CIENCIA E INVESTIGACIÓN AGRARIA

Volumen 25 N° 1 ENERO - ABRIL 1998 ISSN 0304-5609

CONTENIDO

ARTICULOS DE INVESTIGACION

Efecto de la suplementación de una grasa hidrogenada (GHP) y una sal cálcica de ácidos grasos (SCP) derivados del aceite de pescado, sobre la digestibilidad de la pared celular y sobre la producción de ácidos grasos volátiles *in vitro*. **Fernando González M., Fernando Bas M. y Victor Luque L.** 1

Efecto del fuego sobre propiedades químicas y microbiológicas de un suelo metamórfico del área de Constitución. **Horacio Urzúa S. y Carlos Ravanal E.** 10

Modelación estocástica de las temperaturas máximas y mínimas del aire. **Francisco Meza D.** 19

Diversidad florística y vegetacional pratense en vegas, colinas y serranías al ponente de Temuco, Chile. **Carlos Ramirez G., Cristina San Martín P. y Domingo Contreras F.** 27

Efectividad de *Trichoderma harzianum* y Pirimetanil en el control del moho gris (*Botrytis cinerea*) del tomate en invernadero. **Gastón Apablaza H. y Carlos Jalil R.** 51

Efecto de la adición de granos de cereales sobre las pérdidas en ensilajes de alfalfa (*Medicago sativa*, L.). **Gustavo Jaurena y Gastón Pichard D.** 59

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL
SANTIAGO DE CHILE

CIENCIA E INVESTIGACIÓN AGRARIA

Volume 25 N° 1 **January - April 1998**

CONTENTS

RESEARCH PAPERS

Effect of the suplementation of a hidrogenated fat (GHP) and a calcium salt of fatty acids, derived from fish oil, on in vitro digestibility of cell wall and volatile fatty acids production.. **Fernando González M., Fernando Bas M., and Victor Luque L.** 1

Effects of prescribed burning on chemical and microbiological properties in a metamorphic soil of costitucion area (Chile).**Horacio Urzua S. and Carlos Ravanal E.** 10

Stochastic modeling of maximum and minimum air temperatures. **Francisco Meza D.** 19

Plant and vegetation prairie diversity in lowlands, hills and mountainous countries to the west of Temuco, Chile. **Carlos Ramirez G., Cristina San Martin P. and Domingo Contreras F.** 27

Trichoderma harzianum and Pyrimethanil efficiency to control tomato gray mold (*Botrytis cinerea*) in greenhouse production. **Gastón Apablaza H. and Carlos Jalil R.** 51

Effects of cereal grains addition on lucerne (*Medicago sativa,* L.) silage losses. **Gustavo Jaurena and Gaston Pichard D.** 59

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL

Ciencia e Investigación Agraria

EDITOR JEFE :
Gastón Pichard D.
ASISTENTE EDITOR :
Catalina Bay-Schmith C.
SECRETARIA :
Patricia Breinbahuer B.

MIEMBROS COMITE EDITOR :
Gustavo Cruz M.
Luis Barrales V.
Juan Pablo Zoffoli G.
Patricio Parodi P.
William Foster B.

PROPIETARIO : FACULTAD DE AGRONOMIA E INGENIERIA FORESTAL
Pontificia Universidad Católica de Chile

Representante Legal : Juan de Dios Vial Correa
Director Responsable : Guillermo Donoso Harris

REVISTA CIENCIA E INVESTIGACION AGRARIA
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Teléfono (562) 6865704 Fax (562) 5526005
e-mail: rcia@puc.cl
Vicuña Mackenna 4860 Casilla 306, Santiago 22
Código Postal 6904411
CHILE

SUSCRIPCIONES : Terms of subscription
Foreign : US$ 50 annual subscription
Chile : $ 8.000 por suscripción anual

Se autoriza la reproducción y cita del material que aparece en Ciencia e Investigación Agraria, siempre que se indique el nombre del (los) autor (es), año, volumen, número y páginas del cual se obtiene. 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 implica una recomendación por parte de la Universidad

NORMAS PARA LA PUBLICACION DE ARTICULOS.

La revista está abierta a recibir colaboraciones de autores de otras universidades o institutos de investigación. Los trabajos enviados deberán ceñirse a las normas de publicación de la Revista, las que pueden ser solicitadas a la Sra. Catalina Bay-Schmith, Asistente Editor. Los artículos estarán sujetos a revisión por el Comité Editor o la persona que éste designe.

EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE UNA GRASA HIDROGENADA (GHP) Y UNA SAL CALCICA DE ACIDOS GRASOS (SCP) DERIVADOS DEL ACEITE DE PESCADO, SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PARED CELULAR Y SOBRE LA PRODUCCION DE ACIDOS GRASOS VOLATILES IN VITRO[1].

EFFECT OF THE SUPLEMENTATION OF A HIDROGENATED FAT (GHP) AND A CALCIUM SALT OF FATTY ACIDS, DERIVED FROM FISH OIL, ON IN VITRO DIGESTIBILITY OF CELL WALL AND VOLATILE FATTY ACIDS PRODUCTION.

FERNANDO GONZALEZ M., FERNANDO BAS M., y VICTOR LUQUE L.[2]
Departamento Zootecnia,
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Pontificia Universidad Católica de Chile.
Casilla 306, Santiago 22

Summary

One heifer with a ruminal cannula was fed during 21 days with an experimental diet, which included the nutritional requirements of an adult cow, in her first period of the lactation cycle, producing 42 lt of milk/day. The ingredients used were alfalfa hay (50%) and a concentrate with ground corn, wheat middling, fish meal and soy bean meal (50%). Diets differed in the level of inclusion of an hydrogenated fat from fish oil (GHP) and a calcium salt from fish oil (SCP), the level range between 0 and 10%.

The objective was to study the effect of type and level of inclusion of both fats, derived from the fish oil, in the ruminal microflora. Two parameters were evaluated, the digestibility of cellular wall (DPC) and the fatty acid production (AGV), using an in vitro technique.

When comparing DPC, total production of fatty acids, production of acetic, propionic and butyric acid, and the relation between acetic/propionic, did not show significant variations between fats. For each type of fat levels up to 6-8% maintained acceptable cell wall digestibilities.

INTRODUCCION

Es frecuente que en vacas de alta producción al inicio de la lactancia, especialmente entre la octava y doceava semanas, ocurra una situación de balance energético negativo (Grummer, 1988). Estos animales movilizan energía desde el tejido adiposo para poder sostener la producción láctea, perdiendo condición corporal y manifestando desórdenes metabólicos y producciones subóptimas (Kronfeld, 1982). La alimentación debe cubrir este déficit, maximizando el consumo de energía, a través del aumento de la densidad energética de la dieta, lo que se logra incluyendo en ella una mayor cantidad de alimentos concentrados. Sin embargo, un incremento excesivo de granos en la dieta puede producir fermentaciones indeseables en el rumen que acidifican el pH, limitando fuertemente el consumo de materia seca, disminuyendo la población microbiana ruminal y afectando principalmente la actividad celulolítica, lo que disminuye la degradación de fibra y deprime la grasa láctea (Klusmeyer *et al.*, 1991).

Otra alternativa para entregar dietas más energéticas, es la suplementación con grasas animales y/o aceites vegetales. Sin embargo, la inclusión excesiva de ácidos grasos, especialmente del tipo insaturados, puede producir una disminución en la digestibilidad de la fibra, una reducción de la relación acético/propiónico y, consecuentemente, del porcentaje de grasa láctea (Jenkins y Palmquist, 1984; Palmquist *et al.*, 1986). Según Devendra y Lewis (1974) la disminución de la digestibilidad de la fibra causada por las grasas puede explicarse por cuatro teorías:

- Una cobertura física de la fibra con grasa que

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la P. Universidad Católica con el N°1706981.
[1] Ensayo financiado por el proyecto FONDECYT N° 1951013
[2] Química Industrial Spes S.A.

impide el ataque microbial, ello inhibiría el contacto cercano de las células microbiales o de sus enzimas hidrolíticas con las partículas de alimento (Jenkins,1993). Harfoot *et al.*(1974) señalan que tanto los triglicéridos como los ácidos grasos libres se adsorben a la bacteria, pero la unión de triglicéridos a las bacterias no es tan fuerte como la unión de ácidos grasos libres a éstas.

- Modificación de la población microbiana por posibles efectos tóxicos de la grasa sobre ciertos microorganismos. Al alimentar con grasa puede aumentar el número de bacterias ruminales y disminuir el número de protozoos (Jenkins y Palmquist, 1984). Luego, los protozoos pueden ser más sensitivos a los ácidos grasos y por lo tanto las bacterias ocupan su nicho ecológico.

- Inhibición de la actividad microbial por efectos sobre la bicapa lipídica de la membrana celular. Jenkins (1988), al sustituir el grupo carboxilo del ácido graso por otro grupo funcional como alcohol o aldehído, redujo sustancialmente los efectos negativos sobre la fermentación ruminal *in vitro*. La sugerencia de que un grupo es necesario para interrumpir la función de la membrana, posiblemente explica por qué el uso de triglicéridos, jabones cálcicos o amidas como fuente dietaria de grasa, causa menos problemas en la fermentación ruminal (Jenkins, 1993).

- Una reducción en la disponibilidad de cationes para formación de complejos insolubles con ácidos grasos de cadena larga. Ello podría repercutir directamente sobre la disponibilidad de cationes para el funcionamiento ruminal. Según Grainger (1961) los cationes bivalentes reaccionan con los ácidos grasos formando sales insolubles que evitan la reducción de la digestibilidad ruminal de la fibra. Sin embargo, la adición de cationes no anula el efecto detrimental de la grasa sobre la digestibilidad de la fibra, ya que en el rumen el proceso de formación de sales insolubles es muy lento.

Por estas razones se han desarrollado técnicas que minimizan los problemas asociados a la suplementación grasa y facilitan su manipulación. Comúnmente las grasas se someten procesos de encapsulación, conversión a sales de calcio e hidrogenación. Estas grasas modificadas generalmente son llamadas inertes o "by pass", lo que significa la ausencia relativa de efectos antimicrobiales en el rumen.

Las respuestas a tales grasas son evidentes en vacas de alta producción (Mattias *et al.*, 1982). Los AG preformados pueden ser incorporados directamente a la grasa láctea ahorrando energía para otros procesos productivos en la glándula mamaria (Schauff y Clark, 1992). Otras investigaciones señalan que la suplementación con grasas saturadas y sales de calcio de ácidos grasos de cadena larga (AGCL) (Jenkins y Palmquist, 1984), minimizan los efectos adversos asociados a las grasas (Chalupa *et al.*, 1984; Chalupa *et al.*, 1986). Además, debido a la mayor eficiencia de la síntesis de triglicéridos lácteos desde AGCL que desde ácidos grasos volátiles y ácidos grasos de cadena corta, la eficiencia parcial de la síntesis de leche puede aumentar (Bines y Hart, 1982).

La materia prima empleada en la fabricación de grasas protegidas proviene principalmente de aceites vegetales, los que en Chile son escasos y cuya importación, o bien, la de la grasa terminada, encarece notoriamente los costos. Dado el auge que ha tenido la industria procesadora de pescados en el país ha aumentado el interés por la utilización en alimentación animal de grasas elaboradas a partir de aceites de pescado.

El objetivo de este estudio fue evaluar *in vitro* el efecto del tipo de grasa como sal cálcica de ácidos grasos (SCP) o grasa hidrogenada (GHP), derivadas de residuos de la industrialización de aceites de pescado y del nivel de adición, sobre la microflora ruminal, a través de la determinación de la digestibilidad de la pared celular en rumen (DPC) y producción de ácidos grasos volátiles (AGV).

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la Unidad de Metabolismo del Departamento de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Se utilizó una vaquilla Free-martin de 380 Kg de peso con cánula ruminal, a la que se le suministró durante 21 días una ración que proporcionalmente corresponde a una dieta utilizada en la alimentación de vacas de alta producción durante el primer tercio de lactancia.

La ración se formuló basándose en los requerimientos de una vaca de 630 kg de peso vivo, produciendo 42 L de leche al día, con un consumo dia-

rio estimado de 25 kg de materia seca, incluyendo un 50% de concentrado y un 50% de forraje.

Se empleó una fórmula que estima el consumo de forraje a partir del consumo de concentrado y peso vivo del animal (González y Valenzuela, 1991).

$$CF\ (MS)\ ^{2} = 3{,}42 - 0{,}68\ C^{3}$$

La dieta se constituyó en base a heno de alfalfa y concentrado. La composición física y química se presenta en los cuadros 1 y 2, respectivamente.

CUADRO 1

COMPOSICION FISICA DE LA DIETA (BASE MS)

Physical composition of the diet (DM)

Ingredientes	% Inclusión
Heno de alfalfa picado	46,67
Maíz grano molido	45,55
Harinilla de trigo	2,15
Harina de pescado	2,00
Afrecho de Soya	3,64

CUADRO 2

COMPOSICION QUIMICA DE LA DIETA

Chemical composition of the diet

Nutrientes	Aportes
Materia Seca (%)	46,67
Energía Metabolizable (Mcal·Kg^{-1} MS)	45,55
Proteína Cruda (%)	2,15
Fibra Detergente Neutro (%)	2,00
Grasa Total (%)	3,64

La ración fue restringida a un consumo equivalente al 2,75 % del peso vivo (10,55 Kg) suministrada 2 veces al día; el consumo de agua fue *ad libitum*. El licor ruminal se extrajo a los 21 días de comenzado el ensayo, habiendo sometido a la vaca a un ayuno total doce horas antes de la extracción. El licor ruminal se obtuvo bajo estrictas condiciones de anaerobiosis, cuidando mantener una temperatura estable entre 37° y 39°C.

Ensayo I: Determinación *in vitro* de la digestibilidad de la pared celular

Se tomó como base el método descrito por Goering y Van Soest (1970) para la determinación de la digestibilidad *in vitro* y las modificaciones realizadas por Chalupa *et al.* (1984) y Jenkins (1987).

Se consideraron once tratamientos que se diferenciaron en el porcentaje de inclusión de grasa hidrogenada de pescado (GHP) y de sal cálcica de ácidos grasos libres de aceite de pescado (SCP) en el medio de cultivo. Cada tratamiento se incubó en triplicado, con un total de 9 muestras por tratamiento, utilizando el proceso de fermentación ruminal *in vitro*.

La composición de ácidos grasos y las características físico - químicas de ambos tipos de grasas se presentan en los cuadros 3 y 4, respectivamente.

En el cuadro 5 se presenta un esquema de la disposición de los tratamientos, según los porcentajes de inclusión de GHP y SCP en el medio de cultivo.

La fermentación se llevó a cabo en frascos Erlenmeyer de 100 ml, bajo atmósfera de CO_2 por 48 hr. Cada frasco contenía 40 ml de medio de cultivo que incluía el porcentaje de GHP o SCP (% del sustrato a incubar) correspondiente a cada tratamiento, 10 ml de licor ruminal y 750 mg de sustrato a incubar, el cual correspondió a una alicuota de la dieta suministrada a la vaquilla, permitiendo reflejar las condiciones de fermentación ruminal *in vivo*. Este último punto constituye una modificación a la técnica de fermentación ruminal *in vitro* empleada por Jenkins (1987), en donde se extraía licor ruminal de una vaca alimentada con alfalfa, la cual se realizó con el objeto de incubar un sustrato con flora ruminal adaptada a la alimentación recibida por el animal (50% de concentrado y 50% de forraje).

Al medio de cultivo se le adicionó un 75% más de $NaHCO_3$ y $(NH_4)_2CO_3$ que la concentración indicada por Goering y Van Soest (1970), con el propósito de mantener el pH sobre 6 durante todo el tiempo de fermentación.

[2]CF (MS): Consumo de forraje (materia seca).

[3]C (MS): Consumo de concentrado (materia seca) como porcentaje del peso vivo del animal.

CUADRO 3

COMPOSICION DE ACIDOS GRASOS PRESENTES EN GHP Y SCP

Fatty acid composition of GHP and SCP

Acido graso	GHP	SCP
	(% AGT)[1]	
C14:0	7,23	6,10
C14:1	0,29	0,80
C16:0	31,50	22,20
C16:1	0,52	10,70
C17:0	1,49	-
C18:0	23,60	8,10
C18:1	0,60	20,00
C18:2	0,60	1,30
C18:3	-	0,20
C19:0	-	-
C20:0	17,70	1,30
C20:1	-	5,60
C20:2	0,60	2,80
C20:4		-
C20:5	-	1,80
C22:0	15,80	2,50
C22:1		2,60
C22:5		1,50
C22:6		1,70
Total Saturados	97,30	40,20
Total Insaturados	2,61	49,00
Monoinsaturados	1,41	39,70
Polinsaturados	1,20	9,30

[1](%AGT): Acidos Grasos Totales

CUADRO 4

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LAS GRASAS GHP y SCP

Physical and chemical caracteristics of GHP and SCP fats

Parámetro	GHP	SCP
Punto de fusión (°C)	56-59	115-120
Oxidos metálicos (%)	-	10,60
Acidos grasos libres (%AGT)	2,0	2,4
Indice de saponificación (KOH $mg \cdot gr^{-1}$)	188-190	188-190
Estructura química	Triglicérido	Jabón met.

CUADRO 5

NIVELES DE INCLUSION DE GHP Y SCP EN LOS DISTINTOS TRATAMIENTOS
GHP and SCP inclusion levels en different treatments

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
GHP[1]	0	2	4	6	8	10	0	0	0	0	0
SCP[1]	0	0	0	0	0	0	2	4	6	8	10

[1]Inclusión en el medio de cultivo (%)

Una vez finalizada la fermentación in vitro se realizó una digestión del contenido de cada frasco durante una hora en una solución con detergente neutro (lauril sulfato de sodio), con el propósito de eliminar el resto de los componentes que no correspondieran al residuo de la pared celular no digerida. El cálculo final de la digestibilidad de la pared celular se determinó de la siguiente manera:

[4]FDN (g) = [5]M (g)* MS de M* % FDN de M

% Residuo = Residuo post-digestión alcalina (g) / FDN (g)

[6]D.P.C.(%) = 100 - % residuo

El análisis estadístico de los datos correspondió a un análisis de regresión, considerando todos los datos obtenidos.

Ensayo II: Produción de ácidos grasos volátiles en incubación *In Vitro*

Se utilizaron los mismos tratamientos y número de repeticiones utilizados en el ensayo de digestibilidad de la pared celular.

Después de 24 hr de incubación, siguiendo el procedimiento antes descrito, las muestras de cada tratamiento fueron analizadas para determinación de ácidos grasos volátiles, acético, propiónico, butírico, isobutírico, y 2-metilbutírico.

Inmediatamente después de realizada la fermentación se agregó a cada muestra 2 ml de una solución saturada de cloruro de mercurio ($HgCl_2$), de manera de detener el proceso metabólico bacteriano. El contenido total de cada frasco fue centrifugado a 16.000 g · 10 minutos, utilizando para ello una centrífuga refrigerada Sorvall.

A una alicuota de 5 ml de sobrenadante (previamente filtrado) se le agregó 1 ml de ácido metafosfórico al 36% antes de ser congelada a -20°C hasta el momento del análisis. Luego de descongeladas las muestras se centrifugaron a 16.000 g por 20 minutos.

La determinación de los ácidos grasos volátiles fue realizada mediante cromatografía de gas, utilizando una columna Carbopack B AW/ 5% Carbowac 20.

La producción de ácidos grasos volátiles fue calculada como la diferencia entre las cantidades presentes al tiempo cero y las cantidades encontradas a las 24 hr de fermentación. La producción total de ácidos grasos volátiles y la relación acético/propiónico fueron considerados como índices primarios de fermentación.

RESULTADOS Y DISCUSION

La digestibilidad de la pared celular no fue afectada por el tipo de grasa.

El modelo de mejor ajuste del comportamiento de esta variable frente a cambios en el nivel de inclusión de grasa en la dieta correspondió a una ecuación lineal:

$$Y_{GHP} = -0{,}958X + 59{,}87 \quad (r^2 = 0{,}842)$$

$$Y_{SCP} = -1{,}034X + 60{,}10 \quad (r^2 = 0{,}822)$$

En el caso de GDP, cada unidad porcentual adicional a la dieta produce una disminución de un 0,958% en la digestibilidad (p=0,0002). En el caso de SCP, la inclusión de cada unidad porcentual en la dieta significa una disminución de un 1,034% en

[4]FDN = Fibra detergente neutro.

[5] M = Muestra (sustrato).

[6]D.V.P.C. = Digestibilidad de la pared celular.

la digestibilidad (p=0,0006). No obstante, el nivel de inclusión de grasas protegidas en dietas de rumiantes no supera el 3%, lo que corresponde, según los modelos descritos en esta investigación, a una disminución en la digestibilidad del orden de un 2,874 y 3,102% para GHP y SCP, respectivamente, alcanzándose niveles de digestibilidad que no perjudican la calidad de la dieta. Esta disminución puede deberse a la sustitución de fuentes de energía mejor aprovechadas por los microorganismos ruminales, por grasa. La digestibilidad de la pared celular en el grupo control se encuentra dentro de los valores normales para este tipo de dieta, lo que refleja que las condiciones de fermentación fueron adecuadas. Además la digestibilidad de la pared celular se mantuvo sobre el 54% hasta el nivel de adición de 6% en ambos tipos de grasa, lo que equivale a más del 90% de la digestibilidad observada en el grupo control (cuadro 6). Este valor de digestibilidad es similar al encontrado por Palmquist (1991). Doreau (1992) observó que la suplementación con 500 gr de aceite hidrogenado de pescado (7% de inclusión en la dieta, aproximadamente) a vacas lecheras, no provocó una disminución en la digestibilidad de la fibra, obteniendo un valor cercano al 98% del encontrado para el grupo control; en cambio, la suplementación con la misma cantidad de aceite de raps sí causó una disminución significativa en este parámetro. Además, Jenkins (1987) concluyó que la digestibilidad de la FDN fue similar entre 0 y 2% de inclusión de aceite de maíz sobre un sustrato de heno de alfalfa, pero luego disminuyó al agregar 4% de aceite de maíz. Estos resultados muestran un efecto detrimental de la suplementación con aceites vegetales sobre la digestibilidad de la pared celular, el cual no ocurrió con las grasas probadas en este estudio.

CUADRO 6

EFECTO DEL TIPO DE GRASA Y NIVEL DE ADICION SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PARED CELULAR DEL SUSTRATO

Effect of fat type and inclusion level on true digestibility of cellular wall

Porcentaje de inclusión	GHP		SCP	
	D.V.P.C.(%)	% De Cambio[1]	D.V.P.C.(%)	% De Cambio[1]
0	60,08 ± 1,02	100,00	60,50 ± 1,53	100,00
2	57,30 ± 2,22	95,37	56,98 ± 2,01	94,18
4	55,94 ± 1,80	93,10	55,86 ± 1,97	92,33
6	54,88 ± 1,19	91,34	54,97 ± 1,63	90,86
8	52,46 ± 1,87	87,32	52,38 ± 2,04	86,58
10	49,85 ± 1,14	82,97	49,01 ± 1,57	81,01

[1]Respecto al control.

Al comparar los resultados de producción de ácidos grasos volátiles (AGV), presentados en los cuadros 7, 8 y 9, no hubo diferencias significativas entre ambas grasas en lo que se refiere a la producción total de AGV y de ácidos acético, propiónico y butírico, en particular (p>0,01). Tampoco se registraron diferencias en la relación acético/propiónico en cada nivel de inclusión. Por el contrario, Jenkins (1987) en la misma experiencia citada anteriormente, comprobó que la concentración de AGV y la relación acético/propiónico disminuían al aumentar el aceite de maíz. Ciertamente, cambios en los niveles de ácidos grasos volátiles podrían reflejar cambios en la digestibilidad de la fibra, lo que no sucedió en el presente ensayo.

La menor concentración de acético y el aumento de propiónico y butírico, en comparación a lo ocurrido si el sustrato corresponde a licor ruminal de una vaca alimentada solamente con alfalfa, se debe al mayor contenido de carbohidratos solubles en estas dietas experimentales, las que se formularon con una relación forraje/concentrado = 50/50 y un contenido de maíz cercano al 45% de la materia seca (cuadro 7). Dirksen (1981) afirma que si se reduce la concentración de FDN en la ración, aumentando la cantidad de carbohidratos solubles se afecta la rumia y con ello la secreción de saliva, resultando en una disminución del pH ruminal. De esta forma, cuando la dieta se constituye en base a forraje, la relación acético/propiónico se acerca a 4,7 y el pH ruminal se mantiene alrededor de 7, mientras que al ir aumentando la cantidad de concentrado, las relaciones acético/propiónico

disminuyen a causa de una baja en la producción de ácido acético. En este estudio, las relaciones encontradas en los distintos tratamientos fluctuaron entre 2,9 y 3,3, ellas se asocian a un pH aproximado entre 6,3 y 6,5, respectivamente (Kauffman y Rohr, 1967), valores que coinciden con el pH 6,3 al cual se realizó la fermentación ruminal con el objeto de mantener un ambiente favorable para la microflora.

CUADRO 7

CONCENTRACION DE ACIDOS GRASOS VOLATILES EN LAS DIETAS CON GHP
Volatile fatty acid concentration in diets with GHP

AVG	Nivel de inclusión (% de la materia seca del sustrato)					
(mmol/frasco)	0	2	4	6	8	10
Acético	3,070	3,080	2,680	2,680	3,160	2,970
Propiónico	0,940	0,930	0,920	0,830	0,990	0,970
Butírico	0,770	0,800	0,730	0,770	0,730	0,740
Isobutírico	0,110	0,120	0,110	0,110	0,110	0,100
2-Metilbutírico	0,080	0,090	0,080	0,090	0,080	0,080
Total	4,970	5,020	4,520	4,480	5,070	4,860
Relación C2/C3	3,266	3,312	2,913	3,229	3,192	3,062

$p<0,01$

CUADRO 8

CONCENTRACION DE ACIDOS GRASOS VOLATILES EN LAS DIETAS CON SCP
Volatile fatty acid concentration in diets with SCP

AVG	Nivel de inclusión (% de la materia seca del sustrato)					
(mmol/frasco)	0	2	4	6	8	10
Acético	3,300	3,024	2,681	2,768	3,120	2,918
Propiónico	0,999	0,954	0,919	0,872	0,958	0,966
Butírico	0,732	0,789	0,730	0,724	0,762	0,751
Isobutírico	0,105	0,118	0,110	0,103	0,115	0,101
2-Metilbutírico	0,076	0,089	0,080	0,085	0,083	0,081
Total	4,915	4,975	4,521	4,553	5,038	4,817
Relación C2/C3	3,005	3,172	2,916	3,173	3,258	3,020

$p<0,01$

CUADRO 9

DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LOS ACIDOS GRASOS VOLATILES
Distribution of volatile fatty acids

Nivel de inclusión	GHP			SCP		
%MS del sustrato	Acético	Propiónico	Butírico	Acético	Propiónico	Butírico
0	61,77	18,91	19,32	61,09	20,33	18,58
2	61,35	18,53	20,12	60,80	19,17	20,03
4	59,29	20,35	20,35	59,31	20,34	20,36
6	59,82	18,53	21,65	60,80	19,16	20,04
8	62,33	19,53	18,15	61,94	19,01	19,05
10	61,11	19,96	18,93	60,57	20,06	19,37

Los resultados obtenidos en este ensayo sugieren que los dos tipos de productos grasos estudiados, incluidos en las dietas hasta un nivel del 8%, no alterarían la funcionalidad ruminal, tomando como base los antecedentes de digestibilidad de la pared celular y especialmente la producción de ácidos grasos y la relación acético/propiónico. Aunque no hubo efectos significativos del tipo de grasa sobre la digestibilidad de la pared celular, se observó una tendencia a la obtención de valores más elevados en los tratamientos suplementados con GHP, en comparación a los con SCP; lo que podría deberse a una posible disociación de la sal a nivel ruminal.

RESUMEN

Se evaluó el efecto del tipo y nivel de adición de dos grasas derivadas de la industria del aceite de pescado, una grasa hidrogenada (GHP) y una sal cálcica (SCP) sobre la microflora ruminal. Para ello, se alimentó una vaquilla con cánula ruminal durante 21 días con una dieta experimental, la cual fue elaborada utilizando los requerimientos de una vaca adulta, en su primer tercio de la lactancia, produciendo 42 lt de leche/día. Los ingredientes empleados en la dieta fueron heno de alfalfa (50%) y un concentrado (50%) que incluía grano de maíz molido, harinilla de trigo, harina de pescado y afrecho de soya. Se evaluó *in vitro* la digestibilidad de la pared celular (DPC) en rumen, tomando como base el método descrito por Goering y Van Soest (1970) y las modificaciones realizadas por Chalupa *et al.* (1984) y Jenkins (1987). El diseño experimental fue completamente al azar. Se consideraron once tratamientos que se diferenciaron en el porcentaje de inclusión de grasa hidrogenada y de sal cálcica al medio de cultivo. Cada tratamiento se incubó en triplicado, con un total de 9 muestras por tratamiento, utilizando la técnica de fermentación ruminal *in vitro*. El otro parámetro ruminal estudiado fue la producción de ácidos grasos volátiles, que se midió utilizando el mismo diseño experimental, a través de cromatografía de gas. La producción total de ácidos grasos volátiles y la relación acético/propiónico fueron consideradas como índices primarios de fermentación.

No hubo efectos significativos sobre la DPC, producción total de ácidos grasos volátiles, producción de acético, propiónico y butírico y relación acético/propiónico, atribuibles al tipo de grasa, e inclusiones de hasta un 6-8% de grasa mantuvieron niveles aceptables de digestibilidad de la pared celular.

LITERATURA CITADA

BINES J.A. y Y. C. HART. 1982. Metabolic limits to milk production, especially roles of growth hormone and insulin. J. Dairy Sci. 65:1375.

CHALUPA, W., B. RICKABAUGH, D. S. KRONFELD y D. SKLAM. 1984. Rumen fermentation in vitro as influenced by long chain fatty acid. J. Dairy Sci.67:1439.

CHALUPA, W., B. VECCHIARELLI , A. E. ELSER, D. S. KRONFELD, D. SKLAM y D. L. PALMQUIST. 1986. Ruminal fermentation in vivo as influenced by long chain fatty acid. J. Dairy Sci. 69:1293.

DEVENDRA, C. y D. LEWIS. 1974. The interaction between dietary lipids and fiber in the sheep. Anim. Produc. 19:67.

DIRKSEN, G. 1981. Indigestiones en el bovino. Ciclo de conferencia sobre "Enfermedades de los preestómagos" sextas jornadas internacionales de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de La Plata, Argentina. Curso intensivo para veterinarios latinoamericanos, Hannover.

DOREAU, M. 1992. Effects of supplementation with hydrogenated fish fat on digestion in dairy cows. Ann Zootech. 41:137.

GOERING H. K., y P. J. VAN SOEST. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook No. 379 US dep. Agric. Res. Serv. Washington D.C.

GRAINGER, R.B., M. C. BELL, J. W. STROUD y F.H.BAKER. 1961. Effect of various cations and corn oil on crude cellulose digestibility by sheep. J. Anim. Sci. 20:319.

GRUMMER, P. R. 1988. Influence of prilled fat and calcium salt of palm oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestibility. J. Dairy Sci. 71:117.

