjo un flujo de mezcla hacia el exterior, dada la forma en que ocurre la polimerización.

Como el iniciador actúa participando directamente en la reacción de copolimerización, éste se habría consumido totalmente en el exterior de los terrenos, no alcanzando a producir la iniciación de la mezcla que se encontraba en el interior de ellos. Al comenzar la reacción en la solución externa, tuvo que ocurrir una disminución de la concentración de monómeros, en esta zona estableciéndose una gradiente de concentración entre el interior y el exterior de los terrenos, de tal forma que se habría generado un flujo de monómeros hacia afuera, a la vez, un avance de la reacción desde el exterior. De esta manera, el proceso habría terminado cuando todos los monómeros hubieran reaccionado, quedando el interior de los terrenos con

una menor cantidad de resina a causa de la salida de monómeros antes del curado total.

En el tratamiento con 15 días a temperatura ambiente, se obtuvo un resultado similar al caso anterior; esto se habría debido a que la generación de radicales libres en las moléculas de poliéster o monosolfeno, puede ser provocada también por el oxígeno atmosférico (Büllmeyer, 1971). En consecuencia la iniciación a la reacción de copolimerización, tendría que haber comenzado por la superficie de contacto entre la mezcla y la atmósfera y desde allí propagarse hacia el interior. De esta manera habría comenzado un proceso muy similar al que se describió en lo ocurrido con el tratamiento de 10 días.

Los resultados de este estudio sugieren que el aumento de penetración de mezcla logrado en los experimentos 2 y 4 (efecto de la presión y del tiempo, respectivamente), estaría relacionado más bien a diferencias texturales, al interior de las muestras, que a un efecto debido a los tratamientos.

El efecto de la textura sobre la distribución del tamaño de poros en muestras de suelo, puede ser comprendido observando el Cuadro 3. Si se analizan las relaciones físicas de los componentes de la ecuación de Poiseuille, es posible estimar la influencia del radio sobre el flujo de un líquido a través del pozo. De acuerdo a esta ecuación, el gasto de un tubo pequeño, varía en proporción directa a la cuarta potencia del radio, de modo que si éste se reduce a la mitad, el gasto disminuye a la 16ava parte.

Dada la estructura molecular del poliéster es poco probable una reacción química con las partículas del suelo. Sin embargo, no es posible descartar completamente la ocurrencia de fenómenos de interacción física de tipo electrostática que dificulta el flujo de la mezcla. No obstante parecen ser los fenómenos de roce los de mayor influencia en la penetración de la mezcla en el sistema poroso del suelo. En consecuencia, la ecuación de Poiseuille parece adecuada para representar este fenómeno.

Sin embargo, las variaciones de los parámetros, que intervienen en la ecuación de Poiseuille, realizadas en los experimentos de este trabajo no presentaron cambios significativos en la calidad de la impregnación. Por lo tanto, si el impedimento es debido a fuerzas de roce, estos

resultados sugieren la existencia de una potencia infinita a la penetración de mezcla en los poros.

Las moléculas de poliéster, en promedio tienen un radio de aproximadamente 18 Å (Charpentier y Monnerie, 1973); si se considera que más de un 45% de los poros de las muestras de suelo 1 y 2, tienen un diámetro inferior a 0.169 µm, bastaría la unión de moléculas de poliéster para que éstas puedan penetrar en un importante porcentaje de la porosidad total de estos suelos.

De acuerdo a Kawai y Oyama (1962), metodología de impregnación que ellos presentan, sería adecuada para la impregnación de suelos arcillosos. Cobillas (1981), trabajó con muestras de suelos Rojo-Arcillosos, lavados de cenizas volcánicas, ha tenido éxito con porcentajes de arcilla, del tipo caolínico, superiores al 40%, utilizando una técnica de impregnación similar a la propuesta por Kawai y Oyama (1962), descrita en este trabajo, metodología testigo. Estos resultados indican una diferencia, en la distribución de los poros por tamaño en función del tipo de arcilla puesto que no habría otra razón que explique el poco éxito alcanzado con el método testigo en la impregnación de las muestras de suelo 1.

CONCLUSIONES

- La humedad remanente en muestras de los arcillosos secas al aire, no es una limitante para la impregnación.
- Existe una estrecha relación entre el porcentaje de poros del tipo capilar y la calidad de la impregnación.
- El poliéster "Palatal P₄" es adecuado para la impregnación de suelos con un contenido de arcilla, del tipo montmorillonítico, superior a un 30%, y diluido con estireno en una proporción no superior a 50%.
- Experimentos que tiendan a realizar tratamientos que consideren variaciones en los parámetros de la ecuación de Poiseuille, tienen resultados positivos en la calidad de la impregnación de muestras de suelos arcillosos, cuando se utilizan el poliéster "Palatal P₄".

RESUMEN

Se desarrolla una metodología empírica de análisis del problema de impregnación de suelos arcillosos, para la fabricación de láminas delgadas de suelo, basado en la expresión matemática de la Ley de Poiseuille.

Los ensayos experimentales se realizaron con muestras de suelo con diferentes porcentajes de arcilla, del tipo montmorillonítico, obtenidas del segundo horizonte de tres pedones pertenecientes a una catena de suelos de la serie Chacra (Agrolog, 1981).

Como mezcla de impregnación, se utilizó el poliéster insaturado "Palatal P₄", diluido con estireno en diferentes proporciones. La reacción de polimerización fue iniciada a través de la aplicación, en la mezcla de poliéster-estireno, de cantidades adecuadamente dosificadas, del compuesto orgánico metil-etil-cetona.

Se efectuaron cuatro experimentos de impregnación tendientes a determinar, en forma independiente, el efecto del tiempo, de la viscosidad, de la presión y de la humedad remanente en la calidad de la impregnación.

nente, en la calidad de la penetración de solución fijadora, en el sistema poroso de muestras de suelo secas al aire.

De acuerdo a los resultados de los cuatro experimentos básicos de este trabajo, indicados anteriormente, se realizó una impregnación de las muestras de suelo con un mayor porcentaje de arcilla, en la cual se integraron los tratamientos que demostraron ser más relevantes en el proceso de impregnación.

Se determinó que muestras de suelos con un contenido de arcilla, del tipo montmorillonítico, que supere el 30%, no son impregnables por medio del uso del poliéster "Palatal P₄", y que las variables estudiadas no producen mejorías en la calidad de la impregnación.

De acuerdo a la distribución de los poros por tamaño, es posible estimar que cuando las muestras de suelo poseen un porcentaje de poros del tipo capilar (Hillel, 1980), inferior al 50%, la impregnación se torna prácticamente imposible a través de las metodologías tradicionalmente usadas.

LITERATURA CITADA

- AGROLOG. 1981. *Estudio de Suelos del Proyecto Mapo*. Tomo II. Comisión Nacional de Riego. Secretaría Ejecutiva, Chile.
- BALMETER, F.W. 1971. *Textbook of Polymer Science*. Second Edition, John Wiley and Sons Inc. New York and London. Tappan Printing Company, 200 p.
- BUCK, C.A. et al. 1965. *Methods of Soil Analysis*. Part 2, Ed. Agronomy N° 9. American Society of Agronomy Inc. Madison, Wisconsin, USA.
- BONNEAU, G.A. y BERGER, K.C. 1947. *Thin sections of soils and friable materials prepared by impregnation with the plastic Castrolite*. Soil Science Society of America Proceedings 12: 409-412.
- COSTELLAN, G.W. 1974. *Fisicoquímica*. Fondo Educativo Interamericano. S.A. Bogotá, Colombia. 812 p.
- COBILLO, M. 1981. *Correlación de cinco series de suelos Rojo-Arcillosos de la Zona Central de* Chile. Tesis presentada para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- CHARPENTIER, G. y L. MONNERIE. 1973. *Introducción a la Química Macromolecular*. Espasa-Calpe S.A. Madrid, España. 350 p.
- DALRYMPLE, J.B. 1957. *Preparation of thin sections of soils*. Journal of Soil Science 8(1): 161-165.
- GALLEGUILLOS, J. 1977. *Relaciones hidráticas en suelos del Valle del río Arconazwa a partir de muestras disturbadas y no disturbadas*. Tesis presentada para obtener el título de Ing. Agrónomo. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- HILLEL, D. 1980. *Fundamentals of Soil Physics*. Academic Press. New York, USA. 407 p.
- KAWAI, K. y OYAMA, M. 1962. *A method of preparing thin sections of soils with the polyester resin "Polysite"*. Soil Sci. and Plant Nutrition. 8(4): 18-21.

- LELAND, H.G. 1967. A simplified method for preparation of soil thin sections. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 31:570-572.
- MACKENZIE, A.F. y J.E. DAWSON. 1961. The preparation and study of thin sections of wet organic soils materials. *Journal of Soil Science*. 12(1): 142-148.
- MENIS, M.M. y LUZIO, L.W. 1975. Preparación de láminas delgadas en suelos arcillosos, utilizando la resina sintética Polylite. *Agricultura Técnica*. 35(3): 164-166.
- POLSKY, M.N. 1958. Some new methods for preparing thin sections from soils. *Pociones N° 10*: 706-710.
- RICHARDS, L.A. y WEAVER, L.R. 1944. Water retention by some irrigated soils as reg soil-moisture tension. *J. Agr. Research* 68: 235.
- STOOPS, G. 1969. Preparation et fabrication d'unes minces. E.N.S.A. Grignon. Mémoire de Geologie-Pedologie.
- UNIVERSITY OF WISCONSIN. 1965. Preparation thin sections from moist organic soil mass. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 29(2): 221-223.

PROSPECCION DE CINCO VIRUS DE PAPA EN LAS ESPECIES PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM* L.) Y TABACO (*NICOTIANA TABACUM* L.) DE LA V REGION DE CHILE^{1,2}

SURVEY OF FIVE VIRAL DISEASES ON POTATO AND TOBACCO OF THE Vth REGION IN CHILE

GABRIELA SALDÍAS¹ Y GASTÓN APABLAZA²

Departamento de Ciencias Agrarias, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile

SUMMARY

A prospection of Potato Virus Y (PVY) on potato (*Solanum tuberosum* L.), and tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) commercial fields, in localities of the Vth Region of Chile, was performed during the 1981-1982 growing season. The viruses PVX, PVS and APLV were also determined in samples from potato fields of this Region.

Twenty different localities of the Vth Region were sampled. Diseased plants were selected and apical leaflets (potato) or single leaves (tobacco) of separate plants were taken as samples. Three to twenty samples were collected in each locality, one to four per field.

Samples were serologically analyzed by the flocculation latex or by the microprecipitin tests. Inoculation of the indicator hosts *Nicotiana tabacum* cv. W. burley or *Solanum demissum* Ab was also done. The detached leaf method was performed with the last host.

PVY was present in 59% of the potato samples showing symptoms of virosis. PVS in 38%, PVX in 24% and APLV in 14% of the total samples.

PVY was present in 69% of the tobacco samples.

INTRODUCCION

Los virus de papa, fueron reconocidos en Europa en el siglo pasado, donde se les asoció con la "degeneración del tubérculo semilla", local se manifestaba causando reducción progresiva de los rendimientos de un cultivar hasta que el valor comercial era prácticamente nulo (Ribourg, 1980).

En Chile, no existen cifras que demuestren estadísticamente, las disminuciones en rendi-

miento ocasionadas por los virus. Sin embargo, en diversas especies como en papas, se ha determinado la presencia, distribución e importancia relativa de las enfermedades virosas, en las Regiones VIII - IX y X (Fernández y Apablaiza, 1980) y posteriormente estudios similares en cinco especies solanáceas, en las regiones Metropolitana y Sexta (Miranda, 1982).

La V Región de Chile, presenta localidades con suelos y condiciones microclimáticas fa-

Trabajo financiado por el Proyecto 123.81 de la Dirección de Investigaciones de la Universidad Católica de Chile (DIUC).
Parte de la tesis de grado, para optar al título de Ingeniero Agrónomo del primer autor.
Aprobación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la UC, Universidad Católica de Chile con el N° 360/84. Fecha de depósito: 4 de abril de 1984.

variables para la explotación de diversos cultivos agrícolas, entre ellos papa y tabaco, pero ambos son afectados por virus.

Se consideró importante realizar una prospección de virus, en ambas especies, para cuantificar el problema y orientar medidas de control eficientes. Se cesarrolló la presente investigación con los siguientes objetivos:

- 1) Determinar la presencia y distribución de PVY en las especies papa y tabaco.
- 2) Determinar presencia y distribución de los virus PVX, PVS y APLV en papas.
- 3) Colectar antecedentes epidemiológicos sobre Virus Y de la Papa en ambas especies.

MATERIALES Y METODOS

Plantas Indicadoras

Se prepararon almácigos con semilla de *Nicotiana tabacum* cv. White burley y se sembraron tubérculos de *Solanum demissum* A6, para obtener plantas indicadoras. Las últimas fueron utilizadas en el test de hoja desprendida.

Muestreo del Área

Se tomaron muestras de papa en las localidades de Catemu, Nilhue, Longotoma, La Ligua, Quebradilla, Cabildo, San Lorenzo, Las Vegas, El Melón, Nogales, La Calera, La Cruz, Palmilla, Hijuelas y El Romeral en la V Región. El muestreo de tabaco se realizó en las localidades de Catemu, Bucalenu, Rinconada de Los Andes, El Romeral, Lo Vicuña, Putaendo y Rinconada de Silva, ubicadas también en la V Región.

Se tomaron tres a veinte muestras en cada localidad, una a cuatro por potrero. Se eligió aquellos que estaban ubicados en forma aproximadamente equidistantes, a una distancia no inferior a 200 metros, de modo que fueran representativos del sector. Las muestras provenían de plantas que presentaban síntomas viricosos en el campo y consistían en varios foliolos por planta para papa y una hoja o parte de ella para tabaco. Cada muestra fue colocada en una bolsa de polietileno previamente identificada.

Luego de tomadas las muestras, se colocaron en cajas aislantes refrigeradas. Estas fueron mantenidas en refrigerador hasta el momento de los análisis, que se realizaron dentro de los tres días posteriores.

Observación de Síntomas

Previo a su análisis, cada muestra fue vista detenidamente tanto en el potrero de llegar al laboratorio y se describieron los más presentes, con el fin de poder relacionar posteriormente con los resultados serológicos y de plantas indicadoras.

Pruebas Serológicas

Se analizaron serológicamente las muestras de plantas enfermas mediante los métodos flocculación látex, propuesto por Fife (1981) y/o microprecipitación de agujas Belli (1974). Se utilizaron sueros a PVY, PVS, APLV provenientes del Centro Interno de la Papa (Lima, Perú) y de la Universidad Católica de Chile en el caso de PVX.

Inoculación mecánica a Plantas Indicadoras

El inóculo de cada muestra consistió en hoja enferma macerada en mortero con 0.1% Tris HCl 0.05 M, pH 7.2; 1% de 2 Mecanol, y 0.05% Tween 20, en relación volumen. El extracto resultante se pasó por una gasa doble y el filtrado fresco se tuyó el inóculo. La inoculación mecánica a tabaco cv. White burley se realizó sobre hojas jóvenes de plantas mantenidas en ratas, utilizando el abrasivo carboncúrcuma y teniéndolas en el invernadero. Se observó aparición de síntomas durante las dos primeras semanas siguientes.

La inoculación a *Solanum demissum* se realizó de forma similar. Se utilizó el "modo de hoja amputada", que consistió enizar la inoculación a hojas separadas, colgar en cámara húmeda, en una bandeja de plástico mantenida en el Laboratorio bajo luz. Los tomates se observaron cuatro a siete días después.

Siempre se incluyó un testigo positivo y negativo, consistente en una hoja de otra sana del mismo cultivar.

PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

La toma de muestras, en campos cercanos de las especies prospectadas, permitió servir una sintomatología diversa. Los más viriosos y en especial de PVY, ocu-

dando y acompañados de una fuerte disminución de vigor.

Prospecto de los Virus PVY, PVX, PVS y APLV en papa

Los síntomas de virosis más comúnmente encontrados, fueron los de rugosidad laminar y venas hundidas, que corresponden efectivamente a la primera señal visible del inicio de una enfermedad vírica. Otros síntomas presentes y que coincidieron con la presencia de PVY, fueron necrosis de venas, moteado, clorosis, mosaico y deformación de hojas.

Según análisis del Cuadro 1, se distinguen 3 niveles de infección de PVY. Un nivel que se encuentra bajo (1-40%) en muestras provenientes de Longotoma, Quebradilla, El Melón, La Calera e Hijuelas; un segundo nivel medio de infección (41-70%), en muestras de sectores de La Ligua, Cabildo, Las Vegas, El Romeral, La Cruz y Palmilla y un tercer nivel alto de infección (71-100%) en muestras de Catemu, Nil-

hue, San Lorenzo y Nogales. Una posible explicación a este nivel alto, es el hecho que en estas áreas se cultivan tanto papas como tabaco todos los años en rotaciones bastante cortas y el virus se mantiene presente en el área. Estudios de Apablaza et al. 1982, indican que en todas estas localidades hay áfidos presentes que son vectores del Virus, desde que el tabaco está en almáciguera y por lo tanto pueden ocurrir infecciones tempranas de pláneulas.

