

ALTERNATIVAS PRATENSES PARA EL SECANO INTERIOR MEDITERRANEO SUBHUMEDO EN CHILE. CAUQUENES¹

Pasture alternatives for dryland of the Mediterranean subhumid area of Chile

Carlos Ovalle M.², David Contreras T.³,
Loreto Martínez S.⁴, Juan Gastó C.⁵ y Julia Avendaño R.⁶

SUMMARY

Dry matter production, botanical composition and pastoral value of five types of pastures, with and without annual fertilization, were compared during eight growing seasons (1979-1986), in the dryland area (annual rainfall 695 mm) of Cauquenes.

The pastures were: 1) naturalized; 2) successional (pasture that grows after a wheat crop); 3) phalaris; 4) subterranean clover and 5) subterranean clover- phalaris-annual ryegrass association.

A split-split-plot design was used, the fertilization treatments being the subplots (1,000 m²) and years the sub-sub-plots. Fertilization was 32 kg of N and 22 kg of P/ha/year. Evaluations were done by cuttings and the plots were individually grassed by sheep, after evaluation.

Significant differences ($P \leq 0.05$) among pastures and fertilizer treatments were observed. The fertilized plots yielded 73% more than the unfertilized ones.

Interactions pasture - year and fertilization - year were also significant. No treatment effects were observed in the years with a low rainfall. Treatments 1) and 2) yielded less than the sown pastures (872 to 2,475 and 1,424 to 3,900 kg of D.M./ha/year, respectively).

Changes in botanical composition and pastoral value, during the experimental period were analyzed, in each pasture type.

INTRODUCCION

La ganadería ovina y bovina en el área del secano interior Mediterráneo subhúmedo utiliza principalmente los recursos pastorales aportados por el espinal y por los rastrojos del cultivo del trigo, que es también un componente del sistema de producción en dicha área (INIA, 1974; Serrano y Jara, 1975).

Dentro de este contexto, la evaluación o la comparación de estos recursos con otras alternativas de praderas, constituye una cuestión básica para el desarrollo de la ganadería en esa área.

El principal recurso es la denominada "pradera natural". Esta corresponde al estrato herbáceo del espinal; formación mixta compuesta por un estrato leñoso dominado casi exclusivamente por *Acacia cavén* (espino) y un estrato herbáceo de especies predominantemente anuales, de origen euroasiático, naturalizadas en Chile (Ovalle y Squella, 1988); en el área de Cauquenes se han descrito aproximadamente 215 especies (Ovalle y otros, 1987).

La productividad primaria promedio es de 1,5 ton de m.s./ha/año. Sin embargo, esta media posee una alta desviación, variando la producción según el año climático, potencial del suelo, historia del sitio, etc. (Acuña, Avendaño y Soto, 1980).

Variadas estrategias se han estudiado para mejorar la producción y calidad de este recurso pastoral. Mediante fertilización N-P, Acuña, Avendaño y Ovalle (1983), indican aumentos en producción de 200% como promedio, lo que refleja las fuertes limitantes que ejercen las condiciones de baja fertilidad de los suelos.

¹Recepción de originales: 21 de abril de 1989.

Trabajo cooperativo INIA-Universidad de Chile.

²Estación Experimental Quillamapu (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

³Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

⁴Memorante Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 4, Quillota, Chile.

⁵Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 6177, Santiago, Chile.

⁶Subestación Experimental Cauquenes (INIA), Casilla 165, Cauquenes, Chile.

Por otra parte, una evolución positiva de la producción de fitomasa y de la composición botánica fue obtenida en praderas degradadas, lográndose al cabo de siete años de fertilización N-P niveles de producción de 4 ton de m.s./ha/año y una composición botánica dominada por *Lolium multiflorum* (Avendaño y Ovalle, 1984).

En cuanto a las praderas sembradas, los tréboles subterráneos, con su amplia gama de variedades referentes al largo de su período de crecimiento y su capacidad de producción de semillas, constituyen las leguminosas más importantes en, prácticamente, todos los secanos mediterráneos de Chile (Avendaño, 1988).

La otra especie utilizada en esta zona es el falaris, gramínea perenne que es talvés la forrajera de mayor producción cuando se establece bien, sola o en mezcla con tréboles subterráneos. La limitación mayor de esta especie es su lento establecimiento, por ser sensible a la competencia con malezas y otras especies en esta fase (López, 1988). Sin embargo, hoy existen variedades nuevas como Sirosa y Sirolan que tendrían un mejor vigor de plántulas.

Praderas de trébol subterráneo, falaris y ballicas establecidas en la Subestación Experimental Cauquenes, han dado un rendimiento promedio, en siete años de evaluación, de 3.453 kg de m.s./ha. Sin embargo, debido a las condiciones climáticas variables, se aprecian fuertes variaciones de producción (Ovalle y Avendaño, 1980).

En cuanto al establecimiento de trébol subterráneo y ballica Wimmera en Cauquenes, sobre suelos con bajo contenido de P, los mejores resultados se han logrado con aplicaciones de 43 kg de P/ha, con niveles de producción de 5,7 ton de m.s./ha en el primer año (Acuña y otros, 1982).

Junto al P, el otro elemento deficitario más importante es el N y la interacción de N x P es la clave para elevar la producción mediante la fertilización a la siembra. En siembras extensivas de trébol subterráneo más ballica Wimmera y/o falaris, se estima conveniente la aplicación de N en dosis bajas (32 kg/ha) al establecimiento (Acuña y otros, 1982). También, en suelos graníticos del área de Cauquenes, se ha encontrado respuesta al S y al B (Acuña y otros, 1982).

En cuanto a la fertilización de mantención, Ovalle y Avendaño (1980) señalan que a las praderas que incluyen trébol subterráneo se deben asegurar aportes anuales a partir del tercer año de 16 kg/ha de N y 22 kg/ha de P.

Los objetivos del presente estudio fueron:

1. Estudiar el comportamiento (producción, composición botánica) de cinco alternativas pratenses para el secano interior Mediterráneo subhúmedo (Cauquenes).
2. Determinar el efecto de la fertilización en la producción de las praderas y la evolución de la composición botánica.
3. Además este estudio forma parte de una red de ensayos establecidos por la Universidad de Chile, en toda el área de clima Mediterráneo con el objeto de estudiar las mejores alternativas de praderas para cada Región.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el predio "Porvenir" (latitud 35° 58' S y longitud 72° 17' W) de la Subestación Experimental Cauquenes (INIA), provincia de Cauquenes, VII Región, Chile.

Climáticamente, Cauquenes se ubica en la zona Mediterránea subhúmeda. Las precipitaciones media y mediana son de 695 mm y 635,8 mm, respectivamente (Gastó, 1966).