HARFOOT, C. G., M.L. CROUCHMAN, R. C. NOBLE y J. H. MOORE. 1974. Competition between food particles and rumen bacteria in the uptake of long chain fatty acids and triglycerids. J. Appl. Bacteriol. 37:663.

JENKINS, T. C. 1987. Effect of fats and fatty acids combination on ruminal fermentation in semicontinuous in vitro cultures. J. Anim. Sci. 64:1526.

JENKINS, T. C. 1988. Fat interactions in ruminants diets. Page 117 *in* Poc. 49th Minnesota Nutr. Conf., Univ. Minnesota Bloomington.

JENKINS, T. C. 1993. Symposium: advances in ruminant lipid metabolism. Metabolism in the rumen. Nutrient digestion, ruminal fermentation, J. Dairy Sci. 76:3851.

KAUFFMAN, W., y K. ROHR. 1967. Ergebnisse gaschromatographischer Bestimmungen der flüchtigen Fettsäuren im Pasen bei uterschiedlicher Fütterung. Z. Tierphysiol., Tierernährg., Futtermittelkde. 22:1.

KLUSMEYER, T. H., G. L. LYNCH, J. H. CLARK, y D. R. NELSON. 1991. Effects of calcium salts of fatty acids and proportion of forage in diet on ruminal fermentation and nutrient flow to the duodenum of cows. J. Dairy Sci.65 (suppl. 1): 151 (Abstr).

KRONFELD, D. S. 1982. Major metabolic determinants of milk volume mammary efficiency and spontaneous ketosis in Dairy cows. J. Dairy Sci. 65:2202.

MATTIAS, J. E., L. H., SCHULTZ y W. J. TYLER. 1982. Effects of feeding animal fats to dairy cows in early lactation. J. Dairy Sci.65 (suppl. 1): 151 (Abstr).

PALMQUIST, D. L., T. C. JENKINS y A.E. JOYNER, Jr. 1986. Effect of dietary fat on calcium source on insoluble soap formation in the rumen. J. Dairy Sci. 69:1020.

PALMQUIST, D. L. 1991. Influence of amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. J. Dairy Sci. 74:1354.

SCHAUFF D. J. y J. H. CLARK. 1992. Effects of feeding diets containing calcium salts of long chain fatty acids to dairy cows. J. Dairy Sci. 75:2990.

EFECTO DEL FUEGO SOBRE PROPIEDADES QUIMICAS Y MICROBIOLOGICAS DE UN SUELO METAMORFICO DEL AREA DE CONSTITUCION [1]

EFFECTS OF PRESCRIBED BURNING ON CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PROPERTIES IN A METAMORPHIC SOIL OF CONSTITUCION AREA (CHILE).

HORACIO URZUA S. Y CARLOS RAVANAL E.[2]
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal,
Pontificia Universidad Católica de Chile,
Casilla 306, Correo 22, Santiago, Chile.

Summary

The effects of four prescribed burning methods of native vegetation on chemical and microbiological properties in a metamorphic soil (Constitución, Chile) were determined.

Soil was sampled (0-10 cm) at 18 and 21 months after burning. At the laboratory, pH, organic matter, exchangeable cations, available P, mineralizable nitrogen ("N_0"), mineralization constant ("k"), microbial-N biomass, microbial counting (plates) and global microbial respiratory activity, were determined.

The principal results indicate that "N_0", and "k" reflected the fire effect on amount and quality of N fractions in organic substratum of the mineral soil. Intensive and moderate burns decreased "N_0", compared with less intensive burning methods, been damage for nitrogen economy. The fire would affect mainly the most labile fractions of the organic substratum, accelerating its depletion. The more resistant remanent substratum was not apparently affected by fire. The organic superficial horizons would apport a more labile substratum. The presence and amount of this horizons would contribute to support a larger N and C mineralization in time. Most of chemical properties of the soil were not significative affected by burning.

INTRODUCCION

La aplicación del fuego bajo la forma de "quema controlada" es el método normalmente empleado en Chile para habilitar terrenos para la forestación. Sin embargo, su uso normalmente no considera los efectos de la intensidad calórica sobre algunas propiedades del suelo. (Fuentealba, 1988).

Los efectos del fuego sobre el suelo varían en grado y duración según la intensidad de la quema, las características del suelo, el clima, la cantidad de combustible y la vegetación que regenera (Wells *et al.*, 1978). En términos de manejo con fuego, sólo se puede actuar sobre la intensidad. (Ravanal, 1990).

Debido a que la productividad forestal depende de la interacción entre clima, propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo y las especies vegetales, resulta importante estudiar el efecto de prácticas silvícolas, como las quemas, sobre características de fertilidad y sobre la actividad microbiológica del suelo, por el alto grado de relación que existe entre la microflora edáfica, la disponibilidad de nutrientes e importantes ciclos biogeoquímicos, como del C y del N. (Mc. Nabb and Cromack, 1990; Gajardo, 1996).

Así, el objetivo general de este estudio fue aportar antecedentes del efecto del fuego sobre el suelo y sobre la fertilidad para especies forestales. Por su parte, el objetivo específico consistió en evaluar el efecto de cuatro tipos de quema sobre importantes propiedades físico-químicas, de fertilidad y microbiológicas de un suelo forestal de la costa de la VII región.

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la P. Universidad Católica con el N°210898

[1] Corporación Nacional Forestal. Eleodoro Yañez 1810, Providencia, Santiago, Chile.

[2] Este trabajo constituye parte de la Tesis de Ingeniero Forestal de la Universidad de Chile del segundo autor.

MATERIALES Y METODOS

Lugar del ensayo

Suelo: Metamórfico, área de Constitución, VII Región.

Clima: Mediterráneo húmedo, con influencia oceánica.

Vegetación: Natural del área: Bosque transicional o "Maulino", sub-tipo forestal "Roble-Maulino", tipo forestal "Roble-Hualo" (Fuentealba, 1988).

Quemas

Parcelas rectangulares de 10 ha de superficie de suelo homogéneo. Los tratamientos de quemas prescritas se muestran en el Cuadro 1 y correspondieron a los utilizados por Fuentealba (1988). Las principales características de las quemas aparecen en el cuadro 2.

CUADRO 1
TRATAMIENTOS DE QUEMAS CONTROLADAS.
Treatment of prescribed burn.

Tratamientos	Intensidad lineal del fuego (kcal/ m · s)
T-1 Quema frontal	Alta
T-2 Quema en fajas	Moderada
T-3 Quema en flanco	Moderada
T-4 Quema en retroceso	Baja
T-5 Testigo, sin quema	Nula

CUADRO 2
TRATAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS QUEMAS CONTROLADAS (FUENTEALBA, 1988).
Treatments and characteristics of prescribed burns.

Tratamiento	Características					
	Combustible disponible	Poder calórico	Energía de Combustible	Consumo de Combustible	Intens. lineal del Fuego	Duración del encendido
	($kg \cdot m^{-2}$)	($Kcal \cdot kg^{-1}$)	($Kcal \cdot m^{-2}$)	(%)	(Kcal/m·s)	($min \cdot ha^{-1}$)
T-1	11,2[1/]	3.430	29.000	68,9	5.730	4,8
T-2	11,2	3.530	26.500	59,8	2.340	9,7
T-3	11,2	3.570	25.500	66,7	2.620	4,5
T-4	11,2	3.530	24.000	61,7	515	24,5
T-5	11,2	3.520	26.300	-	-	-

[1/] Valores promedio

Las quemas se realizaron en verano, con condiciones climáticas normales para la zona. Temperatura de 22°C, humedad relativa del aire de 79%, duración del período seco de 5 meses. La humedad promedio del combustible fue de 65%. La humedad del suelo de 10%, inferior al punto de marchitez permanente.

Muestreos de suelos

Epocas

a) Muestreo a los 18 meses posteriores a la quema (invierno).

b) Muestreo a los 21 meses posteriores a la quema (primavera).

Profundidad: 0-10 cm del suelo mineral (muestras compuestas, estadísticamente representativas).

Análisis de Laboratorio

Determinaciones físico-químicas y de fertilidad de suelos.

a) pH: Método potenciométrico. Relación suelo/H_2O = 1:2,5 (Saavedra, 1975).

b) Cationes de intercambio: Empleando acetato de NH_4 1 N, pH 7, (Saavedra, 1975; interpretación con nueva nomenclatura propuesta por Summer y Miller, 1996).

c) P-disponible: Método de Olsen modificado. (Saavedra, 1975).

d) Materia orgánica: Método de Walkley-Black modificado (Saavedra, 1975).

Determinaciones microbiológicas

a) Microflora total. Recuento en placas con agares nutritivos (Wollum, 1982).

b) Biomasa microbiana. Fumigación con cloroformo, reinoculación, mineralización y determinación de N-mineral producido. (Jenkinson y Powlson, 1976).

c) N-potencialmente mineralizable ("N_0") y constante de mineralización de N ("k"). Incubación a 35°C, 75% c/c, aerobiosis (método de Stanford, adaptado por Rodríguez y Silva, 1984).

El "N_0" y la constante "k" son parámetros operacionales para estimar el suministro de N del suelo para las plantas, asumiendo que la intensidad de la mineralización es proporcional a la cantidad de "N_0" y que la cinética del proceso es de primer orden.

El modelo matemático, adaptado de Stanford (Oyadenel y Rodríguez, 1977) es:

$$N_0 = \frac{N_t}{(1 - 10)^{kt/2,203}}$$

Donde :

N_0 = N-potencialmente mineralizable.
N_t = N-mineralizado acumulado en tiempo "t".
k = Constante de intensidad de mineralización.
t = Tiempo de incubación.

d) Actividad respiratoria microbiana global: Incubaciones aeróbicas, captura del CO_2 en $Ba(OH)_2$ y volumetría (Jünemann, 1969).

Análisis estadísticos

a) ANDEVAS y Test de Duncan ($P< 0.05$).

b) Regresiones simples para establecer relaciones entre las actividades de mineralización del N y del C.

RESULTADOS

Efecto del fuego sobre propiedades químicas

En el cuadro 3 se aprecia que los valores de pH no difieren significativamente en los distintos tratamientos de quemas. Sin embargo, puede observarse que el testigo da valores más bajos debido, posiblemente, a un leve aumento en la depositación de bases liberadas por las quemas (Wells *et al.*, 1979).

CUADRO 3
EFECTO DE QUEMAS CONTROLADAS SOBRE ALGUNAS CARACTERISTICAS DE UN SUELO METAMORFICO.
Effect of prescribed burn on chemical characteristics of a metamorphic soil.

Características	Tratamientos 1/				
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
pH	5,67 a2/	5,81 a	5,67 a	5,73 a	5,58 a
Na-intercambio (cmol·kg^{-1})	0,063 b	0,071 b	0,079 a	0,068 b	0,065 b
K-intercambio (cmol·kg^{-1})	0,43 a	0,41 b	0,44 a	0,35 b	0,35 b
Ca-intercambio (cmol·kg^{-1})	3,25 b	3,18 b	4,18 a	2,84 c	2,49 c
Mg-intercambio (cmol·kg^{-1})	1,01 a	0,89 b	1,05 a	0,84 b	0,87 b
P-Olsen (ppm)	1,67 b	1,60 b	1,96 a	2,63 b	2,23 a
Materia orgánica (%)	7,55 a	7,13 a	7,82 a	7,46 a	7,09 a

1/ Promedio de las 2 épocas de muestreo.
2/ En cada hilera, valores seguidos por una misma letra no difieren significativamente (Duncan, P<0.05).

En el mismo cuadro se observa, además, que el sodio de intercambio sólo aumentó significativamente en el tratamiento 3 (flanco). Según Fuentealba (1988), este tipo de quema habría sido más efectiva en la reducción del combustible.

En el cuadro 3 se observa también, que el potasio intercambiable aumentó con las quemas en flanco y frontal, así puede desprenderse que la intensidad del fuego, por sí sola, no es el factor determinante para estimar la magnitud y duración de la alteración. Hay que considerar, además, la efectividad de la quema en la reducción del combustible (Ravanal, 1990).

El calcio de intercambio (cuadro 3) muestra una superioridad clara de la quema en flanco (T-3) para acumular Ca^{++} de intercambio en el suelo, demostrando que tanto el tipo de quema, como la intensidad de ella, influyeron en la magnitud y duración del efecto residual.

El magnesio de intercambio, por su parte, (cuadro 3) sólo presentó diferencia en el tratamiento T-3.

Los efectos de las quemas sobre los cationes concuerdan, en general, con otras investigaciones (Gajardo, 1996; Mc Nabb y Cromack, 1990; Francke, 1993).

Por su parte, el fósforo disponible del suelo determinado por el método de Olsen detectó un efecto significativo en función de la intensidad de la quema. Las tres quemas más intensas (frontal, fajas y flanco) lo habrían reducido, en cambio, tal efecto no lo produciría la quema menos intensa (retroceso) (Ravanal, 1990). La menor cantidad de P encontrada en los tratamientos de quemas más intensas podría deberse a una mayor adsorción de P en suelos intensamente quemados debido a que, en estos casos, la liberación de Fe, Al o Ca reaccionarían con el fósforo, formando compuestos insolubles. Sin embargo, los valores de P encontrados son extremadamente bajos, en general.

La materia orgánica, finalmente, no presentó diferencias debidas a los distintos métodos de quema en las dos épocas de muestreo. Las cifras muestran leves aumentos con las quemas frente al testigo, pero no son estadísticamente significativas.

A pesar de que ciertos autores encontraron disminución del contenido de materia orgánica debido al fuego, Mendoza (1986) obtuvo niveles superiores a los existentes antes de quemar, debido al gran desarrollo de vegetación herbácea producida posteriormente.

Efecto del fuego sobre propiedades microbiológicas

1. Efecto del fuego sobre la microflora total.

El estudio del efecto del fuego sobre la microflora total se realizó solamente en dos tratamientos: Testigo y T-3 (quema en flanco), a fin de comparar la condición natural con un solo método de quema prescrita.

Los valores indican que una quema de intensidad moderada no produjo números de colonias microbianas significativamente diferentes, en ninguna de las dos épocas de muestreo, asumiendo que esta técnica es sólo ilustrativa (Theodorou y Bowen, 1982). Estas cifras aparecen en el cuadro 4. Se notan, sin embargo, mayores recuentos en primavera. Esta falta de diferencias puede atribuirse al carácter de valores potenciales que ofrece esta técnica y no al reflejo de actividades microbiológicas, como se apreciará más adelante.

CUADRO 4
RECUENTO MICROBIANO TOTAL EN DOS EPOCAS, EN TESTIGO Y QUEMA DE INTENSIDAD MODERADA.
Total microbial counting in 2 periods, control and moderate burn.

Tratamiento	Microflora total (miles de colonias/g suelo)	
	Invierno	Primavera
Quema flanco (T-3)	132a[1/]	206a[1/]
Testigo	131a	192a

[1/] En cada columna, los valores seguidos de una misma letra no difieren estadísticamente (Duncan, $P<0,05$).

Por su parte, Borie *et al.* (1997) estiman que sólo pueden existir efectos temporales, reconociendo que puede producirse un desbalance ecológico en las diferentes poblaciones microbianas, ya que las velocidades de recolonización son diferentes para distintos grupos de microorganismos.

Finalmente, puede suponerse que este método de estudiar la microflora del suelo no parece ser el más indicado.

2. Efecto del fuego sobre la biomasa microbiana

La biomasa microbiana-N no mostró diferencias significativas al comparar un tratamiento de quema moderada (flanco T-3) con ausencia de quema (testigo). Esto puede apreciarse en el Cuadro 5, asumiendo que los resultados pueden ser muy variables (Theodorou y Bowen, 1982).

CUADRO 5
EFECTO DE QUEMA DE INTENSIDAD MODERADA SOBRE LA BIOMASA-N MICROBIANA EN INVIERNO Y PRIMAVERA.
Effect of moderate burn on N-microbial biomass in winter and spring.

Tratamiento	Biomasa microbiana (ppm N)	
	Invierno	Primavera
Quema moderada (T-3)	89a[1/]	104a[1/]
Testigo	78a	95a

[1/] En cada columna, los valores seguidos de una misma letra no son significativamente diferentes (Duncan, P<0,05).

Estos resultados no difirieron significativamente según los tratamientos de quema, ni de acuerdo al período de muestreo. Aparentemente no existieron diferencias en las principales variables que determinan la respuesta de la biomasa microbiana: mejoramiento de la aireación, del agua, del pH, de la temperatura y del sustrato nutricional disponible (Ravanal, 1990). Al igual que el caso del recuento microbiano, la medición de la biomasa microbiana no parece ser un buen indicador del efecto de las quemas.

3. Efecto del fuego sobre la mineralización del nitrógeno

a) Nitrógeno mineralizado acumulado.

El nitrógeno mineralizado por la microflora acumulado en 147 días de incubación está dado por una fracción (pool) de N-lábil (Rodríguez y Silva, 1984).

La influencia de las quemas sobre el N-mineral acumulado en 147 días de incubación (NO_3 + NH_4), mostró un efecto desprotector del N en los tratamientos quemados, existiendo una relación inversa entre la intensidad de la quema y la amonificación (Cuadro 6).

CUADRO 6
EFECTO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE QUEMA SOBRE LA ACUMULACION DE NH_4 Y NO_3 EN DOS PERIODOS DE MUESTREO, EN 147 DÍAS DE INCUBACION.
Effects of different burn on NH_4 and NO_3 accumulation in two sampling periods (147 days of incubation).

Tratamientos	N- acumulado (ppm)					
	Invierno			Primavera		
	NH_4	NO_3	Total	NH_4	NO_3	Total
T1	30 c[1/]	82 a	112 b	25 b	85 b	110 b
T2	37 c	82 a	119 b	27 b	71 b	98 b
T3	44 b	93 a	137 a	30 b	102 a	132 a
T4	49 b	85 a	134 a	33 b	84 b	117 b
Testigo	56 a	61 b	117 b	49 a	66 c	115 b

[1/] En cada columna, los valores seguidos por diferentes letras, no difieren estadísticamente (Duncan, P<0,05).

La nitrificación, por su parte, así como los N-acumulados totales no guardan una relación estrecha con la intensidad de la quema existiendo, en ciertos casos, diferencias entre tratamientos. Esto se debería a que la nitrificación se ve influenciada en este caso por otros factores además del fuego, como serían temperatura y humedad de incubación, aireación, cambios de pH producto de las reiteradas lixiviaciones y enriquecimiento de las muestras de suelo incubadas (Rodríguez y Silva, 1984).

Puede apreciarse también que la producción de nitratos fue siempre superior a la de amonio.

b) Nitrógeno potencialmente mineralizable ("N_0")

y constante de mineralización ("k").

El nitrógeno potencialmente mineralizable ("N_0") es un parámetro que integraría la mineralización del N de los residuos frescos de los cultivos y la del N estabilizado desprotegido por el laboreo, es decir, de las dos principales fracciones de N del suelo (Rodríguez y Silva, 1984).

El cuadro 7 muestra los resultados del "N_0" obtenidos en muestras incubadas por 147 días, provenientes de los diferentes tratamientos de quema, en los períodos de invierno y primavera. Puede apreciarse que, en invierno, la quema más intensa (T-1=frontal), redujo significativamente el "N_0", respecto a la quema menos intensa (T-4 = retroceso).

CUADRO 7
NITROGENO POTENCIALMENTE MINERALIZABLE ("N_0") AFECTADO POR QUEMAS. MUESTREOS DE INVIERNO Y PRIMAVERA.
Potencial mineralizable nitrogen ("N_0") affected by burns. Winter and spring sampling periods.

Tratamientos	"N_0" ($NH_4 + NO_3$) (ppm)	
	Invierno	Primavera
T1	113 b[1/]	115 b
T2	121 b	102 c
T3	137 a	140 a
T4	145 a	124 b
Testigo	121 b	120 b

[1/] En cada columna, los valores seguidos por diferentes letras, no difieren estadísticamente (Duncan, P<0,05).

En el muestreo de primavera también se observaron diferencias significativas en los valores de "N_0" en los tratamientos de quemas (cuadro 7). El testigo (T-5) se diferenció de las parcelas quemadas T-2 y T-3, sin distinguirse relación con el tipo de quema, indicando que el cambio de estación no afectó la dinámica de la mineralización de N en las distintas parcelas, a mediano plazo (Oyadenel y Rodríguez, 1977).

Las constantes de mineralización del N "k" es decir, las tasas de mineralización expresadas en ppm de N mineralizado por día, indicaron que los tratamientos T-1, T-2 y Testigo presentarían un sustrato muy similar (Cuadro 8). Sin embargo, conviene hacer notar que la muestra testigo presentaba sus estratas orgánicas y una gran cantidad de raicillas (0-10 cm), lo que la diferenciaría de los tratamientos quemados.

CUADRO 8
CONSTANTES DE MINERALIZACION DE NITROGENO "K", EN MUESTREOS DE INVIERNO Y PRIMAVERA.
Nitrogen mineralization constants "k" at winter and spring sampling periods.

Tratamientos	"k" (Nppm · d^{-1})	
	Invierno	Primavera
T-1	0,0235 a[1/]	0,0196 a
T-2	0,0230 a	0,0205 a
T-3	0,0201 b	0,0177 a
T-4	0,0181 b	0,0192 a
T-5	0,0238 a	0,0182 a

[1/] En cada columna, los valores seguidos por igual letra, no son estadísticamente diferentes (Duncan, P<0,05).

A su vez, en el muestreo de primavera (Cuadro 8) se observa cierta disminución respecto del muestreo de invierno, sin embargo, las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas. Esta nueva constante "k" reflejaría la presencia de un sustrato más resistente, no influenciado por las quemas, pero sí por el uso histórico del suelo estudiado (Ravanal, 1990).

Efecto del fuego sobre la actividad respiratoria microbiana total

Como una actividad microbiana importante en el suelo se determinó la respiración de los microorganismos considerados en conjunto, a través de la liberación de CO_2 durante 70 días de incubación, en el muestreo de primavera y sólo en los tratamientos T-3 (flanco) y testigo (T-5), que fueron usados como ejemplo (Figura 1).

En las dos primeras semanas de incubación, la mayor actividad del testigo se debió a la existencia de un sustrato más lábil. Este no estaría presente en el tratamiento T-3 (quemada).

La menor actividad del testigo a partir de la tercera semana de incubación se debería al agotamiento del sustrato más lábil. A partir de esa fecha, la actividad microbiana sería sostenida por un sustrato más resistente. Este es, sin embargo, menos lábil que el existente en T-3. Por esto, en condiciones

óptimas de laboratorio, se confirma que un suelo quemado tiene un sustrato orgánico más lábil que uno sin quema (Jünemann, 1969).

Además, se comprueba que los suelos con sustratos orgánicos más lábiles tienen una actividad respiratoria mayor, asumiendo que la labilidad está asociada a la capacidad de adsorción de las sustancias orgánicas a los coloides del suelo. Así, a menor adsorción mayor actividad respiratoria (Jünemann, 1969).

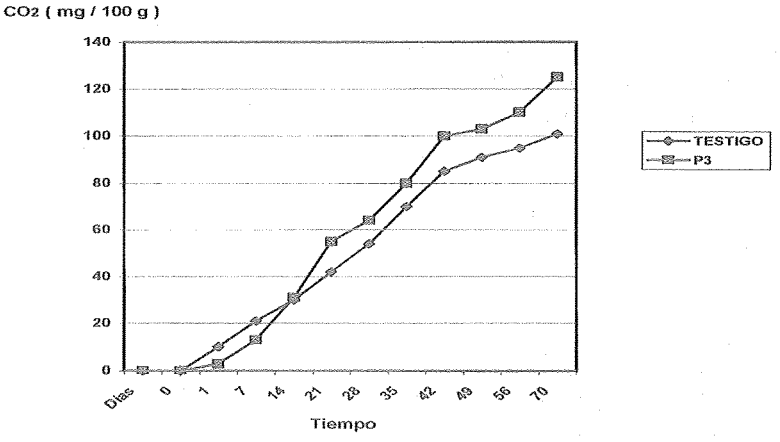


FIGURA 1
CO_2 LIBERADO EN 70 DIAS DE INCUBACION, T-3 Y TESTIGO, MUESTREO DE PRIMAVERA (EXPRESADO EN mg CO_2/100 g SUELO)
CO_2 liberated in 70 days of incubation. Treatment 3 and control, at spring (mg of CO_2/100 g of soil).

Finalmente puede agregarse que los contenidos de N-mineralizado en el muestreo de primavera, concuerdan con la evolución del CO_2 observado después del día 14. Por ello, las correlaciones efectuadas usando ambos parámetros indican que tanto la mineralización del N y del C provendrían de una misma actividad microbiana. Por tanto, los métodos empleados para sus determinaciones serían complementarios. El coeficiente de correlación obtenido entre N-mineralizado y C-respirado fue de r = 0,94 **, lo que indican un alto grado de asociación, como era de esperar (Ravanal, 1990).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a la metodología empleada se pueden mencionar las siguientes conclusiones:

- La mayor parte de las propiedades químicas del suelo no sufrieron cambios significativos por las quemas.

- El recuento microbiano total y la biomasa-N no fueron buenos indicadores de la actividad microbiológica.

- El nitrógeno mineralizado acumulado en 147 días de incubación reflejó la influencia del fuego sobre la amonificación y nitrificación. La amonificación se redujo y se estimuló la nitrificación en las parcelas quemadas.

- Los valores calculados de "N_0" y "k" reflejaron el efecto del fuego sobre la cantidad y calidad de las fracciones de N del sustrato orgánico del suelo mineral, pudiendo estimarse, en general, que a mayor intensidad de quema se redujo la actividad mineralizadora de N medida como "N_0" y "k".

- El fuego afectaría principalmente a las fracciones más lábiles del sustrato orgánico acelerando su agotamiento. El sustrato remanente no pareció afectarse por el fuego.

- La actividad respiratoria microbiana global reflejó la labilidad de los sustratos para mineralizarse.

- Las quemas de intensidad moderada no produjeron trastornos importantes en las actividades mineralizadores de la materia orgánica (N y C) del suelo forestal en estudio, entre los 18 y 21 meses posteriores a la quema.

RESUMEN

Se determinó el efecto de 4 métodos de encendido de desechos de la vegetación nativa en un suelo metamórfico de Constitución (VII Región) sobre propiedades químicas y microbiológicas. Los métodos fueron: frontal (quema intensa), fajas y flanco (moderada) y retroceso (baja intensidad), comparados con testigo sin quema.

A los 18 y 21 meses después de las quemas se muestreó suelo a 10 cm de profundidad. Se determinó: pH, cationes intercambiables, fósforo disponible, materia orgánica, nitrógeno potencialmente mineralizable ("N_0"), constante de mineralización de N ("k"), biomasa-N microbiana, recuento microbiano y actividad respiratoria microbiana global.

Los principales resultados indican que los valores de "N_0" y "k" reflejaron el efecto del fuego sobre la cantidad y calidad de las fracciones de N del sustrato orgánico del suelo mineral.

Las quemas intensas y moderadas redujeron el "N_0",comparadas con la quema menos intensa. Sin embargo, no hubo diferencias con el testigo, y las quemas de intensidad moderada y baja (tratamientos 3 y 4, respectivamente) incrementaron el "N_0", efecto considerado perjudicial para la economía de N. El fuego afectaría principalmente a las fracciones más lábiles del sustrato orgánico, acelerando su agotamiento.

El sustrato remanente, más resistente, no pareció afectarse por fuego.

Los horizontes orgánicos superficiales del suelo aportarían un sustrato orgánico más lábil. Su presencia y abundancia contribuirían a sostener una mayor mineralización de N y C en el tiempo.

La mayoría de las propiedades químicas del suelo no sufrieron cambios significativos por las quemas.

LITERATURA CITADA

BORIE, F.; R., RUBIO; J.L. ROUANET y J.C. GARCIA. 1997. Efecto del manejo agronómico sobre los hongos de las micorrizas arbusculares y actividad fosfatásica en suelos de origen volcánico. Ciencia e Invest. Agraria. 24: 34 - 45.

FRANCKE. S. 1993. Efecto del manejo de residuos de explotación en el suelo y crecimiento inicial de plantaciones de Pinus radiata en las series de suelo Constitución y Cauquenes. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. 10: 84-97.

FUENTEALBA, E. 1988. Comportamiento del fuego de acuerdo a tipos de encendido en quemas prescritas. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. 120 p.

GAJARDO, A. 1996. Análisis del uso de un renoval de roble para el cultivo de trigo en terrenos forestales de la cordillera de Nahuelbuta. Tesis Ing. Forestal, Universidad de Chile. 84 p.

JENKINSON, D. y D. POWLSON 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. I. Fumigation with chloroform. Soil Biol. Biochem. 8: 167-177.

JÜNEMANN, O. 1969. Dinámica de la mineralización e inmovilización potenciales del N y del C en dos suelos aluviales del valle central. Tesis Ing. Agr. Universidad Católica de Chile.

Mc NABB, D.H. y K. JT. CROMACK 1990. Effects of prescribed fire on nutrients and soil productivity pp 125-142. *In*: Waldstad, Radosevich y Sandberg (Ed.) Natural and prescribed fire in Pacific Northwest Forests. Oregon State Univ. Corvallis, OR.

MENDOZA, O. 1986. Efectos de las quemas sobre la fertilidad del suelo, en habilitación de terrenos para la forestación. Tesis Ing. Forestal. U. de Chile. 19.

OYADENEL C y J. RODRIGUEZ 1977. Estimación de la mineralización del N en el suelo. Cienc. e Inv. Agr. 4: 33-44.

RAVANAL. C. 1990. Efecto del fuego sobre algunas propiedades microbiológicas y de fertilidad de un suelo metamórfico del área de Constitución. Tesis Ing. Forestal, Universidad de Chile. 98 p.

RODRIGUEZ, J y H. SILVA 1984. Nitrógeno potencialmente mineralizable en andisoles. Cienc. e Inv. Agr. 11: 81-88.

SAAVEDRA, N. 1975. Manual de Análisis de Suelos. Boletín 16, Depto. de Suelos, Fac. de Agronomía, U. Católica de Chile. Santiago.

SUMMER, M.E. y W.P. MILLER. 1996. Cation exchange capacity, an exchange coefficient. *In* D.L. Sparks (Ed). Methods of soil analysis. Part 2: Chemical properties, (3 rd) ASA, SSSA, CSSA. Madison, WI.

THEODOROU, C y G. BOWEN. 1982. Effects of a bushfire on the microbiology of a South Australian low open (dry sclerophyll) forest. Aust. For. Res. 12: 317.327.

WELLS, C. G. *et al.* 1979. Effect of fire on soil: A state knowleage review. U.S.D.A. Forest Science. General Technical Report WO-7. Dennver, Co. 33 p.

WOLLUM, A. 1982. Cultural methods for soil microorganism. En: Methods of soil analysis, part. 2. B. R. Buxton (Ed.). Monograph N° 9 (Segunda edición). ASA, SSA, Madis. Wisc., 781-801.

MODELACION ESTOCASTICA DE LAS TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS DEL AIRE

STOCHASTIC MODELING OF MAXIMUM AND MINIMUM AIR TEMPERATURES

FRANCISCO MEZA D.
Pontificia Universidad Católica de Chile,
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal,
Departamento de Ciencias de los Recursos Naturales.
Casilla 306 Correo 22 Santiago, Chile

Summary

Temperature is one of the most important meteorological variables having a great effect on crop and forest development.