Observando los datos del Cuadro 2, se puede apreciar que no se encontró PVX en las localidades de El Melón, Nogales, Hijuelas y El Romeral. Estuvo en niveles bajos en muestras de Longotoma, Quebradilla, Cabildo, San Lorenzo, Las Vegas y La Calera y alto en muestras del sector de La Ligua. Parece interesante hacer notar que la transmisión de PVX en el campo ocurre principalmente en forma mecánica; a diferencia de PVY en que los pulgones juegan un papel importante en su dimensión. Se puede también observar, que no se

C U A D R O 1
INFECCIÓN DE PAPALES COMERCIALES
DE LA V REGION CON VIRUS Y DE LA PAPA
*PVY infection of commercial potato fields
in the Vth Region*

Área muestreada (Sampled Area)	Nº de muestras analizadas (Nº of samples analyzed)	Nº de muestras con PVY (Nº of samples with PVY)	Infección (%)
1. Longotoma	4	1	25
2. Quebradilla	3	1	33
3. El Melón	8	3	38 1-40
4. La Calera	4	1	25
5. Hijuelas	12	3	25
6. La Ligua	9	4	44
7. Cabildo	11	7	64
8. Las Vegas	5	3	60 41-70
9. El Romeral	9	5	56
10. La Cruz	4	2	50
11. Palmilla	3	2	67
12. Catemu	16	15	92
13. Nilhue	6	6	100 71-100
14. San Lorenzo	6	5	83
15. Nogales	5	4	80

CUADRO 2

INFECCIÓN DE MUESTRAS DE PAPELES COMERCIALES DE LA V REGIÓN DE CHILE CON LOS VIRUS X, S, Y APLV

Infection of commercial potato fields by the potato viruses X, S, and APLV

Área muestreada (Sampled area)	Nº muestras (Nº Samples analyzed)	Muestras con PVX (Nº Samples with PVX)	Infección %	Muestras con PVS (Nº Samples with PVS)	Infección %	Muestras con APLV (Nº Samples with APLV)	Infección %
1. Longotoma	4	1	25	—	—	—	—
2. La Ligua	9	7	68	6	67	1	28
3. Quebradilla	3	1	33	2	67	0	—
4. Cabildo	11	5	27	7	63	4	36
5. San Lorenzo	6	1	17	0	—	0	—
6. Las Vegas	5	2	40	2	40	2	40
7. El Melón	8	0	—	3	38	0	—
8. Nogales	5	0	—	0	—	0	—
9. La Calera	4	1	25	1	25	—	—
10. Hijuelas	2	0	—	1	50	0	—
11. Romeral	9	0	—	1	11	0	—

detectó PVS en muestras provenientes de San Lorenzo y Nogales. Se le encontró en niveles bajos en muestras de Las Vegas, El Melón, La Calera y El Romeral y medios en las demás localidades. Es también notorio que APLV fue detectado en Longotoma, La Ligua, Cabildo, Las Vegas y La Calera en niveles de infección relativamente bajos.

Según el Cuadro 3 de los virus de papa analizados, el más frecuente fue PVY, en segundo lugar estuvo PVS seguido de PVX y finalmente APLV que alcanzó el nivel de infección más bajo. De acuerdo a esos resultados PVY estaba presente en 6 de cada 10 muestras analizadas, PVS en 4 de 10; PVX en cambio estaba presente en 1 de cada 5 y APLV en sólo 1 a 2 de 10 muestras enfermas.

En general, se pudo apreciar que el cultivo de la papa, es considerado como una alternativa poco rentable en la mayoría de las localidades prospectadas de la V Región, y como tal, su manejo es rudimentario. Está en manos de pequeños propietarios, con poco capital y bajo nivel tecnológico. La práctica común de usar tubérculo semilla pequeño que ellos mismos guardan de años anteriores, es la causa de que se comience con un cultivo débil y enfermo, ya que uno de los efectos más importantes de las enfermedades víricas es producir tubérculos

pequeños. Como consecuencia, cultivos iniciados con este tipo de tubérculo desarrollan fenómeno conocido como degeneración de papa.

CUADRO 3

NIVELES DE INFECCIÓN DE LOS VIRUS Y, X, S Y LATENTE ANDINO DE LA PAPA EN FOLIOLOS DE PAPA COMERCIAL DE LA V REGIÓN

Infection level of PVY, PVS, PVS and APLV on potato samples of the V^o Region

Virus	Nº de Muestras analizadas	Nº de Muestras con virus	Infección %
PVY	105	62	59
PVS	66	25	38
PVX	56	16	29
APLV	66	9	14

Otros problemas detectados en el manejo cultivo fueron: baja población de plantas, sola variedad, rotación inapropiada y un consumo tardío de malezas. En ocasiones, éste no ejecuta.

Prospectiva en tabaco

Los síntomas de PVY encontrados en el campo, fueron muy claros. Los más comunes fueron: clareamiento de venas, bandeados verde de venas, necrosis de venas, rugosidad laminar, moteado y mosaico, síntomas que corresponden a 2 cepas del virus que ocurren en Chile (Araúz et al., 1981).

Analizando el Cuadro 4 se pueden distinguir 3 niveles de infección de PVY en tabaco. Un nivel bajo (25%), en muestras de Lo Vicioña y Rinconada de Silva; un nivel medio (67%) en muestras de las áreas de Rinconada de Los Andes, El Romeral y Putaendo y un alto nivel de infección (100%) en las muestras tomadas en Catemu y Bucalemu.

CUADRO 4

INFECIÓN DE TABACALES COMERCIALES DE LA V REGIÓN CON VIRUS Y DE LA PAPA

PVY infection of commercial tobacco fields in the V^o Region

Área (Sampled area)	Nº de Muestras analizadas	Nº de Muestras con PVY	Infección %
1. Lo Vicioña	4	1	25 bajo
2. Rinconada	4	1	25
3. Rinconada de Silva	5	4	67
4. Los Andes	9	6	67 medio
5. El Romeral	5	2	67
6. Putaendo	5	5	100 alto
7. Catemu	8	8	100

En todas las localidades muestreadas pertenecientes a la V Región, el cultivo del tabaco se realizaba en gran parte, en manos de pequeños agricultores, de bajo nivel cultural. La Compañía Chilena de Tabaco, mediante contrato, cumple una eficiente labor de asistencia técnica; les proporciona los insumos y específicas formas y dosis de aplicación de los productos. Sin embargo, algunos agricultores aún si, algunas prácticas no las realizan o las ejecutan mal y cultivan su tabaco en forma inadecuada. Así por ejemplo, algunos rastrosjos per-

manecen en el campo durante semanas o incluso meses manteniendo tejido vivo de rebrotos donde permanece activo el virus Y. En otros casos se puede comprobar un retraso en labores culturales, como por ejemplo en la primera desmalezadura, lo que resulta en plantas de tabaco momentáneamente débiles rodeadas de gran cantidad de malezas, a veces con pulgones vectores. Su presencia puede facilitar la infección temprana de las plantas de tabaco. Otro aspecto importante de mencionar es que por tratarse de agricultores con pequeñas propiedades, las rotaciones culturales que realizan son muy cortas y en algunos casos no se efectúa rotación. Esto también facilita la mantención del inóculo de PVY en sus propiedades y por lo tanto facilita la infección.

CONCLUSIONES

1. Los niveles de infección de las muestras de papa de la V Región fueron: alto (59%) para PVY, medio para PVS (38%) y PVX (24%) y leve para APLV (14%).
2. Los síntomas de PVY más comúnmente encontrados en papas, fueron: rugosidad laminar, venas hundidas, necrosis de venas, moteado, clorosis de foliolos y mosaico.
3. Se detectaron tres niveles de infección de PVY en papas. Un primer nivel de infección bajo (1-40%), en las muestras provenientes de Longotoma, Quebradilla, El Melón, La Calera y Hijuelas. Un nivel medio (41-70%) en muestras de La Ligua, Cabildo, Las Vegas, El Romeral, La Cruz y Palmilla y un nivel alto de infección (71-100%) en muestras de Catemu, Nilhue, San Lorenzo y Nogales.
4. Se comprobó el uso de tubérculo semilla pequeño, guardado de años anteriores por los mismos agricultores, ocurriendo el fenómeno de "degeneración del tubérculo semilla". Otros problemas detectados en el manejo del cultivo fueron: baja población de plantas, mezcla varietal, no realización de rotación y un control de malezas inadecuado.
5. PVY se encontró en tabaco de todas las localidades prospectadas en la V Región. Síntomas comúnmente encontrados en tabaco, fueron: clareamiento de venas, bandeados

do verde de venas, necrosis de venas, rugosidad laminar, moteado y mosaico.

6. Se distinguieron 3 niveles de infeción de PVY en tabaco. Un nivel bajo (25%) en muestras tomadas en La Vicuña y Rinconada de Silva. Un nivel medio (67%), en muestras provenientes de Rinconada de Los Andes, El Romeral y Putaendo y un nivel alto (100%) en muestras de Catemu y Bucaramanga.

RESUMEN

Durante la temporada 1981-1982, se realizó una prospección del "Virus Y de la Papa" en diferentes localidades de la V Región, en las especies papa (*Solanum tuberosum* L.) y tabaco (*Nicotina tabacum* L.). Además, se determinaron los virus PVX, PVS y APLV, en papales comerciales de la V Región.

Se tomaron muestras en 20 localidades diferentes. Se seleccionaron plantas con síntomas víricos y las muestras consistieron en foliolos (papa) u hojas (tabaco) de plantas. Se tomaron

3 a 20 muestras, en cada localidad, 134 potros.

Las muestras, se analizaron serológicamente por los métodos de floculación, microprecipitación, complementado con de las plantas indicadoras *Nicotina tabacum* cv. W. Burley o *Solanum demissum* Ag. Esta última fue usada en la prueba de hoja seca.

Los porcentajes de infeción encontrados en las muestras de papa que presentaban síntomas víricos fueron: 59% de PVY, 38% PVS, 24% de PVX y 14% de APLV.

Las muestras de tabaco con síntomas víricos mostraron un porcentaje de infeción PVY de un 69%, que se considera alto, es el virus prevalente en tabacales de Chile.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Dr. C. Bourg de CIP, Lima, Perú por proveerlos de los necesarios y a CHILETABACOS S.A. por sostener el proyecto de Necrosis Severa durante la investigación.

LITERATURA CITADA

- APABLAZA, G., J. APABLAZA y G. ROJAS. 1981. Informe Técnico Epidemiología de Virus Y de la Papa en Tabaco. 59 pp.
- APABLAZA, G., B. LATORRE, J. APABLAZA y G. ROJAS. 1982. Informe Anual de Investigación. La Necrosis Severa del Tabaco en Chile. 144 pp.
- BALL, E. M. 1974. *Serological Tests for the Identification of Plant Viruses*. The American Phytopathological Society. Plant Virology Committee, p. 31.
- FERNÁNDEZ-NORTHCOTE, E. y G.E. APABLAZA H. 1980. Prospección y determinación de virus de papa en las Regiones VIII, IX y X de Chile, por los métodos de látex, microprecipitación y plantas indicadoras. XXXI Jornadas de la Sociedad Agronómica. Chile.
- FRIBOURG, C.E. 1980. Historia y Distribución de los Virus de Papa en América Latina. Fitopatología 15 (12): 13-24.
- FRIBOURG, C.E. y J. NAKASHIMA. 1981. Reba de látex para detectar virus de papa. Departamento de Adiestramiento y Comunicaciones. Centro Internacional de la Papa. Perú.
- MIRANDA L., J. 1982. Prospección de PVY en papa, tomate, tabaco, ají y pimentón de las Regiones Metropolitana, VI y Sector Peñón en la VII Región. Tesis. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Departamento de Ciencias Agropecuarias. 67 pp.

GERMINACION A TEMPERATURAS SUBOPTIMAS DE LAS SEMILLAS DE TRES CULTIVARES DE ZAPALLO (*Cucurbita maxima* Duch)

GERMINATION OF SEEDS OF THREE SQUASH CULTIVARS AT SUBOPTIMAL TEMPERATURES

ALOSSO BRAVO y NIMINA VENegas

Departamento de Ciencias Veterinas. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile

SUMMARY

Adaptation of some cultivars of squash (*Cucurbita maxima* Duch) to early planting is attributed to their ability for germinating at suboptimal temperature.

Laboratory tests with seeds of the cultivars Hoyo, Arizona, Carnote showed that no germination occurred at 8°C. Hoyo and Carnote germinated at 12°C, while Arizona germinated at 16°C.

Presoaking the seeds for 6 hours lowered the germination temperature threshold to 12°C for Arizona. Presoaking the seeds for 48 hours lowered the same threshold to 8°C for the three cultivars. Removal of seed coat resulted in the germination of Arizona seeds at 12°C, however, no coatless seeds germinated at 8°C.

Treating the seeds with 1.000 and 2.000 ppm of naphthalenacetic acid, gibberelic acid (G.A.), and ethephon (Ethrel) did not modify the response of the seeds to temperature.

A hypothesis postulating the presence of chemical compounds that regulate the response of the seeds of these squash cultivars to germination temperatures is proposed.

INTRODUCCION

La precocidad es una característica de alto interés, en la mayoría de las especies hortícolas. Variiedades tempranas son utilizadas para la producción de primores y para aprovechar períodos de duración limitada y para obtener más de su cultivo en una estación determinada.

Así, en la producción de zapallo temprano, se permite el abastecimiento del mercado con frutos frescos, durante la primavera y parte del verano, se utiliza el cultivar Hoyo.

Trabajos realizados para introducir un cultivar nuevo, apto para la producción temprana, mostraron que Hoyo tiene la capacidad de desarrollarse en condiciones subóptimas de temperatura (Barlucea y Bravo, 1981). Es esta adaptación la que le otorga ventajas, en cuanto a la precocidad, con respecto a otros cultivares. Se demostró, inicialmente, que la semilla de Hoyo puede germinar a temperaturas más bajas que otros genotípos. Este antecedente se ha considerado de interés especial, ya que constituye un mecanismo fisiológico que podría ex-

picar la adaptación de otros cultivos de esta especie (*Cucurbita maxima* Duch.), así como de variedades de otras especies hortícolas.

La acción de inhibidores o promotores en la germinación a temperaturas subóptimas ha sido demostrada en tomate (Abdul-Baki y Stoner, 1978; Matui y Tigchelaar, 1980) y pepino (Nelson y Sharples, 1980). También se ha demostrado que aplicaciones de ácido giberílico AG₁ y AG₂ permiten modificar la tasa de germinación de la semilla de pimentón (Sosa-Coronel y Motes, 1982; Watkins y Cantlie, 1983).

Considerando todos estos antecedentes se ha realizado este estudio con el objetivo de caracterizar la capacidad del cultivar de zapallo Hoyo para germinar a temperaturas subóptimas, en comparación a otros genotipos y para determinar el posible mecanismo fisiológico que controla tal capacidad.

MATERIALES Y METODOS

Semillas del año de los cultivos Hoyo, Camote y Arizona fueron sometidas a diversos tratamientos de temperatura, escarificación y reguladores de crecimiento para evaluar su capacidad de germinación. Se realizaron cinco experimentos, en los que se aplicó el diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial de los tratamientos y con cuatro repeticiones.

Los experimentos realizados fueron:

Experimento I: germinación de las semillas de los tres cultivos a las temperaturas de 8, 12, 16, 20 y 25°C.

Experimento II: se remojaron las semillas en agua destilada por seis horas, a las temperaturas de 8, 12, 16 y 20°C y luego se germinaron a las mismas temperaturas.

Experimento III: se eliminó la testa de las semillas y fueron germinadas a 8, 12, 16 y 20°C.

Experimento IV: las semillas se remojaron, a temperatura ambiente, por 48 horas en agua destilada, cambiando ésta cada 12 horas. Luego se hicieron germinar a las temperaturas de 8, 12 y 25°C.

Experimento V: semillas del cultivar Arizona, solamente, se remojaron durante 36 horas en

soluciones con 1,000 y 2,000 ppm de naftalenacético, ácido giberílico (AG₁) y hephon (Ethrel). Luego se hicieron germinadas a 25°C.

En todos los experimentos se usó unimiento de control, para cada cultivar, de las germinadas a 25°C.

La germinación se efectuó en cámaras de germinación y las semillas se pusieron en crocámaras, que permiten mantener una humedad constante y aislar las semillas del sustrato. Como sustrato se usó doble papel filtro.

Se consideró una semilla germinada que su radio alcanzó una longitud de 0.5 cm. Las observaciones sobre germinación se realizaron dos veces al día, y por un periodo de 30 días. Se obtuvieron resultados para horas hasta el inicio de la germinación, le hasta el 50% de germinación y porcentaje de germinación.

Para los análisis estadísticos se aplicó análisis de varianza a los tratamientos en arreglo factorial de cultivos y temperatu-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los primeros resultados sobre la temperatura de germinación mostraron que la semilla Arizona no germinó a 10°C, en cambio se iniciaba a los 16 días para Hoyo y 15°C, las semillas de ambas variedades germinaron, pero las de Hoyo lo hicieron dos días antes que las de Arizona (Barlucea y Iba, 1981).

Cuando se estudió otras temperaturas, comprobó que las semillas de Arizona, Camote y Hoyo no germinaron a 8°C. Pero las últimas germinaron a 12°C, demorando 13-13 horas hasta el 50% de germinación (Cuadro 1).

Con 16°C, el 50% de la germinación ocurrió a las 142 horas para Arizona y Hoyo; en cambio, Camote demoró 182 horas. A los 20 y 25°C, los tres cultivos alcanzaron el 50% de germinación en períodos similares. (Cuadro 1). Estas observaciones se realizaron hasta el final del experimento. Los tres cultivos alcanzaron, eventualmente, valores cercanos al 100% de germinación.