La temperatura (T) media máxima del mes más cálido (enero) es de 30°C. La T media mínima del mes más frío (julio) es de 4,6°C. Entre junio y agosto, la T media mensual oscila entre 7,5 y 10°C.

En relación a las condiciones hídricas, la zona presenta según los índices de Giacobbe, cuatro meses de aridez o meses secos (diciembre a marzo), un mes de semiaridez (noviembre) y tres meses subhúmedos (abril, septiembre y octubre). El período húmedo es de cuatro meses desde mayo a agosto (Ovalle, 1986).

El suelo corresponde a un lomaje granítico, serie Cauquenes, de textura franco arcillo arenosa. Son suelos extremadamente susceptibles a la erosión, de bajo contenido de materia orgánica y baja fertilidad; el pH 5,6 a 6.

Se usó un diseño de parcelas subdivididas, con las parcelas principales dispuestas en bloques completos al azar, con dos repeticiones. Los tratamientos fueron:

1. Pradera anual de especies naturalizadas (PN);
2. Pradera sucesional (PS), originada después de cultivar trigo;

3. Falaris, (*Phalaris aquatica*), 5 kg/ha;
4. Trébol subterráneo (TS) (mezcla de *Trifolium brachycalicinum* Clare + *Trifolium yannanicum* Yarloop), 6 + 6 kg/ha, respectivamente;
5. Mezcla forrajera (M): mezcla de falaris + tréboles subterráneos (Clare y Yarloop) + *Lolium rigidum* Wimmera, 5 + 6 + 6 + 4 kg/ha, respectivamente.

Los subtratamientos fueron:

1. Con fertilización de mantención (32 kg de N y 22 kg de P/ha) (CF). Esta fórmula fue elegida según el nivel de nutrientes del suelo y de acuerdo a los antecedentes bibliográficos sobre respuestas de las praderas;
2. Sin fertilización de mantención (SF).

A la PN se le aplicó sólo en el primer año (septiembre de 1978) una fertilización similar a la que se aplicó a F al establecimiento, de modo de hacer comparables entre praderas los aportes de fertilizantes.

La PS se obtuvo haciendo un barbecho en julio de 1977. En octubre del mismo año, se sembró pasto Sudán, el cual se pastoreo con borregas. En abril, del mismo año, se sembró al voleo la variedad de trigo Huenufén (160 kg/ha), rompiendo con arado, y luego pasando rastra de disco, para tapar, y posteriormente rastra de ramas. La fertilización de establecimiento se indica en el Cuadro 1.

Las parcelas que incluyeron siembras (F, TS y M) se establecieron el 25 de mayo de 1978. El F solo o en mezcla, se sembró en hileras a 80 cm. El TS y la ballica se sembraron al voleo. La fertilización de establecimiento aparece en el Cuadro 1.

Las parcelas principales fueron divididas transversalmente en dos, en el otoño de 1979, quedando cada subparcela de 1.000 m² (25 x 40 m). Estas se sortearon al azar, dentro de cada parcela principal.

Las variables evaluadas fueron:

1. Producción de fitomasa (PF). Se evaluó mediante corte con tijeras, muestras de 1 m² cada una; su número dependió del mapeo de la vegetación de cada subparcela. Las muestras fueron secadas en horno con ventilación forzada a 60°C, un tiempo variable, hasta peso constante.
2. Composición botánica (CB) expresada en contribución específica de contacto de cada especie (CEC, %). Se determinó por el método del doble metro modificado (Daget y Poissonet, 1971). Se trazaron un número variable de transectos permanentes, de cuatro metros cada uno (100 puntos, uno cada cuatro cm) según el mapeo de la vegetación.
3. Valor pastoral (VP) de la pradera (Daget y Poissonet, 1972; Ovalle y otros, 1981), calculados a partir de la CB y el recubrimiento de la vegetación.

CUADRO 1. Fertilización de establecimiento (kg/ha) de los diferentes tipos de praderas experimentales (1978)

TABLE 1. Nitrogen, phosphorus, potassium, sulphur and boron applied at sowing (1978) to the different treatments (kg/ha)

Tipo pradera	N	P	K	S	Boronatrocálita
	(kg/ha)				
Pradera naturalizada	50 (SS)	32 (SFT)			
Trigo: establecimiento macolla	75 (U) 16 (SS)	32 (SFT)			
Falaris	50 (SP)	32 (SFT)	42 (CP)	50 (SE)	20
Trébol subterráneo solo y mezcla forrajera	32 (SP)	43 (SFT)	42 (CP)	50 (SE)	20

Fuentes: SFT = Superfosfato triple; SP = Sulfato potásico; SS = Sulfato sódico; U = Urea; CP = Cloruro de potasio; SE = Azufre elemental.

En los primeros cuatro años (1979-1982) se efectuó un solo muestreo al final de la temporada de crecimiento (octubre o noviembre). En los dos últimos años (1983-1984), se efectuó dos muestreos en épocas diferentes (septiembre y noviembre) determinándose en ambas la PF y, sólo en la época más tardía, la CB.

Después de cada muestreo, las praderas fueron pastoreadas con ovinos, con cargas instantáneas altas (20 a 30 ovinos/parcela), por períodos cortos de tres a cinco días.

Al inicio y final del ensayo se determinó, mediante análisis químico de muestras de suelo (0 a 5 y de 5 a 20 cm de profundidad), el contenido de P disponible (Olsen y Dean, 1966).

Se efectuó un análisis de variancia para la producción de fitomasa, el año se consideró como un sub-tratamiento. Para la comparación entre medias, se utilizó la prueba de Tuckey. Además se analizó la evolución en el tiempo de la CB y el VP de las diferentes alternativas, basado en los promedios de la CEC de las dos repeticiones, excepto en el caso de PN y PS en que se realizó un análisis separado de cada repetición, dadas las diferencias existentes en la CB inicial.

En cuanto al monto total anual de precipitaciones, se observa en el Cuadro 2, que los años 1979, 1981 y 1983 corresponden a normales y los años 1980, 1982, 1984 y 1986 corresponden a lluviosos de acuerdo a Gastó (1966).

CUADRO 2. Clasificación de los años de acuerdo a la pluviosidad durante el período experimental (Gastó, 1966)

TABLE 2. Classification of the years during the experimental period according annual rainfall (Gastó, 1966)

Año	Precipitación anual, mm	Clasificación
1979	532	Normal
1980	855	Lluvioso
1981	662	Normal
1982	1.015	Lluvioso
1983	541	Normal
1984	906	Lluvioso
1985	442	Seco
1986	965	Lluvioso

Media de los últimos 25 años (1962-1986) = 646,8 mm.
Mediana de los últimos 25 años (1962-1986) = 653,3 mm.