Temperature can be modeled according to stochastic procedures when it is considered a random variable.

This work describes the adjustement of Fourier series and the application of autorregresive processes of temperature oscilations over time at four localities in Chile. Estimation errors were less than 10 % over a period January 1997 through August 1998.

This procedure proved to be a convenient tool and as such could be used to generate maximum and minimum temperatures helping producers to make right decisions.

INTRODUCCION

La temperatura ambiente es una de las variables meteorológicas de mayor incidencia sobre la producción silvoagropecuaria. El desarrollo y crecimiento de los cultivos agrícolas y forestales sigue un patrón de respuesta enzimático sobre el cual la temperatura actúa promoviendo o restringiendo la velocidad de acción de las enzimas. Asimismo, la adaptación de las especies pecuarias es influenciada por la temperatura definiendo rangos en los cuales el comportamiento animal no sufre estrés. Por último el riesgo de eventos climáticos desfavorables entre los que se encuentran las heladas y los incendios forestales son algunas muestras de la importancia que tiene la temperatura como variable de planificación de producción silvoagropecuaria.

La planificación de la producción silvoagropecuaria debe contemplar el estudio de las variables meteorológicas en forma acuciosa y en particular se debe contar con registros confiables de temperatura con el fin de caracterizar el comportamiento del regimen térmico de una localidad y realizar el proceso de toma de decisiones teniendo como soporte los distintos escenarios ambientales que puede llegar a ofrecer la variable térmica en un determinado sistema productivo.

El objetivo de este trabajo es presentar una herramienta de simulación de temperaturas extremas diarias que reproduzca su comportamiento real como sistema de apoyo a la planificación silvoagropecuaria.

REVISION DE LITERATURA

La temperatura corresponde a la condición o nivel de calor de una entidad, con respecto a ciertos puntos de referencia. (Ferrer-Veliz, 1980), esta condición se manifiesta como resultado del balance energético que se establece sobre la superficie de un cuerpo. La atmósfera como entidad gaseosa no escapa a tal regla evidenciándose cambios en su contenido de calor de acuerdo a la dinámica de los flujos energéticos radiativos, convectivos y de conducción que ocurren en su entorno.

Es debido a su dinámica y la complejidad física que la modelación de la temperatura por la vía determinística encuentra dificultades de aplicación. El punto central de esta dificultad es la disponibilidad y confiabilidad de la información

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la P. Universidad Católica con el N°271098

requerida para resolver complejas ecuaciones diferenciales.

Como alternativa a este problema se presenta la simulación estocástica, la cual consiste en distinguir y representar matemáticamente el componente determinístico de la temperatura y generar información mediante procedimientos estadísticos adecuados con el fin de complementar dicha representación con un componente aleatorio.

La temperatura diaria tiene una respuesta estacional que es fruto de la variación anual en la intensidad de radiación (Campbell y Norman, 1997). De hecho se emplea la diferencia existente entre la temperatura máxima y mínima a fin de cuantificar empíricamente la intensidad de radiación en una localidad (Bristow-Campbell, 1984 ; Allen, 1997). Dicha estacionalidad corresponde al componente determinístico de cada localidad y puede ser modelada mediante series de Fourier.

Van Wijk y De Vries (1966) proponen el uso de series de Fourier como método de representación de los ciclos estacionales de temperatura discutiendo la validez y versatilidad del empleo de una o dos armónicas.

En términos generales el uso de Series de Fourier para la modelación de temperatura es una expresión del tipo:

$$Tmax_j = Tx + A_x * \text{sen}\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right) + B_x * \cos\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right)$$

$$Tmin_j = Tn + A_n * \text{sen}\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right) + B_n * \cos\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right)$$

Aquí :

$Tmax_j$ y $Tmin_j$	: Temperaturas máximas y mínimas para el día j. (°C)
Tx, Tn	: Temperaturas máximas y mínimas promedio anual (°C).
A_x, A_n , B_x, B_n	: Coeficientes (°C)
j	: Día Juliano (adimensional)
τ	: Período de tiempo considerado como un ciclo (adimensional).

Al ajustar debidamente series de Fourier se pueden representar los ciclos de las temperaturas máximas y mínimas con facilidad. Sin embargo este análisis no permite flexibilidad en la estimación ya que para cada momento del ciclo se tiene una respuesta de temperatura invariable de modo que es imposible someter a distintos escenarios un sistema productivo silvoagropecuario.

Un modelo estocástico por naturaleza representa la variabilidad de un sistema de modo que es necesario realizar un análisis posterior sobre los residuales de la modelación que resultan del ajuste de series de Fourier.

Una primera aproximación, y la más sencilla, sería considerar a los residuos de este ajuste como errores aleatorios con distribución normal de parámetros media (μ) = 0 y desviación típica (σ) = σ_ε y que además presenten independencia entre ellos. De esta forma el modelo general de estimación de temperatura sería del tipo:

$$Tmax_j = Tx + A_x * \text{sen}\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right) + B_x * \cos\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right) + \varepsilon x$$

$$Tmax_j = Tx + A_x * \text{sen}\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right) + B_x * \cos\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right) + \varepsilon n$$

Donde :

εx, εn : Errores aleatorios con distribución normal.

Este enfoque simple supone que las fluctuaciones en torno a la estimación no dependen de los valores de los residuos anteriores. Sin embargo el regimen térmico presenta una complejidad adicional ya que la respuesta termal de la atmósfera presenta tendencias estacionales evidenciándose influencias intertemporales entre los valores de la temperatura máxima y mínima de cada día.

Larsen y Pense (1982) y Richardson (1981) proponen complementar la modelación estacional con ajustes de modelos autorregresivos que incorporan la interdependencia temporal de los errores. Los resultados que se han obtenido son altamente satisfactorios llegando incluso a incorporarlos en modelos de generación de datos climáticos (Richardson y Wright ,1984; Campbell, 1990).

Los modelos autorregresivos, en términos generales, fueron definidos por Box y Jenkins (1970). En ellos una variable aleatoria de distribución normal estándar se estima mediante una combinación lineal de variables aleatorias normales estándar anteriores y un error residual.

En efecto, un modelo autorregresivo de orden p (AR p) , en que p representa el rezago o la memoria de influencia, será :

$$Z(t) = \sum_{k=1}^{p} Z(t-k) * \Phi_k + \varepsilon$$

$Z(t)$: variable aleatoria con distribución normal estándar en el tiempo t.
Φ_k : Coeficiente de dependencia del k-ésimo desfase.
ε : Error aleatorio.
k : Desfase de tiempo.

En el caso de las temperaturas máximas y mínimas diarias los residuales generados producto del ajuste de series estacionarias como las de Fourier se pueden modelar mediante procesos autorregresivos si se demuestra que la dependencia intertemporal, dada por el coeficiente de correlación, es significativa.

MATERIALES Y METODOS

Para realizar este estudio se tomaron valores diarios de temperatura máxima y mínima en una serie comprendida entre el 1 de enero de 1994.y el 31 de agosto de 1998, en cuatro localidades : Pudahuel, estación Comodoro Arturo Merino Benítez (33° 23' S; 70° 47' O) ; Curicó, estación General Freire (34° 58' S; 71° 13' O); Temuco, estación Maquehue (38° 46' S; 72° 38' O) y Puerto Montt, estación Tepual (41° 26' S; 73° 06' O).

Se seleccionaron los datos de los años 1994 a 1996 para ajustar los modelos y se emplearon los datos restantes para probar la validez de los ajustes. Para cada serie de datos se ajustaron series de Fourier por un procedimiento de minimización de los cuadrados de los errores. Una vez obtenidos los errores se procedió a realizar una transformación de Box-Cox (1964) a fin de que se ajustaran a una distribución normal mediante la obtención del valor del coeficiente de asimetría de la serie como cero. Posteriormente fueron estandarizados y se les ajustaron modelos autorregresivos de orden uno

Los modelos obtenidos fueron empleados para simular el comportamiento de la serie comprendida entre enero de 1997 y agosto de 1998 calculando los intervalos de confianza de las estimaciones al 5 y 95 %. Estas estimaciones se compararon con los datos observados para el mismo período en las cuatro localidades.

La secuencia de la modelación se presenta en las siguientes ecuaciones:

Los letras x y n representan el ajuste para tempera-

$$\hat{Tmax}(j) = \bar{Tx} + A_x * \text{sen}\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right) + B_x * \cos\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right)$$

$$Ox(j) = Tmax(j) - \hat{Tmax}(j)$$

$$Yx(j) = \frac{(Ox(j) - ax)^{\lambda x}}{\lambda x}$$

$$Zx(j) = \frac{(Yx(j) - \bar{Y}x)}{\sigma Yx}$$

$$Zx(j) = \sum_{k=1}^{k=p} (Zx(j - k) * \Phi xk + Ex$$

$$\hat{T}min(j) = \bar{T}n + An * \text{sen}\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right) + Bn * \cos\left(\frac{2 * \pi * j}{\tau}\right)$$

$$On(j) = Tmin(j) - \hat{T}min(j)$$

$$Yn(j) = \frac{(On(j) - an)^{\lambda n}}{\lambda n}$$

$$Zn(j) = \frac{(Yn(j) - \bar{Y}n)}{\sigma Yn}$$

$$Zn(j) = \sum_{k=1}^{k=p} (Zn(j - k) * \Phi nk + En$$

turas máximas y mínimas respectivamente. La letra j representa el día juliano del año.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ajuste de modelos.

Una vez que se han ajustado series de Fourier y se ha transformado los residuales en variables aleatorias normales estándar se procedió a calcular los coeficientes de autocorrelación con desfases hasta de diez días. Los resultados de estos coeficientes se informan en el cuadro 1. Se puede observar que existe dependencia intertemporal entre los residuos y que ella va haciéndose menor, e incluso no significativa, a medida que el desfase se incrementa. Este comportamiento es típico de modelos AR1 con autocorrelaciones positivas lo cual indica que existe solidaridad en el comportamiento intertemporal de las variables. Dicho de otra forma, la desviación de las temperaturas extremas en torno a una estimación promedio sigue un patrón influenciado por la desviación anterior expresándose en una secuencia de días con temperaturas por sobre o debajo de los promedios modelados. El hecho que la influencia intertemporal desaparezca a medida que se aumenta el desfase sugiere que modelos autorregresivos de mayor orden no reducen la variabilidad natural de los residuos y por tanto no aportan a la modelación general de la temperatura.

Los resultados de los ajustes de parámetros de modelos estocásticos considerando un retardo de influencia de orden uno (p = 1) se presentan en el cuadro 2 .

Se puede observar que la influencia de las fluctuaciones en torno a la tendencia anual es mayor en la condición de temperaturas máximas. Sin embargo, para el caso de las temperaturas mínimas los coeficientes son significativos presentándose como una herramienta que permite estimar su comportamiento en el tiempo.

Validación de los modelos.

CUADRO 1
FUNCION DE AUTOCORRELACION DE RESIDUOS DE TEMPERATURA
Self correlating function of temperature residuals

			Temperatura máxima			
Desfase (k)	r(k) (95%)	r(k) (5%)	r(k) Pudahuel	r(k) Curicó	r(k) Temuco	r(k) P. Montt
0	0,058	-0,060	1,000	1,000	1,000	1,000
1	0,058	-0,060	0,602	0,558	0,619	0,676
2	0,058	-0,060	0,215	0,245	0,318	0,387
3	0,058	-0,060	0,061	0,119	0,174	0,248
4	0,058	-0,060	0,038	0,097	0,125	0,160
5	0,059	-0,060	0,066	0,049	0,095	0,095
6	0,059	-0,060	0,070	0,036	0,029	0,057
7	0,059	-0,060	0,073	0,068	-0,010	0,040
8	0,059	-0,061	0,071	0,097	-0,013	0,004
9	0,059	-0,061	0,059	0,058	0,003	-0,021
10	0,059	-0,061	0,038	0,014	0,020	-0,022

			Temperatura mínima			
Desfase (k)	r(k) (95%)	r(k) (5%)	r(k) Pudahuel	r(k) Curicó	r(k) Temuco	r(k) P. Montt
0	0,058	-0,060	1,000	1,000	1,000	1,000
1	0,058	-0,060	0,451	0,448	0,442	0,454
2	0,058	-0,060	0,215	0,249	0,145	0,147
3	0,058	-0,060	0,103	0,171	0,041	0,059
4	0,058	-0,060	0,098	0,142	0,061	0,015
5	0,059	-0,060	0,107	0,109	0,045	-0,026
6	0,059	-0,060	0,111	0,065	0,004	-0,060
7	0,059	-0,060	0,058	0,013	-0,006	-0,026
8	0,059	-0,061	0,060	0,019	-0,026	0,008
9	0,059	-0,061	0,032	0,032	-0,014	0,025
10	0,059	-0,061	0,043	0,045	0,022	0,042

Una vez que se han estimado los parámetros que representan la modelación estocástica de temperatura se procedió a estimar el comportamiento de las máximas y mínimas en el período comprendido entre enero de 1997 y agosto de 1998.

Para ello se procedió a calcular los intervalos de confianza al 5 y 95 % de las estimaciones comparándolos con los datos reales medidos en ese período. De esta forma si la observación de la temperatura cae fuera de los límites calculados por la modelación estocástica se puede concluir que el modelo subestima o sobreestima, según sea el caso, la fluctuación de temperatura.

Los resultados de las fallas en las estimaciones de los modelos se presentan en el cuadro 3.

Se observa en los resultados que la probabilidad de error es inferior al diez porciento en todos los casos convirtiéndose en una herramienta interesante para la modelación del comportamiento tanto de temperaturas mínimas como de las máximas. En el caso de las máximas se puede observar un porcentaje mayor de subestimaciones así como en el caso de las mínimas la mayor incidencia de fallas es debido a sobrestimaciones. Esto refleja que los modelos, si bien pueden reproducir ciclos termales y sus oscilaciones, muestran una tendencia a disminuir las amplitudes térmicas. De hecho una de las propiedades de los modelos autorregresivos de orden uno es que a medida que aumenta la distan-

cia de estimación se tiende a reproducir el promedio de las observaciones, o en este caso se tiende a estimar de acuerdo a la función sinusoidal de temperatura anual.

Un hecho adicional que reviste gran importancia

CUADRO 2
PARAMETROS DE MODELOS ESTOCASTICOS AUTOREGRESIVOS (AR_1) AJUSTADOS PARA CUATRO LOCALIDADES DE CHILE.
Parameters of stochastic autorregresive models (AR_1) adjusted for four chilean localities.

	Temperatura Máxima			
Parámetro	Pudahuel	Curicó	Temuco	Puerto Montt
$\phi 1$	0,60	0,56	0,62	0,68
$\sigma\varepsilon$	0,80	0,83	0,79	0,74
Yprom.x	12,93	10,46	6,02	5,10
σYx	3,32	2,94	1,28	1,09
λx	1,02	1,04	0,61	0,53
ax	-12,56	-9,91	-8,67	-6,78
Tx	23,85	21,97	18,46	15,61
Ax	1,92	1,83	2,04	1,53
Bx	6,87	8,47	5,78	4,61
	Temperatura Mínima			
Parámetro	Pudahuel	Curicó	Temuco	Puerto Montt
$\phi 1$	0,45	0,45	0,44	0,45
$\sigma\varepsilon$	0,89	0,89	0,90	0,89
Yprom.x	8,41	12,74	10,63	10,63
σYx	2,08	2,43	4,10	4,10
λx	0,89	0,92	1,08	1,08
ax	-9,67	-14,65	-9,08	-9,53
Tx	7,05	7,56	6,53	6,06
Ax	1,13	1,11	1,09	1,19
Bx	4,56	4,21	2,52	2,60

CUADRO 3
PORCENTAJE DE FALLAS EN LOS MODELOS ESTOCASTICOS (α=0,05)
Failure percentaje of stochastic models (α=0,05)

	Temperatura máxima		Temperatura mínima	
Localidad	Subestim.	Sobrestim.	Subestim.	Sobrestim.
Pudahuel	6,07	3,64	3,64	8,67
Curico	6,59	2,43	2,60	7,28
Temuco	4,68	4,51	5,55	5,89
Pto. Montt	4,33	3,81	3,64	5,72
Promedio	5,42	3,60	3,86	6,89

para la modelación estocástica es la posibilidad de reproducir ciclos de varios días con un comportamiento aleatorio que refleja en propiedad la naturaleza de los ciclos diarios de temperatura. A modo de ejemplo se presenta la estimación de las temperaturas para la localidad de Temuco en un período de un año desde enero a diciembre. (Figuras 1 y 2).

Si se repite este proceso con un número suficientemente grande de simulaciones anuales se puede extraer información empírica de gran utilidad para la planificación de cultivos, tales como período libre de heladas, probabilidad de heladas, acumulación térmica y horas frío.

Por último es necesario señalar que la validez de

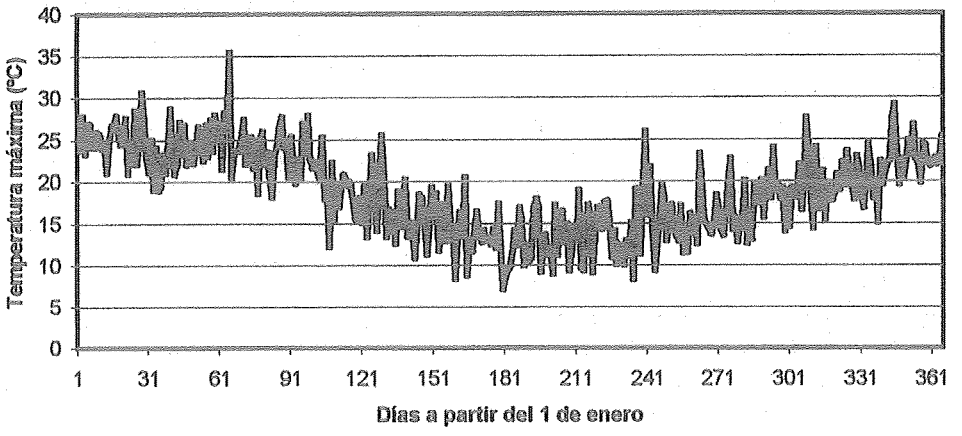


FIGURA 1
SIMULACION ESTOCASTICA DE LA TEMPERATURA MAXIMA EN TEMUCO
Stochastic simulation of maximum temperature at Temuco

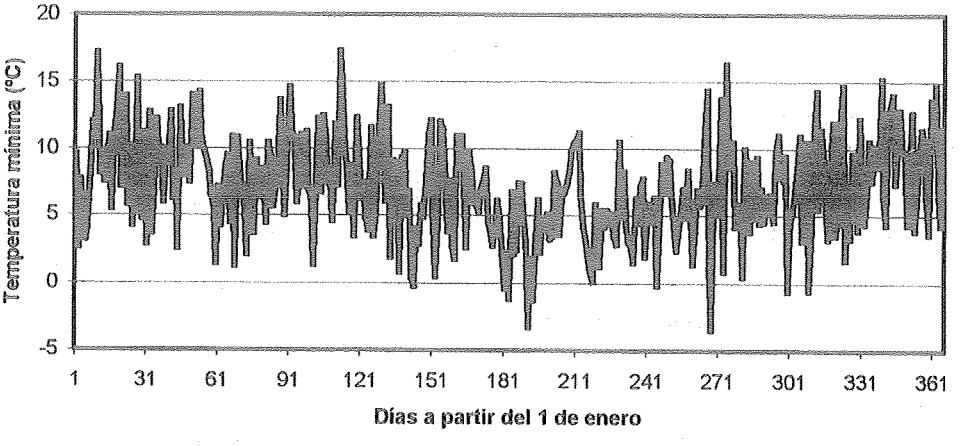


FIGURA 2
SIMULACION ESTOCASTICA DE LA TEMPERATURA MINIMA EN TEMUCO
Stochastic simulation of minimum temperature at Temuco

las simulaciones estocásticas está estrechamente ligada a la disponibilidad de información. Cuanto mayor sea el período de tiempo considerado se tendrá una mejor estimación de los parámetros del modelo y se contará con la posibilidad de reproducir ciclos termales de mayor precisión y representatividad.

CONCLUSIONES

Las fluctuaciones de temperatura de una localidad, como variable aleatoria, tienen su origen en un componente estacionario y uno de azar. El primero es susceptible de remover mediante series sinuosoidales como las Series de Fourier. En tanto el segundo componente o de azar puede ser modelado mediante procesos autorregresivos debido a que su comportamiento no es independiente en el tiempo evidenciándose ciclos de desviaciones consecutivas en torno a la tendencia anual.
La modelación estocástica de variables como las temperaturas extremas es una herramienta de gran utilidad para estimar ciclos de temperatura requiriéndose una serie de datos diarios de tamaño reducido a fin de estimar los parámetros del modelo estocástico.

Se puede observar que los modelos autorregresivos de orden uno (p = 1) son lo suficientemente precisos para reproducir ciclos termales reflejando en propiedad la dependencia intertemporal de las variables. Dichas estimaciones tienen un porcentaje de error inferior al diez porciento.

La principal ventaja de los modelos estocásticos es proveer de información confiable de diversas situaciones termales de una localidad siendo un aporte interesante para la planificación de cultivos.

RESUMEN

La temperatura ambiente es una de las variables atmosféricas que mayor incidencia tienen sobre el desarrollo de la producción silvoagropecuaria. La correcta estimación de sus fluctuaciones es una herramienta de planificación de gran valor.

Si se considera a la temperatura ambiente como una variable aleatoria es posible recurrir a la modelación estocástica como mecanismo de estimación de los valores que se manifestarán ante diferentes situaciones anuales.

En trabajo se presentan modelos estocásticos de simulación de temperatura para cuatro localidades en Chile recurriendo a un ajuste mediante series de Fourier y a la modelación de los residuos mediante procesos autorregresivos de primer orden.

La modelación estocástica permite reproducir ciclos termales de máximas y mínimas con suficiente grado de aproximación observándose fallas de menos del diez porciento de los casos para cada localidad. Además este tipo de simulación es muy versátil ya que puede ser empleada para generar secuencias determinadas de temperatura arrojando información valiosa para la planificación de cultivos.

LITERATURA CITADA

ALLEN, R. 1997. Self-calibrating method for estimating solar radiation from air temperature. Journal of Hydrologic Engineering. 2: 56-67.

BOX, G y D. COX. 1964. An analysis of transformation (with discussions). J.R. Statistic Soc. B-26: 211-252.

BOX, G y G. JENKINS. 1970. Time Series Analysis. Forecasting and Control. Holden Day San Francisco, Ca.

BRISTOW, K. y G.CAMPBELL. 1984 On the relationship between incoming solar radiation and daily maximum and minimum temperature. Agricultural and Forest Meteorology. 31: 159-166

CAMPBELL, G. 1990. CLIMGEN, Weather generator software. Department of Crop and Soil Sciences, Washington State University, Pullman, Washington.

CAMPBELL, G y J.NORMAN. 1997. An Introduction to Environmental Biophysics. 2nd edition. Soils/AOS 532. Pullman WA.

FERRER-VELIZ, E. 1980. Diccionario de la Atmósfera y el Clima. Fundación para el desarrollo de la región centro occidental de Venezuela. 160 pp.

LARSEN, G. y R. PENSE. 1982. Stochastic Simulation of Daily Climatic Data for Agronomic Models. Agronomy Journal. 74 : 510-514.

RICHARDSON, C. 1981. Stochastic simulation of daily precipitation, temperature and solar radiation. Water Resour.Res 17 : 182-190.

RICHARDSON, C. y D. WRIGHT. 1984. WGEN: A model for generating daily weather variables. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. ARS-8.

VAN WIJK, W y D, DE VRIES. 1966. Physics of Plant Environment. 2nd Edition. North-Holland Pub.Co. 382 pp.

DIVERSIDAD FLORISTICA Y VEGETACIONAL PRATENSE EN VEGAS, COLINAS Y SERRANIAS AL PONIENTE DE TEMUCO, CHILE[1]

PLANT AND VEGETATION PRAIRIE DIVERSITY IN LOWLANDS, HILLS AND MOUNTAINOUS COUNTRIES TO THE WEST OF TEMUCO, CHILE

CARLOS RAMIREZ G., CRISTINA SAN MARTIN P. Y DOMINGO CONTRERAS F.
Instituto de Botánica
Universidad Austral de Chile
Casilla 567, Valdivia, Chile

Summary

The anthropogenic prairie flora and vegetation that replaces the original forests of the surroundings of Temuco (Cautín, Chile) were studied. It was worked with a table made with 220 vegetation samples obtained with the phytosociological european methods. The flora is formed by 187 species of perennial, annual and biannual weeds, of the Classes Dico - and Monocotyledons, of those a 42% corresponds to autochtonous species, upon considering the abundance, this percentage is reduced to 27%. The most important species of the flora are: *Agrostis capillaris, Leontodon saxatilis, Juncus procerus, Mentha pulegium* and *Anthoxanthum utriculatum.* They were determined 10 plant associations: *Mentho-Agrostidetum capillariae, Juncetum procerii, Junco-Agrostidetum capillariae, Anthoxanthetum utriculatae, Agrosto-Lolietum perennis, Bromo-Poetum annuae, Hyperico-Agrostidetum capillariae, Cynosuro-Agrostidetum capillariae, Airo-Agrostidetum capillariae* and *Cynosuro -Piptachaetetum montevidensis*, belonging to the *Agrostidion chilense*. It is made a comparison of the attributes of the flora of each association. To a summarised table of 10 associations with the cover average of the species was applied statistic multivariate analysis of classification and ordination. It is concluded that in the study region could have existed indigenous prairie and that the anthropogenic prairie vegetation current is more diversified than the original forest vegetation, but both present a similar altitudinal distribution pattern.

INTRODUCCION

La región de Temuco estuvo originalmente cubierta por bosques (Schmithüsen, 1956). En las colinas más altas (150-400 m) prosperaba un bosque parcialmente caducifolio con estratos arbóreos medio e inferior, esclerófilos perteneciente a la asociación boscosa de Roble-Laurel-Lingue-Boldo (*Nothofago-Perseetum linguae Boldetosum*) (Ramírez *et al.*, 1990). En las vegas más bajas, crecía un bosque pantanoso perennifolio de Mirtáceas, correspondiente a la asociación boscosa de Temo-Pitra (*Blepharocalyo-Myrceugenietum exsuccae*) (Ramírez *et al.*, 1996). En las serranías, por sobre los 400 m de altitud, en el cordón montañoso Huimpil-Ñielol, crecía en forma más escasa, el bosque de Coihue-Ulmo (*Nothofago-Eucryphietum cordifoliae*) interrumpido localmente, en quebradas profundas y en las cumbres más expuestas, por el bosque perennifolio de Olivillo (*Lapagerio-Aextoxiconetum punctatii*) (Oberdorfer, 1960).

La poco diversificada vegetación boscosa original de colinas y vegas (con sólo dos asociaciones) ha sido totalmente destruida, para habilitar tierras de cultivo y pastoreo (Donoso, 1983). Hoy en día se conservan escasos rodales de ella y, en su lugar, existen amplias extensiones de praderas y cultivos, dedicados a una explotación agrícola y ganadera (Ramírez *et al.*, 1988). La vegetación de los cordones montañosos siguió un curso diferente, ya que actualmente está siendo reemplazada en forma acelerada, por plantaciones forestales, principalmente de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*.

El presente es un estudio de la vegetación pratense antropogénica de los alrededores de Temuco (Chile). La hipótesis planteada supone que ella debería ser poco diversificada, al igual que los bosques primitivos que reemplaza y que además, por ser de origen secundario, en su flora debería dominar el elemento alóctono.

MATERIALES Y METODO

Lugar de trabajo

Las vegas de Chivilcán, las colinas de Tromén y las serranías del cordón montañoso Huimpil-Ñielol se ubican al poniente de la ciudad de Temuco, en

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la P. Universidad Católica con el N°180898

Los autores agradecen el apoyo da las Comunidades Europeas mediante el Proyecto N° TS3*CT94-03535 y de la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Austral de Chile con el Proyecto DID-UACH N° S-94-31.

la IX Región de la Araucanía chilena (Figura 1). Se trata de una zona cuyas tierras están divididas en algunos fundos pertenecientes a colonos de descendencia alemana, que practican una agricultura moderna y muy mecanizada y en asentamientos o comunidades Mapuches, que presentan un uso extensivo de la tierra, dedicándose a una agricultura y ganadería de subsistencia, bastante primitiva (Ramírez *et al.*, 1998). Además, en las serranías más altas se han establecido empresas forestales dedicadas a actividades de reforestación con especies exóticas.

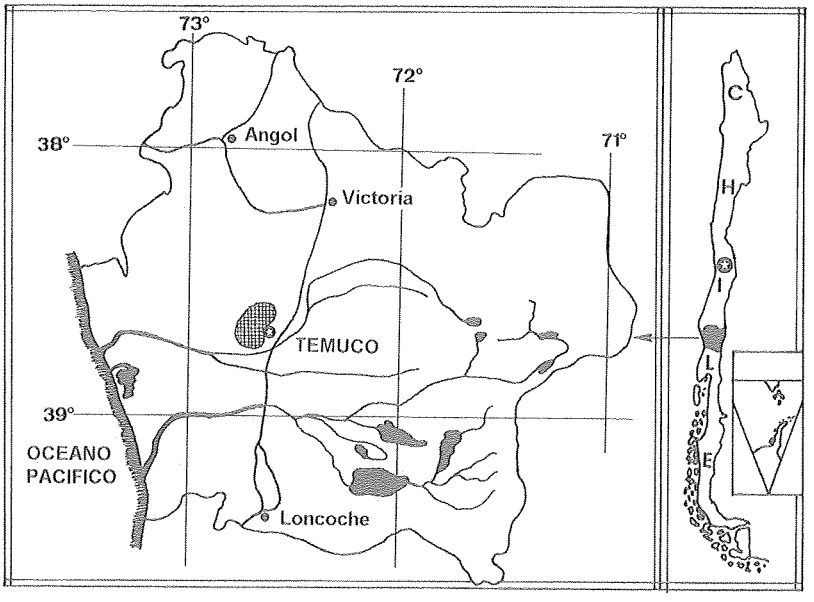


FIGURA 1
NOVENA REGION DE CHILE. EL LUGAR DE TRABAJO CORRESPONDE AL AREA CUADRICULADA JUNTO A TEMUCO.
Ninth region of Chile. The squares area near Temuco indicated the work site.

El clima del lugar de trabajo es templado lluvioso con influencia mediterránea (Di Castri y Hajek, 1976). El promedio anual de precipitación alcanza a 1.325 mm y la temperatura media anual a 12°C (Novoa y Villaseca, 1989). En invierno y primavera son frecuentes las heladas. La precipitación se concentra en los meses invernales y, en verano, a menudo se presentan dos a tres meses de sequía. Esta sequía episódica crea serios problemas en el abastecimiento de agua de los campesinos (San Martín *et al.*, 1998).

El suelo de colinas y depresiones, de origen volcánico, corresponde principalmente, al tipo rojo arcilloso perteneciente a la Serie Metrenco (Besoaín, 1985), que es muy difícil de trabajar en condiciones de sequía y humedad, por lo que su laboreo está restringido a un par de semanas en el año. Gran parte de ellos presentan distintos grados de erosión y degradación.