Estos resultados confirman las observaciones preliminares, en cuanto a que las semillas

GERMINACIÓN Y TEMPERATURAS SUBÓPTIMAS DE SEMILLAS DE TRES CULTIVARES DE ZAPALLO

C U A D R O 1
HORAS HASTA EL 50% DE
GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS DE
LOS CULTIVARES DE ZAPALLO
ARIZONA, CAMOTE Y HOYO,
CON CINCO TEMPERATURAS
*Hours to 50% germination of seeds of
three cultivars Arizona, Camote, and Hoyo
under five temperatures*

Temperatura (Temperature)	Cultivares (Cultivars)		
	Arizona (Arizona)	Camote (Sweet potato)	Hoyo (Hoy)
8°C	—	—	—
12°C	—	426 a 2	312 a 2
16°C	142 a 2*	182 b 1	142 b 2
20°C	112 b 1	114 c 1	116 c 1
25°C	62 c 1	62 d 1	62 d 1

Valores con el mismo número no presentan diferencias significativas entre cultivos, o entre temperaturas cuando tienen la misma DUNCAN, 0.05. Las letras son para las comparaciones entre temperaturas y los números para los cultivos.

Hoyo tienen la capacidad de germinar a temperaturas inferiores a Arizona. Camote también germina a temperaturas inferiores, pero el proceso es más lento que en Hoyo. A 16°C, la velocidad de germinación es igual para Hoyo y Arizona, y más lenta para Camote. Estas diferencias explican la adaptación del cultivo Hoyo para ser sembrado a principios de primavera y producir zapallo temprano. Es decir, los tres cultivos presentan diferencias genéticas en su proceso de germinación.

Para tratar de caracterizar el mecanismo fisiológico, que explica tales diferencias, se remojó las semillas por 6 horas en agua destilada a las mismas temperaturas de germinación. En tales condiciones, ningún cultivar germinó a 8°C, pero a 12°C el 50% de germinación fue alcanzado a las 174 horas por Camote y a las 180 horas por Hoyo (Cuadro 2). Otro resultado es que la semilla de Arizona germinó a 12°C, lo que no ocurrió cuando la semilla no se remojó (experimento anterior). A 16°C y a 20°C, la velocidad de germinación fue similar para los cultivos.

C U A D R O 2
HORAS HASTA EL 50% DE
GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS DE
ARIZONA, CAMOTE Y HOYO,
REMojADAS PREVIAMENTE POR
6 HORAS A 8°, 12°, 16° Y 20°C
*Hours to 50% germination of seeds of
Arizona, Camote, and Hoyo cultivars
presoaked at 8°, 12°, 16°, and 20°C,
for 6 hours*

Temperatura (Temperature)	Cultivar (Cultivar)		
	Arizona (Arizona)	Camote (Sweet potato)	Hoyo (Hoy)
8°C	—	—	—
12°C	252 a 1	174 a 2	180 a 2
16°C	134 b 1	120 b 1	143 b 1
20°C	68 c 1	89 c 1	89 c 1
25°C (sin remojo)	62 c 1	62 d 1	62 d 1
(no soñado)			

Una posible explicación de estos resultados es que al remojar las semillas previamente se pudo haber favorecido la imbibición, la que estaría restringida en las semillas sin acondicionamiento previo. Otra alternativa es que al remojar se pudo haber lavado algún compuesto presente en las semillas, que impediría o retardaría la germinación. La presencia de inhibidores es conocida en diversas especies (Evenari, 1949; Ketring, 1973).

Para esclarecer si había un problema de imbibición se realizó una prueba adicional en este experimento. Para ello se sometió a remojo 20 semillas de cada cultivar a 16°C, las que se pesaron dos veces al día para determinar la incorporación de agua. Se comprobó que a las 12 horas el peso de las semillas había aumentado en un 31% y que a las 91 horas el peso tuvo un incremento de 142%. Este resultado demuestra que no había un problema de imbibición.

Si se trata de compuestos químicos presentes en las semillas, podrían ser eliminados mediante un lavado intenso. Para ello se remojó las semillas por 48 horas a temperatura ambiente, cambiando el agua destilada cada 12 horas.

Con este tratamiento se obtuvo la germinación de las semillas de los tres cultívares a la temperatura de 8°C, lo que no había ocurrido con ningún tratamiento previo (Cuadro 3).

C U A D R O 3

HORAS HASTA EL INICIO DE LA GERMINACION DE LAS SEMILLAS DE ARIZONA, CAMOTE Y HOYO. REMOJADAS PREVIAMENTE POR 48 HORAS, A TRES TEMPERATURAS

Hours to start of germination of the cultivars Arizona, Camote and Hoyo, under three temperatures, presoaked for 48 hours

Temperatura (Temperatura)	Cultivar (Cultivar)		
	Arizona	Camote	Hoyo
8°C	720 a 1	366 a 3	384 a 2
12°C	103 b 1	103 b 1	112 b 1
25°C	50 c 1	59 c 1	50 c 1

Las observaciones finales de este experimento mostraron que a 8°C, la germinación de Arizona alcanzó sólo al 6%; la de Camote fue de 65% y la Hoyo de 55%, al fin del período de 30 días. De tal manera, el tratamiento de lavado intenso eliminó parcialmente el mecanismo inhibidor. La germinación parcial obtenida no se debió a un problema de viabilidad de la semilla, ya que a 25°C la germinación llegó a niveles superiores al 90%.

Los resultados han mostrado que al remojar las semillas por 6 horas se logró bajar a 12°C la temperatura mínima para germinación del cultívar Arizona. Cuando el remojo se efectuó por 48 horas se logró que los tres cultívares germinaran a 8°C, aunque en porcentajes inferiores a los de los controles. Este efecto podría explicarse por un proceso lento y gradual de remoción de algún compuesto químico presente en las semillas. De ahí que el resultado fue mejor con 48 horas de remojo que con 6 horas.

Si hay compuestos inhibidores, podrían estar ubicados en la testa, en el embrión o en ambas partes. Para tratar de dilucidar esto se

hizo germinar semillas a las cuales se les quitó la testa, usando sólo los embriones.

Se comprobó que hubo germinación de los tres cultívares a 12°C, lo que no ocurrió con semillas completas de Arizona (Cuadro 4). Esto se mostró en los resultados del experimento.

Pero, los embriones de los tres cultívares germinaron a 8°C (Cuadro 4). Por lo tanto, concluye que la falta de germinación a 8°C no se debe a un problema de imbibición, provocado por alguna barrera presente en la testa.

C U A D R O 4

HORAS HASTA EL 50% DE GERMINACION DE LAS SEMILLAS SIN TESTA DE ARIZONA, CAMOTE Y HOYO. A CUATRO TEMPERATURAS *Hours to 50% germination of coatless seeds of Arizona, Camote, and Hoyo, under four temperatures*

Temperatura (Temperatura)	Cultivar (Cultivar)		
	Arizona	Camote	Hoyo
8°C	—	—	—
12°C	164 a 1	150 a 1	162 a 1
16°C	118 b 1	140 a 1	141 a 1
20°C	72 c 2	112 b 1	128 b 1

Estos resultados muestran que el mecanismo de inhibición no se eliminó al remover la testa, pero hubo un efecto parcial cuando las semillas se lavaron por 48 horas. Esto podría indicar la presencia de compuestos inhibidores que estaban presentes tanto en la testa como en el embrión.

Otra explicación posible es que estas semillas carecen de algún compuesto requerido para iniciar su germinación. La síntesis de este compuesto se iniciaría al ocurrir la incorporación de agua a la semilla y el proceso sería más rápido a medida que aumenten las temperaturas, existiendo una temperatura mínima para su inicio.

Al remojar por períodos prolongados (más de 48 horas) se lograría que se iniciara el

proceso de síntesis pero al someter luego estas semillas a temperaturas bajas (8°C y 12°C) para su germinación, el proceso se detendría y esto explicaría la germinación parcial obtenida en este trabajo.

Sin embargo, esta hipótesis no parece válida si se considera que la remoción de la testa permitió la germinación de Arizona a 12°C, pero no a 8°C, lo que si ocurrió al lavar las semillas por 48 horas, previo a la prueba de germinación. La remoción de la testa podría haber favorecido el inicio de la síntesis de algún compuesto, al permitir un mejor intercambio gaseoso o al provocar la formación de etilenos. Sin embargo, esto debió haber ocurrido en todas las semillas sin testa, pero se demostró que no hubo germinación de los embriones a 8°C.

El hecho que la remoción de la testa no haya resultado en germinación a 8°C es, además, otra evidencia que la falta de germinación a temperaturas bajas no es un problema de imbibición.

Otra hipótesis para explicar la falta de germinación de las semillas de Arizona a bajas temperaturas, es que podría haber deficiencia de uno o más reguladores de crecimiento, requeridos para el proceso de germinación. Para efecto se realizó el experimento con reguladores de crecimiento y sólo con el cultívar Arizona.

A aplicar ácido giberélico (AG₃) y ethephon y ácido naftalenacético a concentraciones de 1.000 y 2.000 ppm no se obtuvo germinación a 8°C ni a 12°C. Se observó una deformación de las semillas, con la ruptura de la testa por puntos distintos al normal, con los tres reguladores de crecimiento. Este resultado no elimina la posibilidad de una acción hormonal, ya que se evaluaron dos concentraciones.

En resumen, los resultados de esta investigación han confirmado que las semillas de los cultívares Hoyo y Camote pueden germinar a temperaturas inferiores, en comparación al cultívar Arizona. Pero los tres tienen ciertos umbrales térmicos mínimos para que ocurra el proceso.

Los tratamientos de prelavado de las semillas permitieron bajar esos umbrales, obteniendo germinación parcial a 8°C. Se demostró que esta respuesta no se derivaba de algún impedimento de la imbibición, ya que las semillas aumentaron su peso, por hidratación, en forma normal y porque al eliminar la testa sólo se alteró los umbrales térmicos mínimos, parcialmente.

Por estos antecedentes se propone, como hipótesis, que en las semillas de zapallo de estos tres cultívares hay un mecanismo de inhibición de la germinación, que actúa a bajas temperaturas y que puede ser eliminado, parcialmente, por el lavado con agua, lo que podría indicar la presencia de compuestos químicos solubles en agua.

Se ha demostrado que este mecanismo inhibitorio puede ser alterado con tratamientos simples, lo que ofrece interesantes perspectivas para el manejo agronómico de estos cultívares, pudiendo ampliarse la capacidad de adaptación de algunos de ellos. Esto refuerza la conveniencia de completar una identificación definitiva del mecanismo propuesto en este trabajo.

RESUMEN

Diferencias observadas en la germinación de algunos cultívares de zapallo (*Cucurbita maxima* Duch.) motivaron el estudio para caracterizar el posible mecanismo fisiológico que explique tal comportamiento.

Pruebas de laboratorio con semillas de los cultívares Hoyo, Arizona y Camote mostraron que a 8°C no se inició la germinación de ninguno de ellos. A 12°C germinaron Hoyo y Camote. Arizona sólo germinó a 16°C.

Sin embargo, al remojar las semillas, preventivamente, por seis horas, se logró que Arizona germinara a 12°C. Cuando este pretratamiento de remojo se efectuó por 48 horas se logró la germinación de los tres cultívares a 8°C. Igualmente, se logró que Arizona germinara a 12°C cuando se eliminó la testa de sus semillas antes de germinarlas.

Los tratamientos de las semillas con 1.000 y 2.000 ppm de ácido naftalenacético, ácido giberélico (AG₃) y ethephon (Ethrel) no produjeron germinación a 8°C ni a 12°C.

Se propone la existencia de un mecanismo basado en la presencia de compuestos químicos que condicionan la respuesta de las semi-

llas a la temperatura. Estos compuestos existirían tanto en la testa como en el resto de la

semilla y pueden ser removidos parcialmente por lavado de la semilla con agua.

LITERATURA CITADA

- ABDUL-BAKI, A. and A. STONER. 1978. Germination promoter and inhibitor in leachates from tomato seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103: 684-686.
- EVESARI, M. 1949. Germination inhibitors. *Bot. Rev.* 15: 153-194.
- IBARLUCEA, J. y A. BRAVO. 1981. Efectos de la época de siembra y distancia entre plantas sobre el rendimiento de dos cultivares de zapallo (*Cucurbita maxima* Dicoccum para temprano). *Ciencia e Inv. Agr.* 8: 171-175.
- KETTING, D.L. 1973. Germination inhibitors. *Seed Sci. Technol.* 1: 305-324.
- MALUF, W.R. and E. TSCHELAAR. 1980. Responses associated with low temperature seed germinating ability in tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 280-283.
- NELSON, J. and G. SHARPLES. 1980. Effect of growth regulators on germination of cumin and other cucurbit seeds at sub-optimal temperatures. *Hort Science*. 15: 253-254.
- SOSA-CORONEL, J. and J. MOTES. 1982. Effect of gibberelic acid and seed rates on pepper seed germination in aerated water columns. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107: 290-295.
- WATKINS, J. and D. CANTLIFFE. 1983. Home control of pepper seed germination. *HortScience*. 18: 342-343.

INCORPORACION DE UREA EN CONCENTRADOS DE CRECIMIENTO PARA TERNEROS.

UREA IN POST-WEANING CONCENTRATES FOR DAIRY CALVES.

FERNANDO GONZALEZ M., FERNANDO GARCIA G. y BENJAMIN O'RYAN C.

Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile.

SUMMARY

Twenty 50-days old female dairy calves, reared under an early weaning program, were allotted in four experimental groups with 5 replications each. Groups were differentiated according to urea levels in the concentrate (0, 1.3, 2.0, and 2.7% of urea in groups I, II, III and IV, respectively); all groups were fed with chopped alfalfa hay. Initial concentrate consumption was significantly affected by urea inclusion, thus the group with the highest urea level had a significant lower consumption at the start. An adaptation period of 40 days was necessary to reach the ingestion level of the other groups. This lower concentrate intake was compensated by a higher hay consumption. Daily rate increase in consumption for the 4 groups were 18.4, 21.7, 27.9, and 47.6 gr/day and 14.64, 11.93, 6.18 and 5.50 gr/day for concentrate and hay respectively. Ingestion of protein was similar in all four groups. Protein supply was initially based on concentrate, except for group IV, which used hay. Towards the end of the trial, concentrate's contribution in protein decreased for groups I and II and strongly increased for group IV. Average daily weight gains were 0.75, 0.66, 0.66 and 0.78 Kg./day for groups, I, II, III and IV, respectively.

We concluded that urea in weaning calves diets can support a high rate of body weight gains. However, a long adaptation period is necessary to reach maximum consumption.

INTRODUCCION

El costo de crianza de terneras de reemplazo, incide fuertemente en los costos totales de explotación lechera. Esta situación ha llevado hacia programas simples y económicos de crianza de terneros, que utilizan calostro y sustitutos de leche en reemplazo de la leche materna, por un corto período, que no va más allá de los 60 días de edad del ternero (González, 1979).

Estos sistemas logran en el corto plazo una madurez ruminal óptima a expensas de incentivar el consumo de alimento sólido y de esta manera producir un estímulo fisiocoquímico sobre epitelio ruminal a través de la presencia de fibra y ácidos grasos volátiles que favorecen el proceso de mitosis de las células epiteliales ruminales (Sakata y Tamate, 1979; González, García y Valenzuela, 1981).

Sin embargo, el hecho de reducir la dieta líquida en cantidad y tiempo de suministro,

implica la utilización de ingredientes de alto valor nutritivo en la elaboración de concentrados para terneros, con un alto valor comercial. Este tipo de alimento habitualmente es suministrado desde el inicio de crianza hasta los 6 meses de edad. La alternativa frente a esta situación es maximizar la utilización de forrajes de alta calidad a edades tempranas y el uso de suplementos de menor valor comercial, sin que se afecte el crecimiento de estos animales.

En el presente ensayo se pretende evaluar el valor nutricional de la urea en terneros prematuros a edad temprana, como reemplazo parcial de la proteína.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 20 terneras, raza holandesa americano, de 50 días de edad.

En su primera etapa, todas las terneras recibieron una dieta líquida en base a calostro fermentado (1^{er} semana) y luego sustituto de leche Sprayfo Yellow (R) hasta los 42 días (140 litros). Como dieta sólida se les suministró concentrado de iniciación (20% P.C.) y heno de alfalfa (15% P.C.) en forma separada, desde el segundo día de vida y hasta los 50 días de edad. Durante este período se les suministro agua *ad libitum*.

A partir del 50 y hasta los 120 días de edad, mediante un diseño completamente al azar, se asignaron 5 terneras a uno de 4 grupos, cuya diferencia básica fue el contenido de urea en el concentrado de crecimiento: 0, 1.3, 2.0 y 2.7% de urea para los grupos I, II, III, y IV, respectivamente. La composición físicoquímica de los diferentes concentrados de crecimiento se presenta en los Cuadros 1 y 2.

Los terneros fueron mantenidos en jaulas individuales con piso de madera ranurado.

Se contempló una etapa de adaptación a las distintas dietas de 10 días y una etapa experimental de 60 días.

El suministro de concentrado y heno de alfalfa picado se realizó en forma separada y a discreción, midiéndose diariamente la cantidad consumida de cada uno de los alimentos.

En todos los grupos se realizó pesajes semanales, sin destare.