Los años 1979 y 1983 presentaron precipitaciones anuales de 532 y 541 mm respectivamente. En el Cuadro 2, aparecen como años normales, pero están prácticamente en el límite con la categoría de año seco (que fluctúa dentro de un rango de 259 a 517 mm), según la mencionada clasificación. El año 1985 corresponde a un año seco.

RESULTADOS

Producción de fitomasa (PF)

Existieron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en la PF de las praderas, en seis de los ocho años estudiados (Cuadro 3).

En dos de ellos (1983, que fue un año en el límite con la categoría de año seco, y 1985, que corresponde a un año seco, Cuadro 2), estas diferencias no se verificaron.

La magnitud de las diferencias entre las alternativas pratenses, dependió del año y del tipo de pradera (Cuadro 3, Figura 1).

Entre PN y PS no hubo diferencias significativas en cuanto a producción, en ninguno de los años evaluados y fueron las de menores rendimientos (Cuadro 3).

La M fue una de las de mayor producción a partir del tercer año. Para los años en que se verificaron diferencias significativas, la M produce en promedio entre un 50 y 121% más que PN y PS.

Entre las praderas sembradas TS, F y M, se verificaron diferencias en producción entre ellas en dos de los ocho años evaluados (1980 y 1981, Cuadro 3).

En 1980, F produjo significativamente menos que la pradera de TS, pero igual a M, presumiblemente debido a la mayor lentitud del falaris en el establecimiento.

En 1981 la producción de TS decayó en relación a M, siendo igual a la producción de F. Ello se habría debido a fallas en el manejo del pastoreo de TS.

Efecto de la fertilización en la producción de fitomasa. La fertilización anual de mantención produjo aumentos significativos en la producción de forraje en todas las alternativas pratenses en siete de los ocho años estudiados (Cuadro 3 y Figura 1). Este efecto no se observó en 1982, clasificado como año seco.

CUADRO 3. Producción de fitomasa (kg m.s./ha) de las 5 alternativas pratenses, con y sin fertilización de mantención (N + P), en los diferentes años
TABLE 3. Annual dry matter yield (kg/ha) of the five pastures, with and without maintenance fertilizer application (N + P) from 1979 to 1986

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	Media de 8 años
Tratamiento¹									
Pradera natural	1.951 bc	2.140 c	129 c	2.155 bc	1.131 a	2.173 c	872 a	1.658 b	1.672
Pradera sucesional	1.706 c	1.978 c	1.249 c	1.603 c	1.046 a	2.476 bc	1.445 a	1.622 b	1.641
Falaris	2.788 ab	2.565 bc	2.420 ab	3.557 a	1.444 a	3.054 abc	1.505 a	2.662 a	2.499
T. subterráneo	3.208 a	3.901 a	1.822 bc	2.944 ab	1.525 a	3.252 ab	1.424 a	2.442 ab	2.565
Mezcla	2.919 a	2.331 ab	2.813 a	3.816 a	1.571 a	3.462 a	1.621 a	2.953 a	2.798
Nivel de significancia	P ≤ 0,05	P ≤ 0,05	P ≤ 0,05	P ≤ 0,05	N.S.	P ≤ 0,05	N.S.	P ≤ 0,05	
Subtratamientos									
CF	3.024 a	3.085 a	2.455 a	3.518 a	1.481 a	3.505 a	1.775 a	2.773 a	2.702
SF	2.005 b	2.440 b	1.386 b	2.111 b	1.130 a	2.012 b	900 b	1.629 b	1.702
Nivel de significancia	P ≤ 0,05	P ≤ 0,05	P ≤ 0,05	P ≤ 0,05	N.S.	P ≤ 0,05	P ≤ 0,05	P ≤ 0,05	
Interacciones									
Pradera x Fert.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Pradera x Año	-	-	-	-	-	-	-	-	P ≤ 0,01
Pradera x Fert. x Año	-	-	-	-	-	-	-	-	N.S.

¹Cifras con distinta letra para tratamiento y subtratamientos en cada año son estadísticamente diferentes, según prueba de Tuckey al nivel de protección indicado.

CF = Con fertilización de mantención de 32 kg N y 22 kg P/ha.

SF = Sin fertilización de mantención.

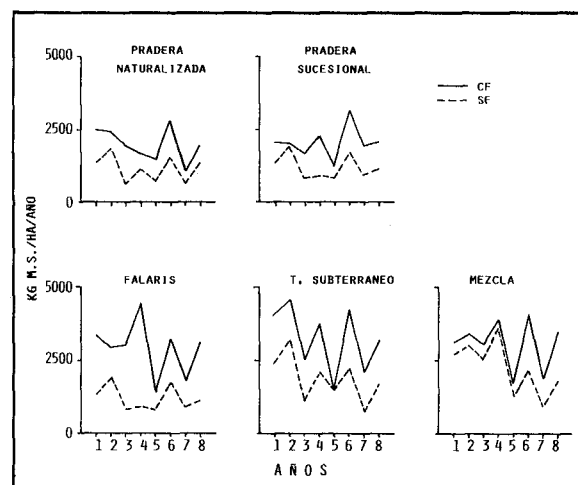


FIGURA 1. Producción promedio de fitomasa (kg m.s./ha/año) y respuesta a la fertilización de mantención de las alternativas pratenses (1979 a 1986).

FIGURE 1. Annual dry matter yield (kg/ha) and response to fertilizer application of the pastures from 1979 to 1986.

En los años en que hubo diferencias significativas, las praderas fertilizadas produjeron entre un 26 y un 97% más forraje que las no fertilizadas. Las menores diferencias se verificaron en los primeros años, debido al efecto residual de la fertilización de

establecimiento, aplicada en 1978 a todas las praderas en el primer año.

Composición botánica (CB)

Pradera naturalizada (PN). Al inicio del ensayo la PN estaba conformada por un reducido número de especies de buen valor forrajero, entre las que se destacaba especialmente *Erodium botrys*, además de *Avena barbata* y *Hordeum berterioanum* en la parcela CF; junto a otras de escaso valor, entre las que se destacaba por su mayor contribución, *Aira caryophyllea* (figuras 2 y 3). La participación inicial de las leguminosas era igualmente escasa.

En respuesta a la fertilización (N + P) la evolución de la CB a través de los ocho años del ensayo, no indica cambios sustanciales en la CEC de las especies, que denoten un mejoramiento importante de la composición florística y de su calidad pastoral.

En efecto, CEC de 23 y 14% se observan para *L. multiflorum* solamente en los años tres y cinco en las praderas CF (Figura 3), no existiendo contribuciones en praderas SF (Figura 2).