Métodos

El trabajo se inició levantando 220 censos de vegetación en las praderas del lugar de estudio, usando la metodología fitosociológica de la Escuela europea Zürich-Montpellier (Dierschcke, 1994). Los censos se levantaron en primavera y verano de 1995, 1996 y 1997, época de floración y/o fructificación de las especies pratenses. En cada censo se hizo una lista completa de las especies presentes en la parcela, determinando luego la abundancia de los individuos de cada una, expresada en porcentaje de cobertura de la parcela. Para coberturas bajo 1% se usaron los signos "+" y "r" (cruz y erre), el primero cuando la especie presentaba varios individuos y el segundo, cuando sólo había uno (Braun-Blanquet, 1964). Las parcelas de muestreo que medían 25 m^2 (5m x 5m), se ubicaron en lugares florística-, fisionómica- y ecológicamente homogéneos de acuerdo a lo establecido por Knapp (1984).

Con los censos se confeccionó una tabla fitosociológica inicial, de cuya primera columna se extrajo el catálogo florístico, agregando aquellas especies colectadas fuera de las parcelas. Las especies del

catálogo fueron determinadas usando la literatura pertinente (Schauer y Caspari, 1989; Matthei, 1995) y comparando con los ejemplares del Herbario (VALD). A cada una se le determinó además, el origen fitogeográfico, es decir, el carácter de alóctono o autóctono usando los catálogos de Marticorena y Quezada (1985) y de Mabberley (1987) y la forma de vida de acuerdo a Ellenberg y Mueller-Dombois (1966), para confeccionar luego el espectro biológico general.

Posteriormente, en la tabla inicial se procedió a identificar especies diferenciales que permitieran ordenar la tabla y diferenciar sintaxa (comunidades o asociaciones vegetales) de acuerdo a lo planteado por Ramírez y Westermeier (1976). La ordenación fitosociológica de la tabla inicial entregó 10 grupos de censos, los cuales fueron asignados a otros tantos sintaxa. La nomenclatura fitosociológica sigue a Barkmann *et al.* (1986). Para cada una de estas asociaciones se construyó una tabla fitosociológica parcial, con los censos correspondientes a ella y se analizó la flora de cada asociación procediendo luego, a la comparación de los sintaxa. Este análisis de la flora por asociación incluyó el número de especies, el origen fitogeográfico y el espectro biológico.

A continuación, para cada asociación representada en las tablas parciales se estableció un promedio de cobertura por especie y con ellos, se construyó una nueva tabla fitosociológica resumida, formada por 271 filas correspondientes a las especies y 10 columnas, correspondientes a las asociaciones. Los valores de esta tabla correspondían a los promedios de cobertura, expresados en números enteros. Para calcular la cobertura promedio, los signos "+" y "r" fueron elevados a la unidad. En esta tabla resumida se estudió la frecuencia, la cobertura y la importancia de cada especie en las asociaciones (Wikum y Shanholtzer, 1978).

Finalmente, la tabla fitosociológica resumida fue transformada en una matriz de datos con 271 variables y 10 casos (Cuadro 1). Esta matriz rectangular fue sometida a análisis estadísticos multivariados de conglomerados y de ordenación, tanto polar (Figueroa *et al.*, 1986), como por componentes principales (Digby y Kempton, 1987), con el objeto de estudiar las relaciones entre las especies y las asociaciones y ver su posible adscripción a determinados gradientes de variación ambiental (Ludwig y Reynolds, 1988; Kent y Coker, 1995).

CUADRO 1

MATRIZ DE DATOS USADA COMO BASE PARA LOS ANALISIS ESTADISTICOS MULTIVARIADOS. LOS NUMEROS INDICAN PORCENTAJE PROMEDIO DE COBERTURA. ABREVIATURAS DE LAS ASOCIACIONES EN CUADRO 9.

Matrix using as a basis for the statistical multivariate analysis. The numbers indicated cover average percentage. For abreviations see table 9.

Especie / Asociación	MA	Jp	JA	Au	AL	BP	HA	CA	AA	CP
Agrostis capillaris	17	15	58	4	11	2	40	36	46	4
Hypochaeris radicata	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Prunella vulgaris	1	1	1	1	4	6	1	1	1	5
Leontodon saxatilis	5	3	1	13	7	0	19	19	10	2
Plantago lanceolata	1	1	1	0	2	4	5	10	5	10
Holcus lanatus	1	5	13	1	3	1	2	0	1	1
Trifolium repens	1	1	1	1	1	1	3	1	0	1
Gamochaeta americana	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Mentha pulegium	55	5	1	1	1	0	1	1	1	0
Rubus constrictus	0	1	1	4	1	0	12	1	1	1
Juncus imbricatus	1	1	14	1	1	0	1	0	1	1
Lotus uliginosus	5	9	1	1	1	0	1	1	1	0
Rumex acetosella	1	0	1	1	1	0	1	5	3	1
Cirsium vulgare	1	1	1	1	1	0	2	1	1	0
Briza minor	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1

CUADRO 1 (continuación)
MATRIZ DE DATOS USADA COMO BASE PARA LOS ANALISIS ESTADISTICOS MULTIVARIADOS. LOS NUMEROS INDICAN PORCENTAJE PROMEDIO DE COBERTURA. ABREVIATURAS DE LAS ASOCIACIONES EN CUADRO 9.
Matrix using as a basis for the statistical multivariate analysis. The numbers indicated cover average percentage. For abreviations see table 9.

Especie / Asociación	MA	Jp	JA	Au	AL	BP	HA	CA	AA	CP
Daucus carota	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1
Cynosurus echinatus	0	0	1	0	13	5	1	17	2	6
Lolium perenne	1	1	1	0	33	0	1	1	1	0
Crepis capillaris	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
Arrhenatherum elatius	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0
Dichondra sericea	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1
Linum usitatissimum	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
Juncus procerus	3	60	1	10	1	0	1	0	0	0
Piptochaetium montevidense	0	1	1	0	0	4	1	0	1	45
Aira caryophyllea	0	1	0	0	1	0	1	1	22	1
Bromus catharticus	0	0	0	0	7	10	1	1	1	1
Chevreulia sarmentosa	0	0	1	0	0	1	6	1	1	1
Chamomilla suaveolens	1	1	0	0	2	0	1	1	1	0
Rumex conglomeratus	1	1	1	1	1	.	1	0	0	0
Achillea millefolium	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
Leucathemum vulgare	0	0	0	0	0	1	1	1	1	16
Dactylis glomerata	0	0	1	1	8	2	0	0	0	3
Juncus microcephalus	3	1	4	0	1	0	1	0	0	0
Cyperus reflexus	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
Ranunculus repens	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
Trifolium dubium	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Vulpia bromoides	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0
Raphanus sativus	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0
Hypericum perforatum	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Hydrocotyle marchantioides	0	1	1	7	0	0	1	0	0	0
Cichorium intybus	0	0	1	0	3	0	1	1	0	0
Cyperus eragrostis	1	2	0	2	0	0	1	0	0	0
Trifolium pratense	0	0	0	0	3	0	1	1	1	0
Briza maxima	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
Madia sativa	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Stipa poeppigiana	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Aster bellidiastrum	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Anthoxanthum utriculatum	0	1	0	63	0	0	1	0	0	0
Poa annua	1	1	0	0	0	60	0	0	0	0
Setaria parviflora	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Gastridium ventricosum	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Cyperus conceptionis	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Polypogon australis	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Centipeda elatinoides	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Juncus bunifonius	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Carex canescens	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Lythrum hyssopifolia	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0

CUADRO 1 (continuación)

MATRIZ DE DATOS USADA COMO BASE PARA LOS ANALISIS ESTADISTICOS MULTIVARIADOS. LOS NUMEROS INDICAN PORCENTAJE PROMEDIO DE COBERTURA . ABREVIATURAS DE LAS ASOCIACIONES EN CUADRO 9.

Matrix using as a basis for the statistical multivariate analysis. The numbers indicated cover average percentage. For abreviations see table 9.

Especie / Asociación	MA	Jp	JA	Au	AL	BP	HA	CA	AA	CP
Calystegia sepium	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Juncus dombeyanus	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Glyceria multiflora	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Alisma lanceolatum	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Myosotis arvensis	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche verna	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Alisma plantago-aquatica	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Juncus capillaceus	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Paspalum distichum	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Polygonum aviculare	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Polygonum persicaria	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Phalaris aquatica	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Mimulus bridgessii	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Poa pratensis	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Eleocharis macrostachya	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Eryngium pseudojunceum	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sisyrinchium graminifolium	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Eryngium humiffusum	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Spergularia rubra	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Carex fuscula	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Hedyotis salzmannii	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Carex brongniartii	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Geranium robertianum	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
Erodium cicutarium	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Cerastium arvense	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Festuca rubra	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Baccharis racemosa	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Vicia vicina	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Solanum valdiviense	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Lupinus album	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Danthonia chilensis	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Silene gallica	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Lotus subpinnatus	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Triticum aestivum	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Lolium multiflorum	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Echium plantagineum	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Briza stricta	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Parentucellia viscosa	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Spergula arvensis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Epilobium puberulum	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus bonariensis	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Festuca purpurascens	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CUADRO 1 (continuación)

MATRIZ DE DATOS USADA COMO BASE PARA LOS ANALISIS ESTADISTICOS MULTIVARIADOS. LOS NUMEROS INDICAN PORCENTAJE PROMEDIO DE COBERTURA. ABREVIATURAS DE LAS ASOCIACIONES EN CUADRO 9.

Matrix using as a basis for the statistical multivariate analysis. The numbers indicated cover average percentage. For abreviations see table 9.

Especie / Asociación	MA	Jp	JA	Au	AL	BP	HA	CA	AA	CP
Plantago mayor	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Gamochaeta spiciforme	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Paspalum dasypleurum	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0
Coniza bonariensis	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Ulex europaeus	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Lotus corniculatus	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Hypericum brevystilum	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Anagallis arvensis	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Baccharis linearis	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Chamomilla recutita	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Avena sativa	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
Trifolium glomeratum	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Stipa duriuscula	0	0	0	0	0	6	0	0	0	3
Noticastrum album	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1
Eleocharis pachycarpa	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Polygonum hydropiperoides	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gratiola peruviana	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Juncus stipulatus	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Cuscuta suaveolens	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Nothoscordum striatellum	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyla nodiflora	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Aster vahlii	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus muricatus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anthemis cotula	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rorippa palustris	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gnaphalium cymatoides	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Navarretia involucrata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxalis corniculata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Muehlenbeckia hastulata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veronica serpillyfolia	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyperus laetus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Papalum dilatatum	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Carex riparia	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Echinochloa crusgalli	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ranunculus minutiflorus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ludwigia peploides	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Rumex cuneifolius	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Baccharis sagittalis	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Myrceugenia exsucca	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Callitriche terrestris	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Myriophyllum aquaticum	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonchus oleraceus	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

CUADRO 1 (continuación)
MATRIZ DE DATOS USADA COMO BASE PARA LOS ANALISIS ESTADISTICOS MULTIVARIADOS. LOS NUMEROS INDICAN PORCENTAJE PROMEDIO DE COBERTURA . ABREVIATURAS DE LAS ASOCIACIONES EN CUADRO 9.
Matrix using as a basis for the statistical multivariate analysis. The numbers indicated cover average percentage. For abreviations see table 9.

Especie / Asociación	MA	Jp	JA	Au	AL	BP	HA	CA	AA	CP
Taraxacum officinale	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Bromus hordeaceus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Conium maculatum	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Carduus pycnocephalus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Sylibum marianum	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Convolvulus arvensis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Plantago hirtella	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Vicia sativa	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Modiola caroliniana	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Eryngium paniculatum	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Cliococca selaginoides	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Solidago chilensis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Chaetanthera chilensis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Alstroemeria pulchra	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Libertia elegans	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Rosa canina	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Oxalis mallobolba	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Rumex crispus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Dianthus armeria	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Brassica napus	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Centaurea melitense	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Trifolium striatum	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Acaena argentea	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Kickxia elatine	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Margyricarpus pinnatus	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Centaurea calcitrapa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Sherardia arvensis	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Trifolium polymorphum	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Soliva valdiviana	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Gaultheria phyllareifolia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

RESULTADOS Y DISCUSION

Se analizan primero aquellos resultados correspondientes a la totalidad de la flora pratense y luego, aquellos que diferencian las asociaciones pratenses determinadas.

FLORA

En los 220 censos levantados se contabilizaron 171 especies, a las cuales se agregaron 16 especies colectadas fuera de las parcelas de muestreo, lo que da un total de 187 especies para la flora pratense estudiada. Este total se distribuye en 41 familias y 128 géneros (Cuadro 2). Un catálogo completo de esta rica flora se presenta en el anexo 1.

Sólo las Clases *Magnoliopsida* (Dicotiledóneas) y *Liliopsida* (Monocotiledóneas) están representadas en esta flora pratense, la primera con 126 especies y la segunda, con 61 especies. Esta dominancia de

las Dicotiledóneas desaparece al considerar la cobertura, es decir, la abundancia de los individuos de cada especie (Cuadro 3). En este caso, las Monocotiledóneas alcanzan al 56,41% de la cobertura total, demostrando la importancia de las especies de esta Clase en la vegetación pratense de zonas templadas, como lo es la región de estudio (Ramírez *et al.*, 1998).

CUADRO 2
NUMERO DE FAMILIAS, GENEROS Y ESPECIES DE CADA CLASE DE LA FLORA ESTUDIADA
Family, Genus and species per Classis of the studied flora.

Clases	Familias	Géneros	Especies
Magnoliopsida	34	91	126
Liliopsida	7	37	61
Total	41	128	187

CUADRO 3
DISTRIBUCION DE ESPECIES Y DE SU COBERTURA EN LAS CLASES
Distribution of the number and cover of the species in the Classis.

Clase	Especies (%)	Cobertura (%)
Magnoliopsida	126 (67,38)	615 (43,59)
Liliopsida	61 (32,62)	796 (56,41)
Total	187 (100)	1.411 (100)

Las Dicotiledóneas presentaron 34 familias en total, de las cuales las más importantes son *Asteraceae* (incluida *Cichoriaceae*), *Fabaceae* y *Polygonaceae* con 36, 14 y 8 especies, respectivamente. Las Monocotiledóneas presentaron sólo 7 familias, siendo las más importantes *Poaceae*, *Cyperaceae* y *Juncaceae* con 30, 10 y 7 especies, respectivamente.

Origen fitogeográfico

Las especies autóctonas forman el 42,25% del total de la flora, mientras que las alóctonas alcanzan al 57,75% (Cuadro 4). Al considerar la cobertura de los individuos de cada especies, esta diferencia se acentúa, ya que las nativas sólo contribuyen con un 27% y las introducidas, con un 73% del total. Lo último, está de acuerdo con el carácter secundario de las comunidades pratenses estudiadas. Pero aún así, el alto número de especies nativas en ella, desmiente la arraigada idea de ausencia de elementos pratenses autóctonos en la flora del centro-sur chileno (Oberdorfer, 1960). Las familias *Poaceae, Cyperaceae* y *Juncaceae* de las Monocotiledóneas, aportan 27 especies nativas que se incorporan a praderas húmedas y pantanosas (Cuadro 5). En cambio, en las Dicotiledóneas sólo la Familia *Asteraceae* (Compuestas) contribuye con algunas especies pratenses autóctonas, ya que la mayoría de ellas son malezas alóctonas, principalmente de origen europeo (Cuadro 6).

CUADRO 4
ORIGEN FITOGEOGRAFICO DE LA FLORA.
Phytogeographic origin of the flora.

Origen	Especies (%)	Cobertura (%)
Autóctonas	79 (42,25)	380 (26,93)
Alóctonas	108 (57,75)	1.031 (73,07)
Total	187 (100)	1.411 (100)

CUADRO 5
NUMERO DE ESPECIES POR FAMILIA DE MONOCOTILEDONEAS
Species number per family of the Monocotyledons.

Familia	Autóctonas	Alóctonas	Total
Poaceae (Gram.)	11	27	38
Juncaceae	6	1	7
Cyperaceae	10	0	10
Iridaceae	2	0	2
Alismataceae	0	2	2
Alstroemeriaceae	1	0	1
Liliaceae	1	0	1
Total (7 fam.)	31	30	61

Espectro biológico

En el espectro biológico dominan hemicriptófitos (hierbas perennes) y terófitos (hierbas anuales y bianuales) con 86 y 71 especies, respectivamente. Estos valores corresponden a una formación pratense de tipo ruderal, de origen antrópico y con alto grado de hemerobia (Sukopp y Wittig, 1993). Sin embargo, el alto número de terófitos, también está

indicando una mayor sequía estival, que aquella atribuible sólo a causas climáticas. Seguramente, una compactación del suelo debido a un sobrepastoreo, está provocando una sequía edáfica estival prolongada (Figura 2A) (Ramírez *et al.*, 1997). Al considerar la cobertura de los individuos siguen dominando los hemicriptófitos, pero los terófitos reducen drásticamente, su importancia, lo cual si está más acorde con el macroclima del lugar de trabajo (Figura 2B).

CUADRO 6
NUMERO DE ESPECIES POR FAMILIA DE DICOTILEDONEAS
Species numbers per Family of the Dicotyledons.

Familias	Autóctonas	Alóctonas	Total
Asteraceae (Compuestas)	17	11	28
Fabaceae (Papilionáceas)	2	12	14
Polygonaceae	2	6	8
Cichoriaceae (Compuestas)	0	8	8
Scrophulariaceae	2	4	6
Apiaceae (Umbelíferas)	3	2	5
Caryophyllaceae	0	5	5
Rosaceae	3	2	5
Ranunculaceae	2	2	4
Plantaginaceae	0	3	3
Bassicaceae	0	3	3
Total	31	58	89

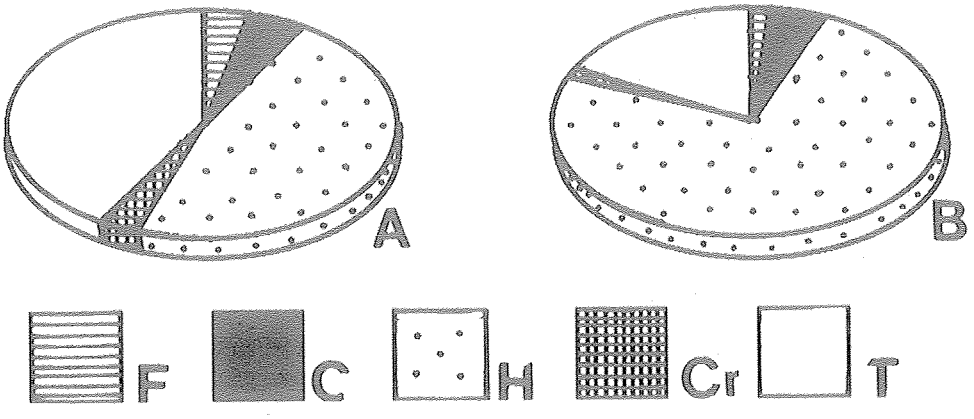


FIGURA 2
ESPECTRO BIOLOGICO DE LA FLORA PRATENSE POR NUMERO DE ESPECIES (A) Y POR COBERTURA (B). FORMAS DE VIDA: F=FANEROFITOS, C=CAMEFITOS, H=HEMICRIPTOFITOS, Cr=CRIPTOFITOS, T=TEROFITOS.
Biological spectrum of the prairie flora after species number (A) and cover (B). Life forms: F=Phanerophytes, C=Chamaephytes, H=Hemicryptophytes, Cr=Cryptophytes, T=Therophytes.

En los hemicriptófitos dominan las especies nativas, confirmando la influencia del clima templado (Cuadro 7), por el contrario, en los terófitos anuales y bianuales, dominan ampliamente las especies introducidas, correspondientes a malezas ruderales (Matthei, 1995). Considerando la cobertura de los individuos de cada forma de vida, tanto en el elemento autóctono como en el alóctono, dominan los hemicriptófitos, pero los terófitos son más importantes en las plantas autóctonas, que en las alóctonas (Cuadro 8).

CUADRO 7
ESPECTRO BIOLOGICO DE LA FLORA ESTUDIADA
Biological spectrum of the studied flora.

Forma de vida	Autóctonas	Alóctonas	Total
Fanerófitos	9 (11,39)	3 (2,78)	12 (6,42)
Caméfitos	5 (6,32)	6 (5,56)	11 (5,88)
Hemicriptófitos	46 (58,23)	40 (37,04)	86 (45,99)
Criptófitos	5 (6,32)	2 (1,85)	7 (3,74)
Terófitos	14 (17,72)	57 (52,77)	71 (37,97)
Total	79 (99,989	108 (100)	187 (100)

CUADRO 8
ORIGEN FITOGEOGRAFICO DEL ESPECTRO BIOLOGICO
Phytogeographical origin of the biological spectrum.

Forma de vida	Autóctonas	Alóctonas	Total
Fanerófitos	26 (2,52)	13 (3,41)	39 (2,76)
Caméfitos	88 (8,54)	10 (2,62)	98 (6,95)
Hemicriptófitos	640 (62,13)	326 (85,56)	966 (68,46)
Criptófitos	4 (0,38)	7 (1,84)	11 (0,76)
Terófitos	272 (26,41)	25 (6,56)	297 (21,05)
Total	1030 (99,98)	381 (99,99)	1411 (100)

VEGETACION

En la tabla de vegetación inicial que fue ordenada de acuerdo a las metódicas tradicionales, se determinaron tres especies características del *Agrostidion chilense* de Oberdorfer (1960): *Agrostis capillaris, Hypochaeris radicata* y *Prunella vulgaris*, además de 9 especies diferenciales: *Mentha pulegium, Juncus imbricatus, Lolium perenne, Juncus procerus, Poa annua, Anthoxanthum utriculatum, Piptochaetium montevidense, Cynosurus echinatus* y *Bromus catharticus*. Con ellas, fue posible diferenciar los 10 sintaxa siguientes: *Mentho-Agrostidetum capillariae* (Pradera de Poleo), *Juncetum procerii* (Pradera de Junquillo), *Junco-Agrostidetum capillariae* (Pradera de Junquillo duro), *Anthoxanthetum utriculatae* (Pradera de Paja ratonera), *Agrosto-Lolietum perennis* (Pradera de Ballica), *Bromo-Poetum annuae* (Pradera de Pasto piojillo), *Hyperico-Agrostidetum capillariae* (Pradera de Chépica-Hierba de San Juan), *Cynosuro-Agrostidetum capillariae* (Pradera de cola de zorro), *Airo-Agrostidetum capillariae* (Pradera de Aira-Chépica) y *Cynosuro-Piptochaetetum montevidensis* (Pradera de Cola de zorro de altura).

El número total de especies de cada asociación está en directa relación con el número de censos levantados en los rodales de ella (r = 0,86), pero el promedio de especies por asociación fue independiente del número de censos (r = 0,04) (Figura 3). En general este promedio fue muy bajo, oscilando entre 14,26 para el *Mentho-Agrostietum capillariae* y 9,00 para el *Cynosuro-Piptochaetetum montevidensis* (Cuadro 9). Estos resultados coinciden con lo planteado por Ramírez *et al.* (1996) para otras asociaciones ruderales.

Frecuencia

Sólo tres especies están presentes en todas las asociaciones pratenses descritas: *Agrostis capillaris, Hypochaeris radicata* y *Prunella vulgaris* (Cuadro 10). Ellas corresponde a malezas alóctonas de origen europeo, las dos primeras indican degradación del suelo con pérdida de nutrientes (Montaldo, 1975; Ramírez *et al.*, 1991). También son frecuentes, pero faltan en una de las asociaciones pratenses, *Leontodon saxatilis, Plantago lanceolata, Holcus lanatus, Trifolium repens* y *Gamochaeta americana*. De éstas, sólo la última es nativa y las restantes, malezas europeas (Matthei, 1995).

En 8 asociaciones se presentan las siguientes especies: *Mentha pulegium, Rubus constrictus, Juncus imbricatus, Lotus uliginosus, Rumex acetosella, Briza minor, Cirsium vulgare* y *Daucus carota*, de todas ellas, sólo *Juncus imbricatus* es nativa. Esta distribución de frecuencia de especies en las asociaciones se muestra en el histograma de la Figura

4. En él se aprecia que más de la mitad de las especies se presentan sólo en una o dos asociaciones. Además, el análisis de frecuencia demuestra que hay grandes diferencias florísticas entre las diferentes asociaciones pratenses determinadas (Knapp, 1984).

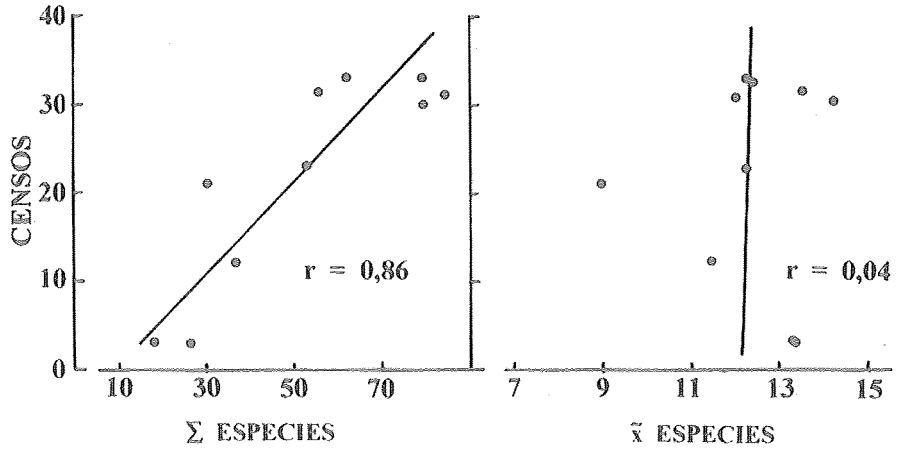


FIGURA 3
RELACION ENTRE NUMERO DE CENSOS CON NUMERO TOTAL Y PROMEDIO DE ESPECIES POR ASOCIACION VEGETAL
Relation between samples number with total numbers and average of the species in each plant associations.

CUADRO 9
NUMERO DE CENSOS Y DE ESPECIES POR CADA ASOCIACION
Samples and species number in each plant associations.

Asociación vegetal	Abreviaturas	Censos	Especies	
			Total	Promedio
Mentho-Agrostidetum	MA	30	79	14,26 ±5,34
Juncetum procerii	Jp	33	78	12,33 ±3,53
Junco-Agrostidetum	JA	12	36	11,15 ±1,19
Anthoxanthetum utriculatae	Au	3	26	13,13 ±2,05
Agrosto-Lolietum perennis	AL	23	52	12,21 ±3,06
Bromo-Poetum annuae	BP	3	18	13,33 ±1,69
Hyperico-Agrostidetum	HA	31	85	13,51 ±4,30
Cynosuro-Agrostidetum	CA	31	55	12,03 ±3,47
Airo-Agrostidetum	AA	33	62	12,30 ±5,09
Cynosuro-Piptochaetetum	CP	21	31	9,00 ±1,14
Total (10 Asociaciones)		220		

Cobertura

La cobertura total promedio de las especies es muy variable, ya que depende de la dominancia de ellas en cada asociación y también del número de censos levantados para cada comunidad. La especie más abundante por su cobertura fue *Agrostis capillaris* que alcanzó a 233%. Le siguen *Leontodon saxatilis* y *Juncus procerus* con 79% y 76%, respectivamente. Con menor cobertura total promedio figuran *Prunella vulgaris* (66%), *Anthoxanthum utriculatum* (65%), *Poa annua* (62%), *Piptochaetium montevidense* (53%), *Cynosurus echinatus* (45%), *Plantago lanceolata* y *Lolium perenne* con 39% cada una. De todas estas especies con alta cobertura, sólo *Juncus procerus* y *Anthoxanthum utriculatum* son autóctonas, lo que indica que la mayoría de las asociaciones descritas están dominadas por malezas alóctonas (Cuadro 10).

Valor de importancia

Ponderando la frecuencia y la cobertura anteriormente presentadas, en un valor de importancia, *Agrostis capillaris* resultó ser la especie más importante y dominante en toda la vegetación pratense estudiada. Le siguen con menores valores: *Leontodon saxatilis, Juncus procerus, Mentha pulegium, Anthoxanthum utriculatum, Poa annua, Piptochaetium montevidense, Cynusurus echinatus, Plantago lanceolata* y *Lolium perenne*. De éstas nuevamente, sólo *Juncus procerus* y *Anthoxathum utriculatum* son nativas, el resto corresponde a malezas de origen europeo (Cuadro 10). Esta característica de la flora coincide con lo establecido por Oberdorfer (1960) para las praderas del *Agrostidion chilense.*

CUADRO 10

FRECUENCIA, COBERTURA TOTAL Y VALOR DE IMPORTANCIA DE LAS ESPECIES DOMINANTES EN LA VEGETACION

Frecuency, total cover and importance value of the dominant species in the vegetation.

Especies	Frecuencia	Cobertura	V. de I.
Agrostis capillaris	10	233	18,60
Leontodon saxatilis	9	79	7,37
Juncus procerus	6	76	6,58
Mentha pulegium	8	66	6,25
Anthoxanthum utriculatum	3	65	5,22
Poa annua	3	62	5,01
Piptochaetium montevidense	6	53	4,93
Cynosorus echinatus	7	45	4,56
Plantago lanceolata	9	39	4,51
Lolium perenne	7	39	4,13
Holcus lanatus	9	28	3,72
Hypochaeris radicata	10	22	3,48
Rubus constrictus	8	22	3,07
Aira caryophyllea	6	27	3,07
Juncus imbricatus	8	21	3,03
Lotus uliginosus	8	20	2,96
Prunella vulgaris	10	11	2,69
Bromus catharticus	6	21	2,64
Rumex acetosella	8	14	2,53
Trifolium repens	9	11	2,50
Gamochaeta americana	9	9	2,36
Cirsium vulgare	8	9	2,17
Daucus carota	8	8	2,10
Briza minor	8	8	2,10

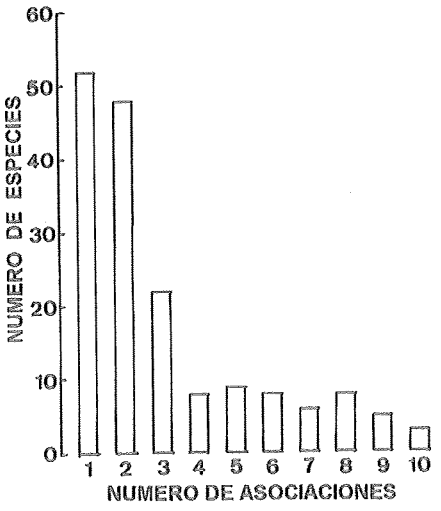


FIGURA 4
DISTRIBUCION DE ESPECIES POR NUMERO DE ASOCIACIONES
Distribution of the species for number of associations.

Origen fitogeográfico

Sólo la pradera de Junquillo posee un 50% de especies nativas, en todas las otras asociaciones pratenses domina ampliamente el elemento alóctono. Sin embargo, al considerar la cobertura de los individuos, el contingente nativo domina en ella y en la pradera de Paja ratonera, indicando que estas praderas húmedas son refugio para la flora pratense autóctona (Figura 5), como lo señalaran San Martín *et al.* (1993). Además, la presencia de tan alto número de especies nativas en las praderas estudiadas podría estar confirmando lo planteado por Ramírez *et al.* (1994) en el sentido de que en la región de estudio, podrían haber existido praderas húmedas nativas, las cuales al ser invadidas por las malezas alóctonas que se dispersaron con posterioridad a la colonización europea, cambiaron totalmente su aspecto y su composición florística original.