Los resultados se presentan en términos de

CUADRO 1 COMPOSICIÓN DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES [3] *Composition of experimental diets*

Ingredientes	TRATAMIENTOS		
	I	II	III
Cebada (barley)	—	8.0	16.5
Brote Malta (Malt sprout)	10.0	9.3	—
Afrefio la Trigo (wheat middlings)	65.0	68.5	64.0
Paja Trigo (wheat straw)	12.0	15.0	14.0
Afrefio Raps (rapeseed meal)	9.0	—	—
Harina Pescado (fish meal)	2.5	—	—
Urea	—	1.3	2.0
Min. Vit.	1.5	1.5	1.5

CUADRO 2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CONCENTRADOS DE CREENCIENTO Y HENO DE ALFALFA (BASE FRESCA) *Average chemical composition of feedstuffs*

Nutrientes	CONCENTRADO ALF			
	I	II	III	IV
Materia Seca (MS) (%)	86.2	87.7	87.6	86.6
Proteína Cruda (P.C.) (%)	16.8	16.7	16.5	16.5
Energía Digestible (ED) Mca/Kg	2.49	2.56	2.53	2.56
Energía Digestible Energía (Digestible Energy)	—	—	—	—
Fibra Cruda (FC) (%)	11.7	11.4	12.5	10.1
Fibra Cruda (FC) (%)	11.7	11.4	12.5	10.1

consumo de concentrado, consumo heno, relación de peso, conversión alimenticia entre a materia seca (MS) y proteína cruda en el heno (P.C.).

RESULTADOS

El consumo promedio de los distintos alimentos así como el total consumido (Cuadro 3), no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, pero el consumo de concentrado fue significativamente mayor que el consumo de heno dentro de los tratamientos ($P < 0.05$).

CUADRO 3 CONSUMO PROMEDIO DE ALIMENTOS (BASE M.S.) *Average feed consumption (base M.S.)*

D.15 DE ENSAJO

Alimento	TRATAMIENTOS			
	I	II	III	IV
Consumo alimentos (kg/día)	—	—	—	—
Alimento (kg)	2.56 ^a	2.72 ^b	2.41 ^c	2.48 ^d
Heno (kg)	0.612 ^a	0.747 ^b	0.782 ^c	0.759 ^d
Total (kg)	3.17	3.45	3.19	3.24

^{a-d}En columnas, números distintos indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

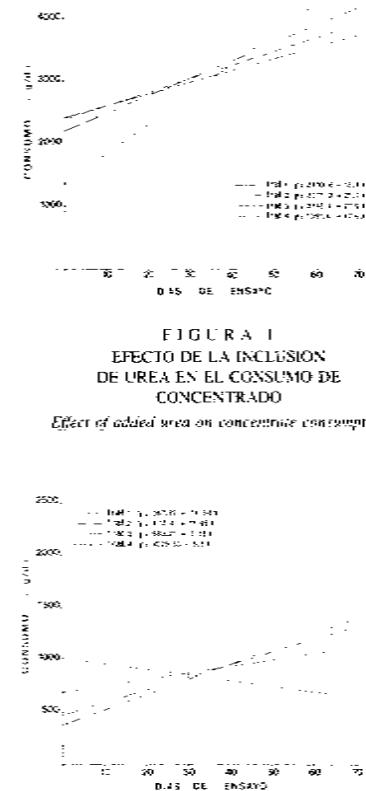


FIGURA 1
EFFECTO DE LA INCLUSIÓN
DE UREA EN EL CONSUMO DE
CONCENTRADO

Effect of added urea on concentrate consumption

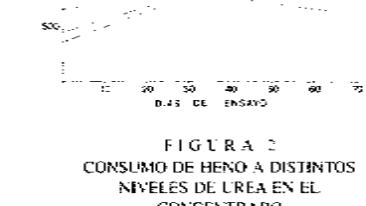


FIGURA 2
CONSUMO DE HENO A DISTINTOS
NIVELES DE UREA EN EL
CONCENTRADO

*Hay consumption at different urea levels
in the concentrate*

Este hecho determinó que al final del ensayo, la situación de consumo inicial se invirtiera totalmente, aquél de menor consumo (grupo IV) alcanzó un mayor consumo final de concentrado: 3.51, 3.67, 3.87 y 4.20 Kg/día al

día 60 del ensayo, para los grupos I, II, III, y IV respectivamente.

La curva de consumo de heno (Figura 2), mostró un comportamiento contrario a lo ocurrido en el consumo de concentrado. El mayor consumo inicial de heno lo logró el grupo que hizo un menor consumo inicial de concentrado. El consumo de heno el 1^{er} día de la etapa experimental, fue de 0.36, 0.47, 0.69 y 1.03 Kg en los grupos I, II, III y IV respectivamente.

De las correspondientes ecuaciones de regresión, se observó que hubo una disminución en el consumo diario de heno en el grupo IV, con mayor consumo inicial y mayor porcentaje de inclusión de urea en el concentrado, 1b - 5.5 g/día. En los restantes grupos hubo incremento del consumo, siendo mayor en la medida de un menor consumo inicial: 14.64, 11.95 y 6.18 g/día para los grupos I, II y III respectivamente.

El consumo de proteína cruda (Cuadro 4) no difirió significativamente entre los grupos, observándose que el mayor aporte de proteína provino del concentrado, lo que era de esperar dado el mayor consumo de este último. El aporte proteico a expensas del concentrado fue cercano al 80%.

Al analizar el origen de la proteína consumida (Cuadro 5) existió clara evidencia que los aportes proteicos de uno u otro alimento (concentrado, heno) fueron modificándose a través

CUADRO 4 CONSUMO PROMEDIO DE PROTEINA CRUDA

Average crude protein consumption

	TRATAMIENTOS			
	I	II	III	IV
Consumo Prot. Cruda (Kg/día)				
Concentrado (Concentrate)	0.499 ¹	0.518 ¹	0.454 ¹	0.472 ¹
Heno (Hay)	0.104 ²	0.127 ²	0.133 ²	0.129 ²
TOTAL	0.603	0.645	0.587	0.601

^{1,2} En columnas, números distintos indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

del ensayo. Inicialmente, el aporte propio los grupos I, II y III dependió fundamentalmente del concentrado, no así en el grupo IV en que el aporte proteico inicial fue cero. Hacia el final del ensayo, aumentó drásticamente proteína desde heno en los grupos III y IV disminuyó en los grupos II y IV. Estos últimos grupos obtuvieron su proteína básicamente a partir del concentrado, lo que es claro en el grupo IV.

CUADRO 5 CONSUMO INICIAL Y FINAL DE PROTEINA CRUDA Y ORIGEN DE LA PROTEINA

Initial and final consumption of crude protein and source of protein

	TRATAMIENTOS			
	I	II	III	IV
Consumo de nutrientes (Kg/día)				
(Nutrient consumption)				
Inicial (días 1-10)	0.461	0.468	0.467	0.378
Final (días 80)	0.780	0.794	0.800	0.800
Urea (%)				
Origen de la proteína (%)				
Proteína vegetal				
Concentrado (Concentrate)	57.9615 71.84.7177 21.71 56.5658			
Heno (Hay)	12.104 34.15.3132.8 22.420.04126			
T. S. da 60.				

La ganancia de peso (Cuadro 6), no presentó diferencias significativas entre los tratamientos al ser expresada como Kg totales ganados relativos al peso inicial o a la ganancia proteica diaria.

Las ecuaciones de regresión para peso se ajustaron a los pesos de inicio de la etapa de adaptación. El incremento de peso, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, observándose una tendencia a mayores ganancias en los grupos con y 2.7% de inclusión de urea en el concentrado 0.70, 0.62, 0.64 y 0.73 Kg/día para los grupos I, II, III y IV, respectivamente.

CUADRO 6 PESOS INICIALES, FINALES Y GANANCIA DE PESO

Initial and final body weights and daily gains (Kg)

	TRATAMIENTOS			
	I	II	III	IV
Pesos Iniciales (Kg inicial)	74.4	73.0	70.4	70.5
Pesos finales (Kg final)	119.6	112.5	110.2	117.5
Ganancia Peso (Kg/ganancia)				
Inicial				
Final				
Avg				
Pesos finales (Kg)	45.2	39.6	39.8	47.0
% Peso inicial relativos al peso inicial	60.35	54.24	58.18	56.57
Esp. d/dia	0.753	0.660	0.663	0.753

La eficiencia de conversión alimenticia en términos de consumo de materia seca y proteína seca, no presentó diferencias significativas entre tratamientos, existiendo la tendencia a una eficiencia en los grupos I y IV (Cuadro 7).

CUADRO 7 EFICIENCIA DE CONVERSION ALIMENTARIA

Average dry matter and crude protein conversion

	TRATAMIENTOS			
	I	II	III	IV
Materia Seca (MS) (g 500g G.P.)				
On water	4.39	5.35	4.84	4.24
Proteína Cruda (P.C.) (g 500g G.P.)				
Codex protein	0.817	0.999	0.590	0.756

DISCUSION

Hecho que no existieran diferencias significativas en el consumo promedio de concen-

trado entre los tratamientos, estaría indicando que la inclusión de urea hasta niveles de 2.7% no deprime el consumo en terneros jóvenes. Matsuoka, Kumasa y Hashizume (1975), no encontraron diferencias de consumo en terneros entre 2 y 13 semanas de edad, cuando el concentrado contenía hasta un 2% de urea.

Resultados similares fueron obtenidos por Winter (1976) al alimentar terneros jóvenes con concentrados que contenían niveles entre 1.5 y 2.7% de urea.

El consumo promedio de concentrado fluctuó entre 2.4 y 2.7 Kg/día (100% M.S.) en los distintos tratamientos. Sharma e Ingalls (1973) obtuvieron consumos (base fresco) del orden de 3.14 Kg/día en terneros de la misma raza y edad, a los que suministraron un concentrado cuya base proteica fue harina de soya (13.9% P.C.) más un 1.4% de urea. Estos resultados son similares a los obtenidos por los terneros que consumieron concentrado con 1.3% de urea en el presente ensayo.

Stobo, Roy y Gastón (1967) lograron consumos de 1.22 Kg/día al alimentar terneros con un concentrado (18% P.C.) en el que el 33% del nitrógeno era aportado por urea, equivalente al aporte de 2% de urea entregado en este ensayo al grupo III. No obstante, el consumo de concentrado en los terneros del grupo III fue substancialmente mayor, 2.4 Kg/día.

De la misma manera, Winter (1973), obtuvo consumos levemente inferiores al suministrar concentrado con 2.3% de urea en relación a concentrados base soya sin inclusión de urea, en terneros con edades al destete similares a los de este ensayo y durante el mismo período experimental. Sin embargo, en un segundo ensayo, dentro del mismo trabajo, Winter logró consumos de 2.47 Kg/día al suministrar 2 tipos de dietas; en que la proteína vegetal base en una de ellas fue cebada y maíz en la otra, (17.2% P.C. con 2.6% urea) a terneros destetados a los 42 días y alimentados durante las 10 semanas siguientes con las dietas experimentales. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en los grupos III y IV (2.0 y 2.7% urea) del presente ensayo.

Winter (1976) y Morrill y Dayton (1978), no encontraron diferencias significativas de consumo, en terneros alimentados *ad libitum* con concentrados que contenían entre un 14.7 y

21.6% de PCE., suplementados con 1.3 y 2.7% de urea.

Aparentemente, la inclusión de urea en el concentrado no tendría efectos negativos sobre el consumo al compararlo con dietas basadas en fuentes proteicas naturales. El análisis de los consumos promedios de concentrado así lo estaría demostrando, a pesar de la tendencia observada a menores consumos a partir de la inclusión de 2% de urea.

Sin embargo, el comportamiento inicial frente a los distintos concentrados varió significativamente entre los tratamientos. El consumo fue menor en la medida que el porcentaje de inclusión de urea en el concentrado aumentó, de tal manera que el consumo al inicio de la etapa experimental fue significativamente menor en el grupo IV en relación a los restantes tratamientos.

Aun cuando no fue medido, los terneros de este grupo demostraron un fuerte rechazo al concentrado en los primeros días de la etapa de adaptación. Probablemente hubo problemas de palatabilidad y adaptación de la flora ruminal al alto nivel de urea incorporado al concentrado en el tratamiento IV.

En todos los grupos de inclusión de urea en el concentrado hubo un menor consumo inicial del mismo en relación a la dieta control; sin embargo el incremento en el consumo diario en todos ellos superó al logrado en el grupo sin inclusión de urea. Esto sugiere una adaptación paulatina al gusto, además de una adaptación de la microflora ruminal al sustrato urea. El periodo de adaptación al consumo, mediado en relación al nivel de consumo del grupo sin inclusión de urea, fue mayor en la medida que aumentó el porcentaje de inclusión de urea en el concentrado.

En relación a diferencias encontradas en cuanto a la respuesta de terneros alimentados con suplementos de urea, Leibholz y Kang (1973), señalan que no hay una explicación simple para estos resultados opuestos. Probablemente el tipo de ternero y principalmente el periodo de adaptación a la urea podrían ser de importancia.

En nuestro ensayo, los terneros del grupo IV, sólo después de los 35 días de ensayo, lograron consumos similares al grupo I. Si el consumo de estos últimos fuera tomado como

referencia podría pensarse que el periodo de adaptación a dietas con alto contenido de urea superaría los 40 días, considerando los primeros 10 días de adaptación.

El consumo promedio de heno de los animales presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Matsuoka *et al.* (1975) reportó que los terneros suplementados con 1.5% de urea consumieron menos heno. Ese dato se manifestó claramente en el presente caso, especialmente en el último tercio.

Sin embargo, el comportamiento de los terneros frente al consumo de heno varió significativamente a través del ensayo, siendo influenciado en gran medida por el contenido de urea del concentrado. Se observó que desde el momento de heno al inicio del ensayo fue una medida de un mayor porcentaje de incluir urea en el concentrado. De esta manera, el grupo IV comenzó con un alto nivel de consumo de heno al inicio de la etapa experimental. Seguramente, el bajo consumo de concentrado se compensó con un mayor consumo de heno para poder satisfacer requerimientos. Alivio (1978), en terneros de la misma edad durante un mismo periodo de tiempo, al consumir de heno de alfalfa al orden de 2.8 Kg/día. Estos valores fueron superiores al medio logrado en este ensayo y se debieron probablemente a que este último autor los mayor consumo de heno al restringir el consumo de concentrado.

La relación de consumo concentrado al inicio de la etapa experimental fue del 5.02, 3.19 y 1.32 para los tratamientos I, II y IV, respectivamente. No obstante, el consumo de alimento total fue similar para todos los grupos, excepto el grupo IV en el que el consumo total fue menor aproximadamente en 0.5%. Probablemente en este grupo hubo una falta de capacidad ruminal para un mayor consumo de heno.

El grupo I (sin urea) logró los mayores niveles diarios de consumo de heno, 0.5 gr/día; el grupo IV, experimentó una disminución del mismo, (5.5 gr/día) a expensas de un incremento significativo en el consumo de concentrado a niveles de 47.6 gr/día. Esta relación determinó que hacia el final del ensayo el consumo de concentrado/reconsumo de heno

de 2.62, 3.09, 3.66 y 6.05 para los grupos I, II, III y IV respectivamente.

Este refleja una clara disminución proporcional en el consumo de concentrado en los tratamientos con 0 y 1.3% de urea, una manifiesta reducción en el grupo con 2% de urea y un fuerte aumento en el grupo con 2.7% de incorporación de urea al concentrado.

Es interesante destacar que los grupos con mayor incremento en el consumo de concentrado, disminuyeron el consumo de heno, regulando de esta manera el consumo total de alimento.

Aparentemente el contenido de urea en el concentrado estimuló fuertemente el consumo del mismo a expensas de una disminución marcada en el consumo de forraje. Al respecto, Matsuoka, Kumasa y Hashizume (1975), indican que el destete temprano no tendría influencias negativas sobre el consumo de urea y que al revés lo estimularía. Lamentablemente las regulaciones metabólicas en el consumo de uno o otro alimento no aparecen del todo claras. Stobo, Roy y Gastón (1967) encontraron una relación de consumo concentrado/heno de 0.6 utilizando un concentrado (18% PC) que contenía 2.8% de urea. Esta alta relación podría ser atribuida al pobre valor proteico del heno utilizado por estos autores (7.1% PC). Lo que sucedió en nuestro ensayo. Al respecto, García, González y León (1978), señalan que el consumo de heno de alfalfa de buena calidad es independiente de la calidad y del nivel de consumo del concentrado de iniciación.

Leibholz y Kang (1973), señalan que los experimentos proteicos para terneros de 5 a 11 semanas deben ser del orden de 15% de PC, independiente si el suplemento de nitrógeno para dietas basales de 12% PC fue de origen animal, vegetal o en base a urea. Por su parte, Morril y Dayton (1978), indican que la relación para terneros sobre las 12 semanas de edad debe contener entre un 11.5 a 16% de PC.

Roy (1964), señala que las necesidades de urea para ganancias diarias de 0.5 Kg son de 1.2% para terneros de 50 Kg de peso y del orden de 13.5% para terneros de 100 Kg de peso. En nuestro ensayo, los aportes para terneros con peso inicial aproximado de 70 Kg fluctuaron alrededor del 16% de PC, lo que permitiría relaciones de peso superiores a los 0.5 Kg/día.

Esta estimación fue confirmada en todos los tratamientos, puesto que las ganancias de peso superaron los 0.6 Kg/día.