E. botrys, presentó alta CEC (51-54%) en los dos primeros años en la pradera SF (Figura 2). Su CEC es menor en la pradera CF, los dos primeros años,

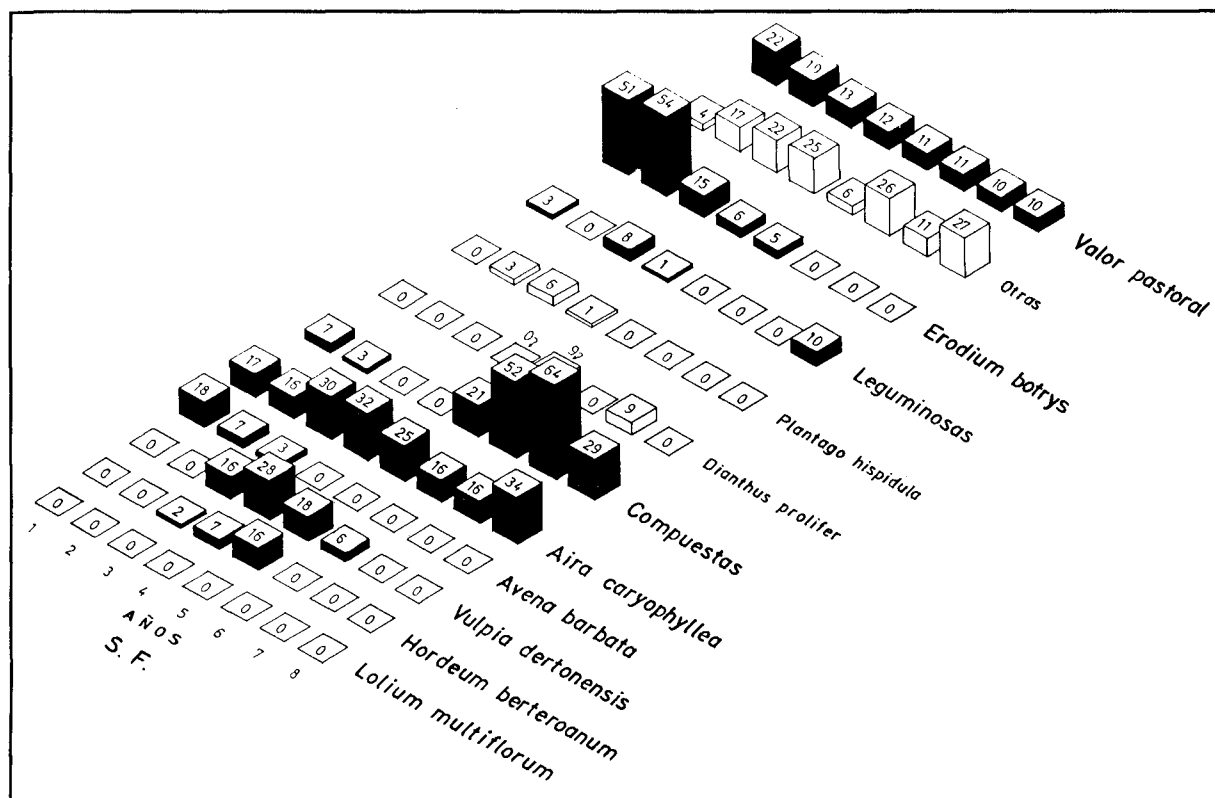


FIGURA 2. Evolución en el tiempo de la contribución específica de contacto (CEC, %) de las principales especies y del valor pastoral (VP) de la pradera naturalizada sin fertilización (II repetición, años 1979 y 1986).

FIGURE 2. Botanical composition (specific contact contribution, %) and pastoral value of the natural pasture, without fertilizer application (II replication, 1979 to 1986).

sin embargo su participación es más alta y más perdurable en el tiempo en la pradera fertilizada (Figura 3).

A. barbata, presentó alta CEC en la pradera CF (40 y 45%) en los dos primeros años del estudio (Figura 3) en relación a la pradera SF (Figura 2). Sin embargo, a partir del tercer año en la pradera SF, y del cuarto año en la pradera CF, la CEC decreció en ambas.

Vulpia dertonensis, no presentó CEC importantes en la pradera CF (Figura 3), y en la SF su CEC varió entre 6 y 28% entre los años tercero y sexto (Figura 2).

A. caryophyllea, en ambas praderas está presente, pero su CEC es más alta en la pradera SF (Figura 2).

En cuanto a las leguminosas su CEC es baja o nula en ambos casos (figuras 2 y 3).

En relación a las compuestas son importantes en los cuatro últimos años, presentándose CEC más alta en las praderas SF (figuras 2 y 3).

En resumen, no se observa una evolución positiva de la calidad pastoral de la pradera por efecto de la fertilización, esto es corroborado más adelante en el análisis de VP de la pradera. Las praderas CF y SF están constituidas al final del ensayo por especies de escaso valor forrajero como *A. caryophyllea* (38 y 34%) y compuestas (16 y 29%).

Pradera sucesional (PS). En la PS la evolución de la CB tiene características similares a las observadas en la PN, vale decir, no se observó un mejoramiento sustancial de la CEC de las especies a través del tiempo.

Al octavo año del ensayo la pradera CF está constituida por un 46% de compuestas, 32% de leguminosas, especialmente *Hosackia subpinnata* (de escaso valor forrajero), y un 22% de "otras", sin ningún valor forrajero (Figura 5).