Espectro biológico

En el espectro biológico de todas las asociaciones pratenses dominan hemicriptófitos y terófitos (Figura 6). Los criptófitos (hierbas perennes con órganos subterráneos perdurantes) sólo están representados en la pradera de Poleo en la de Junquillo y en la de Chépica-Hierba de San Juan. En las dos primeras corresponden a helófitos (plantas palustres) y, en la última, a un geófito (terrestre). Caméfitos (subarbustos) y fanerófitos (plantas leñosas) son escasos, pero están presentes en todas las asociaciones, con la única excepción de la pradera de Pasto piojillo, donde faltan los últimos, seguramente por el intenso pisoteo a que está sometida (Ramírez *et al.*, 1994). Los hemicriptófitos sobrepasan en número de especies a los terófitos en la mayoría de las asociaciones, y sólo en la pradera de Cola de zorro y en la de Aira-Chépica, dominan estos últimos, señalando mayores condiciones de sequía.

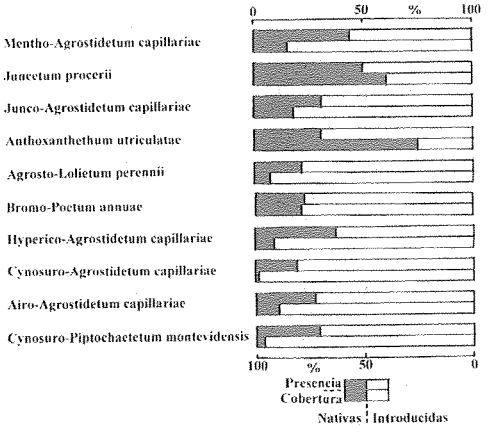


FIGURA 5
NUMERO Y COBERTURA DE ESPECIES NATIVAS E INTRODUCIDAS POR ASOCIACION
Number and cover of the native and introduced species by association.

Al considerar la abundancia de los individuos en forma de cobertura, los hemicriptófitos dominan en casi todas las comunidades descritas, con la única excepción de la pradera de Pasto piojillo, donde son sobrepasados por los terófitos. El resto de las formas de vida, reducen considerablemente su importancia (Figura 7).

Influencia del manejo

Las praderas húmedas de Poleo y de Junquillo son abundantes tanto en las comunidades Mapuches como también en los fundos de colonos, sólo disminuyen su extensión en las tierras más altas de los predios forestales. La pradera de Junquillo duro es más frecuente en los fundos de colonos que en las comunidades Mapuches, mientras que en forma

inversa, la pradera de Cola de zorro es más frecuente en los suelos degradados de las comunidades Mapuches, que en los predios.

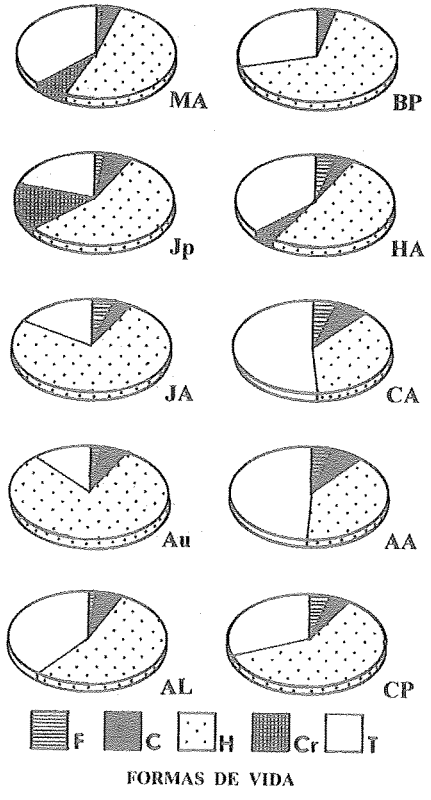


FIGURA 6
ESPECTRO BIOLOGICO DE LAS ASOCIACIONES DESCRITAS CONSIDERANDO EL NUMERO DE ESPECIES POR FORMA DE VIDA. ABREVIATURAS EN FIGURA 2 Y CUADRO 9

Biological spectrum of the described plant associations considered the species number by life forms. For abbreviations see Figure 2 and Table 9.

Las praderas manejadas y con un uso intensivo, tanto de Ballica como también de Pasto piojillo son exclusivas de los fundos de colonos, mientras que, las de Paja ratonera y de Aira-Chépica, sólo se presentan en las tierras de las comunidades Mapuches, la primera en lugares húmedos de depresiones, y las segundas, en colinas con suelos secos y degradados.

Las praderas de Chépica-Hierba de San Juan sólo se presentan en las colinas más altas y en las serranías, las primeras con un manejo propio de colonos y las segundas, con un manejo preferentemente, forestal. La pradera de Cola de zorro de altura, sólo se encontró en la cumbre del Cerro Ñielol.

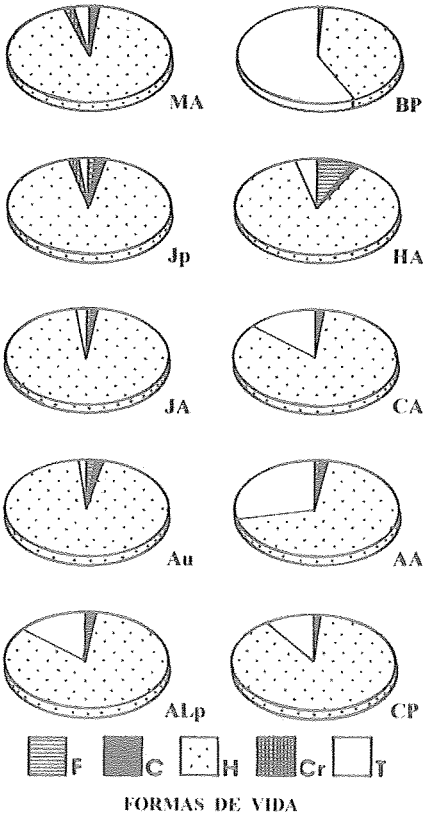


FIGURA 7
ESPECTRO BIOLOGICO DE LAS ASOCIACIONES DESCRITAS CONSIDERANDO LA COBERTURA DE LAS ESPECIES POR FORMA DE VIDA. ABREVIATURAS EN FIGURA 2 Y CUADRO 9

Biological spectrum of the described plant associations considered the cover of the species by life forms. For abbreviations see Figure 2 and Table 9.

Análisis estadísticos multivariados

Los análisis estadísticos multivariados de clasificación y de ordenación se realizaron a una tabla de vegetación resumida con 171 especies y 10 asociaciones, indicando sólo el promedio de cobertura de cada especie en cada asociación.

Análisis de conglomerados

En el dendrograma construido con la similitud florística entre las asociaciones se forman tres conglomerados (Figura 8). El primero correspondiente a praderas húmedas, une con escasa similitud la pradera de Junquillo con la de Poleo y a ellas se une más flojamente, la de Paja ratonera. Estas tres comunidades de ambientes húmedos, se disponen en franjas contiguas en la zonación litoral de lagunas, ocupando la zona más húmeda en la parte inferior del gradiente, la pradera de Poleo y la más seca y alta, la de Paja ratonera, que está, por lo general, en contacto con suelo cultivado. Por último, la pradera de Junquillo se ubica entre ellas.

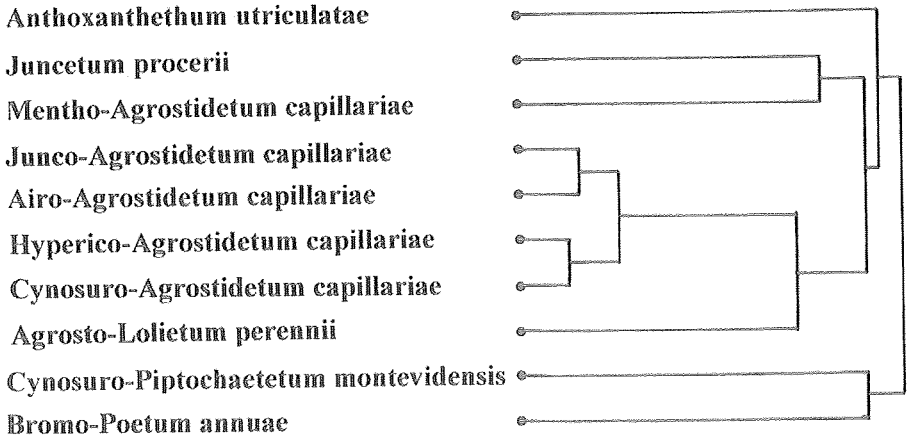


FIGURA 8
DENDROGRAMA DE SIMILITUD FLORISTICA ENTRE LAS ASOCIACIONES ESTUDIADAS
Floristic similitude dendrogram of the studied plant associations.

El otro conglomerado de posición central, está formado por cinco asociaciones. En el se unen con alta similitud la pradera de Junquillo duro y la de Aira-Chépica y la de Chépica-Hierba de San Juan con la de Cola de zorro. Todas corresponden a praderas secas, pero las dos primeras presentan un mayor grado de deterioro de la cubierta vegetal y un aumento de la sequía edáfica, seguramente por compactación del suelo. Incluso, la pradera de Junquillo duro crece en suelos húmedos sometidos a un permanente pisoteo (Steubing y Ramírez, 1995). A estas cuatro comunidades se unen con escasa similitud, la pradera de Ballica, que se caracteriza por un mejor manejo y calidad forrajera (Ruiz, 1988).

En el último conglomerado se unen con baja similitud la pradera de Cola de zorro de altura y la pradera de Pasto piojillo, la primera colonizando colinas altas, secas y soleadas y la segunda, en sectores donde se agrega pisoteo del ganado (Ramírez *et al.*, 1994).

Análisis de Componentes principales

El análisis de componentes principales en sus dos primeros ejes, que explicaron el 50,5% de la varianza total, segregó en el eje horizontal, especies pratenses de lugares más expuestos y cálidos, hacia el lado derecho del diagrama; mientras que, en el segundo eje (vertical) separó aquellas de lugares secos arriba y las de lugares húmedos, abajo (Figura 9). De manera que, estos dos primeros componentes pueden asimilarse a gradientes de temperatura y humedad, respectivamente, lo que ha sido corroborado en otros estudios (Ramírez y San Martín, 1997).

Al posicionar las asociaciones en el plano formado por los dos primeros componentes principales, se observa un gran núcleo central, con cinco asociaciones pratenses propias de lugares erosionados, cálidos y compactados por el pisoteo (Figura 10). De este núcleo central, se separan hacia arriba las praderas propias de altura y de suelos compactados por el pisoteo, se trata de la pradera de Cola de

zorro de altura y la de Pasto piojillo. En el extremo inferior, se ubican la pradera de Junquillo y la de Paja ratonera y un poco más retirada de ellas, la de Poleo. Las tres colonizan sectores húmedos con anegamiento estacional (Contreras *et al.*, 1991).

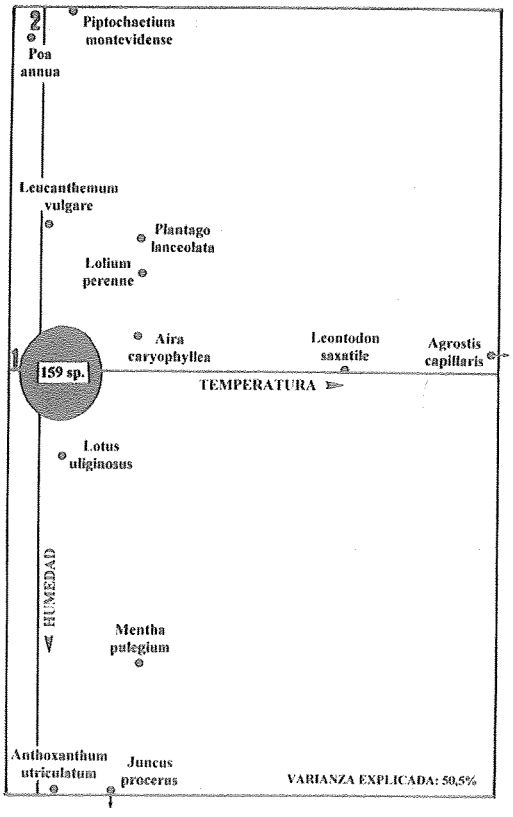


FIGURA 9
DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES PRATENSES EN LOS DOS PRIMEROS COMPONENTES PRINCIPALES
Distribution of the prairie species in the two first principal components.

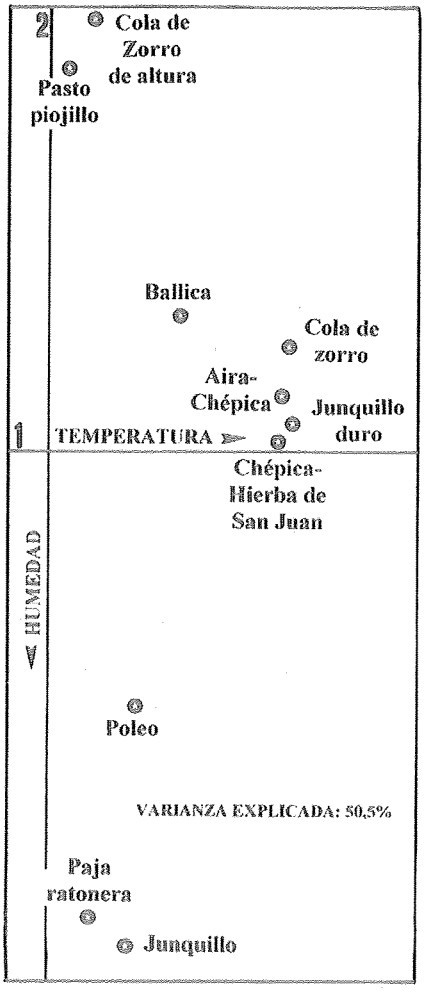


FIGURA 10
DISTRIBUCION DE LAS ASOCIACIONES PRATENSES EN LOS DOS PRIMEROS COMPONENTES PRINCIPALES
Distribution of the prairie associations in the two first principal components.

Análisis de ordenación Polar

En el análisis de ordenación polar, figuran las praderas de Paja ratonera y de Pasto piojillo, como las más disímiles, ocupando los extremos del arreglo (Figura 11). El resto se ubica en la zona central del gradiente, pero con una desviación hacia el extremo más húmedo, sólo la pradera de Cola de zorro de altura, se separa de él, acercándose más al extremo ocupado por la pradera de Pasto piojillo. Esta ordenación se asimila bastante bien a una gradiente de humedad, a lo largo de la cual se ordenarían las diferentes asociaciones pratenses.

Distribución

De los análisis multivariados presentados se observa que hay una clara diferenciación de las praderas de acuerdo a la altitud que ocupan, la cual coincide con la distribución altitudinal de la primitiva vegetación boscosa que reemplazan (Oberdorfer, 1960). Así, las praderas húmedas de Poleo, de Junquillo y de Paja ratonera, que ocupan un extremo de las ordenaciones, crecen en vegas y depresiones reemplazando al primitivo bosque de Temo-Pitra de esos biótopos (Ramírez *et al.*, 1983). El otro extremo de las ordenaciones está ocupado por las praderas de Cola de zorro de altu-

ra y por las de Pasto piojillo, que colonizan las serranías más altas. La primera, aparece en la cumbre del Ñielol ocupando lugares muy expuestos y reemplazando, posiblemente, al primitivo bosque de Coihue-Ulmo. La pradera de Pasto piojillo se forma en lugares muy pisoteados y corresponde más bien a una situación de tipo azonal en el sentido de Walter (1970). Por último, en el centro de las ordenaciones se reúnen praderas propias de colinas: de Chépica-Hierba de San Juan, de Cola de zorro, y de Aira-Chépica. Las tres ocupan lugares donde primitivamente crecía el bosque de Roble-Laurel-Lingue-Boldo, y posiblemente representan una gradiente de degradación antrópica, que aumenta en el orden expuesto. En este grupo central hay dos praderas que corresponde también a situaciones azonales: la de Ballica, que es una pradera mejorada por el hombre y la de Junquillo duro, que ocupa biótopos húmedos pero fuertemente compactados. Sin embargo, y a pesar de lo anterior, no se produce una segregación clara debida al grado de deterioro o degradación en que se presentan, de lo que se deduce que las variables climáticas tienen un mayor grado de influencia que la acción antrópica en la distribución de la vegetación pratense secundaria. Dichas variables climáticas quedan definidas por los pisos altitudinales de vegetación que se pueden establecer en el relieve del lugar de estudio (Amigo y Ramírez, 1998).

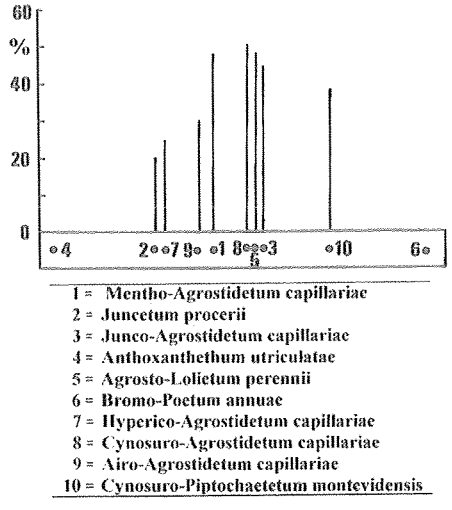


FIGURA 11
ORDENACION POLAR DE LAS ASOCIACIONES PRATENSES DE ACUERDO A SU DISIMILITUD FLORISTICA
Polar ordination of the prairie associations according to floristic dissimilarity.

CONCLUSIONES

De los resultados expuestos y discutidos en el capítulo anterior, se desprenden las siguientes conclusiones:

Relativas a la flora:

1) La flora pratense antropogénica de la región de estudio presenta una gran riqueza de especies pertenecientes a las Clases Magnoliopsida (Dicotiledóneas) y Liliopsida (Monocotiledóneas) siendo mucho más abundante las de la primera Clase.

2) La mayoría de las especies más importantes de la vegetación pratense estudiada corresponde a malezas alóctonas, principalmente de origen europeo, asilvestradas en Chile.

3) Aunque por la abundancia (cobertura) de sus individuos domina el elemento alóctono, en las praderas antropogénicas estudiadas se presentan también especies nativas, lo que sugiere la posible existencia de asociaciones pratenses nativas, ya desaparecidas por la invasión de malezas introducidas al país.

4) En el espectro biológico de las vegetación pratense analizada dominan los hemicriptófitos (hierbas perennes) y terófitos (hierbas anuales y bianuales), indicadores de intervención antrópica y de sequía edáfica, respectivamente.

Relativas a la vegetación:

5) La vegetación pratense antropogénica de la región de Temuco es más diversificada que la primitiva vegetación boscosa, como respuesta a los diferentes tipos de manejos y usos del suelo como también, al estado de degradación de él.

6) La diversidad vegetacional en la región de estudio, aumentó considerablemente debido a la intervención humana, ya que junto con escasos rodales de las cuatro asociaciones boscosas primitivas, conviven diez asociaciones pratenses antropogénicas.

7) La distribución actual de las asociaciones pratenses antropogénicas determinadas presenta un patrón altitudinal, coincidente con el de la vegetación boscosa original a la que reemplazan.

8) La diversificación de la vegetación pratense y la distribución de sus asociaciones depende además, del manejo o tipo de uso a que estén sometidas.

9) Las praderas húmedas localizadas en depresiones son excelentes refugios para las especies pratenses nativas.

RESUMEN

Se estudió la flora y la vegetación pratense antropogénica de los alrededores de Temuco (Cautín, Chile), que reemplazan los bosques originales. Se trabajó con una tabla confeccionada con 220 censos de vegetación levantados con la metodología fitosociológica europea. La flora está formada por 187 especies de hierbas perennes, anuales y bianuales, de las Clases Dico- y Monocotiledóneas, de las cuales un 42% corresponde a especies autóctonas, pero al considerar la abundancia, este porcentaje se reduce a 27%. Las especies más importantes de la flora son: *Agrostis capillaris, Leontodon saxatilis, Juncus procerus, Mentha pulegium* y *Anthoxanthum utriculatum*. Se determinaron 10 asociaciones vegetales: *Mentho-Agrostidetum capillariae, Juncetum procerii, Junco-Agrostidetum capillariae, Anthoxanthetum utriculatae, Agrosto-Lolietum perennis, Bromo-Poetum annuae, Hyperico-Agrostidetum capillariae, Cynosuro-Agrostidetum capillariae, Airo-Agrostidetum capillariae* y *Cynosuro-Piptachaetetum montevidensis*, pertenecientes al *Agrostidion chilense*. Se hace una comparación de los atributos de la flora de cada asociación. A una tabla resumida de las 10 asociaciones y con el promedio de cobertura de las especies se aplicó análisis estadísticos multivariados de clasificación y ordenación. Se concluye que en la región de estudio pudieron haber existido praderas nativas y que la vegetación pratense secundaria y antropogénica actual, es más diversificada que la vegetación boscosa original, pero ambas presentan un patrón de distribución altitudinal semejante.

LITERATURA CITADA

AMIGO, J. y C. RAMIREZ. 1998. A bioclimatic classification of Chile: woodland communities in the temperate zone. Plant Ecology 136: 9-26.

BARKMANN, J., J. MORAVEC y S. RAUSCHERT. 1986. Code of phytosociological nomenclature. Vegetation 67 (3): 145-195.

BESOAIN, M. 1985. Los suelos. In: J. Tosso (ed.): Suelos volcánicos de Chile. INIA, Santiago. Chile. 25-95 pp.

BRAUN-BLANQUET, J. 1964. Pflanzensoziologie - Grundzüge der Vegetationskunde. Springer (eds). Wien, New York. EUA. 865 pp.

DI CASTRI, F. y E. HAJEK. 1976. Bioclimatología de Chile. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.128 pp.

DIERSCHCKE, H. 1994. Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. E. Ulmer, Stuttgart. Alemania. 683 pp.

DIGBY, P.G. y R.A. KEMPTON. 1987. Multivariate analysis of ecological communities. Chapman and Hall, Londres. 206 pp.

DONOSO, C. 1983. Modificaciones del paisaje forestal chileno a lo largo de la historia. Primer Encuentro Científico sobre Medio Ambiente Chileno, Versiones Abreviadas 1: 109-113.

ELLENBERG, H. y D. MUELLER-DOMBOIS. 1966. A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. Ber. Geob. Inst. ETH Stiftung Rübel, Zürich 37: 56-73.

FIGUEROA, H., M. OTEY y C. RAMIREZ. 1986. Un método para ordenación de gradientes vegetacionales. Revista Sociedad Chilena Estadística 3(2): 105-119.

KENT, M. y P. COKER. 1995. Vegetation description and analysis. John Wiley and Sons, Chichester. 363 pp.

KNAPP, R. 1984. Sampling methods and taxon analysis in vegetation science. Dr. W. Junk Pub., La Haya, Holanda. 370 pp.

LUDWIG, J.A. y J.F. REYNOLDS. 1988. Statistical ecology: A primer on methods and computing. John Wiley and Sons, New York. 337 pp.

MABBERLEY, D.J. 1987. The plant-book - A portable dictionary of the higher plants. Cambridge University Press, Cambridge. 706 pp.

MARTICORENA. C. y M. QUEZADA. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Botanica 42 (1-2): 5-157.

MATTHEI, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores, Santiago. 545 pp.

MONTALDO, P. 1975. Sinecología de las praderas antropogénicas en la provincia de Valdivia. Agro Sur 3 (1): 61-24.

NOVOA, R. y S. VILLASECA (ed.). 1989. Mapa agroclimático de Chile. INIA, Santiago. 221 pp.

OBERDORFER, E. 1960. Pflanzensoziologische Studien in Chile - Ein Vergleich mit Europa. Flora et Vegetatio Mundi 2: 1-208.

RAMIREZ, C. y C. SAN MARTIN. 1997. Análisis estadístico multivariado de la vegetación en el Santuario de la Naturaleza "Carlos Andwanter" (Río Cruces, Valdivia, Chile). Revista Geográfica de Valparaíso 28: 345-361.

RAMIREZ, C. y R. WESTERMEIER. 1976. Estudio de la vegetación espontánea del Jardín Botánico de la Universidad Austral de Chile (Valdivia) como ejemplo de tabulación fitosociológica. Agro Sur 4 (2): 93-105.

RAMIREZ, C., F. FERRIERE y H. FIGUEROA. 1983. Estudio fitosociológico de los bosques pantanosos templados del Sur de Chile. Revista Chilena de Historia Natural 56: 11-26.

RAMIREZ, C., C. SAN MARTIN. y M.L. KEIM. 1996. La vegetación espontánea del antiguo basural de Ovejería (Osorno, Chile). Medio Ambiente 13 (1): 42-57.

RAMIREZ, C., C. SAN MARTIN y P. OJEDA. 1998. Estructura florística, sintaxonomía y dinámica vegetacional del Matorral de Pica-Pica (Cautín, Chile). Revista Meridiano (En prensa).

RAMIREZ, C., C. SAN MARTIN, C. y P. OJEDA. 1998. Flora ruderal antropogénica en la IX Región de la Araucanía, Chile. Stvdia Botanica (En prensa).

RAMIREZ, C., SAN MARTIN y J. SAN MARTIN. 1996. Estructura florística de los bosques pantanosos de Chile central. In: J. Armesto, M.T. Kalin-Arroyo y C. Villagrán (eds.) Ecología del bosque nativo de Chile. Edit. Universitaria, Santiago. 215-234 pp.

RAMIREZ, C., V. FINOT, C. SAN MARTIN y A. ELLIES. 1991. El valor indicador ecológico de las malezas del Centro-Sur de Chile. Agro Sur 19 (2): 94-116.

RAMIREZ, C., E. HAUENSTEIN, D. CONTRERAS y J. SAN MARTIN. 1988. Degradación de la vegetación en la depresión intermedia de la Araucanía, Chile. Agro Sur 16 (1): 1-14.

RAMIREZ, C., S. LABBE, C. SAN MARTIN y H. FIGUEROA. 1990. Sinecología de los bosques de boldo (Peumus boldus) de la cuenca del Río Bueno, Chile. Bosque 11 (1): 45-56.

RAMIREZ, C., C. SAN MARTIN, D. CONTRERAS y J. SAN MARTIN, J. 1994. Estudio fitosociológico de la vegetación pratense del valle del río Chol-Chol (Cautín, Chile). Agro Sur 22 (1): 41-56.

RAMIREZ, C., C. SAN MARTIN, A. ELLIES y R. MAC DONALD. 1994. Cambios florísticos desde el bosque nativo a comunidades antropogénicas sometidas a diferentes manejos agropecuarios en un suelo trumao (Valdivia, Chile). Agro Sur 22 (1): 57-72.

RAMIREZ, C., C. SAN MARTIN, A. ELLIES y R. MAC DONALD. 1997. Cambios florísticos, fitosociológicos y edáficos provocados por exclusión de pastoreo en una pradera valdiviana, Chile. Agro Sur 24 (2): 180-195.

RUIZ, I. (ed.). 1988. Praderas para Chile. INIA, Santiago. 723 pp.

SAN MARTIN, C., C. RAMIREZ y P. OJEDA. 1998. La vegetación de lagunas primaverales en las cercanías de Temuco (Cautín, Chile). Acta Botanica Malacitana 23:99-120.

SAN MARTIN, C., R. MEDINA, P. OJEDA y C. RAMIREZ. 1993. La biodiversidad vegetacional del Santuario de la Naturaleza "Río Cruces" (Valdivia, Chile). Acta Botánica Malacitana 18: 259-279.

SCHAUER, T. y C. CASPARI. 1989. Der grosse BLV Pflanzenführer. BLV Verlagsgesellschft, München. 463 pp.

SCHMITHÜSEN, J. 1956. Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. Bonner Geographische Abhandlungen 17: 1-89.

STEUBING, L. y C. RAMIREZ. 1995. Vegetationsanalyse eines Fussballfeldes in Valdivia (Chile). Schr. R. f. Vegetationskunde 27: 217-221.

SUKOPP, H. y R. WITTIG. 1993. Stadtökologie. Gustav Fischer, Stuttgart. 402 pp.

WALTER, H. 1970. Vegetationszonen und Klima. E. Ulmer, Stuttgart. 244 pp.

WIKUM, D. y G.F. SCHANHOLTZER. 1978. Application of the Braun-Blanquet cover-abundance scale for vegetation analysis in land development studies. Environmental Management 2 (4): 323-329.

ANEXO 1.

NOMBRES CIENTIFICOS, FAMILIA, NOMBRES COMUNES, FORMA DE VIDA (FV), ORIGEN (O), FRECUENCIA (F) Y VALOR DE IMPORTANCIA (V.I.) DE LA FLORA PRATENSE ESTUDIADA.

Scientific names, Family, Common names, Life form (Fv), origin (O), Frequency (F) and importance value (V.I.) of the studied prairie flora.