Nuestros resultados fueron similares a los obtenidos por Brown *et al.* (1956), quienes observaron un aumento significativo en la ganancia de peso cuando se añadió urea en un nivel de 3% para incrementar de 6.7 a 15.1% el contenido proteico. González *et al.* (1979), obtuvieron ganancias de 600 gr/día entre los 60 y 120 días de edad en terneros, pero con un menor consumo de concentrado (14.2% PC).

Sin embargo, Stobo, Roy y Gastón (1967), no obtuvieron resultados satisfactorios al alimentar terneros entre 3 y 12 semanas de edad (destete a 5 semanas) con un concentrado con 18% PCE que incluía un 2.8 de urea.

El consumo promedio de proteína no fue diferente entre los tratamientos, sin embargo, el origen de la proteína consumida varió a través del ensayo. Al inicio, la proteína fue aportada principalmente por el concentrado en los grupos I, II y III, no así en el grupo IV en que el aporte proteico del concentrado no superó el 60%. Al final del ensayo, el aporte proteico desde concentrado, disminuyó en los tratamientos I y II, para aumentar levemente en el III y de manera marcada en el grupo IV, en el que del total de proteína consumida el 87% provino del concentrado.

Si se analizan las ganancias de peso, hubo clara evidencia de la utilización de la urea, lo cual queda de manifiesto en la segunda mitad del ensayo, en que el grupo IV obtuvo la más alta ganancia, del orden de 900 gr/día para el periodo entre los 42 y 60 días del ensayo. Hacia el final del ensayo, sobre el 40% del total de proteína consumida en el grupo IV, provino de fuentes no proteicas y ello no se reflejó negativamente sobre la ganancia de peso obtenida en este grupo. Al respecto, Leibholz y Naylor (1971) concluyeron que la inclusión de urea en la dieta de terneros entre 5 y 11 semanas de edad no reduce las ganancias de peso si la urea es limitada al 30% del nitrógeno dietético total. Matsuoka, Kumasa y Hashizume (1975) obtuvieron ganancias de peso de 0.78 Kg/día en terneros, suministrando dietas con 2.0% de urea en el concentrado.

Winter (1973), obtuvo ganancias de 0.7 Kg/día al suministrar concentrados con 2.3 y 2.6%

de urea (12% PC) a terneros recién destetados (50 días) por un período de 10 semanas. Este mismo autor (1976) registró menores ganancias de peso, 0.63 Kg/día, al suministrar un concentrado con 1.7% urea (17.5% PC) a terneros destetados antes de la sexta semana de edad.

En líneas generales, nuestros resultados son coincidentes con estos autores y superiores a los obtenidos por Stobo, Roy y Gastón (1967, b), de 0.48 Kg/día para terneros alimentados con concentrado con 2% urea (18% PC).

Los valores de conversión de nutrientes totales no presentaron diferencias significativas, de lo cual se deduce que la inclusión de urea no afectó la utilización de nutrientes MS y PC, incluso el grupo IV logró las mayores eficiencias.

González *et al.* (1979), obtuvieron una eficiencia de conversión alimenticia en MS de alrededor de 4, cifra coincidente con los valores de nuestro ensayo. Sin embargo, estos mismos autores lograron una eficiencia de conversión de la proteína cruda de 0.66. Debería pensarse que la inclusión de urea no favorece una mayor eficiencia en cuanto a la utilización de la proteína. La necesidad de contar con un mayor aporte de proteína verdadera y la limitante de volumen para un mayor consumo de heno, pudo haber influido en la selectividad de los terneros hacia un mayor consumo de concentrado, especialmente en grupos III y IV.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que la suplementación de 2.7% de urea en concentrados para terneros destetados afecta inicialmente el consumo del mismo; aparentemente se requiere de un período de adaptación de 40 días para lograr el máximo consumo equivalente al que se logra con un concentrado sin inclusión de urea. El menor consumo inicial de concentrado fue suplido por una mayor ingestión de heno de alfalfa, sorprendentemente alta para la edad y peso de los terneros. La calidad del heno y su presentación física (picado) fueron factores que favorecieron este alto consumo, además del destete precoz realizado por su efecto sobre el desarrollo y funcionalidad ruminal.

Por otra parte, las ganancias de peso obtendi-

dadas con concentrados 2.7% urea indican que urea en terneros jóvenes puede sustituir ganancias de peso, siempre que se disponga de un forraje de alta calidad que recomponga menor consumo de este tipo de concentrado en las primeras etapas de suministro.

RESUMEN

Se utilizaron 20 terneras holandesas de 50 días de edad, recién destetadas, que fueron asignadas a 4 grupos experimentales con 5 repeticiones cada uno. Los grupos I, II, III y IV, recibieron un concentrado con 1.3, 2.0 y 2.7% de urea, respectivamente. todos los grupos se les suministró heno de alfalfa picado. El consumo de concentrado heno fue similar en todos los tratamientos, embargo, el consumo inicial de concentrado fue afectado por el nivel de inclusión de urea. El grupo con el mayor nivel de urea cosechó significativamente menos concentrado al inicio del ensayo en relación al grupo sin urea y necesitó de un período de adaptación de aproximadamente 40 días para alcanzar consumo logrado en el resto de los grupos. incremento en el consumo diario de concentrado fue mayor en este grupo: 18.4, 21.3, 21.7 y 47.6 g/día para los grupos I, II, III y IV, respectivamente.

El grupo IV compensó un bajo consumo inicial de concentrado aumentando su consumo de heno; posteriormente, en la medida que los terneros fueron adaptándose al concentrado con alto nivel de inclusión de urea, se observó un mayor consumo de concentrado: los incrementos diarios en el consumo de heno fueron: 14.64, 11.95, 6.18 y -5.5 g/día para los grupos I, II, III y IV, respectivamente.

El consumo de proteína fue similar entre los grupos; al comienzo la proteína fue aportada principalmente por el concentrado en los grupos I, II y III, no así en el grupo IV en el que el aporte por el concentrado no superó al 60% final del ensayo el aporte proteico por concentrado disminuyó en los grupos I y II, aumentando fuertemente en el grupo IV.

La ganancia de peso fue de 0.75, 0.66 y 0.78 Kg/día para los tratamientos I, II, III y IV, respectivamente.

Se concluye que la inclusión de urea

en dietas de terneros recién destetados puede sustituir ganancias elevadas de peso; sin embargo, se necesita un período de adaptación relativamente largo para alcanzar un máximo consumo, lo cual hace que deba disponerse de un forraje de óptima calidad durante esa etapa.

LITERATURA CITADA

- BROWN, L.D., C.A. LASSITES, J.P. EVERETT, and J.W. RUST. 1956. *The utilization of urea nitrogen by young dairy calves*. J. Anim. Sci. 15: 1123.
- GONZALEZ, F., F. GONZALEZ Y M.T. LEÓN. 1978. *Calostro en Crianza de terneros bajo un sistema de destete temprano. I. Efecto del nivel de proteína en el concentrado de iniciación sobre el crecimiento y consumo de dieta sólida*. Ciencia e Investigación Agraria, 5: 199.
- GONZALEZ, F., F. GARCIA, V. MC NEVEN Y N. ESPINOZA. 1979. *Calostro en crianza de terneros bajo un sistema de destete temprano. II. Efecto de la dilución con suero lácteo*. Ciencia e Investigación Agraria, 6: 265.
- GONZALEZ, F., F. GARCIA Y X. VALESQUEL. 1981. *Efectos del destete temprano a diferentes edades usando igual cantidad de dieta líquida en el comportamiento de terneros neonatos*. Ciencia e Investigación Agraria, 8: 91.
- HANCOCK, J., and R.W. NAYLOR. 1971. *The effect of urea in the diet of the early-weaned calf on weight gain, nitrogen and sulphur balance, and plasma urea and sulphur balance, and plasma free amino-acid concentrations*. Austr. J. Agric. Res., 22: 655.
- HANCOCK, J., and H.S. KANG. 1973. *The crude protein requirement of the early-weaned calf given urea, meat meal or soy bean meal with and without sulphur supplementation*. Anim. Prod., 12: 257.
- MC NEVEN, V. 1978. *Efecto de tres diferentes sistemas de crianza en base a calostro y suero seco de ternero hasta los 42 días de edad sobre el comportamiento de terneros hasta los 120 días de edad*.
- STOBO, I.J.F., J.M.B. ROY, and H.J. GASTÓN. 1967. *The protein requirement of the ruminitant calf. III. The ability of the calf weaned at five weeks of age to utilize urea given as a supplement to a low-protein concentrate*. Anim. Prod., 9: 155.
- ROY, J.H.B. 1964. *The nutrition of intensively-reared calves*. Vet. Rec. 76: 511.
- WINTER, K.A. 1973. *Urea as a nitrogen supplement in starter feeds for early-weaned calves*. Can. J. Anim. Sci. 53: 339.
- WINTER, K.A. 1976. *Protein levels in urea supplemented starter rations for young calves*. Can. J. Anim. Sci., 56: 817.
- TESIS. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad de Chile.
- MATSUOKA, S., N. KUMASA and T. HASEIZUME. 1975. *Influence of age of weaning on urea utilization by young calves*. Jap. J. Zootech. Sci. 46: 230.
- MATSUOKA, S., N. KUMASA, N. KANSAKI and T. HASHIZUME. 1975. *Urea utilization by calves during their growth up to six months of age*. Jap. J. Zootech. Sci., 46: 538.
- MURIEL, J.L. and A.D. DADTON. 1978. *Factors affecting requirement and use of crude protein in calf starter*. J. Dairy Sci. 61: 940.
- SAKATA, T. and H. TAMATE. 1979. *Rumen epithelial cell proliferation accelerated by propionate and acetate*. J. Dairy Sci. 62: 29.
- SHARMA, M.R. and J.R. INGALLS. 1973. *Comparative value of soybean, rapeseed, and formaldehyde treated rapeseed meals in urea-containing calf rations*. Can. J. Anim. Sci. 53: 273.
- STOBO, I.J.F., J.M.B. ROY, and H.J. GASTÓN. 1967. *The protein requirement of the ruminitant calf. III. The ability of the calf weaned at five weeks of age to utilize urea given as a supplement to a low-protein concentrate*. Anim. Prod., 9: 155.
- ROY, J.H.B. 1964. *The nutrition of intensively-reared calves*. Vet. Rec. 76: 511.
- WINTER, K.A. 1973. *Urea as a nitrogen supplement in starter feeds for early-weaned calves*. Can. J. Anim. Sci. 53: 339.
- WINTER, K.A. 1976. *Protein levels in urea supplemented starter rations for young calves*. Can. J. Anim. Sci., 56: 817.

EFFECTO DE DIFERENTES ANABOLICOS SOBRE EL AUMENTO DE PESO DE NOVILLOS A PASTOREO

EFFECT OF DIFFERENT ANABOLICS ON GROWTH RATE IN STEERS AT PASTURE

WOLFGANG STEHR W. Y WALDEMAR SCHURCH T.

Instituto de Zootecnia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile

SUMMARY

A trial was undertaken to compare the growth of young steers maintained under grazing, when implanted with different commercially available anabolics. Sixty five Red Friesian steers were utilized, from 12 to 18 months of age and weighting 269 ± 25 kg; the animals were distributed at random in 5 groups of 12 animals each, i.e. non implanted control (To); zeranol at the beginning and again on day 90 (Tz); estradiol benzoate plus progesterone at the beginning and reimplantation on day 100 (Te + p); 24 mg of 17 B estradiol at the beginning (Te 200) 45 mg of 17 B estradiol at the beginning (Te 400). All the initial implantations were done on November 15, in accordance with the doses recommended by the respective producer. The animals were kept exclusively on pasture at mixed improved prairies in the central valley of the IX region, 40 kms to the north of Temuco.

The average daily weight gains up to day 186 were 472; 539; 698; 624 and 633 g for To, Tz, Te + p, Te 200 and Te 400 respectively. Differences in average daily gain between the control group and all the treatment were statistically significant ($P \leq 0.01$). There were also significant differences ($P \leq 0.05$) between Tz and the other implanted groups.

These results suggest that the use of anabolic agents produce significant effects on the weight gains of young steers.

INTRODUCCION

El número de compuestos hormonales o similares con acción anabólica se ha incrementado en los últimos años. La cantidad de trabajos publicados sobre esta materia, especialmente en bovinos, es numerosa mencionándose que bajo condiciones de pastoreo se pueden alcanzar efectos de hasta 40% superiores a animales sin implantes anabolizantes (Preston *et al.*, 1971; Dinius *et al.*, 1978; Shorrock *et al.*, 1978

Parrot *et al.*, 1979; Carroll *et al.*, 1979; Turner *et al.*, 1981).

Los primeros anabólicos que se usaron fueron los derivados del estírol como el diethylbestrol y el hexoestrol (Perry *et al.*, 1955; Andrews *et al.*, 1956). Posteriormente han tenido gran difusión y uso hormonas naturales y sintéticas entre las que destacan la testosterona, la progesterona, el 17B-estradiol o asociaciones de ellas. En los últimos años se han desarrollado preparados no hormonales de efecto compa-

rable a los anteriores y que por esta misma razón han tenido buena aceptación en el mercado. El de mayor uso es el Zeranol que corresponde químicamente a un lactón del ácido resorcílico (Brown, 1970).

En Chile los implantes anabolizantes se usan en bovinos desde fines de la década del 50. Trabajos realizados por Porte (1960) demostraron efectos significativos en el aumento de peso de novillos implantados con 60 mg de Diethylstilbestrol (DES) a los 530 kg de peso en un lapso de 60 días bajo manejo de pastoreo y suplementación con ensilaje de maíz. Por su parte Neumann (1974) con implantes de DES repartidos en tres aplicaciones de 12, 24 y 36 mg cada cuatro meses, verificó una ganancia adicional de 40 kg que equivale a un 13% de aumento de peso en animales mantenidos a pastoreo. Resultados similares obtuvieron Azocar (1968) y Hervé y Neumann (1976). Posteriormente Hoffmann (1977) comparó el crecimiento de novillos a pastoreo en el período de primavera implantados con distintas dosis de Zeranol (48, 36 y 24 mg) más un grupo implantado con 24 mg de DES y un grupo control. En ese trabajo hubo diferencias de peso estadísticamente significativas de los grupos implantados con respecto al control ($P \leq 0.05$). Rosch (1976) obtuvo un 20,7% de aumento relativo en las ganancias de peso al utilizar 36 mg de Zeranol en novillos Hereford. Recientemente Ruízar (1983) en dos estudios realizados en períodos de primavera e invierno con novillos de peso inicial de 450 kg, no registró efectos significativos ($P \leq 0.05$) a los implantes de Zeranol y 200 mg de progesterona y 20 mg de estradiol. Butendieck (1981) obtuvo para el 17-B estradiol una efectividad del 20% sobre los testigos en el incremento de peso en novillos de 180 kg de peso inicial en un período de ensayo de 200 días.

Existen en el mercado nacional diversos productos anabolizantes de estructura hormonal y no hormonal que, de acuerdo a la literatura citada anteriormente, tienen un efecto positivo sobre las ganancias de peso y eficiencia de utilización de los alimentos. El presente estudio se diseñó con el objetivo de contribuir al mayor conocimiento comparativo de los efectos de algunos de estos preparados, sobre la tasa de crecimiento de novillos castrados en su

etapa de crianza. De esta forma se consigue ofrecer más elementos de juicio al productor carne bovina de la zona para la elección de alguno de estos productos anabolizantes, condiciones de pastoreo permanente.

MATERIALES Y METODO

El presente trabajo se realizó en un rebaño ubicado en la provincia de Cautín (longitud 19°W y latitud 38° 20' S) entre los meses de noviembre y mayo.

De un rebaño de 105 bovinos machos de dos de raza Oviero Colorado, de edad comprendida entre 12 y 18 meses y un peso promedio de 269 kg, se seleccionaron 65 animales que asignaron al azar a 5 grupos homogéneos, separables entre sí.

Los grupos experimentales fueron los siguientes: animales controles, sin tratamientos (To); novillos implantados con 36 mg de Zeranol y reimplantados a los 90 días con la misma dosis (Tz); novillos implantados con 17-B estradiol y 200 mg de progesterona, reimplantados el día 100 con igual dosis (Te-p); novillos implantados con 24 mg de 17-B estradiol sin reimplante (Te 200) y novillos implantados por una vez con 45 mg de 17-B estradiol (Te 400).

La aplicación de los productos en los animales se hizo mediante implante subcutáneo en la base del pabellón auricular, según técnica recomendada por Reynolds (1969), dosificadores apropiados para cada tipo de producto.

El manejo de los animales experimentales fue exclusivamente a pastoreo en un solerío, en una superficie de 31 hectáreas, se trató una pradera mixta natural mejorada. Las especies forrajeras predominantes fueron: Bal Inglesa (*Lolium perenne*), Trébol Blanco (*Trifolium repens*), Pasto Miel (*Holcus lanatus*), Chépica (*Agrostis sp.*), y malezas en menor cantidad. Se contaba además con una buena disponibilidad de agua. El manejo de pasto fue alterado según la disponibilidad de forraje de la pradera en dos potreros iguales.

El manejo sanitario incluyó la inmunización de todos los animales contra homólogos bacilar, carbunclo bacteriano y carbunclo tomático. Se realizó un tratamiento anti-

parasitario al inicio del ensayo con oxfendazole y en el mes de enero un tratamiento coccidiostático en base a sulfas.