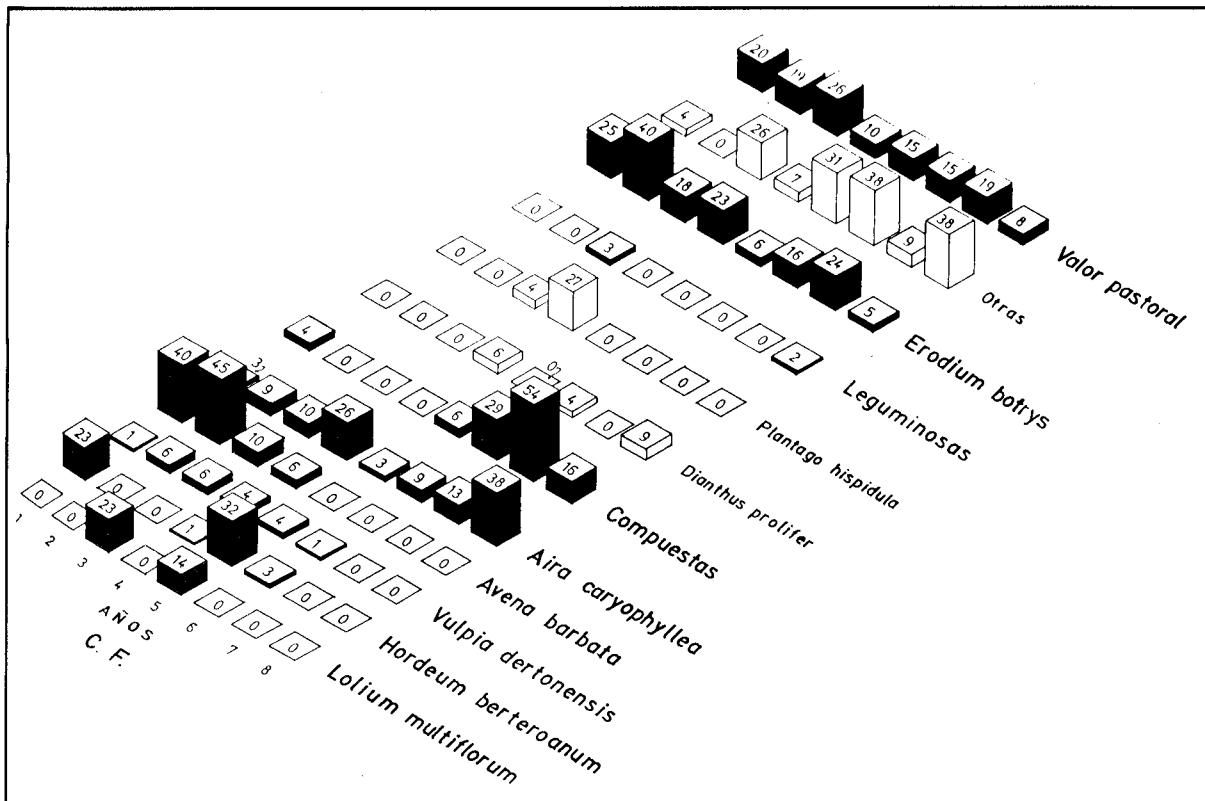


FIGURA 3. Evolución en el tiempo de la contribución específica de contacto (CEC, %) de las principales especies y del valor pastoral (VP) de la pradera naturalizada con fertilización (II repetición, años 1979 a 1986).

FIGURE 3. Botanical composition (specific contact contribution, %) and pastoral value of the natural pasture, with fertilizer application (II replication, 1979 to 1986).

En el caso de la pradera SF la composición botánica no difiere sustancialmente de la anterior, salvo que la especie *A. caryophyllea* presentó una alta CEC (45%) al octavo año (Figura 4).

Dentro de las especies que se vieron favorecidas con la fertilización de mantención aparecen sólo dos, y ellas son: *L. multiflorum* y *H. berteroanum* (de alto y mediano valor forrajero, respectivamente) (figuras 4 y 5).

Mezcla forrajera (M). Dentro de las tres especies sembradas, el trébol subterráneo (TS) es la especie que mejor se estableció, presentando la CEC más elevada (71 a 30%) tanto en las parcelas CF como en las SF en los tres primeros años (Figura 6).

Sin embargo, a partir del cuarto año se produce una caída brusca de su CEC, probablemente, debido a fallas en el manejo del pastoreo en los años dos, tres y cuatro.

En estos años se efectuó un solo pastoreo tardío en cada temporada, lo que probablemente afectó la producción de semilla y posterior resiembra y persistencia del trébol subterráneo. A partir del cuarto año se modificó el manejo del pastoreo, lo que permitió una recuperación del TS, al menos en las parcelas fertilizadas en donde alcanzó CEC de 21 a 27% (Figura 6).

El falaris, que es de establecimiento más lento alcanzó su máxima CEC al quinto año. En relación al efecto de la fertilización, este es marcado a partir del quinto año en que su CEC decae en la pradera SF (Figura 6).

La ballica Wimmera presentó aportes moderados sólo en los tres primeros años. Estos oscilaron entre un 7 a 37% y 13 a 21% en las praderas CF y SF, respectivamente (Figura 6).

Desde el cuarto año en adelante la ballica Wimmera tiende a desaparecer tanto en la pradera CF como en la SF.

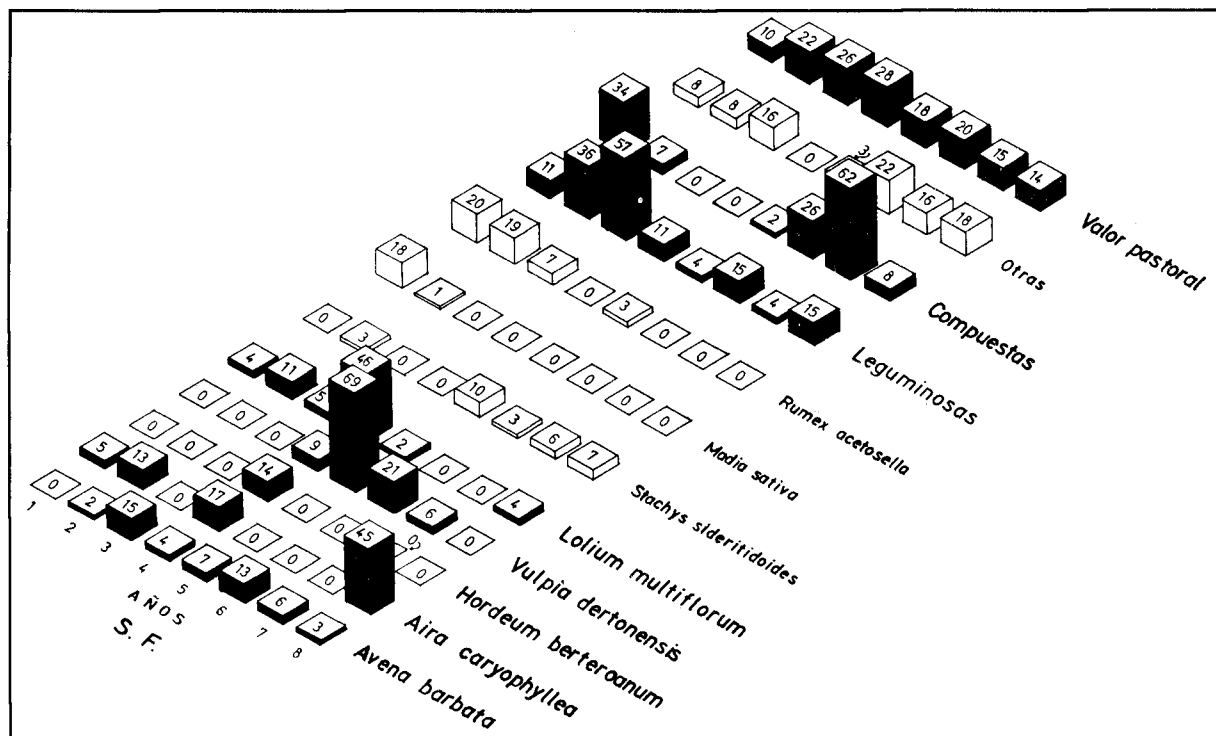


FIGURA 4. Evolución en el tiempo de la contribución específica de contacto (CEC, %) de las principales especies y del valor pastoral de la pradera sucesional sin fertilización (II repetición, años 1979 a 1986).