Nombre científico	Familia	Nombre común	Fv	O	F	V.I.
MAGNOLIATAE						
Acaena argentea R. et P.	Rosaceae	Proquín, Trun	C	n	1	0,26
Acaena ovalifolia R. et P.		Cadillo, Trun	H	n		
Achillea millefolium L.	Asteraceae	Mil en rama	H	i	6	1,56
Anagallis arvensis L.	Primulaceae	Pimpinela	T	i	3	0,78
Anthemis cotula L.	Asteraceae	Manzanillón	T	i	1	0,26
Aristotelia chilensis (Mol.) Stuntz.	Elaeocarpaceae	Maqui, Koelon	F	n		
Aster bellidiastrum Nees. ex Walp.	Asteraceae	No conocido	C	n	4	1,04
Aster vahlii (Gaud.) H. et A.		Margarita de pantano	C	n	2	0,52
Baccharis linearis (R. et P.) Pers.		Chilca, Vautro	F	n	3	0,78
Baccharis racemosa (R. et P.) DC.		Chilca	F	n	2	0,52
Baccharis sagittalis (Less.) DC.		Verbena de tres esquina	F	n	1	0,26
Brassica napus L.	Brassicaceae	Yuyo	T	i	1	0,26
Callitriche terrestris Rafin.	Callitrichaceae	Huenchecó	H	n	1	0,26
Callitriche verna L.		Estrella de agua	Cr	i	2	0,52
Calystegia sepium (L.) R. Br.	Convolvulaceae	Suspiro del pantano	Cr	i	2	0,52
Carduus pycnocephalus L.	Asteraceae	Cardo	T	i	1	0,26
Centaurea calcitrapa L.		Abrepuño	T	i	1	0,26
Centaurea melitense L.		Cizaña	T	i	1	0,26
Centipeda elatinoides (Less.) B. et H. ex Hoffm.		Peorrilla	H	n	3	0,78
Cerastium arvense L.	Caryophyllaceae	Cerastio, Cuernecito	T	i	2	0,52
Chaetanthera chilensis (Wiild.)DC.	Asteraceae	No conocido	H	n	1	0,26
Chamomilla recutita (L.) Rausch		Manzanilla	T	i	3	0,78
Chamomilla suaveolens (Pursch.) Rydb.		Manzanilla	T	i	6	1,64
Chenopodium ambrosioides L.	Chenopodiaceae	Paico	T	i	6	1,92
Chevreulia sarmentosa (Pers.) Blake	Asteraceae	No conocido	H	n		
Cichorium intybus L.	Cichoriaceae	Achicoria silvestre	H	i	4	1,18
Cirsium vulgare (Savi) Ten.	Asteraceae	Cardo negro	T	i	8	2,17
Cliococca selaginoides (Lam.) Rogers et Mildner	Linaceae	Merulahuén	T	n	1	0,26
Conium maculatum L.	Apiaceae	Cicuta	T	i	1	0,26
Convolvulus arvensis L.	Convolvulaceae	Correhuela	H	i	1	0,26
Conyza bonariensis (l.) Cronq.	Asteraceae	Coniza	T	n	3	0,78
Crepis biennis L.	Cichoriaceae	Crepis	T	i		
Crepis capillaris (L.) Wallr.		Falsa achicoria	T	i	7	1,84
Cuscuta suaveolens Seringe	Cuscutaceae	Cabellos de angel	T	n	2	0,52
Daucus carota L.	Apiaceae	Zanahoria silvestre	T	i	8	2,10
Dianthus armeria L.	Caryophyllaceae	No conocido	T	i	1	0,26
Dichondra sericea Sw.	Convolvulaceae	Oreja de ratón	H	n	7	1,84
Echium plantagineum L.	Boraginaceae	Viborera	T	i	2	0,52
Echium vulgare L.		Viborera	T	i		
Epilobium puberulum H. et A.	Onagraceae	Epilobio	H	n	1	0,26
Erodium cicutarium (L.) L' Hér. ex Aiton	Geraniaceae	Alfilerillo	T	i	2	0,52
Eryngium humifusum Clos.	Apiaceae	Cardilla azul	H	n	2	0,52
Eryngium paniculatum Cav.		Cardoncillo	H	n	1	0,26
Eryngium pseudojunceum Clos.		Cardilla	H	n	2	0,52
Gamochaeta americana (Mill.) Wedd.	Asteraceae	Vira-Vira	H	n	9	2,36

ANEXO 1. (continuación)

NOMBRES CIENTIFICOS, FAMILIA, NOMBRES COMUNES, FORMA DE VIDA (FV), ORIGEN (O), FRECUENCIA (F) Y VALOR DE IMPORTANCIA (V.I.) DE LA FLORA PRATENSE ESTUDIADA.

Scientific names, Family, Common names, Life form (Fv), origin (O), Frequency (F) and importance value (V.I.) of the studied prairie flora.

Nombre científico	Familia	Nombre común	Fv	O	F	V.I.
Gamochaeta spiciforme (Sch. Bip.) Cabr.		No conocido	H	n	3	0,78
Gnaphalium cheirantifolium (Lam.) Hilliard et B.L.Burtt.		Vira-Vira amarillo	T	n		
Gaultheria phillyreifolia (Pers.) Sleumer	Ericaceae	Chaura	F	n	1	0,26
Geranium robertianum L.	Geraniaceae	Core-Core	T	i	2	0,52
Gnaphalium cymatoides Kunze ex DC.	Asteraceae	Vira-Vira celeste	T	n	1	0,26
Gratiola peruviana L.	Scrophulariaceae	Contrayerba	C	n	2	0,52
Hedyotis salzmannii (DC.) Steud.	Rubiaceae	Yerbecilla azul	H	n	2	0,52
Hydrocotyle marchantioides Clos.	Hydrocotylaceae	Malvilla	H	n	4	1,47
Hypericum brevistylum Choisy	Hypericaceae	Ñanco	H	n	3	0,78
Hypericum perforatum L.		Hierba de San Juan	T	i	5	1,30
Hypochaeris radicata L.	Cichoriaceae	Hierba del chancho	H	y	10	3,48
Kickxia elatine (L.) Dumort	Scrophulariaceae	Alfombrilla	T	i	1	0,26
Leontodon saxatilis Lam.	Cichoriaceae	Chinilla	H	i	9	7,37
Leucanthemum vulgare Lam.	Asteraceae	Margarita	H	i	5	2,38
Linum usitatissimum L.	Linaceae	Lino	T	i	7	1,84
Lotus corniculatus L.	Fabaceae	Lotera	H	i	3	0,78
Lotus subpinnatus Lag.		Porotillo	T	n	2	0,52
Lotus uliginosus Schkuhr		Alfalfa chilota	H	i	8	2,96
Ludwigia peploides (HBK) Raven	Onagraceae	Clavito de agua	Cr	n	1	0,26
Luma apiculata (DC) Burret	Myrtaceae	Arrayán	F	n		
Lupinus albus L.	Fabaceae	Lupino blanco	T	i	2	0,52
Lythrum hyssopifolia L.	Lythraceae	Romerillo	T	i	3	0,78
Madia sativa Mol.	Asteraceae	Melosa	T	n	4	1,04
Margyricarpus pinnatus (Lam.) OK.	Rosaceae	Perlilla	C	n	1	0,26
Matricaria perforata Mérat	Asteraceae	Manzanilla	T	i		
Mentha piperita L.	Lamiaceae	Hierba buena	H	i		
Mentha pulegium L.		Poleo	C	i	8	6,25
Mimulus bridgessii (Benth.) Clos.	Scrophulariaceae	Berro	H	n	2	0,52
Modiola caroliniana (L.) G. Don	Malvaceae	Pila-Pila	H	i	1	0,26
Muehlenbeckia hastulata (J.E.Sm.) Johnst.	Polygonaceae	Voqui quilo, Mollaca	F	n	1	0,26
Myosotis arvensis (L.) J. Hill.	Boraginaceae	No me olvides	T	i	2	0,52
Myrceugenia exsucca (DC) Berg.	Myrtaceae	Pitra	F	n	1	0,26
Myriophyllum aquaticum (Vell.) Verdc.	Haloragaceae	Pinito de agua	Cr	n	1	0,26
Navarretia involucrata R. et P.	Polemoniaceae	No conocido	T	n	1	0,26
Noticastrum album Phil.	Asteraceae	No conocido	H	n	2	0,95
Oxalis corniculata L.	Oxalidaceae	Hierba de la perdíz	T	i	1	0,26
Oxalis mallobolba Cav.		Vinagrillo	T	n	1	0,26
Parentucellia viscosa (L.) Caruel	Scrophulariaceae	Pegajosa	T	i	1	0,26
Phyla nodiflora (L.) Greene	Verbenaceae	Hierba de la virgen	H	n	2	0,52
Plantago hirtella H.B.K.	Plantaginaceae	Llantencillo	H	i	1	0,26
Plantago lanceolata L.		Siete venas	H	i	9	4,51
Plantago major L.		Llantén	H	i	3	0,78
Polygonum aviculare L.	Polygonaceae	Pasto del pollo	C	i	2	0,52
Polygonum hydropiperoides Michx.		Duraznillo de agua	H	i	2	0,59
Polygonum persicaria L.		Duraznillo	T	i	2	0,52

ANEXO 1. (continuación)

NOMBRES CIENTIFICOS, FAMILIA, NOMBRES COMUNES, FORMA DE VIDA (FV), ORIGEN (O), FRECUENCIA (F) Y VALOR DE IMPORTANCIA (V.I.) DE LA FLORA PRATENSE ESTUDIADA.

Scientific names, Family, Common names, Life form (Fv), origin (O), Frequency (F) and importance value (V.I.) of the studied prairie flora.

Nombre científico	Familia	Nombre común	Fv	O	F	V.I.
Prunella vulgaris L.	Lamiaceae	Hierba mora	C	i	10	2,69
Ranunculus bonariensis Poir.	Ranunculaceae	Botón de oro	T	n	1	0,26
Ranunculus minutiflorus Bert ex Phil.		Botón de oro peludo	H	n	1	0,26
Ranunculus muricatus L.		Hierba del guante	H	i	1	0,26
Ranunculus repens L.		Botón de oro	H	i	5	1,30
Rhaphanus sativus L.	Brassicaceae	Rabanito silvestre	T	i	5	1,30
Rorippa palustris (L.) Besser		Berro amarillo	T	i	1	0,26
Rosa canina L.	Rosaceae	Rosa mosqueta	F	i	1	0,26
Rubus constrictus Muell. ex Lef.		Zarzamora, Murra	F	i	8	3,07
Rumex acetosella L.	Polygonaceae	Romacilla, Cuye	H	i	8	2,53
Rumex conglomeratus Murr.		Romaza	H	i	6	1,56
Rumex crispus L.		Romaza	H	i	1	0,26
Rumex cuneifolius Campd.		Romaza marina	H	n	1	0,26
Sherardia arvensis L.	Rubiaceae	Azulillo	T	i	1	0,26
Silene gallica L.	Caryophyllaceae	Cabacillo	T	i	2	0,52
Silybum marianum (L.) Gaertn.	Asteraceae	Cardo mariano	T	i	1	0,26
Solanum valdiviense Dunal.	Solanaceae	Yaguecillo	F	n	2	0,52
Sonchus asper (L.) J. Hill.	Cichoriaceae	Ñilhue	T	i		
Sonchus oleraceus L.		Ñilhue	T	i	1	0,26
Solidago chilensis Meyen	Asteraceae	Solidago	Cr	n	1	0,26
Soliva valdiviana Phil.		Dicha	H	n	1	0,26
Spergula arvensis L.	Caryophyllaceae	Pasto pinito	T	i	1	0,26
Spergularia rubra (L.) J. et K. Presl.		Tiqui-Tiqui	C	i	2	0,52
Taraxacum officinale Weber	Cichoriaceae	Diente de león	H	i	1	0,26
Trifolium dubium Sibth.	Fabaceae	Trébol enano	T	i	5	1,30
Trifolium glomeratum L.		Trébol	T	i	3	0,78
Trifolium polymorphum Poir.		Trébol	H	i	1	0,26
Trifolium pratense L.		Trébol rosado	C	i	4	1,18
Trifolium repens L.		Trébol blanco	H	i	9	2,50
Trifolium striatum L.		Trébol	T	i	1	0,26
Ulex europaeus L.		Pica-Pica	F	i	3	0,78
Verbascum thapsus L.	Scrophulariaceae	Hierba del paño	H	i		
Veronica serpyllifolia L.		Verónica	C	i	1	0,26
Vicia benghalensis L.	Fabaceae	Arvejilla	T	i		
Vicia sativa L.		Arvejilla	T	i	1	0,26
Vicia vicina Clos.		Arvejilla	T	n	2	0,52
LILIATAE						
Aira caryophyllea L.	Poaceae	Aira	T	i	6	3,07
Agrostis capillaris L.		Chépica	H	i	10	18,60
Alisma lanceolatum With.	Alismataceae	Rosa de agua	H	i	2	0,52
Alisma plantago-aquatica L.		Hualtata	H	i	2	0,52
Alstroemeria pulchra Sims.	Alstroemeriaceae	Amancay	Cr	n	1	0,26
Anthoxanthum odoratum L.	Poaceae	Pasto oloroso	H	i		
Anthoxanthum utriculatum (R. et P.) Schouten et Veldk.		Paja ratonera	H	n	3	5,22
Arrhenatherum elatius (L.) P. Beauv. ex J. et K. Presl.		Pasto cebolla	H	i	7	1,84
Avena sativa L.		Avena	T	i	3	0,78
Briza maxima L.		Bolitas de toro	T	i	4	1,11

ANEXO 1. (continuación)

NOMBRES CIENTIFICOS, FAMILIA, NOMBRES COMUNES, FORMA DE VIDA (FV), ORIGEN (O), FRECUENCIA (F) Y VALOR DE IMPORTANCIA (V.I.) DE LA FLORA PRATENSE ESTUDIADA.

Scientific names, Family, Common names, Life form (Fv), origin (O), Frequency (F) and importance value (V.I.) of the studied prairie flora.

Nombre científico	Familia	Nombre común	Fv	O	F	V.I.
Briza minor L.		Tembleque	T	i	8	2,10
Briza stricta (H. et A.) Steud.		Tembleque	T	i	2	0,52
Bromus catharticus Vahl		Pasto del perro, Lanco	H	n	6	2,64
Bromus hordeaceus L.		Cebadilla	T	i	1	0,26
Carex brongniartii Kunth.	Cyperaceae	Cortadera	H	n	2	0,52
Carex canescens L.		Cortadera	H	n	3	0,78
Carex fuscula D'Urv.		Cortadera	H	n	2	0,52
Carex riparia Curtis		Cortadera azul	H	n	1	0,26
Cynosurus echinatus L.	Poaceae	Cola de zorro	T	i	7	4,56
Cyperus conceptionis Steudel	Cyperaceae	Cortadera	H	n	3	0,78
Cyperus eragrostis Lam.		Cortadera grande	H	n	4	1,18
Cyperus laetus Kunth.		Ñocha	H	n	1	0,26
Cyperus reflexus Vahl		Lleivún	H	n	5	1,30
Dactylis glomerata L.	Poaceae	Pasto ovillo	H	i	5	2,02
Danthonia chilensis Desv.		No conocido	H	n	2	0,52
Echinochloa colona (L.) Link.		Hualcacho	T	i	1	0,26
Eleocharis macrostachya Britton	Cyperaceae	Rime	H	n	2	0,52
Eleocharis pachycarpa Desv.		Quilmén	H	n	2	0,95
Eragrostis lugens Nees.	Poaceae	No conocido	H	i		
Festuca purpurascens Banks et Soland. ex Hook. f.		Coirón	H	n	1	0,26
Festuca rubra L.		No conocido	H	i	2	0,52
Gastridium ventricosum (Gouan.) Schinz & Thell.		No conocido	T	i	3	0,78
Glyceria multiflora Steud.		Gliceria	T	n	2	0,52
Holcus lanatus L.		Pasto miel, Pasto dulce	H	i	9	3,72
Juncus bufoniud L.	Juncaceae	Junquillo	T	i	3	0,78
Juncus capilaceus Lam.		No conocidp	T	n	2	0,52
Juncus dombeyanus J. Gay ex Lah.		Hierba de la vaca	H	n	2	0,52
Juncus imbricatus Lah.		Junquillo duro	H	n	8	3,03
Juncus microcephalus H.B.K.		Junquillo rojo	H	n	5	1,66
Juncus procerus E. Mey.		Junquillo grande	H	n	6	6,58
Juncus stipulatus Nees et Meyen		Junquillo	T	n	2	0,52
Libertia elegans Poepp.	Iridaceae	Calle-Calle	H	n	1	0,26
Lolium multiflorum L.	Poaceae	Ballica italiana	H	i	2	0,52
Lolium perenne L.		Ballica inglesa	H	i	7	4,13
Melica violacea Cav.		Mélica	H	n		
Nothoscordum striatellum (Lindl.) Kunth.	Liliaceae	Huilli de perro	Cr	n	2	0,52
Paspalum dasypleurum Kunze ex E. Desv.	Poaceae	Chépica ancha	H	n	3	0,78
Paspalum dilatatum Poiret		Chépica gigante	H	n	1	0,26
Paspalum distichum L.		Chépica rastrera	H	i	2	0,52
Piptochaetium montevidense (Spreng) Parodi		No conocido	H	i	6	4,93
Phalaris aquatica L.		Falaris	H	i	2	0,52
Phleum pratense L.		Pasto timoti	H	i		
Poa annua L.		Pasto piojillo	T	i	3	5,01
Poa pratensis L.		Pasto azul	H	i	2	0,52

ANEXO 1. (continuación)

NOMBRES CIENTIFICOS, FAMILIA, NOMBRES COMUNES, FORMA DE VIDA (FV), ORIGEN (O), FRECUENCIA (F) Y VALOR DE IMPORTANCIA (V.I.) DE LA FLORA PRATENSE ESTUDIADA.

Scientific names, Family, Common names, Life form (Fv), origin (O), Frequency (F) and importance value (V.I.) of the studied prairie flora.

Nombre científico	Familia	Nombre común	Fv	O	F	V.I.
Polypogon australis Brongn.		Cola de zorro	H	n	3	0,78
Setaria geniculata (Lam.)P. Beauv.		Setaria	H	i	3	0,78
Sisyrinchium graminifolium Lindl.	Iridaceae	Huilmo	Cr	n	2	0,52
Stipa duriuscula Phil.	Poaceae	Coirón	H	n	2	1,02
Stipa poeppigiana Trin. et Rupr.		Quilmén	H	n	4	1,04
Triticum aestivum L.		Trigo, Cachilla	T	i	2	0,52
Vulpia bromoides (L.) S.F.Gray		Cepilla	T	i	5	1,30
Vulpia myurus (L.) C.C.Gmel.		Pasto de ratón	T	i		

Notas: Cuando no se menciona la familia, vale la inmediatamente superior.
Las especies sin datos de frecuencia y valor de importancia fueron colectadas fuera de las parcelas de muestreo.

EFECTIVIDAD DE *Trichoderma harzianum* Y PIRIMETANIL EN EL CONTROL DEL MOHO GRIS (*Botrytis cinerea*) DEL TOMATE EN INVERNADERO

Trichoderma harzianum AND PYRIMETHANIL EFFICIENCY TO CONTROL TOMATO GRAY MOLD (*Botrytis cinerea*) IN GREENHOUSE PRODUCTION

GASTON APABLAZA H. Y CARLOS JALIL R.[1]
Departamento de Ciencias Vegetales,
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Pontificia Universidad Católica de Chile.
Casilla 306 Correo 22, Santiago, Chile.

Summary

Trichoderma harzianum T-39 (Trichodex® 25 WP), pyrimethanil (Scala® 40 SC), and the commercial controls iprodione (Rovral® 4 Flo), and folpet (Folpan® 80 WDG), were evaluated to control tomato gray mold (*Botrytis cinerea*), on Fortaleza tomato under greenhouse producing conditions. The effects of each fungicide applied alone, and of *T. harzianum* alternating every ten days with each of the other fungicides, on the numbers of affected leaflets, aborted flowers and rotten fruits were measured.

All treatments were significantly different among them and compared to the control on the number of hunging damaged leaflets. The numbers of aborted flowers and of rotten fruits showed considerable variability and were discarded.

Pyrimethanil applied alone showed a 57% control efficiency, while folpet gave a 38%, and *T. harzinaum* a 24%. The sequence pyrimethanil-*T.harzianum*-iprodione gave 56% control; while pyrimethanil-*T.harzianum* showed 41%.

Thus, the efficiency of *T. harzianum* and of folpet applied alone every ten days to control gray mold were considered moderate, while that of pyrimethanil was high; and the sequence *T. harzianum*-pyrimethanil-iprodione was found appropriate to control the disease.

INTRODUCCION

Durante los últimos 20 años han ocurrido en Chile cambios en el hábito de consumo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), tales como un aumento de productos procesados, tomate fresco fuera de estación, y frutos de distinto calibre. El consumo de hortalizas es de 100 Kilos por persona al año, de los cuales 21 Kg son de tomate. Se cultivan alrededor de 20.000 ha de tomate, de las cuales 1.500 a 1.800 ha son bajo invernadero (Aljaro, A. 1993).

La enfermedad mas común de este cultivo bajo plástico es el moho gris causado por *Botrytis cinerea* Pers. ex Fr., forma imperfecta perteneciente a la clase Deuteromicotina y orden Hyphales. Su forma sexual, teleomorfo es *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel (Agrios, 1988, Dubos, 1992). La infección se inicia en flores y se ve favorecida entre 18 y 23°C. El hongo sobrevive en el suelo como esclerocio o asociado a restos vegetales, siendo su diseminación más efectiva a través del viento (Latorre et al., 1996). La infección ocurre cuando la humedad relativa es superior al 90%, incrementándose en función de la concentración de inoculo y decreciendo en función de la temperatura. El control químico durante la década de los 90, ha sido con benzimidazoles y dicarboximidas; y en algunos casos con clorotalonil y diclofuanid. Las aplicaciones frecuentes han llevado a la aparición de resistencia a estos fungicidas. Diversos autores recomiendan la incorporación de estrategias de control que incluyan productos químicos alternativos, cultivares resistentes y biocontroladores a fin de minimizar el riesgo de resistencia (Elad, 1992; 1993, Latorre *et al.*, 1996,; Milling y Richardson, 1995; Shtienberg, *et al.*, 1994).

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la P. Universidad Católica con el N°210199.

Una alternativa ecológicamente menos riesgosa que el uso de agroquímicos y que reduce los problemas de contaminación y residualidad, es el control biológico como complemento al uso de químicos. *Trichoderma* spp. por ejemplo, son agentes de biocontrol de fitopatógenos del suelo y de la parte foliar. En hojas de vid la producción de sustancias inhibitorias es el mecanismo responsable para el control de *B.cinerea* por *T.harzianum* Rifai T39. La aplicación de *T.harzianum* puede reducir la incidencia de moho gris en un 20% en relación a un control no tratado (Hilber y Schüepp, 1996); controlando a *B.cinerea* por mecanismos de "competencia", "micoparasitismo" a nivel de hifas (Dubos, 1992; Haran *et al.*, 1994; Hilber y Schüepp, 1996) y "antibiosis" (Dubos, 1992). Experiencias en vid, demostraron la capacidad antagónica de *T.harzianum* sobre *B.cinerea* comparable a fungicidas químicos, aunque el mejor efecto se lograría con estrategias integradas de manejo (Harman *et al.*,1996; Haran *et al.*, 1994; Leroux, 1994). Las poblaciones de *T.harzianum* en el filoplano reaccionan diferente de acuerdo a las condiciones atmosféricas, nutrición, especie y edad de la planta (Elad y Kirshner 1993) ya que la sobrevivencia de *T.harzianum* sobre él, es clave para el biocontrol de *B.cinerea*. Cuando *T.harzianum* T39 es aplicado en el filoplano, se convierte en un aditivo benéfico en la planta reduciendo la infección causada por *B.cinerea* (Elad y Kirshner 1993; Haran *et al.*, 1994). Aplicaciones de *T.harzianum* T-39 en cultivos de tomate bajo invernadero dieron un 61% de reducción del moho gris causado por *B.cinerea*. La alternancia del biocontrolador con iprodione y vinclozolin, se mostró muy efectiva. *T.harzianum* T-39 redujo la cantidad de químicos aplicados y minimizó la obtención de resistencia (Elad *et al.*, 1993).

Pirimetanil es un fungicida foliar de la familia química de las anilino-pirimidinas. Actúa contra *B.cinerea,* con acción translaminar y de contacto, ha mostrado efectividad contra razas resistentes de *B. cinerea* y no presenta resistencia cruzada con los fungicidas actualmente disponibles (Gasztnonyi y Lyr 1995; Shtienberg *et al.*, 1994). El efecto primario de pirimetanil sobre los procesos de infección parece darse como una supresión de la función lítica de la hifa de infección. *B.cinerea* disuelve las paredes celulares por medio de enzimas hidrolíticas extracelulares y pirimetanil actuaría inhibiendo la producción de estas enzimas (Shtienberg *et al.*, 1994; Tortola, 1993). Este fungicida exhibe una alta capacidad de control de *B.cinerea*, inhibiendo la elongación del tubo germinativo a altas concentraciones sin afectar la germinación conidial. Esta actividad se ve influenciada negativamente en medios ácidos, existiendo correlación entre la inhibición lograda y la biosíntesis de aminoácidos que contengan azufre, especialmente valina y leucina (Leroux, 1996).

El propósito de esta investigación fue evaluar in vivo la efectividad de T.harzianum T39, de folpet (80%) y de pirimetanil para el control de *B.cinerea* en producción de tomate en condiciones de invernadero comercial y de campo.

MATERIALES Y METODOS

Se efectuaron dos experimentos en Curacaví, Región Metropolitana de Chile, en tomate cv.Fortaleza (Rogers Ltd.) bajo invernadero (30x10 m) recubierto con polietileno de 0,3 mm de grosor. En ambos casos se utilizó un diseño bloques al azar con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental quedó constituida por 15 plantas ubicadas en dos hileras. Las aplicaciones de fungicidas, se hicieron cada 14 días (Cuadros 1, 2 y 3). En un primer experimento, se evaluó tratamientos de los fungicidas *T.harzianum* cepa T-39, pirimetanil, folpet, además de un testigo sin fungicida. En el mismo cultivo, se estableció el segundo experimento destinado a evaluar diferentes tratamientos fungicidas aplicados en secuencia y en forma alternada (Cuadro 2). Una secuencia fue *T.harzianum* T-39 con folpet en dos dosis cada uno; otra secuencia consistió en pirimetanil, *T.harzianum* e iprodione; y una tercera secuencia fue de pirimetanil y *T.harzianum.*

Después de la segunda aplicación de fungicidas se inocularon ambos experimentos con una suspensión de patógeno proveniente de la misma nave del invernadero, en una concentración de $10^6 \cdot ml^{-1}$ conidias.

Las dosis se calcularon por hectárea y la aplicación de cada parcela se realizó midiendo el volumen necesario para mojar, el área foliar en cada estado vegetativo (Cuadro 3). El intervalo entre aplicaciones fue de 14 días, y se calibró previamente el volumen de agua requerido por unidad experimental. Se utilizó una bomba manual GLORIA con

capacidad de 5 litros, y una presión de 2,4±0,2 bares para las aplicaciones con un gasto de mezcla que se fue incrementando entre : 350 y 700 litros por hectárea.

Se realizaron seis evaluaciones cada siete días después de la aplicación de los tratamientos, registrándose el número de folíolos, flores y frutos afectados por *B.cinerea.* Con estos datos se realizaron análisis estadísticos.

CUADRO 1

CONTROL DE *Botrytis cinerea* CON FUNGICIDAS APLICADOS SOLOS

Control of Botrytis cinerea with fungicides applied alone

	Tratamientos	Dosis PC ($Kg \cdot ha^{-1}$ ó $L \cdot ha^{-1}$)	Dosis i.a ($Kg \cdot ha^{-1}$ ó $L \cdot ha^{-1}$)
1	Testigo sin tratar	0,0	0,0
2	folpet	2,5	2000 g
3	*T.harzianum*	3,5	$5,25 \cdot 10^{12}$ UFC
4	pirimetanil	1,75	714 g

PC = Producto Comercial

UFC = Unidades Formadoras de Colonia (base: $1,5*10^{12}$ $UFC*g^{-1}$)

CUADRO 2

CONTROL DE *Botrytis cinerea* CON FUNGICIDAS APLICADOS EN SECUENCIAS

Control of Botrytis cinerea with fungicides applied in sequences

	Tratamientos	Dosis PC ($Kg \cdot ha^{-1}$ ó $L \cdot ha^{-1}$)	Dosis i.a.*ha^{-1} ($Kg \cdot ha^{-1}$ ó $L \cdot ha^{-1}$)
1	Testigo sin tratar	0,0	0,0
2	*T.harzianum* ==> folpet	2,0; 1,5	$3 \cdot 10^{12}$ UFC; 1200 g
3	*T.harzianum* ==> folpet	3,0; 2,0	$4,5 \cdot 10^{12}$UFC; 1600 g
4	pirimetanil ==> *T.harzianum* ==> iprodione	1,5; 2,5; 1,5	612 g; $3,75 \cdot 10^{12}$UFC; 720 g
5	pirimetanil ==> *T.harzianum*	1,5; 2,0	612 g ; $3 \cdot 10^{12}$UFC

PC = Producto Comercial

UFC = Unidades Formadoras de Colonia (base: $1,5*10^{12}$ UFC/g)

CUADRO 3

FECHAS DE APLICACION DE FUNGICIDAS Y ESTADOS DE DESARROLLO DEL TOMATE

Dates of fungicide sprays and tomato growth stages

Aplicación	Estado fenológico	Fecha aplicación
1a	2da. flor	31-jul-96
2a	3ra.flor	16-ago-96
3a	1er.racimo	29-ago-96
4a	2do. racimo	13-set-96
5a	3er. racimo	28-oct-96
6a	5to.racimo	13-nov-96

RESULTADOS

Al evaluar la acción de los fungicidas aplicados solos, la enfermedad moho gris del tomate se presentó aumentando su severidad de ataque en el tiempo. El número de folíolos enfermos, aumentó debido al incremento natural del follaje. Pirimetanil, folpet y *T.harzianum* aplicados solos, disminuyeron significativamente en el número de folíolos afectados por moho gris respecto al testigo (Figura 1 y Cuadro 4). La curva de progreso de la enfermedad fue menos pronunciada en presencia de pirimetanil, de folpet y de *T.harzianum*, que la del testigo.

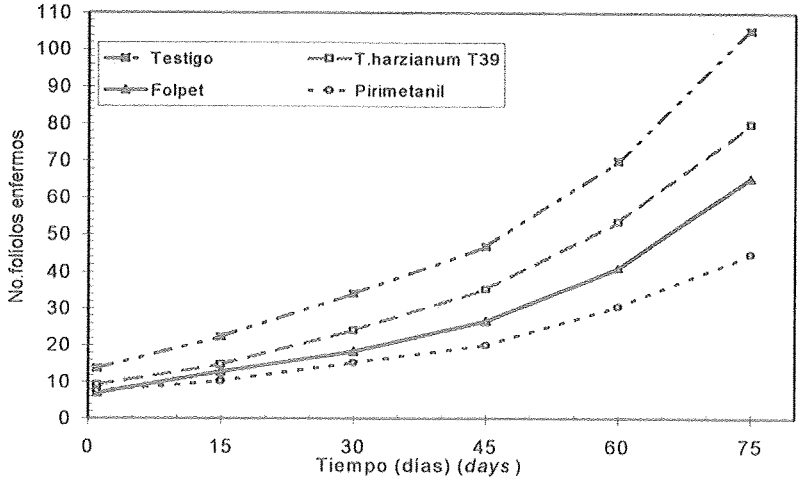


FIGURA 1
NUMERO PROMEDIO DE FOLIOLOS DE TOMATE CV. *Fortaleza* AFECTADOS POR *B. cinerea*, CON CUATRO TRATAMIENTOS DE CONTROL, EN CONDICIONES DE INVERNADERO
Average number of tomato cv. Fortaleza leafets affected by B. cinerea with four fungicides treatments, under greenhouse conditions.

CUADRO 4
EFICACIA DE CONTROL DE FUNGICIDAS SOBRE *Botrytis cinerea* DEL TOMATE
Efficacy of fungicides applied alone on Botrytis cinerea

	Tratamientos	PNFA	Eficiencia (%)	Tuckey(**)
1	Testigo (To)	105,25	0,0	a
3	*T.harzianum*	80,00	24,0	b
2	folpet	65,25	38,0	b
4	pirimetanil	44,75	57,5	c

El análisis de varianza del número total de folíolos afectados por *Botrytis* al cabo de las seis evaluaciones permitió detectar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (p<,01; CV=10,1%) (Cuadro 4). Todos los tratamientos redujeron el daño de folíolos significativamente, destacando el de pirimetanil.

Al evaluar los efectos de las aplicaciones de fungicidas en secuencia, a través de las seis evaluaciones (Fig. 2) se puede observar que redujeron el daño del moho gris en los folíolos en comparación con las plantas del testigo.