Los animales en experimentación fueron pesados individualmente en forma mensual. En la misma oportunidad se procedió a tomar muestras al azar de la pradera ofrecida a los animales para su posterior análisis químico. Las muestras debidamente deshidratadas y molidas fueron sometidas a análisis según técnicas del AOAC (1960) para conocer su contenido de proteína cruda (PC) y fibra cruda (FC). La concentración de energía digestible (ED) se calculó según la regresión indicada por McCullagh (1976) según la cual la ED (kj/kg) = $61.2 - 0.68 \times FC (\%) \times 44$.

En forma complementaria se registraron datos provenientes de la Estación Meteorológica del Instituto de Investigación Agropecuaria, en la Estación Experimental de Carillanca (IECA), distante a 20 km al sur del lugar del ensayo.

Los pesos de los animales se describieron estadísticamente mediante sus indicadores de posición y dispersión (media y desviación típica respectivamente).

Las diferencias de los promedios de pesos y de las ganancias de peso de los grupos experimentales.

mentales durante el ensayo fueron analizados mediante análisis de varianza y test de t de Student (Calzada, 1964).

RESULTADOS Y DISCUSION

La calidad de la pradera ofrecida durante el ensayo tuvo variaciones atribuibles a las modificaciones del estado vegetativo de las plantas donde pudo comprobarse que el forraje ofrecido fue de buen valor nutritivo, excepto en el último mes del ensayo en que se observó un fuerte aumento en el contenido fibroso y como consecuencia de ello una disminución en la concentración de energía digestible (Cuadro 1).

C U A D R O 1

VALOR NUTRITIVO DE LAS PRADERAS OFRECIDAS EN EL TRANSCURSO DEL ENSAYO (BASE 100% MS)
Nutritional value of prairies during the trial

	P.B. %	F.C. %	E.D. MJ/kg
Inicio	13.0	24.3	2.27
55 días	14.1	26.9	2.19
164 días	9.7	30.8	2.08
186 días	10.2	34.0	1.96

C U A D R O 2
PESOS Y GANANCIAS DE PESO DE LOS GRUPOS EN ESTUDIO DURANTE EL ENSAYO
Weight gains of the different treatments during the trial

	To	Tz	Te-p	Te 200	Te 400
Peso inicial (kg)	269,0 ± 28	268,9 ± 24	268,9 ± 27	269,0 ± 23	269,0 ± 26
Peso final (kg)					
164 días	371,0 ± 39a	383,3 ± 43 b	411,0 ± 34 b	394,8 ± 30 a	397,4 ± 33 b
186 días	356,7 ± 38a	373,0 ± 38 b	398,9 ± 37 b	385,0 ± 25 b	386,7 ± 24 b
Ganancia total (kg)					
164 días	102,0 ± 23a	114,4 ± 35 b	142,0 ± 19 c	125,8 ± 22 bc	128,4 ± 18 bc
186 días	87,7 ± 25a	104,0 ± 31 b	129,0 ± 20 c	116,0 ± 21 bc	117,7 ± 18 bc
Ganancia diaria (gr)					
164 días	0,622a	0,697 b	0,866 c	0,76 bc	0,783 bc
186 días	0,472a	0,559a	0,98 c	0,624a	0,633a
Aumento relativo (%)					
164 días	100	112	139	123	125
186 días	100	118	148	132	134

Letras diferentes en una misma línea corresponden a diferencia significativa ($P \leq 0.05$). To = Testigo; Tz = Zeranol (36 mg); Te-p = Benzoato de Estradiol (20 mg); Te 200 = 17-B-Estradiol (200 mg); Te 400 = 17-B-Estradiol (400 mg).

En el Cuadro 2 se presentan los pesos iniciales y finales, ganancia total y diaria y aumento relativo alcanzado por los distintos grupos en estudio a los 164 y 186 días en ensayo.

De la observación del Cuadro 2 se infiere que la ganancia total y diaria fue superior a los 164 días de ensayo. Además se observa que la diferencia relativa presentó un incremento apreciable en los últimos 22 días de ensayo (164-186), obteniendo la mayor respuesta el grupo implantado con una combinación hormonal, seguido por los grupos implantados con una hormona única no existiendo diferencia entre ellas. El implante no hormonal obtuvo la menor respuesta pero igualmente significativa frente al grupo control ($P \leq 0.05$). Esta situación se presenta gráficamente en la Fig. 1.

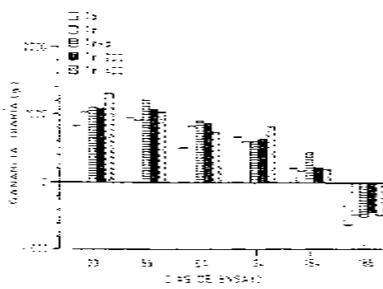


FIGURA 1.

VARIACIONES DE PESO (G/DIA) ENTRE PESAJES DE LOS GRUPOS EN ESTUDIO.

Weight changes (g/day) among treatments

De las ganancias de peso de los distintos grupos en ensayo se observa que la respuesta a la implantación de 36 mg de Zeranol afectó significativamente ($P \leq 0.05$) la ganancia de peso de los animales experimentales, obteniéndose un 18% de superioridad frente a los controles, resultados que son similares a los que se presentan en la literatura científica extranjera y nacional (Perry et al., 1970; Rusch et al., 1976; Hoffmann, 1977; Shorrock et al., 1978; Rojas et al., 1980).

Al estudiar la respuesta en el grupo tratado con 200 mg de progesterona y 200 mg benzoato de estradiol se concluye una ganancia estadística ($P \leq 0.05$); frente al grupo control y una superioridad porcentual del 46%, valor que es levemente superior a los antecedentes recopitados de la literatura extranjera de trabajos realizados bajo condiciones similares.

Los resultados obtenidos coinciden con Dinius et al., (1978), quienes en un ensayo de 120 días con animales de 313 kg de peso y mantenidos exclusivamente a pastoreo, obtuvieron una ganancia diaria de 0.850 g/kg de animales control con una superioridad porcentual del tratamiento de un 42.3%, señalando que en los experimentos donde los animales presentaron ganancias diarias superiores a 1 kg los cuales fueron mantenidos bajo manejo (engorda final), los porcentajes de superioridad porcentual obtenidos por el mismo, disminuyeron fluctuando entre 21.1% (Kahl et al., 1978) y 34.6% (Dinius et al., 1978). Debido a que la liberación de la hormona 17 B estradiol desde el caucho silíceo es similar para ambos implantes (Te 200 y Te 400) la respuesta obtenida fue también significativa ($P \leq 0.05$).

Los resultados obtenidos con 17 B estradiol fueron significativos frente al grupo control ($P \leq 0.05$), lo que concuerda con la literatura nacional y extranjera. Sin embargo, el efecto de peso relativo frente al grupo sin implante fue de un 33%, valor bastante superior a los trabajos que fueron consultados, donde se reportan efectos de 8 a 20.4% solamente (Te et al., 1979; Wagner et al., 1979; Carolla, 1979; Turner et al., 1981; Butendieck, 1981). Cabe destacar que varios de estos trabajos hicieron con animales de peso inicial entre 90 kg y durante 300 a 500 días de edad.

En el presente trabajo el implante que presentó el mayor efecto sobre la ganancia de peso total fue aquél con una combinación de hormonas naturales, progesterona-benzoato de estradiol (Te + p), siendo el de menor efecto el implante no hormonal (Tz). Los antecedentes sables de obtener en la literatura extranjera muestran también a la combinación de progesterona-benzoato de estradiol como la más efectiva. Henderson et al., (1974) concluyeron

que Zeranol alcanza una efectividad equivalente al 50% de la obtenida al emplear anabolizantes conjugados (DES). Lo que coincide con los resultados del presente experimento donde este compuesto alcanzó solamente un 40% de la respuesta del grupo implantado con progesterona-benzoato de estradiol (Te + p) y un 54.4% de la respuesta obtenida por el grupo tratado con 17 B estradiol (Te 200 y Te 400).

El mayor efecto en ganancias de peso de los compuestos esteroideos (progesterona y estradiol) sobre los no esteroideos (Zeranol) se debe a que este último produce un efecto en forma directa, actuando sobre la hipófisis, la cual es encargada de liberar hormonas anabolizantes en el organismo animal.

Los valores presentados indican una clara tendencia de disminución en las ganancias diarias de peso, ganancia que hasta los 60 días de ensayo fue de 1.000 g/día/animal y disminuyó progresivamente a una pérdida de peso de 500 g en el último pesaje. Este fenómeno coincide con la disminución de la calidad de la pradera, la cual se afecta por un período de sequía en los meses de noviembre y diciembre teniendo como efecto una pronta maduración de las plantas. La pradera ofrecida a los animales experimentales aumentó su porcentaje de fibra cruda, el por efecto de la maduración de las praderas que produce una disminución en la relación fibra-seja de las plantas y por ello también un contenido menos proteico. Esto junto a menor consumo de alimentos fibrosos (Jones et al., 1970) y al deterioro de la digestibilidad del heno explica la variación en los cambios de peso a través del período de prueba (Fig. 1).

La comparación de costo —beneficio entre tratamientos hecha en base a valores de enero vigentes en el mercado permitió concluir que la mayor utilidad marginal unitaria se obtuvo en el tratamiento Te + p siendo de rentabilidad marginal mayor en el grupo Te 200 superando un 28% al grupo Te + p y un 47% al grupo Tz.

A través de los antecedentes entregados en este trabajo, se puede concluir que la aplicación

de preparados anabolizantes tiene un efecto positivo sobre las ganancias de peso de novillos bajo condiciones de pastoreo permanente en época de primavera-verano.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Con el propósito de comparar el crecimiento de novillos mantenidos a pastoreo, implantados con distintos anabolizantes existentes en el mercado, se utilizaron 65 novillos de raza Oviero Colorado, de edad comprendida entre 12 y 18 meses y un peso promedio de 269 ± 25 kg. Fueron distribuidos en forma aleatoria en grupos de 13 animales cada uno y sometidos a 5 tratamientos anabolizantes, a saber: controles sin implantes (T0); zeranol al inicio y reimplante al día 90 (Tz); benzoato de estradiol más progesterona al inicio y reimplante al día 100 (Te + p); 17 B estradiol al inicio con un implante de efecto recomendado para 200 días (Te 200) y 17 B estradiol al inicio con un implante recomendado para 400 días (Te 400). Todos los implantes iniciales se efectuaron el 15 de noviembre, según las dosis recomendadas por el fabricante respectivo, manejándose los animales exclusivamente a pastoreo en pradera mixta mejorada del Llano Central de la IX Región a 40 km al norte de la ciudad de Temuco.

Los aumentos de peso diarios hasta los 186 días fueron en promedio 471.5; 559.1; 698.1; 624.0 y 632.7 g en los grupos T0, Tz, Te + p, Te 200 y Te 400 respectivamente. Las diferencias de los promedios de aumento de peso entre el grupo control y los respectivos tratamientos fueron estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$). También hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre Tz y los restantes grupos implantados.

Del ensayo realizado se puede concluir que el uso de agentes anabolizantes produjo efectos significativos sobre la ganancia de peso de los novillos, recomendándose su utilización para animales en pastoreo bajo las condiciones descritas para lograr mayores ganancias de peso.

LITERATURA CITADA

- ANDREWS, F.N., M. STOB, T.W. PERRY y W.M. BEESON. 1936 *The oral administration of diethylstilbestrol, dienestrol and hexoestrol for fattening calves*. J. Anim. Sci. 15: 685-688.
- AZÓCAR, C. 1968. *Efectos del ensilado de alfalfa y aplicación de dietilestilbestrol en la engorda de novillos mantenidos a pastoreo*. Tesis. Santiago, Chile, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile.
- BROWN, R.G. 1970. *An anabolic agent for ruminants*. J. Am. Vet. Med. Ass. 157: 1537-1539.
- BUTENSCHEICK, N. 1981. *Uso de hormonas en producción de carne*. En: Jornadas Médico Veterinarias. VII. Temuco, Chile. pp. 169-216.
- CALZADA, B.J. 1964. *Métodos estadísticos para la investigación*. 3 ed. Lima, Perú.
- CARROL, L.H., H. BROWN, N. ELLISTON y C.N. McKEE. 1979. *Evaluation of the anabolic response in growing-finishing steers to various doses of estradiol 17 B delivered by removable implants*. J. Anim. Sci. 49 (Suppl 1): 360 Abs.
- DINICS, D.A., H.K. GOERING, R.R. OTTSSEN y H.R. CROSS. 1978. *Finishing beef steers on forage diets with additives and supplemental lipid*. J. Anim. Sci. 46: 761-768.
- HENDERSON, H.E., W.T. BRITT y R. CRICKENBERGER. 1972. *Diethylstilbestrol implants vs. Ralgro implants as growth stimulants for feedlot cattle*. Michigan State University, Agricultural Experiment Station East Lansing, Res. Rep. 245: 51-56.
- HOFMANS, R. 1977. *Comparación del efecto de Diethylstilbestrol y de un anabolizante no hormonal sobre el crecimiento de novillos a pastoreo*. Tesis. Valdivia, Chile, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- HERVE, M. y A. NEUMANN. 1976. *Efectos del dienestilbestrol y del complejo vitamínico A.D.E. en los aumentos de peso de novillos en pastoreo. I. Sobre machos hasta 400 kg de peso vivo*. Agro Sur (Chile). 4: 46-50.
- JONES, G.M., A. CECYRE y J.M. GRANDEALE. 1970. *Intake of diets varying in protein and cellulose*. J. Anim. Sci. 31: 1040-1046.
- KAHN, S., BETMAN y T.S. RUMSEY. 1978. *Effect of Synorex-S on growth rate and plasma thyroid hormone concentrations in beef*. J. Anim. Sci. 46: 232.
- NEUMANN, A. 1975. *Efectos del Dietestilbestrol, complejo vitamínico A. D y E sobre el crecimiento de becerros machos a pastoreo*. Tesis. Valdivia, Chile, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Austral de Chile.
- PARROT, J.C., L.H. CARROL, C.N. McKEE, J.F. TONSENSEN, J.F. WAGNER y D.C. YOUNG. 1978. *Evaluation of the anabolic response in integrating-finishing steers to various doses of estradiol 17 B delivered by removable implants*. J. Anim. Sci. 49 (Suppl. 1): 396 Abs.
- PERRY, T.W., W.N. BEESEN, F.N. ANDREWS y M. STOB. 1955. *The effect of oral administered hormones on growth rate and deposition of carcass of fattening steers*. J. Anim. Sci. 15: 329-335.
- PERRY, T.W., M. STOB, D.A. HIBBERD y R.C. TERSOFF. 1979. *Effect of subcutaneous implantation of resorcylic acid lactone on performance of growing and finishing beef cattle*. J. Anim. Sci. 31: 789-793.
- PORTE, E. 1960. *Estilbestrol en ganado bovino a pastoreo*. Santiago, Chile, Universidad de Chile. Boletín Técnico N° 5.
- PRESTON, R.L. y V.R. CAHILL. 1971. *Lente forms of hormones for steers*. Okla Agri. Dev. Cent. Beef Cattle, Res. Summ. 52-72.
- REYNOLDS, I.P. 1980. *Correct use of anabolic agents in ruminants*. Vet. Rec. 107: 367.
- ROJAS, C., A. GRANZOTTO y M. IRIBAR. 1980. *Efecto de Zeronol y la ganancia corporal en novillos, novillas y vaquillas*. En: Sociedad Chilena de Producción Animal. V Reunión Anual, p. 61.
- RUBILAR, J.A. 1983. *Efectos del implante de bólicos sobre aumento de peso y condición de novillos*. Tesis. Valdivia, Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.
- RUSCH, K., J. FONTECILLA y M.A. MORALES. 1983. *Efecto del Zeronol (Ralgro) en la ganancia de peso de novillos*. Ciencia e Investigación. 3: 181-184.
- SORROCK, C., B.S. CAPPER, D. LIGHT y J. MILAMBO. 1978. *A note on the performance of fattening steers implanted with Zeronol re-grazing and feedlot condition in Beef*. Anim. Prod. 26: 221-224.
- TURNER, H.A., R.L. PHILLIPS, M. VAWA y D. YOUNG. 1981. *The efficacy of mifepristone*.
- HUDSON, J., MC ASKILL, R.S., NEVIN y A.P. RAUN. 1979. *Factors affecting payout of estradiol 17 B (E-B) from a silicone rubber implant and effect on performance in finishing steers*. J. Anim. Sci. 49 (Suppl. 1): 416 Abs.

INVERSIÓN AGROPECUARIA EN CHILE

AGRICULTURAL INVESTMENT IN CHILE

HERNÁN HURTADO Z.

Departamento de Economía Agraria, Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile

SUMMARY

The objective of this note is to analyze the evolution of agricultural investment in Chile since 1960. For this purpose secondary information on national and sectorial (i) GNP, (ii) Rate of investment and (iii), Capital/output ratios, were utilized in order to compare the historical evolution and perspectives of agricultural investment in Chile, under an economic scenario characterized by post devaluation conditions. The conclusions emphasize (i) the importance of non-economic factors in the achievement of reasonable rates of investment in agriculture (ii) the need to substantially increase current rates of investment, for the acceleration in the rate of growth of the agricultural product, and (iii) the responsibility of government in coordinating and/or financing those investments that although profitable from a social standpoint are not so for private decision-makers.

1. INTRODUCCIÓN¹

El objetivo de esta nota es el análisis de la inversión agropecuaria desde un punto de vista tanto positivo como normativo. En un sentido positivo interesa su comportamiento histórico por cuanto ello predetermina, en cierta forma, el crecimiento futuro del producto sectorial. En sentido normativo interesa analizar aspectos relacionados con la capitalización del agro que deberían estar presentes en una Política de Inversiones Agropecuarias, que busque un crecimiento sostenido del sector.