FIGURE 4. Botanical composition (specific contact contribution, %) and pastoral value of the pasture grown after wheat crop, without fertilizer application (II replication, 1979 to 1986).

En relación a especies invasoras, su participación se acrecenta con la edad de la pradera, especialmente en SF (Figura 6). Dentro de "otras" se destacan como especies invasoras *A. caryophyllea*, *V. dertonensis* y las compuestas *Leontodon hispidus* e *Hypochoeris radicata*, estas dos últimas con altas CEC en las praderas SF.

Pradera de Falaris (F). Las CEC más altas de falaris, se alcanzaron en la pradera CF de mantenimiento al cuarto y quinto año. Entre el primer y tercer año no se observaron diferencias en favor de la pradera fertilizada, ello, probablemente, esté ligado al efecto residual de la fertilización aplicada a la siembra. El efecto de la fertilización sobre la CEC del falaris es clara a partir del cuarto año. Al final del ensayo la proporción de falaris en la pradera CF duplicaba la SF (Cuadro 4).

En general, la participación del falaris es baja, no sobrepasando el 53% de la fitomasa. Ello se habría debido a una siembra en hileras demasiado espaciadas (80 cm) y pone de manifiesto la necesidad de una siembra en asociación con una leguminosa (trébol subterráneo), que ocupe el espacio entre hileras.

Pradera de trébol subterráneo (TS). El establecimiento del TS fue aceptable, alcanzándose CEC de 72 y 66% en las praderas CF y SF, respectivamente, en el año uno (Cuadro 5). Sin embargo, a partir del tercer año se observa una disminución fuerte de la CEC y su reemplazo por malezas. La respuesta a la fertilización tampoco es clara, pese al aumento en el tenor de P aprovechable del suelo. Esta baja población de trébol se atribuye a fallas ya mencionadas en el manejo del pastoreo.

Valor Pastoral (VP)

Los VP mayores se obtuvieron en las alternativas de praderas sembradas. Los valores promedio de los ocho años, para las praderas sembradas y fertilizadas, fueron de 58, 48 y 48 puntos para las alternativas M, T y F, respectivamente. Mientras que los valores promedio para PN y PS fertilizada fueron de 17 y 25 puntos. Diferencias similares entre las praderas sembradas y naturalizadas, se observaron en las praderas SF (Figura 7).

Al comparar las praderas CF y SF se observa diferencias, promedio de ocho años, de 15, 13 y 8 puntos para M, T y F, respectivamente (Figura 7); en

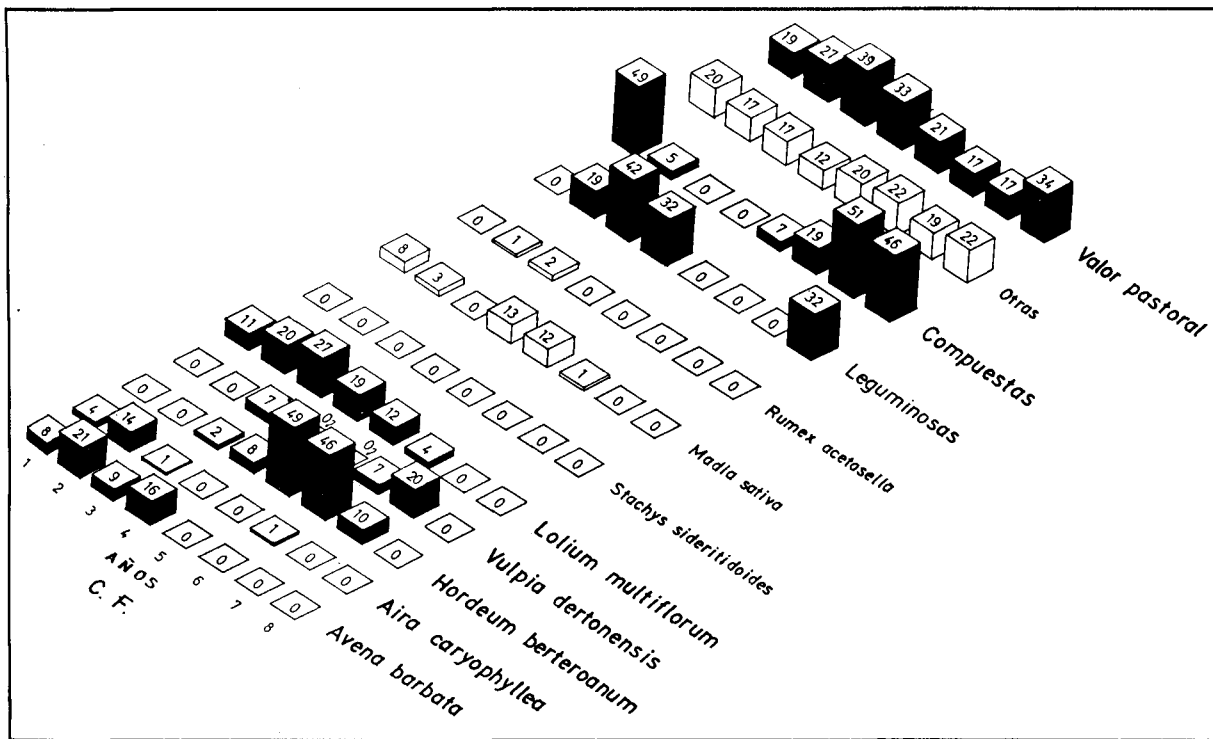


FIGURA 5. Evolución en el tiempo de la contribución específica de contacto (CEC, %) de la pradera sucesional con fertilización (II repetición, años 1979 a 1986).

FIGURE 5. Botanical composition (specific contact contribution, %) and pastoral value of the pasture grown after wheat crop, with fertilizer application (II replication, 1979 to 1986).

CUADRO 4. Composición botánica de la pradera de falaris, contribución específica de contacto (%) del falaris con y sin fertilización de mantención anual

TABLE 4. Phalaris aquatica contact contribution (%) in the phalaris pasture with and without maintenance fertilizer application from 1979 to 1986

Subtrat.	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
CF	30	36	48	51	53	31	42	45
SF	42	41	46	37	41	20	22	20

CF = Con fertilización de mantención de 32 kg N y 22 kg P/ha.
SF = Sin fertilización de mantención.