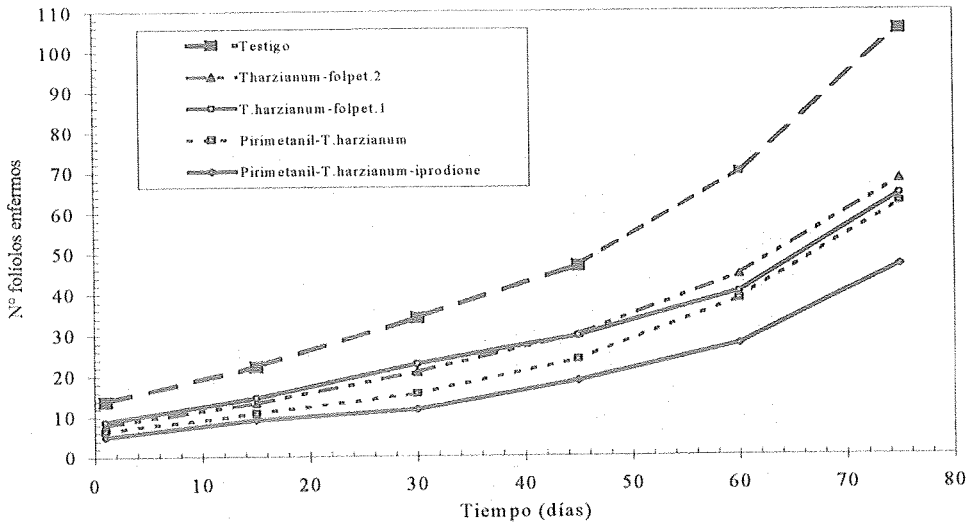


FIGURA 2

NUMERO PROMEDIO DE FOLIOLOS DE TOMATE *cv. Fortaleza* AFECTADOS POR *B. cinerea,* CON CINCO TRATAMIENTOS SECUENCIALES DE CONTROL, EN CONDICIONES DE INVERNADERO

Average number of tomato cv. Fortaleza leafets affected by B. cinerea, with five sequentially applied fungicides, under greenhouse cinditions.

La curva de progreso de la enfermedad en el tiempo, mostró al tratamiento integrado por pirimetanil-*T.harzianum*-iprodione como el de mayor eficiencia de control (55,6) reduciendo el daño foliar causado por *B.cinerea*. Las secuencias pirimetanil-*T.harzianum* y folpet-*T. harzianum* no presentaron diferencias significativas entre sí, e indujeron entre un 35 y 41% de control (Figura 2 ; Cuadro 5).

El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre tratamientos y el testigo ($p<0,01$; CV=15,4%). La prueba Tuckey no detectó diferencias entre los tratamientos con fungicidas. Sin embargo, al aplicar la prueba de comparación múltiple DMS, se observó que la secuencia pirimetanil-*T.harzianum*-iprodione, fue significativamente superior a aquellas con folpet (Cuadro 5).

CUADRO 5

EFICACIA DE CONTROL DE BOTRYTIS CINEREA EN TOMATE CON TRATAMIENTOS SECUENCIALES DE FUNGICIDAS

Efficacy of sequentially sprayed fungicides on Botrytis cinerea infecting tomatoes

Tratamiento	Tratamiento	PNFA	Eficiencia (%)	DMS	Tuckey(*)
1	Testigo (To)	105,25	0,0	a	a
2	T.harzianum => folpet	68,00	35,4	b	b
3	T.harzianum => folpet	64,25	39,0	b	b
4	pirimetanil => T.harzianum	62,25	40,9	bc	b
5	pirimetanil - T.harzianum -iprodione	46,75	55,6	c	b

PNFA = Promedio del No. de foliolos afectados.
(*) Prueba para p=0,05

Las evaluaciones en flores y frutos mostraron resultados muy heterogéneos con elevados coeficientes de variación; razón por la cual no fueron considerados (Fig. 3). La evaluación de estos factores requeriría de un estricto manejo de la unidad experimental imposible de realizar en este experimento.

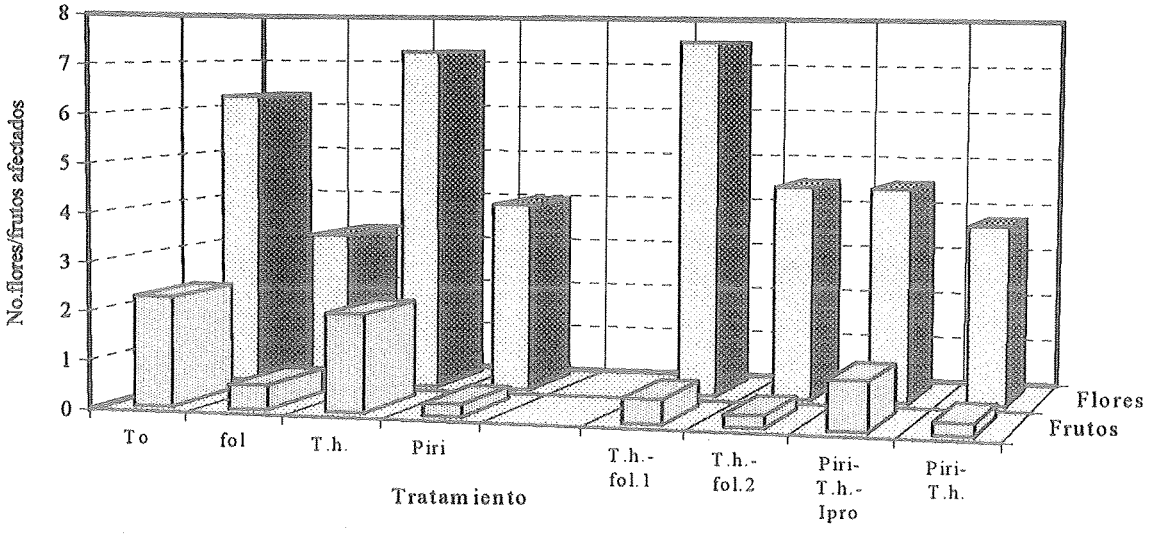


FIGURA 3

NUMERO DE FLORES Y FRUTOS DE TOMATE cv. Fortaleza ENFERMOS DESPUES DE SEIS EVALUACIONES. To=Testigo; fol=folpet; T.h.=Trichoderma harzianum; Piri=pirimetanil.

Number of tomato cv. Fortaleza flowers and fruits infected after six evaluations. To=Control; fol=folpet; T.h.=Trichoderma harzianum; Piri=pirimetanil.

A modo de discusión se debe mencionar que la evaluación de folíolos afectados por moho gris fue considerado como el parámetro mas apropiado, por su aparición temprana y por la consistencia de la relación entre el daño y la presencia del patógeno. Además permite disponer del tiempo suficiente para efectuar control.

Pirimetanil aplicado solo tuvo el mayor nivel de control del número de folíolos afectados, pero se observó un efecto fitotóxico al ser aplicado en estados tempranos del desarrollo vegetativo de la planta y cuando la aplicación fue realizada a temperaturas altas dentro del invernadero. Este fenómeno estaría asociado a la liberación de gases fitotóxicos que afectarían especialmente a hojas nuevas cuando se trata de ambientes cerrados, efecto también observado en un experimento de laboratorio realizado con hojas en placas Petri (Eden *et al.*, 1996) hecho corroborado en esta investigación. El inconveniente fue superado con un mayor desarrollo de las plantas y al mejorar el sistema de ventilación del invernadero, realizándose asimismo las aplicaciones de tratamientos en horas del día en las que la temperatura ambiental era moderada (< 25°C). Folpet, aplicado solo, mostró una eficiencia de control moderada.

T.harzianum utilizado solo, presentó niveles relativamente bajos en su eficiencia de control. Sin embargo, integrando tratamientos secuenciales con fungicidas químicos como pirimetanil, iprodione y folpet juega un rol importante el reemplazar parcialmente control químico por biológico. En este experimento no se justificó la dosis alta de folpet. La presencia de iprodione en la última secuencia elevó la eficiencia de control de 41 a 56%. Esto es probablemente debido a que el aislamiento utilizado (AC3) presentó una CE_{50} a iprodione de 0,66 $mg \cdot L^{-1}$ de i.a. en APD, y a pirimetanil de 0,03 $mg \cdot L^{-1}$ de i.a. en GGA, lo que demostró la alta sensibilidad del hongo a ambos fungicidas (Jalil *et al.*, 1998). Estos resultados sugieren que los tratamientos que integren productos químicos con biológi-

cos como *T.harzianum* tienen buenas perspectivas de uso. Así se logrará bajar la presión química ejercida sobre el patógeno y es una alternativa en estrategias de manejo del moho gris en tomate producido bajo invernadero. La frecuencia de aplicación de 15 días utilizada en este experimento resultó ser apropiada para obtener una producción comercial sana en Curacaví.

Se puede concluir que Pirimetanil aplicado solo ejerció un eficiente control, seguido por folpet y *T.harzianum* que ejercieron niveles moderados de control. Los tratamientos secuenciales integrando a *T.harzianum* T39, ejercieron apropiados niveles de control, sobresaliendo la secuencia pirimetanil-*T.harzianum*-iprodione. La secuencias representan tratamientos alternativo de control atractivos para los productores bajo invernadero.

RESUMEN

Se estudiaron fungicidas del tipo biológico y químico para el control de *Botrytis cinerea* del tomate cv. *Fortaleza* producido bajo invernadero en Curacaví (Chile). Se aplicó *Trichoderma harzianum* T39 (Trichodex® 25 WP a 3,5 Kg·ha^{-1}), el fungicida químico pirimetanil (Scala® 40 SC), y como testigos comerciales iprodione (Rovral® 4 FLO; 1,5·L^{-1} L/ha) y folpet (Folpan® 80 WDG; 2,5 Kg·ha^{-1}). Se evaluó la efectividad de los fungicidas aplicados solos y el efecto de *T.harzianum* T39 alternado con fungicidas químicos sobre el número de folíolos afectados por moho gris durante el ciclo de producción de tomate. Los resultados de las evaluaciones en folíolos, mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamiento ($p<0,01$). Pirimetanil aplicado solo tuvo un 57% de eficiencia de control, seguido de folpet con 38% y *T.harzianum* T-39 con 24%. No obstante, todos los tratamientos mostraron diferencias fueron significativas respecto al testigo. Pirimetanil fue significativamente superior a folpet y *T.harzianum* T39. Los tratamientos secuenciales de *T.harzianum* T-39 con fungicidas químicos mostraron diferencias significativas con respecto al testigo, sobresaliendo la secuencia pirimetanil-*T.harzianum*-iprodione con un 56% de eficiencia de control seguido por pirimetanil-*T.harzianum* con un 41%. Estos resultados demuestran la efectividad de pirimetanil folpet y *T.harzianum* T39, siendo la actividad botricida de *T.harzianum* y de folpet moderadas, y la de pirimetanil alta. Una frecuencia de aplicación de 15 días fue suficiente para obtener una producción de frutos sana en Curacaví.

LITERATURA CITADA

AGRIOS, G. (1988). Plant Pathology. University of Florida, Gainesville. USA. 753 p.

ALJARO, A. (1993). Fundamentos de la producción hortícola en invernaderos y sistemas de forzado para Chile. *In*: Producción de hortalizas protegidas bajo plástico. Curso Internacional. INIA La Platina No.50. Cap. 1: 1-2

COHEN, A. (1993). Trichodex for Control of *Botrytis cinerea* in the Field. Phytoparasitica 21:2, 165-166.

DANIELS, A. Y LUCAS, J. (1995). Mode of Action of the Anilino-Pyrimidine Fungicide Pyrimethanil. 1. In-vivo Activity against *Botrytis fabae* on Broad Bean (Vicia faba) Leaves. Pesticide Science 45:33-41.

DUBOS, B. (1992). Biological control of Botrytis: state-of-the-art. *In*: Recent Advances in Botrytis Research. Proceeding: 10th International Botrytis Symposium, Creete, Greece, 1992. pp. 169-177.

EDEN, M.; HILL, R.; BERESFORD, R. Y STEWART, A. (1996). The influence of inoculum concentration, relative humidity, and temperature on infection of greenhouse tomatoes by *Botrytis cinerea*. Plant Pathology 45:795-806.

ELAD, Y. (1992). Biocontrol of Gray Mold by *Trichoderma harzianum*. Phytoparasitica 20:3, 242.

ELAD, Y.; ZIMAND, G.; ZAQS, Y.; ZURIEL, S. Y CHET, I. (1993). Use of *Trichoderma harzianum* in combination or alternation with fungicides to control cucumber gray mould (*Botrytis cinerea*) under commercial greenhouse conditions. Plant Pathology 42:324-332.

ELAD, Y. Y KIRSHNER, B. (1993). Survival in the Phylloplane of an Introduced Biocontrol Agent (*Trichoderma harzianum*) and Populations of the Plant Pathogen *Botrytis cinerea* as Modified by Abiotic Conditions. Phytoparasitica 21:4, 303-313.

FORSTER , B. Y STAUB, T. (1996). Basis for use strategies of anilinopyrimidine and phenylpyrrole fungicides against *Botrytis cinerea*. Crop Protection 15:529-536.

GASZTNONYI, M. Y LYR, H. (1995). Modern Selective Fungicides. Properties, Applications, Mechanisms of Action. 2nd. edition. Germany. pp. 401-405.

HARMAN, G.E.; LATORRE, B.; AGOSIN, E.; SAN MARTIN, R.; RIEGEN, D.G.; NIELSEN, P.A.; TRONSMO, A. Y PEARSON, R.C. (1996). Biological and Integrated Control of *Botrytis* Bunch Rot of Grape Using *Trichoderma* spp.. Biological Control 7:259-266.

HARAN,S.; SCHICKLER, H.; PE'ER, S.; LOGEMANN, S.; OPPENHEIM, A. Y CHET, I. (1994). Transformation of *Trichoderma harzianum* as a Tool for Improving Biological Control. Phytoparasitica 22:1,70-71.

HILBER, W. Y SCHÜEPP, H. (1996). A Reliable Method for Testing the Sensibility of *Botryotinia fuckeliana* to Anilinopyrimidines In Vitro. Pesticide Science 47:241-247.

JALIL, C., B. LATORRE Y G. APABLAZA (1998). Sensibilidad de *Botrytis cinerea* a pirimetanil y pruebas de resistencia cruzada a iprodiones. Fitopatología 33(3): 141-145.

LATORRE, B.; AGOSIN, E.; SAN MARTIN, R. Y VASQUEZ, G.S. (1996). Effectiveness of conidia of *Trichoderma harzianum* produced by liquid fermentation against *Botrytis* bunch rot of table grape in Chile. Crop Protection (In Press).

LEROUX, P. (1994). Effect of pH, amino acids and various organic compounds on the fungitoxicity of pyrimethanil, glufosinate, captafol, cymoxanil and fenpiclonil in *Botrytis cinerea*. Agronomie 14:541-554.

LEROUX, P. (1996). Recent Developments in the Mode of Action of Fungicides. Pesticide Science 47:191-197.

MILLING, R. Y RICHARDSON, C. (1995). Mode of action of the Anilino-Pyrimidine Fungicide Pyrimethanil. 2. Effects on Enzyme Secretion in *Botrytis cinerea*. Pesticide Science 45:43-48.

SHTIENBERG, A; NIV, A.; ELAD, Y. Y MAHRER, Y.. (1994). Integration of Biological and Chemical Measures for the Supression of Gray Mold in Greenhouse Tomatoes. Phytoparasitica 22: 1, 82-83.

TORTOLA, A. L. (1993). Prospección de la variabilidad del hongo causante del moho gris. Tesis Ing.Agr. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 140 p.

EFECTO DE LA ADICION DE GRANOS DE CEREALES SOBRE LAS PERDIDAS EN ENSILAJES DE ALFALFA (*Medicago sativa*,L.)[1]

EFFECTS OF CEREAL GRAINS ADDITION ON LUCERNE (*Medicago sativa*, L.) SILAGE LOSSES

GUSTAVO JAURENA[2] Y GASTON PICHARD D.
Departamento de Zootecnia
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Pontificia Universidad Católica de Chile

Summary

Ensiling fresh herbage produces important losses both in effluents, which are highly polluting agents, and in the respiratory and fermentation processes. An experiment was run in order to study the effect of corn and barley grain addition on effluent production, composition, and on recovery of biomass and nitrogen. Early bloom alfalfa was ensiled alone (T0) or with 50 $kg.t^{-1}$ of coarsely ground grains of corn (MZ) or barley (CEB), in PVC microsilos of 12 kg capacity fitted with an effluent collection system and a pressure device to deliver 1300 $kg.m^{-2}$. Grains reduced moisture content of the initial blends and showed absortion rates of 0.44 and 0.57 kg effluent per kg DM respectively for CEB and MZ. Effluent production was reduced in relation to the control to 83% for MZ and 87% for CEB. In effluents, barley addition significantly increased ($P<0.01$) dry matter content from 9.4 to 11.4, water soluble carbohydrates from 3.5 to 5.9%, and reduced nitrogen concentration from 4.8 to 4.4%. Total dry matter loss in T0 was 18.5% but in MZ and CEB it was only 13.3%. Effluent dry matter losses were similar among treatments, 5.7; 4.5 and 5.6% of DM in T0, MZ and CEB respectively, and invisible losses represented a high proportion of total losses (58 to 69%). Invisible nitrogen loss was higher than in effluent and it is believed to be in gaseous form, being 12.9; 9.0 and 14.3% of the original nitrogen, followed by effluent losses of 8.6; 7.1 and 7.9% in T0, MZ and CEB respectively. It was concluded that addition of corn and barley grains to high moisture alfalfa had a limited effect on reduction of effluent production and total dry matter losses and only corn grain reduced nitrogen losses. Effluent composition was consistent with the composition of the original forage and grain blend.

INTRODUCCION

La conservación de forraje como ensilaje tiene por objetivo preservar la mayor cantidad de energía y proteína del cultivo en forma utilizable por el ganado. Sin embargo, en este proceso ocurren ciertas pérdidas en la cantidad y calidad del forraje original. En los ensilajes de leguminosas las pérdidas suelen ser más importantes que en las gramíneas, debido al tipo de fermentación que se genera por su alto contenido de humedad y de proteínas, bajo contenido de azúcares y elevada capacidad buffer. Las pérdidas de biomasa en los ensilajes ocurren como consecuencia de procesos de respiración residual, fermentación, producción de efluente y por las reacciones aeróbicas posteriores a la apertura del silo (Pichard y Cussen, 1994). Desde el punto de vista nutricional se observa un deterioro como consecuencia del consumo de los azúcares de la planta por parte de la microflora y por la degradación a veces masiva de las proteínas.

Las pérdidas durante el almacenamiento se producen principalmente bajo dos formas: la pérdida de compuestos contenidos en los efluentes, y la producción de gases que escapan a la atmósfera, principalmente como CO_2. Las pérdidas por efluente se relacionan principalmente con el contenido de humedad del forraje y con características físicas como tamaño de picado, forma y altura del silo. Estos efluentes no sólo representan una pérdida de materia seca (MS) y de nutrientes, sino que además constituyen un severo contaminante de cursos y napas de agua por su elevada demanda biológica de oxígeno (Moore y Kennedy, 1994).

El premarchitado del forraje y la adición de subproductos fibrosos se han utilizado como estrate-

Publicación aprobada por el Comité Editor de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la P. Universidad Católica con el N°171298
[1]Trabajo parcialmente financiado por Deutche Academischer Austauschdiesnst (DAAD) y DIPUC 1995.
[2] Departamento de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av San Martín 4453 (1417) Ciudad de Buenos Aires - Argentina.

gias para reducir la producción de efluente. Sin embargo, el secado en el campo, especialmente en zonas húmedas, implica un riesgo asociado al cambio en las condiciones climáticas; por otra parte, el uso de absorbentes fibrosos generalmente reduce la calidad nutricional del ensilaje. Los granos de cereales han interesado a algunos investigadores como aditivos para el ensilaje de forrajes húmedos por su alto contenido de materia seca y aporte energético. Si bien su capacidad absorbente es reducida (Dexter, 1961) ellos permitirían disminuir la producción de efluente y a la vez mejorar la fermentación del forraje y el valor nutritivo del ensilaje (Jones *et al.*, 1990). Ensayos reportados en la bibliografía han utilizado cebada o avena, y los efectos positivos se han atribuído a la reducción en el contenido de humedad o al aumento en carbohidratos solubles disponibles para la microflora láctica (Jones, 1988), pero ha habido poca investigación sobre los efectos en la recuperación de biomasa y particularmente de compuestos nitrogenados. En este contexto, los diferentes granos podrían alterar el grado de retención y forma de eliminación del nitrógeno presente.

Se realizó un experimento con el objetivo de estudiar el efecto de la adición de granos de maíz y cebada en la elaboración de ensilajes de alfalfa sobre el balance de masa y de nitrógeno, y sobre la producción y composición de los efluentes.

MATERIALES Y METODOS

Sustrato

Se utilizó alfalfa en principio de floración, la cual fue sometida a dos horas de premarchitamiento y picada con chopper de precisión. El forraje obtenido fue conservado a 4°C mientras se procedía a la confección de los ensilajes. El maíz y la cebada cervecera se agregaron molidos a través de un tamiz grueso (4 mm).

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en ensilajes de alfalfa sola (T0), y alfalfa con agregado de grano de cebada (CEB) o maíz (MZ) a razón de 50 $kg \cdot t^{-1}$ de materia verde (MV), correspondientes a las dosis mínimas que podrían tener un efecto absorbente de interés práctico.

Técnica de ensilado

Como microsilos se utilizaron cilindros de PVC con capacidad para 12 kg de materia verde (MV), recubiertos internamente con 4 bolsas de polietileno (40μ) conectadas en su extremo inferior a un niple para drenar los efluentes a través de una manguera provista de un sifón para evitar el ingreso de aire. El forraje se inoculó con *Lactobacillus plantarum* (Ecosyl, Zeneca) para obtener 10^6 $ufc \cdot g^{-1}$ MV, se compactó hasta completar el volumen y se plegaron las bolsas para evitar el ingreso de aire. Sobre cada silo se instaló un émbolo que aplicaba una presión de 1.300 $kg \cdot m^{-2}$ equivalente a una columna de 2 m de ensilaje (650 $kg \cdot m^{-3}$). La temperatura se mantuvo a 26 °C ±2 °C durante las 7 semanas que duró el experimento.

El efluente producido por cada silo fue recolectado en una botella que contenía una solución de inhibidores microbianos de amplio espectro (Penicilina/Streptomicina 26 $mg \cdot ml^{-1}$ y Benomil 2 $mg \cdot ml^{-1}$). Los efluentes se recolectaron diariamente y se registró su volumen, peso y pH. Los efluentes de los primeros cuatro días se analizaron en forma independiente, y posteriormente se confeccionaron muestras compuestas semanales. Debido a la reducción del flujo, el muestreo de efluente se interrumpió a los 17 días.

Diseño Experimental

Los tres tratamientos experimentales se asignaron según un diseño en bloques completos aleatorizados, con tres repeticiones. El criterio de bloqueo fue por el tiempo de demora en completar el llenado secuencial de los microsilos. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y las medias de los tratamientos se compararon por el test de Tukey (α=0,05). Los análisis estadísticos se realizaron con el PRC GLM de Statistical Analytical System (SAS, 1996).

Muestreo y preparación de las muestras

El forraje original, los granos y las mezclas correspondientes fueron muestreados al momento de ensilar. Las muestras frescas de forraje y de ensilaje se molieron mezclándolas con hielo seco y luego se conservaron a -20 °C para su análisis posterior. Las muestras de forraje fresco se secaron en estufa de aire forzado a 60 °C durante 48 h y tanto

los ensilajes como los efluentes se liofilizaron. Las muestras secas se molieron a través de un tamiz de 2 mm.

Análisis químicos

La determinación de materia seca absoluta en el forraje original y en los granos se realizó en estufa a 105 °C durante 12 h. Sobre las muestras de ensilaje el pH se determinó por el método de Playne y McDonnald (1966) y la acidez total (AT) se expresó como el número de miliequivalentes de NaOH (0,1N) por kg de MS requeridos para elevar el pH del ensilaje hasta 7.

Los carbohidratos solubles se determinaron en muestras de forraje fresco molido con hielo seco y en ensilajes liofilizados sobre la base de una modificación del método de extracción en etanol descrito por Faichney y White (1983). Las muestras (1 gramo) se dispusieron en erlenmeyers de 125 ml, se les agregó 40 ml de etanol 85% y se incubaron a 75 °C durante 30 minutos con agitación suave periódica. Se filtró con vacío (Whatman N°1) y se lavó con abundante etanol 85% en caliente. Se recolectó el filtrado, se evaporó el alcohol con calentamiento moderado y luego se redisolvió el residuo en agua. Los carbohidratos solubles se midieron por el método de Somogyi (McDonald y Henderson, 1964).

Las determinaciones de pared celular (FDN) se realizaron de acuerdo con el método de Van Soest, Robertson y Lewis (1991), el nitrógeno total (NT) se determinó por Kjeldahl (AOAC, 1975), el nitrógeno soluble según Pichard (1977) y el nitrógeno amoniacal se midió por destilación con óxido de magnesio (AOAC, 1975).

Los efluentes fueron analizados sobre las muestras compuestas de todo el período de colección. Para los carbohidratos las muestras de efluente liofilizado se redisolvieron en 100 ml de agua destilada y se agregó 40 ml de una solución saturada de acetato de plomo para precipitar las proteínas y pigmentos. Se filtró (Whatman N°1) y se llevó a 250 ml en matraces aforados. Sobre 15 ml de esta solución se realizó la hidrólisis agregando 5 ml de ácido sulfúrico 2N y sometiendo a ebullición durante 10 minutos. Posteriormente se leyó el color desarrollado por el método de Somogyi (McDonald y Henderson, 1964).

Balance de masa y recuperación de nitrógeno.

El balance de masa fue determinado en base a la diferencia entre el peso original de la biomasa ensilada y el peso final del ensilaje, ambos expresados en materia seca. También se midió la pérdida por efluente y se calculó la pérdida ocurrida en los procesos de fermentación y respiración por diferencia respecto a la materia seca total desaparecida.

La recuperación de nitrógeno fue determinada en base a la proporción de este elemento recuperada en el ensilaje después de la fermentación, midiendo también el contenido nitrogenado de los efluentes y calculando la fracción no recuperada.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición de los materiales originales y de los ensilajes.

La composición de la alfalfa fué característica de una leguminosa en estado vegetativo, rica en proteína y baja en contenido de fibra (Cuadro 1). Los tratamientos con adición de granos modificaron la composición promedio de acuerdo con los componentes de cada uno de los granos. El pH y la capacidad buffer originales fueron 5,9 y 305 meq·kg^{-1} M.S. respectivamente.

El contenido inicial de azúcares fue muy bajo en los tres tratamientos y su concentración en el forraje verde es netamente inferior a los valores mínimos sugeridos por Woolford (1984) para compensar la elevada capacidad buffer de las leguminosas y promover una fermentación eficiente (Cuadro 1). Sin embargo, el perfil fermentativo de los ensilajes mostró un buen desarrollo de acidez y niveles de degradación de las proteínas dentro de los rangos habituales, aún cuando se observa diferencias entre los tratamientos. Son valores congruentes con las buenas condiciones de manejo de los microsilos y con la concentración de materia seca moderadamente elevada en el forraje original. En todos los tratamientos se observó un intenso consumo de los carbohidratos solubles presentes al inicio del proceso. Los valores observados de pH, acidez total y nitrógeno amoniacal sugieren que el tratamiento con cebada desarrolló una fermentación más intensa y rápida. La aparente menor degradación de los compuestos nitrogenados en el ensilaje de este tratamiento con cebada debe ser analizada considerando que es el tratamiento que tuvo las mayores pérdidas invisibles de N, por lo cual el análisis en el ensilaje representa la fracción residual que posee el N con la menor solubilidad.

CUADRO 1
COMPOSICION DE LAS MEZCLAS DE ALFALFA CON GRANOS Y DE LOS ENSILAJES RESULTANTES.
Composition of fresh alfalfa forage with added grains and the resulting silages.

	Tratamientos		
	T0 *Control*	MZ *Maize*	CEB *Barley*
Composición inicial			
Materia seca (105°C)	24,2	26,3	26,6
Nitrógeno total (%M.S.)	3,3	3,1	3,1
Pared celular (%M.S.)	37,9	36,8	35,3
Carbohidratos solubles (%M.S.)	4,1	3,8	5,3
Carbohidratos solubles (%M.V.)	1,0	1,0	1,4
Ensilaje			
Materia seca (Liofilizador)	24,8	26,6	28,0
Nitrógeno total (% M.S.)	3,1	3,0	2,9
Nitrógeno soluble (% N.T.)	74,4	71,3	67,5
$N\text{-}NH_3$ (% N.T.)	10,6	10,1	4,3
Carbohidratos solubles (% M.S.)	0,3	0,3	0,6
pH	4,6	4,4	3,8
Acidez total (meq·kg^{-1} M.S.)	519	560	889

Producción de efluente

La producción de efluente de los ensilajes enriquecidos con grano mostró un comportamiento similar entre ellos y resultó inferior a la observada en el testigo (Cuadro 2), aunque la diferencia obtenida no alcanzó el nivel de significancia estadística. En todos los tratamientos el efluente producido superó la cantidad estimada en base al modelo propuesto por Bastiman y Altman (1985), que utiliza como única variable el contenido de materia seca del forraje original. Como señala Wilkins (1988), si bien la producción de efluente depende en gran medida del contenido de humedad del forraje original, el uso del porcentaje de materia seca como única variable independiente, ignora los efectos del tipo de silo, grado de picado, presión y tratamiento del forraje que también han demostrado influencia.

CUADRO 2
PRODUCCION DE EFLUENTE DE LOS ENSILAJES DE ALFALFA
Effluent production in alfalfa silages

Tratamiento	Producción acumulada de efluente (kg·t^{-1} MV)		Tasa media de Producción (kg·t^{-1} MV por día) Período 0-3 días
	Día 3	Final	
Testigo *(Control)*	114	146 *(100)*	37
Maiz *(Maize)*	89	121 *(83)*	30
Cabada *(Barley)*	95	125 *(86)*	32
EE	8,7	10,5	2,9
Prob. F>	0,05	0,09	0,05

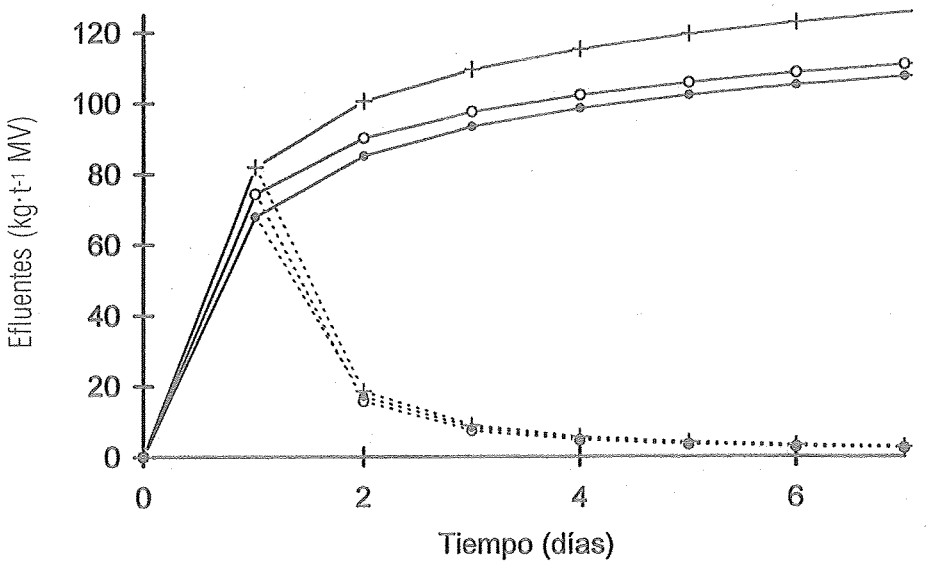


FIGURA 1
PRODUCCION DE EFLUENTE ACUMULADA (———) Y TASA DIARIA (- - - - - -) EN ENSILAJES DE ALFALFA CONTROL (+) O CON ADICION DE GRANOS DE CEBADA (O) Y MAIZ (·).
Accumulated effluent production and daily rate in alfalfa control silages or with the adition of barley and corn grains.