El trabajo se organiza de la siguiente forma: la segunda sección entrega un conjunto de antecedentes estadísticos respecto a tasas de inversión, tasas de crecimiento del producto, composición de la inversión y su distribución entre los sectores público y privado; la tercera

¹ Las opiniones vertidas en este trabajo son las del autor y no representan necesariamente las del Departamento de Economía Agraria de la Universidad Católica de Chile.

² Aprobación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile con el N° 358/83. Fecha 24 agosto de 1983.

sección analiza aspectos conceptuales relativos a la capitalización del agro (cuánto invertir, participación del Estado en la inversión, financiamiento de las inversiones, etc). Las conclusiones se sintetizan en la cuarta sección.

2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA INVERSIÓN AGROPECUARIA

2.1. Tasas de Inversión

El Cuadro N° 1 sintetiza la evolución de una serie de indicadores que hacen posible analizar la evolución de la inversión agropecuaria en Chile a partir de 1960². Dos reflexiones surgen de estos antecedentes:

² No se dispone de antecedentes de inversión agropecuaria a partir de 1959. A falta de estos el Cuadro N° 2 recopila las cifras de colecciones totales en el agro y su distribución entre crédito agrícola y de inversión. Obsérvese que todo el crédito de inversión consta de inversión a tasa fija y erguida por cuarto existe un porcentaje importante de flotabilidad, especialmente en los créditos paraderos.

CUADRO 1

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL PRODUCTO, INVERSIÓN Y RELACION CAPITAL PROD. A NIVEL NACIONAL Y DEL SECTOR SILVO AGROPECUARIO

Historical Evolution of GNP, Investment and Capital Output Ratio at the National and Agricultural Level.

Año	(1) Variación Anual PGB %	(2) Variación Año-Año %	(3) Inversión Bruta Total Sector Silvo Agropec. %	(4) Relación Inversión K.P. Agropec. %	(5) Relación Inversión K.P. Sector Silvo Agropec. %	(6) Inversión Sector Silvo Capital Nacional %	(7) Relación Inversión K.P. Sector Silvo Stock Capital Nacional %	(8) Relación Inversión K.P. Sector Silvo Capital Nacional %	(9) Tasa Real Año %	(10) Tasa Real Año %
1960	6.1	6.1	30.3	2.7	8.1	4.0	7.6	8.1	2.2	8.1
1961	-2.8	-1.6	26.0	2.7	8.1	4.2	7.4	8.1	2.2	9.3
1962	4.7	6.4	31.4	2.7	10.7	4.5	8.1	2.4	2.1	16.3
1963	6.3	5.8	33.1	2.6	11.4	4.4	8.6	2.5	2.1	19.8
1964	2.2	0.1	31.4	2.7	14.5	4.5	8.0	3.2	2.1	16.4
1965	3.8	2.0	39.9	2.8	17.3	4.8	7.2	4.0	2.9	17.1
1966	11.2	21.2	38.5	2.6	18.6	4.0	7.2	4.4	2.1	9.9
1967	5.2	3.0	38.3	2.6	18.5	4.1	7.1	4.6	2.1	12.4
1968	3.6	4.7	59.3	2.6	16.9	4.1	7.6	4.4	2.1	15.2
1969	3.7	11.51	29.6	2.6	17.3	4.8	7.7	3.8	2.1	14.2
1970	2.1	5.6	30.4	2.6	15.7	4.8	7.8	3.2	2.2	15.1
1971	9.0	1.81	38.2	2.5	14.4	5.0	7.4	2.8	2.5	17.4
1972	1.25	7.41	148.8	2.6	14.2	5.5	5.7	2.6	2.2	17.0
1973	5.63	10.31	14.7	2.8	14.6	6.4	5.2	2.6	2.2	16.9
1974	1.0	26.7	37.4	2.8	11.7	5.1	6.2	2.2	1.6	104.81
1975	-12.91	4.8	55.4	3.3	7.1	5.8	4.7	1.4	1.5	13.7
1976	3.5	-2.9	12.7	3.2	6.3	5.1	4.6	1.2	1.5	64.2
1977	9.9	10.4	13.3	2.9	12.2	4.8	4.6	2.2	1.5	57.2
1978	8.2	14.91	14.5	2.7	16.5	5.2	5.3	3.3	1.6	43.3
1979	5.5	5.6	15.6	2.6	8.1	5.1	6.1	3.1	1.6	16.9
1980	7.5	1.8	17.8	2.4	8.1	5.1	7.3	3.1	3.1	12.2
1981	5.7 p	4.3 p	19.1 p	2.8 p	5.1	5.1	8.1 p	3.1	3.1	38.8
1982	14.51 p	5.5 p	14.1 p	2.8 p	5.1	5.1	4.9 p	3.1	3.1	55.1

s.i. = Sin información.

p = Cifras provisionales.

Fuente:

— Columnas (1), (2), (3), (10) y (11).

Banco Central, [Varios Números] *Cuentas Nacionales de Chile*, Dirección de Política Financiera.

— Columnas (4), (5) y (9).

Gutiérrez U., Mario [1983] *Algunos Aspectos Económicos en Chile: Una Análisis del Proceso desde 1965 a 1981* y *Primeros Medio Plazo*. Serie de Estudios Económicos N.º 18. Banco Central de Chile.

— Columnas (5), (10) y (11).

Coeymans, F., Eduardo y Yael Mandl [1982]. *Situación General de Chile en sus primeros años*.

NOTAS ACLARATORIAS

Columna 3: Corresponde a la formación bruta de capital fijo expresado como porcentaje del PGB.

Columna 4: Corresponde al stock total de capital fijo nacional + construcciones y otras + maquinaria y equipos + expresado porcentaje de PGB de cada año. Ver Gutiérrez op. cit., p. 52.

Columna 5: Corresponde a la inversión neta realizada en el sector silvo agropecuario expresado como porcentaje del stock bruto sectorial. Los componentes de la inversión sectorial son: tierra, mejoramiento, planta, cosecha, insumos, praderas, cultivos, construcción maquinaria, plantaciones frutales, plantación de vides, viníferas y ganado.

Las cifras de inversión y producto corresponden al promedio móvil de 3 años, centrado en el año indicado por la fila. Columna 6: Calculada como el cociente entre el stock de capital en el sector silvo agropecuario y el producto agrícola y silvopastoril.

El stock de capital silvoagropecuario excluye el valor de la tierra por lo que las relaciones K.P. a "toda" nacional y sectoriales son comparables.

Columna 7: Ver explicaciones para el cálculo de las columnas (3) y (4).

Columna 8: Ver explicaciones para el cálculo de las columnas (5) y (6). Las cifras de inversión y stock de capital corresponden promedio móvil de 3 años, centrado en el año indicado por la fila.

Columna 9: Ver Gutiérrez op. cit., p. 62.

Columna 10: Corresponde a la tasa de interés de colocación bancaria a 90 días, anualizada.

Columna 11: Corresponde a la tasa denominada Prime Rate, anualizada, reportada en el Boletín Mensual del Banco Central de Chile, variaciones aforadas.

CUADRO 2
COLOCACIONES CREDITICIAS
AL SECTOR AGROPECUARIO
Evaluation of Agricultural Outstanding Credit

Año	Monto Total (Millones de US\$ Dir.) de 1981	C. de Tenencia %	C. de Cobertura %
1974	199.6	84.5	15.5
1975	125.4	75.0	25.0
1976	300.5	73.0	27.0
1977	277.2	51.8	45.2
1978	369.3	58.6	41.4
1979	478.6	55.4	44.6
1980	1.982.1	82.3	17.7
1981	2.369.8	82.6	17.4

Fuente: ODEPA, [1981], *Chile, Estadísticas Agropecuarias 1965-1979*, p. 310 y actualizaciones posteriores. Dados tomados por el IPMT de USA.

secuencia de condiciones económicas adversas (fuerte recesión) más que el resultado de un clima institucional poco propicio para invertir. Por último, la recuperación en las tasas de inversión registrada a partir de 1977 se explica a nuestro juicio, fundamentalmente por razones no económicas (optimismo empresarial, derecho de propiedad bien establecido, etc) por cuanto las altísimas tasas de interés vigentes en el mercado interno unido al deterioro posterior del tipo de cambio afectaron adversamente la rentabilidad de las inversiones.

En síntesis, la evidencia histórica revisada anteriormente deja una enriquecedora lección: una tasa de inversión alta y sostenida requerirá no sólo de condiciones económicas adecuadas sino también de un marco institucional propio y percibido como estable por los agentes económicos.

2.2. Estructura y Origen de la Inversión

El cuadro N° 3 sintetiza algunos resultados de interés en relación a la estructura y origen (públicas privadas) de la inversión agropecuaria chilena entre 1965 y 1979. Del análisis de estos antecedentes, surgen las siguientes reflexiones.

Primero, la tasa de inversión en el sector agropecuario —inversión neta dividida por el producto geográfico sectorial— aumentó en forma sistemática desde un 11 por ciento en 1965 a un 19 por ciento en 1968. De ahí en adelante comenzó a declinar hasta llegar a solo 10 por ciento en 1976. A partir de entonces la inversión agropecuaria se ha recuperado pero sin llegar a los récord históricos atendidos anteriormente. A conclusión prácticamenteónica se llega si se utiliza como indicador el monto de la inversión agropecuaria neta expresada como porcentaje del stock de capital sectorial, excluido el valor de la tierra.

Segundo,

la caída

de la tasa

de

inversión agropecuaria entre 1970 y 1974 responde, a nuestro juicio, más bien a factores de orden institucional que económicos. La intensificación del proceso de Reforma Agraria y el posterior cuestionamiento del derecho de propiedad desincentivó la inversión privada en la agricultura, pese a que las condiciones de rentabilidad del negocio agrícola eran atrayentes y la tasa de interés, para financiar nuevas inversiones, fuertemente subsidiada. (ver columna 11 del Cuadro N° 1).

La caída

adicional

de la tasa

de

inversión agropecuaria durante 1975 y 1976 fue una co-

³ Incluye Subsecretaría de Agricultura, Indepisa, Corp. soya, Corp. canola, Instituto de Educación Rural, etc., etc.

C U A D R O 3
EVOLUCIÓN DE LA INVERSIÓN NETA PRIVADA Y PÚBLICA
EN LA AGRICULTURA CHILENA
Evolution of Net Private and Public Investment in the Chilean Agricultural Sector

Período Anual	Inversión Privada Neta ¹					Inversión Pública Neta					Inversión Neta Agropecuaria					
	Maq. y Equ.	Parr. Fin.	Vinos	Ganado	Total Inv. Fin.	Merc. Ecol.	Merc. G. PGB	Merc. Agric.	Merc. Co.	Merc. Ház.	Total Inv. Pgb	Total Inv. Fin. + Pgb	Soc. & Emp.	Total Inv. Agropec.	Total Inv. Agropec. %	Rend. Inv. %
— Millones de \$ de 1973 —																
1955-69	158	72	55	89	368	383	270	858	1	—	1.542	1.913	1.5	1.5	1.5	1.5
1974-79	163 ²	368	-109 ³	589	755	54	392	538	2	2	1.286	2.071	1.6	1.6	1.6	1.6

Fuente: Panorama Económico de la Agricultura N° 22 (Cuadros N° 5 y 7), en donde se reparten estimaciones realizadas por Departamento de Economía Agraria, Universidad Católica de Chile. Se convirtió de US\$ de diciembre 1978 a \$ de 1973.

Notas orientadoras:

¹Las cifras correspondientes a inversión privada son netas de depreciación. Estas excluyen la inversión privada en producción, construcciones y obras de fogueo, por lo que se subestiman, el vencimiento neto invertido en 4-5 años.

²Los antecedentes sobre stock de capital agropecuario provienen de Coemra y Muriel (1983) op. cit. en Cuadro 1.

³No incluye la inversión con destino agrícola por no encontrarse desglosada la información por sector económico.

privada se concentra en los rubros frutícola y ganadero. Esta especialización de la inversión privada en los ítems antes señalados es a su vez una consecuencia del modelo de desarrollo implementado en 1974, el cual postula la explotación de las ventajas comparativas dentro de cada sector económico.

Con respecto a la variación de la estructura de la inversión pública en agricultura entre los períodos 1965-69 y 1974-79 cabe destacar la fuerte baja experimentada por la inversión que el Ministerio de Economía y sus organismos dependientes realizaban en el sector. Esto afectó a empresas tales como ECA, SOCOAGRO, ENAFRI, SEAM, Comisión Nacional de Riego, CORFO AGRÍCOLA, etc. algunas de ellas con fuerte incidencia en el proceso de comercialización agropecuaria.

3. REQUERIMIENTOS DE CAPITAL EN LA AGRICULTURA CHILENA

Por razones que no es del caso discutir en esta oportunidad, la agricultura chilena se encuentra descapitalizada. Esta descapitalización afecta no sólo la productividad actual de los recursos sectoriales sino que compromete el potencial de crecimiento a futuro. Es por este motivo que consideramos importante definir los elementos básicos de una Política de Inver-

siones Agropecuarias que haga posible recuperar un nivel apropiado de capitalización sectorial.

3.1. Relación entre Inversión y Tasa de Crecimiento del Producto

Uno de los primeros problemas que debe abordarse es el relativo a "cuánto debe invertirse". A nivel de empresario individual el criterio de decisión es llevar a cabo todas aquellas inversiones cuya tasa de retorno excede costo de capital. En este sentido la tasa de interés juega un rol determinante al decidir cuáles inversiones son rentables y cuáles no.

A nivel de país, sin embargo, el problema determina si las tasas de inversión que se materializan por decisión descentralizada de miles de empresarios y consumidores individuales —actuando de acuerdo al criterio antes descrito— son o no suficientes para satisfacer las metas de crecimiento a futuro que la autoridad política se ha planteado.

Abordaremos en primer lugar este aspecto analizando la relación entre tasa de inversión y tasa de crecimiento del PGB nacional para los países latinoamericanos, entre 1960 y 1980. En ese periodo, este grupo de países invirtió prácticamente un 21 por ciento de su PGB y logró tasas de crecimiento del orden del 6 por ciento anual. La tasa promedio de inversi-

ón en esos 20 años fue de 18 por ciento en tanto que el crecimiento promedio del PGB fue de 3.3 por ciento anual. Se observa además que caídas en la tasa de inversión van asociadas a caídas en la tasa de crecimiento, de mayor o menor magnitud, dependiendo del país.

Un trabajo reciente (Gutiérrez [1983]) proyectó para Chile los requerimientos de inversión hasta el año 1990 que serían necesarios si el país busca crecer a tasas anuales alternativas de 4, 5 y 6 por ciento. Los resultados de esa investigación se presentan en el Cuadro 4. Se concluye que para mantener tasas de

C U A D R O 4 REQUERIMIENTOS DE INVERSIÓN HACIA 1990 BAJO ESCENARIOS ALTERNATIVOS DE CRECIMIENTO DEL PGB EN 1983 y 1984-90¹

*Investment Requirements up to 1990
under Alternative GNP Growth Rates*

Decimonocho Anual PGB a \$% en 1983 y entre 1984-90 (%)	Inversión Bruta PGB		
	1983	1985	1990
4	15.3 ²	19.7	22.1
5	15.3 ²	23.0	24.7
6	15.3 ²	27.7	27.7

Fuente: Gutiérrez, Mario [1983] *Alivio y Crecimiento Económico en Chile: Una Visión del Proceso Desde 1960 a 1981 y Proyecciones de Mediano Plazo*. Serie de Estudios Económicos N° 11, Banco Central de Chile, p. 43.

DATOS CLACATORIAS

Los resultados de Tasa de Inversión Bruta respecto al PGB reportados en la tabla fueron simulados utilizando hipótesis alternativas acerca la tasa de crecimiento del PGB en 1983 y 1984 hasta 1990 (4, 5 y 6 por ciento anual) y la comportación del ahorro externo (Cuenta Corriente de la Balanza de Pagos) en 1983 y de 1984 hasta 1990. Con respecto al stock de fondo se postula que durante 1983 éste mantiene el nivel de 1982 y 1984 en adelante (a decima) hasta llegar en 1990 a un 60 por ciento del PGB (tasa el promedio de período 1971-1980). Los indicadores (i, ii) proyecta de modo de mantener constante la razón deuda PGB en un 58 por ciento (nivel existente en el año 1991).

Ver Gutiérrez op. cit. para mayores detalles respecto a: amplitud de otras variables en cada una de las simulaciones de desempeño, ahorro interno vs. externo, comportamiento de la balanza comercial, etc.

¹Esta tasa difiere levemente de la cifra (provisional) reportada en Cuadro N° 1 (4.1 por ciento).

crecimiento sostenidas del 4 por ciento anual en el PGB, se requerirían tasas de inversión entre un 20 y un 22 por ciento del producto. Esto implica aumentar la tasa actual (1982) de inversión entre un 30 y un 40 por ciento. Una tasa de crecimiento del PGB de 6 por ciento acumulativo anual requeriría una tasa de inversión del orden del 28 por ciento anual, prácticamente el doble de la registrada en 1982.

En síntesis, los antecedentes expuestos para Chile y el medio latinoamericano sugieren que para crecer a tasas de 4 a 6 por ciento anual se requieren invertir al menos entre 20 y 28 por ciento del PGB. Dado que estas tasas son substancialmente mayores a las actuales, ello impone un esfuerzo extraordinario para recuperar el camino perdido en esta materia y hacer posible un crecimiento sostenido de la economía.