CUADRO 5. Composición botánica de la pradera de trébol subterráneo. Contribución específica de contacto (%) del trébol subterráneo con y sin fertilización de mantención anual

TABLE 5. T. subterraneum contact contribution (%) in the subterranean clover pasture with and without maintenance fertilizer application from 1979 to 1986

Subtrat.	Años							
	1	2	3	4	5	6	7	8
CF	72	47	19	18	4	19	8	26
SF	66	54	37	36	30	24	4	16

CF = Con fertilización de mantención de 32 kg N y 22 kg P/ha.
SF = Sin fertilización de mantención.

consecuencia, la fertilización favoreció la persistencia de las especies sembradas de buen valor forrajero. Cuando se comparan PN y PS (CF y SF) las diferencias promedio de ocho años entre ellas fueron de 2 y 10 puntos, respectivamente.

En el caso de PN, estas diferencias en VP, entre las praderas CF y SF, fueron inferiores, producto de que los aportes hechos por especies de interés forrajero, como *L. multiflorum* y *E. botrys*, no fueron importantes (Figura 3). En el caso de PS, las

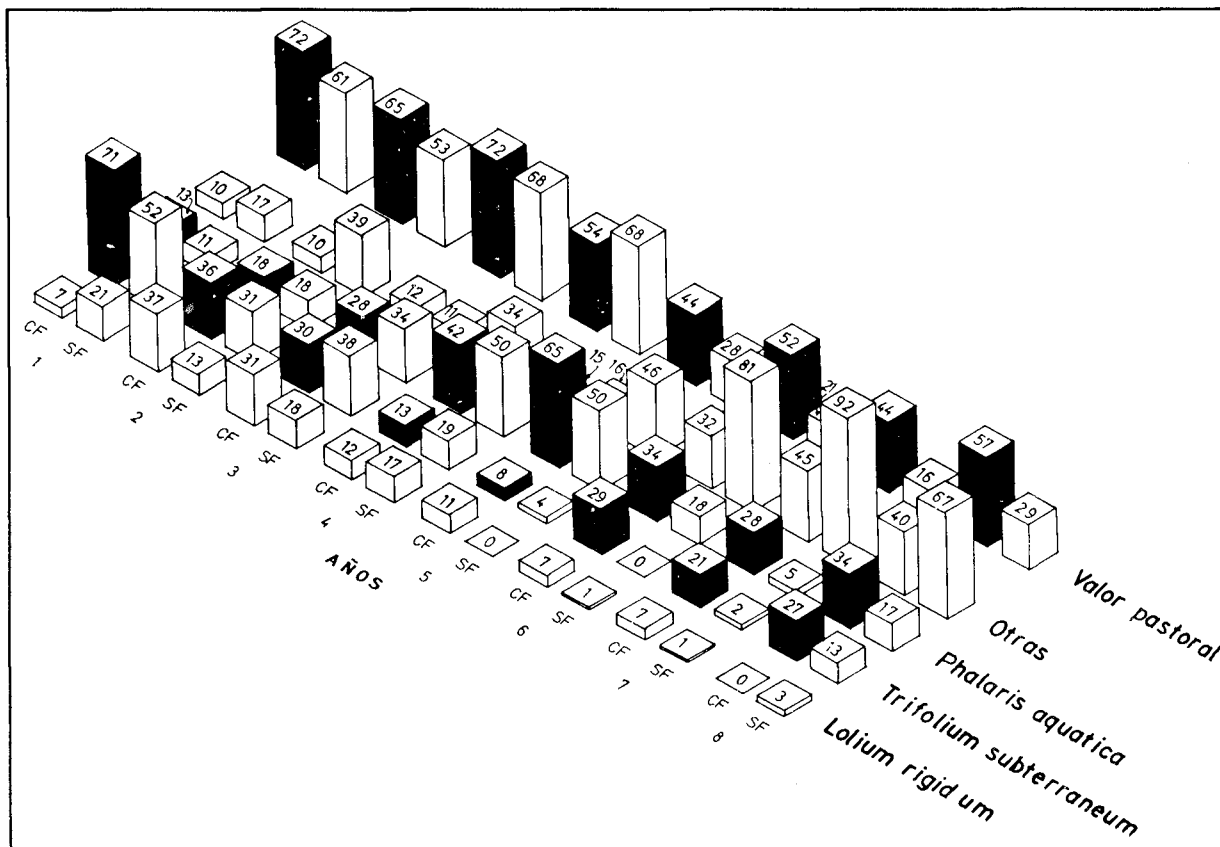


FIGURA 6. Evolución en el tiempo de la contribución específica de contacto (CEC, %) y del valor pastoral (VP); en relación a la fertilización de la mezcla forrajera (años 1979 a 1986).

FIGURE 6. Effect of fertilizer application on botanical composition (specific contact contribution, %) and pastoral value of the subterranean clover/grass pasture from 1979 to 1986.

diferencias entre las praderas CF y SF fueron más marcadas en los cuatro primeros años, debido a los aportes importantes de *Erodium*, *Lolium* y leguminosas. Estas diferencias tienden a equipararse a partir del quinto año, por una baja de la CEC de las tres especies anteriores, en los tratamientos CF, lo que hace caer el VP (Figura 5).

A través del tiempo, hay una tendencia a la baja del VP en los tratamientos M y TS. Esta baja es concomitante con el aumento del porcentaje de las malezas en las praderas.

En el caso de F, debido a su más lento establecimiento, los valores máximos de VP son alcanzados al tercer año. A partir del cuarto año, el VP baja, estabilizándose en los últimos cinco años.

Por último, se constata que en los años secos (1983 y 1985) el VP disminuye en las cinco alternativas de praderas. El VP, en este caso, traduce bien las dife-

rencias entre los tipos de praderas como reflejo de las distintas composiciones florísticas, valor de las especies que las componen y sus recubrimientos.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Para extensos sectores de suelos degradados de lomajes graníticos del secano interior Mediterráneo subhúmedo, caracterizados por presentar bajos niveles de fertilidad (especialmente en N, P, S y B), y que han sido utilizados intensamente por años en una rotación de cereal-pradera de especies anuales naturalizadas, el presente estudio entrega algunos antecedentes nuevos y confirma otros, que permiten precisar las estrategias del mejoramiento pastoral de esas extensas áreas.