En el tratamiento testigo se midió una producción de 146 kg de efluente por tonelada de forraje fresco inicial (Cuadro 2), mientras que la incorporación de MZ o CEB redujo la producción de efluente respectivamente a 83 y 86% en relación al T0. El cálculo de capacidad de absorción aparente mostró valores de 0,57 y 0,44 kg de efluente (MV) por kilógramo de materia seca para MZ y CEB respectivamente.

La dinámica de la producción de efluente es de interés para planificar el manejo a nivel predial y calcular los requerimientos de capacidad de almacenamiento (Figura 1). En esta investigación la producción de efluente se concentró marcadamente en los primeros días mostrando posteriormente una marcada disminución y desapareciendo al día 17 de fermentación. Durante los primeros tres días se registraron tasas medias de 37, 30 y 32 $kg \cdot t^{-1}$ MV/d para T0, MZ y CEB respectivamente y la producción del 90% del efluente total requirió 9 días para T0 y MZ y 7 días para CEB. Esta dinámica de produción de efluentes con ensilajes húmedos es similar a los resultados obtenidos por Jones y Jones (1992) y por Moore y Kennedy (1994).

Composición del efluente

El contenido de materia seca del efluente (Cuadro 3) fué relativamente alto en todos los tratamientos en relación a los rangos reportados por McDonald *et al.* (1991), siendo significativamente mayor en el tratamiento con adición de cebada (CEB). Asimismo, el efluente de este tratamiento fue más rico en azúcares y más bajo en nitrógeno, lo cual es consistente con la mayor cantidad de carbohidratos solubles presentes en la mezcla original de forraje con aditivo, comportamiento que es similar a lo observado por Offer y Al-Rwidah (1989) al emplear melaza como aditivo. Este mayor contenido de azúcares en el efluente explica gran parte del incremento observado en la concentración de materia seca.

El contenido de NT en el efluente fue inferior en el tratamiento con CEB, lo que es coincidente con la menor solubilidad de los compuestos nitrogenados registrada en los ensilajes de este tratamiento

(Cuadro 1). El contenido de N amoniacal fue muy bajo, sugiriendo una limitada actividad de organismos deaminadores y probablemente un bajo nivel de proteólisis derivado de una acidificación y estabilización presuntamente muy rápida.

CUADRO 3
COMPOSICION DEL EFLUENTE DE LOS ENSILAJES
Composition of silage effluents.

	Tratamientos[1]			E E[2]
	T0 *Control*	MZ *Maize*	CEB *Barley*	
Materia seca (%)	9,44 b	9,70 b	11,38 a	0,04
Nitrógeno total (% MS)	4,84 a	4,85 a	4,44 b	0,09
N-NH_3 (%NT)	0,63 a	0,67 a	0,65 a	0,09
Carbohidratos solubles (% MS)	3,52 b	3,39 b	5,86 a	0,25

1: Letras distintas dentro de la misma línea indican diferencias significativas (Tukey, α=0,05)
2: Error Estándar

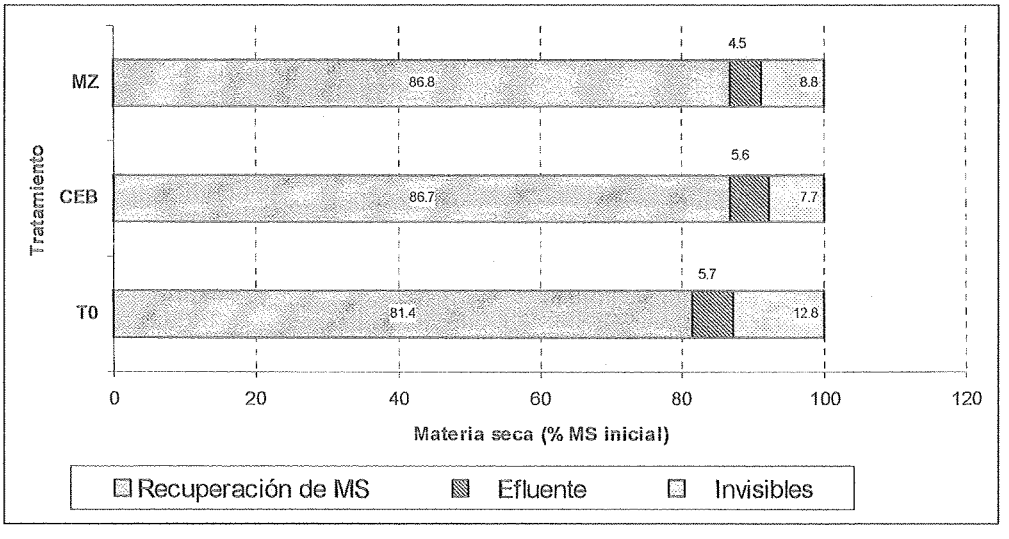


FIGURA 2
RECUPERACION Y PERDIDA DE MATERIA SECA DE LOS ENSILAJES DE ALFALFA SOLA (T0) Y SUPLEMENTADA CON GRANOS MOLIDOS DE MAIZ (MZ) O CEBADA (CEB).
Dry matter recovery and losses in alfalfa silage control (T0) and supplemented with ground grains of corn (MZ) or Barley (CEB).

Balance de masa

El balance de masa mostró que los tratamientos con grano redujeron las pérdidas de la materia seca inicial a un 13,3% (Figura 2), mientras que el ensilaje de alfalfa sola (T0) perdió un 18,6%, valor que representa una reducción cercana al 30% de las pérdidas totales (P=0,13). Tanto las pérdidas totales de materia seca como la fracción de efluente se ubicaron dentro de los rangos de valores observados por Woolford (1984), Rotz *et al.* (1993) y Moore y Kennedy (1994).

Sin embargo, a pesar de la adición de granos, la proporción de biomasa perdida en la fracción de efluente (Figura 2) fué similar entre tratamientos (P>0,05) y la vía más importante de pérdida de materia seca sería por procesos invisibles de respiración y fermentación. Si bien, la forma de estimación utilizada no permite distinguir entre estos últimos procesos, la técnica de ensilado empleada, la pronta acidificación y las características de los ensilajes al ser abiertos (Jaurena, 1996), son indicadores de que rápidamente se establecieron las condiciones de anaerobiosis necesarias para el proceso. La magnitud de estas pérdidas invisibles fué considerable pero si se las compara con valores reportados por diversos autores (Cuadro 4) se observa que están dentro del amplio rango encontrado en una diversidad de forrajes y tipos de silo. Si bien la disponibilidad de oxígeno constituye el principal determinante de este tipo de pérdidas, bajo condiciones de buena anaerobiosis, la materia seca desaparecida depende fundamentalmente del tipo de sustrato, del patrón de fermentación prevaleciente y de la cinética del proceso fermentativo.

Recuperación del nitrógeno

El estudio de los compuestos nitrogenados mostró pérdidas totales cercanas al 20%, proporcionalmente superiores a las registradas para la materia seca (Figura 3). El tratamiento con grano de maíz pemitió recuperar una cantidad levemente mayor de N respecto al testigo y al tratamiento con cebada (P=0,09). El N eliminado a través del efluente osciló entre 7,1 y 8,6% del N total, siendo inferior para el maíz. Asimismo, las pérdidas invisibles de N fueron inferiores con la adición de maíz, posiblemente debido al comportamiento menos soluble y más refractario de la zeína presente en este grano. Por otra parte, las mayores pérdidas invisibles de N en el tratamiento con adición de cebada podrían atribuirse a la mayor degradación observada como consecuencia de actividad de enzimas endógenas que ocurre en los cultivares de cebada desarrollados para la maltería. La relación pérdida invisible/pérdida por efluente resultó aproximadamente 60 : 40 y no varió para los distintos tratamientos (P>0,05), comportamiento que es consistente con lo reportado por Mayne y Gordon (1986) trabajando con *Lolium sp.* Las pérdidas invisibles de N son difíciles de explicar y probablemente ocurren como consecuencia de la reducción de distintos compuestos hasta formas gaseosas como NO y N2 (Woolford, 1984; Spoelstra, 1985).

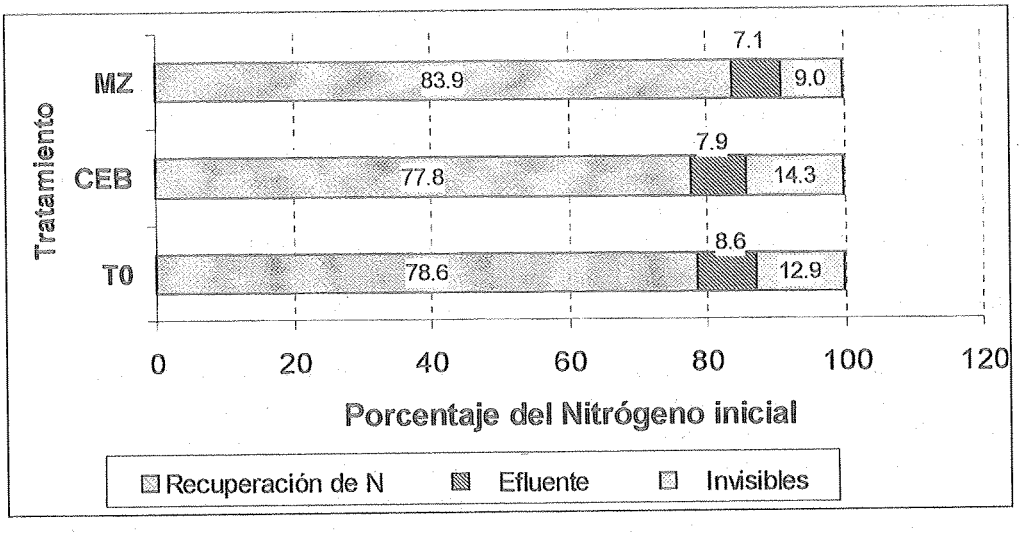


FIGURA 3

EFECTO DE LA ADICION DE GRANOS SOBRE LA RECUPERACION Y PERDIDAS DE NITROGENO DE LOS ENSILAJES DE ALFALFA SOLA (TO) Y SUPLEMENTADA CON GRANOS CHANCADOS DE MAIZ (MZ) O CEBADA (CEB)

Effect of grain addition on nitrogen recovery and losses in alfalfa silages alone (TO) or supplemented with cracked grains of corn (MZ) or barley (CEB).

CUADRO 4
PERDIDAS ESTIMADAS POR FERMENTACION DURANTE EL ENSILAJE
Estimated fermentation losses during ensiling

Referencias *References*	Especie *Species*	Tratamiento *Treatment*	Pérdidas invisibles (%) *Invisible losses*
Anderson y Jackson, 1970 (1)	n.d.	Ninguno	8,7
	n.d.	Premarchitado	2,7-10
Ferris y Mayne, 1994 (2)	*Lolium sp.*	Ninguno	1,6
	Lolium sp.	Pulpa de remolacha, 40-120 kg·t^{-1}	3,2-4,9
Mayne y Gordon, 1986 (2)	*Lolium sp.*	Premarchitado, picadora de precisión	4,8
	n.d.	Directo, con picadora de precisión	9,9
	n.d.	Directo, con picadora común	16,4
Moore y Kennedy, 1994 (2)	*Lolium sp.*	Ninguno	10-14
	Lolium sp.	Pulpa de remolacha, 50 kg·t^{-1}	11
	Lolium sp.	Aditivo comercial, 30 kg·t^{-1}	6-10
	Lolium sp.	Fórmico, 3,44 l·t^{-1}	11
Woolford, 1984 (1)	Cualquier forraje	Calculado en base a las principales vías metabólicas	4-6
Zimmer y Wilkins, 1984 (1)	n.d.	Sin premarchitar	16,9%
		Premarchitado	8,6%

n.d.: no declarado. (1) Según indican los autores correspondería fundamentalmente a pérdidas por fermentación. (2) Involucra pérdidas por respiración y fermentación en forma conjunta.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten demostrar que los granos incorporados al silo absorbieron humedad a razón de 0,44-0,57 kg de efluente·kg^{-1} MS para cebada y maíz respectivamente, lo cual representó una reducción en la cantidad de efluente recolectado de 14 y 17% respecto al testigo. La pérdida total de masa, incluyendo tanto efluentes como pérdidas invisibles, fue 13,3% para ambos tratamientos con adición de granos, y de 18,5% para el testigo, siendo proporcionalmente más importantes las pérdidas invisibles.

Las pérdidas de N fueron en todos los tratamientos superiores a las pérdidas de masa, siendo en el tratamiento con adición de maíz significativamente menores que con cebada y que el testigo.

La composición del efluente fue consistente con las fracciones solubles de carbohidratos y de compuestos nitrogenados presentes en el material ensilado.

La capacidad de retención de efluente observada con la adición de granos se considera limitada en función de los precios relativos y del nivel de las pérdidas observadas, pero es posible que su efecto sobre la provisión de azúcares y calidad de fermentación pueda tener un impacto de mayor interés. En vista de la magnitud de las pérdidas, a pesar de la buena tecnología aplicada en la elaboración de los ensilajes, se considera necesario profundizar en el estudio de los factores involucrados en la desaparición de materia seca y nitrógeno durante el proceso de ensilaje con el objeto de lograr una mayor conservación de los nutrientes originalmente presentes en el forraje.

RESUMEN

Durante el ensilaje de forrajes ricos en agua se producen pérdidas por la generación de efluentes, que son agentes muy contaminantes, y también por los procesos de respiración y fermentación. Este ensayo se desarrolló para estudiar el efecto de la adición de granos de maíz y cebada a ensilajes de alfalfa húmeda sobre la producción y composición del efluente, y sobre la recuperación de biomasa y nitrógeno. Se ensiló alfalfa en principio de floración sola (T0) o junto con 50 kg·t^{-1} de granos partidos de maíz (MZ) o cebada (CEB) en microsilos de PVC de 12 kg de capacidad provistos de un sistema de recolección de efluentes. Sobre cada

microsilo se ejerció una presión de 1300 kg·m^{-2}. Los granos redujeron el contenido de humedad de las mezclas iniciales y mostraron una tasa de absorción de 0,44 y 0,57 kg de efluente por kilo de MS para CEB y MZ, respectivamente. La producción de efluente se redujo respecto al testigo a un 83% para MZ y 86% para CEB. En los efluentes el agregado de cebada aumentó significativamente ($P<0,01$) el contenido de materia seca de 9,4 a 11,4%, los carbohidratos solubles de 3,5 a 5,9% y redujo la concentración de nitrógeno total de 4,8 a 4,4%. La pérdida de materia seca total del tratamiento T0 fue de 18,5% mientras que el agregado de MZ y CEB redujo las pérdidas de materia seca a 13,3%. Las pérdidas por efluente fueron muy semejantes entre los tratamientos (T0= 5,7; MZ= 4,5; CEB= 5,6%) y las pérdidas invisibles representan una proporción muy importante de las pérdidas totales (entre 58 y 69%). La principal via de pérdida de nitrógeno fue a través de formas gaseosas, siendo 12,9; 9,0 y 14,3% del nitrógeno inicial, seguidas por pérdidas por el efluente de 8,6; 7,1 y 7,9% en T0, MZ y CEB, respectivamente. Se concluye que el agregado de granos de maíz y cebada en las dosis utilizadas para la confección de ensilajes con altos contenidos humedad tuvieron un efecto moderado sobre las pérdidas totales de MS, solamente el grano maíz redujo las pérdidas de N, mientras que la composición del efluente reflejó la composición de la mezcla de forraje y grano original.

LITERATURA CITADA

ANDERSON, B.K. AND N. JACKSON, 1970. Conservation of wilted and unwilted grass ensiled in air tight metal containers with and without the addition of molasses. Journal of the Science of Food and Agriculture, 21: 235-241.

AOAC. 1975. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of analysis. 12 ed. Washington D.C., EEUU.

BASTIMAN, B. AND J.F.B. ALTMAN, 1985. Losses at various stages in silage making. Research and Development in Agriculture, 2: 19-25.

DEXTER, S.T.. 1961. Water retaining capacity of various silage additives and silage crops under pressure. Agronomy Journal 53: 379-381.

FAICHNEY, G.F. AND G.A. WHITE, 1983. Methods for the analysis of feeds eaten by ruminants. Division of Animal Production, Ian Clunies Rooss Animal Res. Lab.. CSIRO, Melbourne, Australia.

FERRIS, C.P. AND C.S. MAYNE, 1994. The effects of incorporating sugar-beet pulp with herbage at ensiling on silage fermentation, effluent output and in silo losses. Grass and Forage Science 49: 216-228.

JAURENA, G. 1996. Analisis de la contribución de los granos como aditivos para ensilajes de alfalfa. Proteolisis ruminal. Tesis de Magister. Pontificia Univ. Católica de Chile.

JONES, D.I.H.. 1988. The effect of cereal incorporation on the fermentation of spring and autumn cut silages in laboratory silos. Grass and Forage Science 43 (2): 167-172.

JONES, D.I.H. AND R. JONES, 1992. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. A Review paper. Jour. Agric. Engng. Res., 60: 73-81.

JONES, D.I.H.; R. JONES, AND G. MOSELEY, 1990. Effect of incorporating rolled barley in autumn-cut ryegrass silage on effluent production, silage fermentation and cattle performance. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 115: 399-408.

MAYNE, C.S. AND G.J. GORDON, 1986. Effect of harvesting system on nutrient losses during silage making. 2. In-silo losses. Grass and Forage Science, 41: 341-351.

McDONALD, P. AND A.R. HENDERSON, 1964. Determination of Water- Soluble Carbohydrates in grass. Journal of the Sci. of Food and Agric., 15: 395-398.

McDONALD, P.; N. HENDERSON, AND S. HERON, 1991. The Biochemistry of Silage. 2nd. Ed.. Chalcombe Publ.. Marlow, Great Britain, 340 p.

MOORE, C.A. AND S.J. KENNEDY, 1994. The effect of sugar beet pulp-based additives on effluent production, fermentation, in-silo losses, silage intake and animal performance. Grass and Forage Science 49: 54-64.

OFFER, N.W. AND M.N. AL-RWIDAH, 1989a. The use of absorbent materials to control effluent loss from grass silage: experiments with drum silos. Research and Development in Agriculture, 6 (2): 71-76.

PICHARD, G.. 1977. Forage nutritive value. Continuous and batch in vitro rumen fermentations and nitrogen solubility. PhD Thesis, Cornell Univ.

PICHARD, G. Y R. CUSSEN, 1994. Evaluación de las pérdidas en el proceso de ensilaje y manejo de efluentes. Serie Remehue N° 52 (ISSN 07 16-6257): 183-202.

PLAYNE, M.J. AND P. MCDONALD, 1966. The buffering constituents of herbage and of silage. Journal of the Sci. of Food and Agric., 17: 264-268.

ROTZ, C.A.; R.E. PITT; R.E. MUCK; M.S. ALLEN AND D.R. BUCKMASTER, 1993. Direct-cut harvest and storage of alfalfa on the dairy farm.Trans. ASAE 36 (3): 621-628.

SAS, 1996. Licencia Pontificia Universidad Católica de Chile.

SPOELSTRA, S.F.. 1985. Nitrate in silage. Grass and Forage Science, 40: 1-11.

VAN SOEST, P.J.; J.B. ROBERTSON AND B.A. LEWIS, 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implicantions in dairy cattle. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber, and non starch polysacharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science 74: 3583- 3597.

WILLKINS, R.J. 1988. The preservation of forages. *In*: Feed Science, World Animal Science Vol. 4. Orskov, E.R. (ed). Elsevier Science Publishers B.V.. Amsterdam, Netherlands.

WOOLFORD, M.K.. 1984. The Silage Fermentation. Microbiology Series Vol. 14; eds. Allen I. Laskin and Richard I. Mateles. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel.

ZIMMER, E. AND R. WILKINS, 1984. Efficiency of silage systems: a comparison between unwilted and wilted silages. Landbauforschung Volkenrode. Sonderheft 69. Citado por Mayne y Gordon

COMPENDIO DE NORMAS PARA LA PUBLICACION DE ARTICULOS: INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

La Revista publica tres tipos de artículos y organiza simposios en temas específicos.

Tipos de artículos

- Artículos de Investigación
- Notas de Investigación
- Ensayos

Artículo de Investigación : Se define como tal a un escrito original[1] que comunica los resultados obtenidos en investigaciones particulares, y cuyo tratamiento de la información permite a la comunidad científica evaluar cabalmente las observaciones efectuadas, la metodología empleada, repetir los ensayos efectuados y especialmente sopesar si los datos obtenidos a partir de dichas observaciones justifican o soportan las conclusiones obtenidas. *"The contents of an article shall be new, true, important and comprehensible" (De Barkey, 1976).*

Para efectos de someter artículos a la revista, estos deben contener, en el orden que se indica, las siguientes partes:
- Resumen en inglés, de no más de 250 palabras
- Introducción, que incluya el planteamiento del problema, los antecedentes bibliográficos y los objetivos del trabajo.
- Materiales y métodos
- Resultados y discusión (juntos o por separado)
- Conclusiones (opcional)
- Resumen en español de no más de 250 palabras
- Literatura citada
- Una página con la lista de los títulos (en español e inglés) de todos los cuadros y figuras
- Finalmente, incluir los cuadros y las figuras, uno por página, en el orden que aparecen citados en el texto, indicando el número correspondiente con lápiz grafito.

Notas de Investigación : Corresponden a documentos que describen en forma sintética los resultados de una investigación completa. También se utilizan para describir o comunicar técnicas o metodologías de investigación así como para describir la observación de hechos, resultados o fenómenos únicos e irrepetibles. Para la revista, las notas de investigación no corresponden a resultados preliminares de artículos de investigación.
El procedimiento para presentar cuadros y figuras y el formato de las notas es el mismo que para los artículos de investigación y se detalla más adelante.

Ensayos: Se entienden como tales aquellos escritos donde se trata in extenso la investigación más reciente hecha sobre un determinado tema, en el cual los autores poseen una reconocida trayectoria de investigación en el tema tratado, avalada por sus publicaciones especializadas. Los autores del ensayo deben presentar una visión de la materia en forma tal, que englobe de manera dinámica, completa y matizada por sus experiencias, el estado del arte y los últimos avances en un determinado tema.
El procedimiento para presentar cuadros y figuras en ensayos así como el formato, es el mismo que para los artículos de investigación y se detalla más adelante.
La revista no publica revisiones bibliográficas en forma de ensayo. Se entienden como tales los escritos donde se expone o discute la investigación más actual en un determinado tema de interés para los autores, que no corresponde a una línea de investigación propia, en la cual por ende no poseen publicaciones especializadas ya sea individual o colectivamente.

Simposios : La revista organiza simposios en temas específicos, en los cuales participan autores invitados, enviando ya sean artículos de investigación o ensayos. Tanto el tema del simposio como los autores invitados son acordados por el Comité Editorial de la Revista.

Procedimiento:

Las personas que deseen publicar en la Revista Ciencia e Investigación Agraria deben pedir en la dirección administrativa de la revista el formulario "Solicitud de Publicación de Artículos", el cual también se puede obtener por correo electrónico.

Los artículos deben enviarse con el siguiente material:

a) Formulario de solicitud debidamente llenado.
b) Tres copias impresas
c) Copia magnética en diskette de 3,5" con la versión definitiva completa.

---

1 Para efectos de la revista se entiende por "escrito original" el documento que cumple con los siguientes requisitos:
a) Que el documento no haya sido publicado en otro medio de publicación científica.
b) Cuyos resultados pueden haber sido presentados en Congresos o Seminarios Técnicos, siempre y cuando sólo se haya reportado un resumen del escrito. Además, una vez sometido el documento, los autores se comprometen a no enviarlo a otro medio de publicación científica, a menos que el escrito sea formalmente rechazado por el Comité Editorial.

Los artículos son sometidos a revisión crítica por referees asignados por el Comité Editorial, quienes bajo reserva de su nombre emiten su opinión y hacen las sugerencias de acuerdo al procedimiento de evaluación adoptado por la revista.

Según los resultados de la evaluación por los referees, la revista se reserva el derecho de publicar o rechazar los artículos.

El envío debe hacerse a :

Editor
Revista Ciencia e Investigación Agraria
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Av. Vicuña Mackenna 4860- Macul
6904411 Santiago - Chile

o bien a Casilla 306 - Correo 22 - Santiago.

Estructura de los artículos

Idiomas : Son bienvenidos los escritos en español o en inglés

Encabezamiento del artículo

En la primera página del artículo, se deben incluir:
- **Título en español**, letra mayúsculas, en negrita, centrado.
- **Título en inglés**, letras mayúsculas centrado
- **Autores** : incluir nombres, apellido paterno, inicial de apellido materno, centrado
- **Nombre y dirección postal de la(s) institución(es) donde se realizó la investigación.** Si algunos de los autores pertenecen a otras instituciones, se deben usar superíndices a la derecha del nombre de cada uno indicando las respectivas instituciones y direcciones a pié de página.
- **Fuentes de financiamiento** deben ir a pié de página.
- **El resumen en inglés** debe ir antes del inicio de la introducción. Este resumen debe ser breve, no más de 250 palabras. (el resumen en español también debe contener menos de 250 palabras).
- **Palabras claves** : Se deben incluir cinco palabras claves, que se ubicarán inmediatamente después del resumen en inglés y antes de la introducción.

Instrucciones respecto al formato de escritura

- **Tipo de letra** : La revista imprime con el tipo de letra Times New Roman tamaño 12 punto, sin embargo, los autores pueden usar otro tipo de letra de su elección, cuidando que sean claramente diferenciables los números 0 y 1 de las letra mayúsculas I y O, y que el tamaño permita una clara apreciación, tanto en pantalla como en papel, de los subíndices, superíndices, símbolos especiales, fórmulas matemáticas, notas al pié, etc.
- **Interlineado** : Todo el texto debe ir a espacio y medio. En los puntos aparte se saltará una vez el espacio anterior.
- **Justificación** : Todo el texto debe ir justificado a ambos lados, sin sangrías.
- **Nombres científicos :** En todas las partes del texto, los nombres científicos deben ir en letra itálica de acuerdo a la norma general (ej.: *Origanum vulgare* L., *Festuca rubra* var. *commutata* Gaud).
- **Compaginación :** No es necesario empezar cada sección del artículo en una página nueva.
- **Puntuación y números** : Los miles de unidades se indicarán con punto cuando corresponda y los decimales con comas, en todo el texto.
- **Unidades** : Las unidades deben expresarse de acuerdo a la norma ASA (American Society of Agronomy), la que utiliza puntos multiplicativos y potencias (ej. Kg. Ha^{-1}). La dirección administrativa de la revista dispone de un listado de unidades recomendadas por la ASA, que puede ser consultado o enviado a los autores, a petición de los mismos, sin cargo.
- **Abreviaciones** : Si se utilizan, deben ir entre paréntesis la primera vez que aparecen en el texto, precedidas de su significado. Ej. Ingrediente activo (i.a.)
- **Literatura citada**
  - La revista usa citar los autores de la siguiente forma : apellido e inicial del nombre para el primer autor e inicial del nombre y el apellido de los autores siguientes. Además se utiliza una sangría de 4 espacios en la segunda línea y siguientes de cada cita bibliográfica. Debe haber consistencia en toda la Literatura Citada.

  Ejemplo :

  Mac Donald, N.H., L.T. Frase, P.S. Glingrich y S.A. Keenan. 1982. The writer's workbench. Computer aids for text analysis. IEE Transactions on Communications (COM-30): 105-109.
  - Los números de página deben escribirse completos (ej. 115-118 y no 115-18).
  - Las abreviaciones de nombres de revistas deben estar de acuerdo a las normas establecidas o a la sugerencia de los editores de la propia revista citada.
- **Formato de Figuras y cuadros**
  - Todos los cuadros y figuras deben presentar títulos en español e inglés.
  - En los cuadros, las letras o los asteriscos indicadores de significancia estadística no deben ser superíndices, sino ir al lado de los números.
  - Los números indicadores de notas explicativas al pie del cuadro deben ser números (1,2,3...) y superíndices, para no confundirlos con las letras o asteriscos de significancia estadística o con los algoritmos de datos del cuadro.
  - Se permite la utilización de los símbolos, * para "P<0,05", ** para "P<0,01" y *** para "P<0,001".

- Para los cuadros donde los datos son acompañados por la desviación estándar (los números tipo "± n,n"), estos números deben ser en letra mas pequeña, para destacar el número principal. Ej: 12,75 $\pm_{3,34}$.
- Las figuras deben ser hechas con fondo blanco, no se aceptarán figuras con fondo tramado o de color. En caso de usar líneas, barras u otros tipos de gráfico en figuras, evitar el uso de colores o tonalidades grises para indicar diferencias. Preferir líneas o tramados distintos y claramente identificables.
- En cada cuadro, se debe evitar el uso de líneas verticales, espaciando las columnas.

Instrucciones para la copia magnética (diskette)

- El documento deberá presentarse preferiblemente en Word o Excel
- Los cuadros deben estar contenidos al final del texto o en un archivo separado del texto, un cuadro por página.
- En el caso de las figuras, deben presentarse solamente como archivos separados del texto.
- Los autores deben tener presente que las figuras serán reducidas, por lo que se recomienda usar líneas gruesas y distinguibles, tanto para el dibujo como para la simbología y leyendas dentro de la figura.
- Excepcionalmente se aceptarán figuras en colores provenientes de fotografías y diapositivas para publicación. Los costos de impresión a color son de cargo de los autores.

Reprints

La revista le ofrece a los autores la posibilidad de adquirir apartados o reprints de sus artículos.El costo de impresión es de cargo de los autores, y varía de acuerdo a la longitud o número de páginas que ocupa el artículo en la revista y a la presencia de fotografías a color

Retiro de artículos

1.- Los trabajos no aprobados por el Comité Editorial para publicación en la revista Ciencia e Investigación Agraria no serán devueltos a los autores.
2.- Al solicitar la publicación en Ciencia e Investigación Agraria los autores declaran expresamente conocer que su artículo será evaluado pro referees designados por el Comité Editorial, quienes recomendarán la publicación y sugerirán correcciones.. Estas serán dadas a conocer a los autores para efectuar las modificaciones pertinentes al trabajo.
3.- Si no se reciben las modificaciones solicitadas a los autores dentro de los plazos establecidos por el Comité Editorial, la revista Ciencia e Investigación Agraria se reserva el derecho de proseguir con el proceso de publicación.
4.- En todo caso, una vez recibidas las correciones por parte de los autores, y enviado el artículo a imprenta, no se aceptará el retiro del trabajo ni modificaciones al mismo.