Hasta acá el examen de los antecedentes a nivel nacional. Desgraciadamente no se dispone de datos debidamente actualizados respecto al monto de la inversión agropecuaria ni a los requerimientos de inversión que implicarían tasas alternativas de crecimiento sectorial. Sin embargo, caben dos consideraciones. *Primero*, la agricultura es, a nuestro juicio, un sector que se encuentra actualmente más descapitalizado que el promedio. En consecuencia, requerirá un esfuerzo en materia de inversión superior al del promedio de los otros sectores. *Segundo*, la relación promedio capital/producto en el sector agropecuario muestra una tendencia al aumento (ver Cuadro N° 1) lo que implica que —dada la naturaleza de la tecnología disponible— se necesiten cantidades cada vez mayores de capital fijo para producir una unidad adicional de producto². Este fenómeno no ha ocurrido en el resto de los sectores, en donde la relación media capital/producto se ha mantenido prácticamente invariable desde 1960³. Ambas consideraciones anteriores to-

²Nótese sin embargo que las zonas fijas en la relación capital producto resultan de caídas en el producto más que de aumentos en el stock de capital. En consecuencia, si existe una fuerte subutilización de la capacidad instalada en agricultura, la relación capital producto podría disminuir (en la expansión del producto). Sin embargo, esto no invalida el argumento de que para cuantos este fenómeno sea común para la casi generalidad de los sectores.

³Ver Cuadro N° 1 en donde se observa que la relación capital producto de la economía norteamericana ha ido también en constante aumento.

madas en conjunto implican, nuevamente, que la inversión requerida en el sector agropecuario sea mayor a la de la economía, tomada como promedio.

3.2. Inversión Agropecuaria Pública vs. Privada

El problema en este aspecto es determinar qué inversiones deben ser abordadas por el Estado y cuáles por los particulares o, en forma mixta.

Se ha sugerido que el Estado debería abordar aquellas inversiones que, siendo rentables desde un punto de vista *social* no lo sean —por cualquier motivo— desde un punto de vista *privado*. El problema con este criterio, aparentemente tan simple, es su *implementación adecuada*. Es probable que en años recientes el Estado haya subinvertido, de acuerdo a este criterio.

Si se compara el promedio anual del período 1965-69 con el del período 1974-79 se concluye que la inversión pública en el sector agropecuario expresada como porcentaje del stock de capital sectorial bajó en prácticamente 60 por ciento (ver Cuadro N° 3). Como se adelantó, el Ministerio más afectado con estas reducciones fue el de Economía el cual, tenía una injerencia importante en perfeccionar la comercialización de los productos del agro, aspecto que por cierto debería haber estado incluido en un rol de subsidiariedad del Estado, pragmáticamente definido.

Delimitar con claridad qué inversiones del sector corresponden al Estado y cuáles al sector privado no es una tarea que puede ser abordada en detalle en esta oportunidad. Sin embargo debe mirarse a futuro utilizando las experiencias del pasado. Áreas como la *investigación agropecuaria* y —en nuestra opinión— la *transferencia técnica* caen claramente dentro de la responsabilidad del Estado⁵. Lo anterior debería agregarse la provisión de *infraestructura física y financiera* para mantener la *competitividad* en la comercialización de productos agropecuarios a niveles adecuados. Por último hay ciertas obras que por su naturaleza y/o magnitud deben en la práctica ser abordados

por el Estado aun cuando en esencia sean rentables desde un punto de vista privado. Solo hecho que los privados no las obsequian al Estado a replantearse su acción. Referimos a inversiones en *infraestructura de riesgo extrapredial* (embalses regionales, redes canales, etc.), *electrificación*, *red ferroviaria*, etc. En algunos casos el rol estatal puede limitarse a *detectar* la demanda efectiva por determinada obra y *coordinar* a los agentes privados directamente beneficiados para que el financiamiento requerido.

El hecho que al Estado le corresponda garantizar ciertas inversiones no significa que ellas puedan ser administradas en forma correcta, es decir, cobrando "tarifas" a los usuarios que permitan un retorno adecuado a la inversión estatal. Los antecedentes del Cuadro N° 3, filtran que esto no ha sido la norma en general pese a los esfuerzos desplegados por la autoridad. El retorno al capital público ha sido durante los últimos años del orden de 3 por ciento anual, prácticamente un quinto del retorno al capital en el sector privado (15 por ciento).

3.3. Costo de Capital y Estructura de la Inversión Privada

En nuestra opinión, la estructura de la inversión hecha por los particulares debe, por definición, ser decidida sobre bases económicas propias de cada empresario. Al Estado no caería la implementación de *medidas directivas* para sesgar la inversión privada uno u otro sentido a no ser que existan *coincidencias de orden superior debidamente explicitadas y socialmente aceptadas*.

Compete eso si al Estado la implementación de una política cambiaria, monetaria, tributaria, arancelaria, etc. que cree un clima propicio para que el sector privado lleve a cabo sus proyectos de inversión. Dichas políticas deben no sólo ser consideradas como "razonables" por el grueso de los agentes económicos sino también "estables" en el tiempo.

Especial importancia reviste para el sector privado el comportamiento de la tasa de interés. En este sentido la experiencia a favor

⁵Obviamente, en líneas que no tienen rentabilidad privada apropiable por quien ejecuta la investigación y/o extensión.

CUADRO 5 DISTRIBUCIÓN DEL CAPITAL ENTRE EL SECTOR PÚBLICO Y PRIVADO Y TASA DE RETORNO RESPECTIVAS^{1,2}

*Capital Distribution Between Public and Private Sectors
and Corresponding rates of Return*

Año	Stock de Capital en Manos de:					Tasa de Retorno del Capital	
	Sector Público (%)	Sector Privado (%)	Sector Público (%)	Sector Privado (%)	Total (%)	Público (%)	Privado (%)
1974	45	55	6	94	10.8	1.5	18.4
1975	45	55	19	81	7.2	3.1	11.3
1976	45	55	16	84	8.2	2.8	12.5
1977	45	55	11	89	9.2	2.3	14.8
1978	45	55	12	88	10.5	2.9	16.8
1979	45	55	21	79	12.6	5.5	18.2
1980	45	55	22	78	12.4	6.1	17.6
Tasa promedio					10.0	3.4	15.7

Fuente: Gutiérrez, Mario [1983] op. cit. p. 56.

NOTAS ACLARATORIAS

El stock de capital a que se atañe en las columnas 2 y 3 incluye construcciones y obras, maquinaria y equipos, stock de inventario y tierras agrícolas y viviendas mineras.

Ver Gutiérrez, M. [1983], op. cit., para una descripción de los criterios utilizados para asignar el stock de capital y el ingreso de capital entre los sectores público y privado, al igual que para el cálculo del retorno del capital en ambos sectores.

que es reveladora de excesos que no deben repercutir. El Cuadro 1 muestra que las tasas de interés vigentes en varios años de ese período simplemente no eran compatibles con el ritmo normal del capital en la agricultura ni en ningún otro sector. Esto es especialmente válido cuando se comparan las tasas internas de rendimiento vigentes en el mercado internacional en el mismo período.

En síntesis, el Estado debe crear un clima propicio a la inversión privada mediante la implementación de políticas de aplicación general y estables en el tiempo. En materia de tasas de interés esta debería ser positiva y mantener una estrecha relación con las tasas internacionales. El retorno a tasas negativas (ver Cuadro N° 1) o, discriminatorias entre sectores, productos, zonas, etc. no parece una solución en la senda correcta.

Por último, las dificultades actuales derivadas del excesivo endeudamiento externo sugieren la necesidad de fomentar el ahorro interno a fin que éste recupere su importancia histórica en el financiamiento de la inversión nacional. Medidas de orden tributario pueden ayudar a esta meta pero será en definitiva la recuperación de los niveles de ingreso lo que permita recuperar el ahorro nacional.

4. CONCLUSIONES

El objetivo de esta nota ha sido discutir la evolución histórica de la inversión agropecuaria en Chile y algunos aspectos específicos relacionados con la capitalización del agro.

Las conclusiones de carácter general que surgen del análisis son las siguientes:

Primeramente, la evidencia histórica analizada sugiere que una tasa de inversión agropecuaria alta y sostenida requiere no sólo de condiciones económicas adecuadas sino también de un marco institucional propio que sea percibido como estable por los agentes económicos.

Segundo, existen estimaciones que sugieren que para lograr tasas de crecimiento del PGB nacional del orden del 4 por ciento anual se requerirían tasas de inversión superiores al 20 por ciento. Estas tasas son del orden de un 30 por ciento mayores a las registradas en 1982. Dada la descentralización relativa de la agricultura versus otros sectores, se estima que el esfuerzo de capitalización requerido en el agro

debería ser mayor al del promedio de la economía.

Tercero, a partir de 1976 se registra una recuperación de los niveles de inversión agropecuaria, no obstante el hecho que durante parte importante de ese período la rentabilidad de los proyectos agrícolas se vio adversamente afectada por la alta tasa de interés y la política de tipo de cambio fijo implementada hasta 1982. Cabe esperar entonces que como resultado de la devaluación y la prevalecencia de tasas de interés más moderadas, un mayor número de proyectos se torna rentable, aumentan-

tando de esa forma la inversión agregada real.

Cuarto, el Estado ha tenido históricamente debiera tener a futuro una responsabilidad portante en materia de inversión agregada. Ello por cuanto éste debe financiar y/o coordinar aquellas inversiones que, siendo sólamente rentables no lo son desde una perspectiva privada. O, que siendo privatamente rentables, el sector privado no esté en condiciones de materializarlas dado su volumen y/o dificultad para coordinar a los potenciales beneficiarios. Esto último es frecuente en una economía como la chilena, fuertemente atemorizada

Fe de erratas volumen 11 N° 1. Enero-Abril, 1984.

Fig. 76	Leyenda Figura 1	Dice	Mineralización del N potencialmente mineralizable Labil y resistente en los suelos Arrayán y Nueva Braunau a 35°C de acuerdo a $(No\ Nt) = No e^{-kt}$.
		Debe decir	Mineralización Anual de N de Distintos Grupos de Suelos con Diferente Manejo Cultivados con trigo.
Fig. 79	Leyenda Figura 2	Dice	Nitrógeno Mineralizado (Nt) a partir de Poo! Labil y Resistente durante el Período de Incubación a 35°C.
		Debe decir	Mineralización anual de n de distintos grupos de suelos con diferente manejo cultivados con papas.
Fig. 83	Leyenda Figura 1	Dice	Mineralización Anual de N de Distintos Grupos de Suelos con Diferentes Manejo Cultivados con Trigo.
		Debe decir	Nitrógeno mineralizado (Nt) a partir del Pool Labil y Resistente durante el periodo de incubación a 25°C.
Fig. 86	Leyenda Figura 2	Dice	Mineralización Anual de N de Distintos Grupos de Suelos con diferente Manejo cultivados con papa.
		Debe decir	Mineralización del N potencialmente mineralizable Labil y Resistente en los suelos Arrayán y nueva Braunau a 35°C de acuerdo a $No - Nt = No e^{-kt}$.

NORMAS PARA LA PUBLICACION DE ARTICULOS

- Reseña aparecerá en tres números anuales que formarán un volumen. Cada número tendrá las siguientes secciones:
- Investigaciones. Serán trabajos originales o revisados sobre tema específico, en el cual se presenten hipótesis bien fundadas, sustentando el método o análisis.
 - Notas de investigación. Aquellos artículos basados en aspectos de trámites experimentales o metodológicos de un tipo, que presentan un aspecto metodológico nuevo, o un resultado que el autor desea publicar antes que finalice su trabajo de investigación, pero no es suficiente para una investigación completa.
 - Resumen y Referencias Bibliográficas. Aquellos artículos basados en una recopilación de artículos o comunicados de investigación existentes, en el que el autor ha aportado su juicio personal del tema tratado y ha establecido con todo respecto el desarrollo actual de conocimiento del tema existente en el mundo al momento de escribir el artículo.
 - Entrevistas. Atentas a recibir colaboraciones de autores de otras universidades o institutos, se incluirán en la Revista. Los trabajos enviados deberán dirigirse a los jefes de publicaciones de la Revista y estarán sujetos a revisión por el Comité Editorial. La persona que esté designada dirá si se publicará.

Cada artículo debe constar de las siguientes partes: al Titulo, al Autor, al Instituto en el que se realizó el trabajo, al Resumen, Estadística, Materiales y Métodos, Presentación de resultados y discusión, Conclusiones, Resumen en Lengua extranjera.

Los dibujos deben ser mecanografiados a doble espacio, numerando todas las figuras, incluyendo las tablas y figura, debiéndose tratar y copiar y doblar. Los cuadros deben ser lo más simple posible, solamente los datos expresados. Cada Cuadro debe ser entregado en hoja separada, con los pesos y medidas expresados en sistema métrico decimal y sus temperaturas en grados Celsius. La fotografía debe ser entregada en su parte. Las fotografías deben ser sombreadas al revés. El cuadro debe estar en el centro de la página, las fotografías deben colocarse en la esquina superior izquierda, los cuadros, gráficos, etc., deben ser dibujados en cartulina con tinta de color negro, no se aceptarán cartulinas ni plásticos ni sobre este material.

NORMAS A APLICARSE EN CADA SECCION DEL MANUSCRITO

Resumen: las normas establecidas por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, IICA.

Título: En mayúsculas y con su traducción en inglés.

Autor: Nombre de p. y su primer apellido. Se usarán titulaciones académicas. La autorización para publicar el trabajo se pide en la parte inferior del trabajo o del artículo. Los nombres de los autores separados por coma.

Resumen: No debe exceder de 200 palabras. Debe indicar el tema principal, presentación y conclusiones por los cuales se distingue el trabajo. Deben ser usados en forma clara y concisa los términos de idioma inglés. Los conceptos entre comillas son de libre elección en forma individual para cada una. Significado de estos términos se indica claramente con su definición.

Título de Trabajo: Habrá tres tipos de título de trabajo. Solo la primera letra de cada palabra estará en mayúscula. Título principal: aparece al centro de la página.

Resumen: aparece al principio de la página en letra bastidilla, excepto el apartado de introducción, el primero del párrafo o el inicio de párrafo.

Segundo subtítulo: aparece en el margen izquierdo al principio de párrafo y separado horizontalmente del resto de párrafos. Usar tipo 3 preferencialmente.

Características: Como normas generales se citan las indicadas por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) en la RBA (Recomendaciones Bibliográficas). Se citan en el texto de los títulos, después de la introducción de las citas.

En Bress (1948) demuestra en la obra mencionada, McGehee, McGehee y Bress (1948) en particular que:

Si se la demostrado en la obra mencionada (Bress, 1948), como también en Bress (1948), McGehee, McGehee y Bress (1948),

...Género citado: La literatura se publicada no se incluye en la lista de literatura citada. Se incluye en la lista cuando se cite como fuente de información o de publicación. En la lista de literatura citada se considera en cuenta el año de la norma.

Se pone las iniciales de los autores solo para citar la parte de cada referencia. La lista de citas se hará en orden alfabético. Se usará orden cronológico cuando existan varias publicaciones de los mismos autores, siempre quedando entre los autores ese orden. Sólo la primera palabra y los nombres propios comienzan con letra mayúscula, el resto de los nombres quedan en mayúsculas y los demás en mayúsculas y minúsculas sustitutivas. También se usará la edición, la editorial y las fechas de publicación. La introducción de una revisión es seguida de coma.

Resumen: Debe de llenar el cuadro que se ofrecido y se puede expresar en la forma de cuadro, o grafico o cuadro en formato de cuadro. Cuadro se utilizarán gráficos, cuadros, etc., deben ser datos simples, cortos. Se deben elaborar en una sola hoja de papel y separar las partes que se desea informar y se pone separador al finalidad. Los cuadros para graficos se usan las tablas dos y tres. Se separan entre sí con el signo de punto. Esta deberá subrayarse. Cada columna tendrá su encabezado entre paréntesis en la cabecera de la tabla, dos y tres. Se separan entre sí con el signo de punto. Los asteriscos se usarán solamente para indicar que el cuadro es inferior o superior al de la fila que precede o sigue. Los asteriscos deben ser fechados en cuadros de acuerdo con las reglas de presentación de tablas y cuadros. Deben ser fechados en cuadros de acuerdo con las reglas de presentación de tablas y cuadros.

Resumen: Mapas y figuras: integramente dibujados con tinta china. Los originales se elaboran con los grandes que 21.5 x 27.5 cm., divididos en cuadros que no pasan de 10x10 cm. Las fotografías deben tener suaves y suaves. Los cuadros de gráficos deben presentarse rotados sobre el papel, totalmente terminados, con leyendas y numeradas. Deben estar dispuestos en los separados mencionados en Figuras y en especial en el apartado de cuadros.

Resumen: Tablas: Las tablas deben ser usadas cuando los datos necesiten numeros exactos o cuando el material se puede ser visto. Los datos deben ser redondados y analizados por métodos estadísticos y que resalten la información que se expresa. Se usa sistema métrico decimal. No se usan mayúsculas en las piezas, excepto el nombre del autor. Los nombres se usan siempre en singular. Agradecimientos deben aparecer en la primera página dentro o fuera del autor. Por cada nombre se pone 10 separados, apuntados en forma grande. Cada separado al final debe ir pagado de acuerdo a la fecha del momento.