Existe una importante variabilidad en la respuesta a las variables estudiadas, en relación al año climático. En general, no se verificaron respuestas

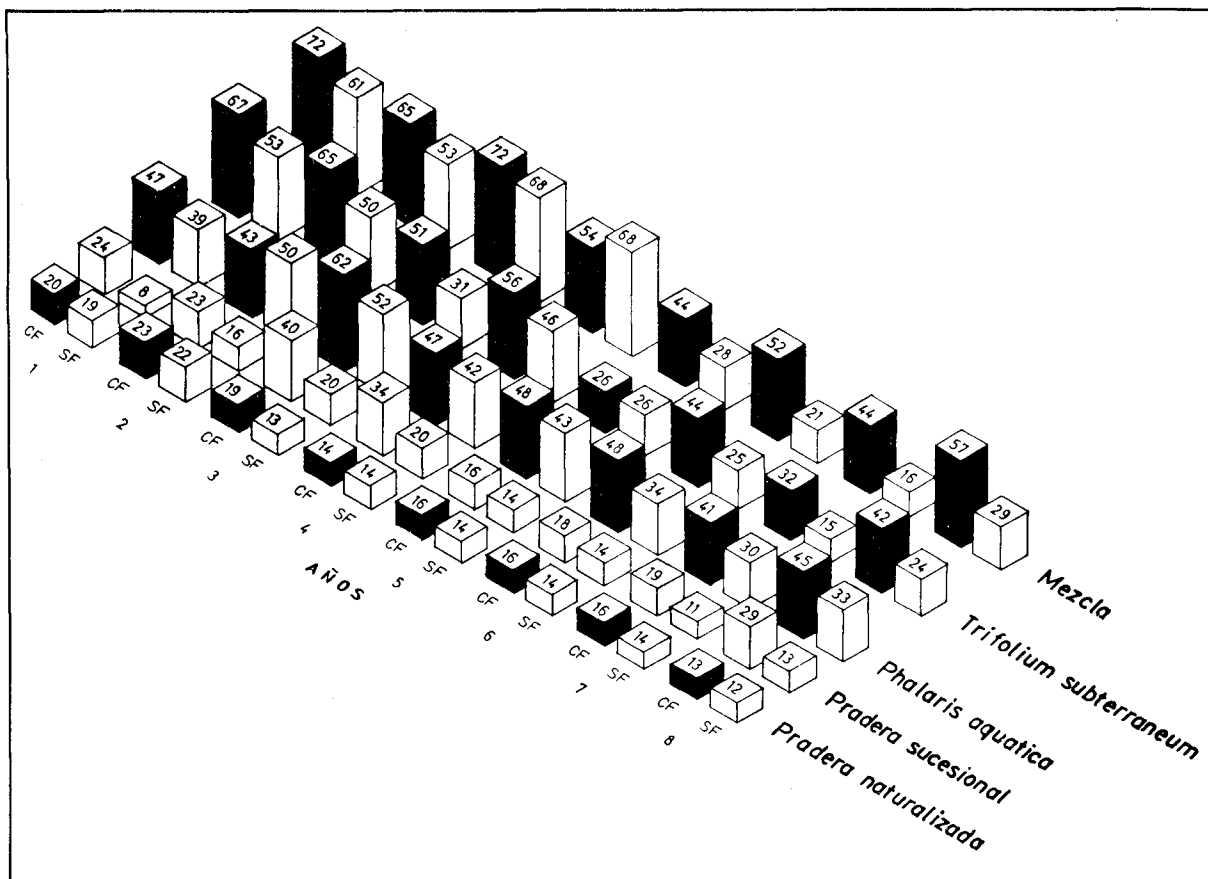


FIGURA 7. Evolución en el tiempo del valor pastoral (VP), en relación a la fertilización, de las cinco alternativas pratenses (años 1979 a 1986).

FIGURE 7. Effect of fertilizer application on the pastoral value of the five pastures from 1979 to 1986.

ni en producción de fitomasa, ni en el efecto de la fertilización de mantenimiento bajo condiciones de año seco.

Dentro de las alternativas de praderas de siembra, los mejores resultados en cuanto a PF y CB se obtuvieron con la mezcla forrajera compuesta por trébol subterráneo, falaris y ballica Wimmera.

Los niveles de producción alcanzados, variables entre años y con una significativa respuesta a la fertilización de mantenimiento, son similares a los obtenidos en otros ensayos y evaluaciones en praderas del área de Cauquenes, variando entre dos y cuatro ton de m.s./ha/año (Ovalle y Avendaño, 1980; Acuña y otros, 1982).

No obstante, la productividad de estas praderas es baja, en relación a lo informado para otras áreas del secano Mediterráneo de Chile, como el sector de Hidango (Costa de la VI Región), en donde alcanza

producciones de seis a ocho y hasta diez ton de m.s./ha/año (Rodríguez y Squella, 1986).

La pradera de falaris con trébol subterráneo en los lomajes graníticos de Cauquenes, está lejos de alcanzar los niveles productivos alcanzados en áreas de ambientes más favorables. Ello pone de manifiesto, por una parte, las fuertes restricciones ligadas al potencial de los suelos y a la severidad y duración de la sequía de primavera-verano, en dicha área. Por otra parte, las causas podrían estar ligadas a la baja persistencia del trébol subterráneo en la mezcla, lo cual también se ha observado en otros estudios (Acuña y otros, 1982). El trébol subterráneo no habría efectuado aportes importantes de N, limitando la producción de las gramíneas y leguminosas.

La falta de persistencia del trébol subterráneo es generalmente atribuida a los bajos niveles de P que presentan estos suelos (Acuña y otros, 1982; Acuña

y otros, 1983). Sin embargo, en este caso los aportes de P fueron importantes, alcanzando a 215 kg/ha al cabo de nueve años, lo que permitió incrementar los niveles de P de 4 a 14 ppm, en el caso de la pradera de trébol subterráneo, y de 9 a 22 ppm, en el caso de la mezcla forrajera (Cuadro 6).

CUADRO 6. Contenidos iniciales y finales de fósforo disponible en el suelo (de 0 a 5 cm)

para las diferentes alternativas de praderas
TABLE 6. Extractable phosphorus in soil (0-5 cm depth)
at the beginning and the end of the experimental period
for different pastures

	Pradera natura- lizada	Falaris	Trébol subte- rráneo	Mezcla
P inicial, ppm	4	9	4	9
P final, ppm	14	24	14	22
Ganancia de P, ppm	10	15	12	13
P aportado, kg (como fertilizante)	204	204	215	215

Anteriormente, ya se han mencionado problemas en cuanto al manejo del pastoreo, que pudieron haber afectado la persistencia del trébol. Sin embargo, por ser éste un problema generalizado en toda el área, futuras investigaciones deberán abordar en forma puntual este problema, precisando los aspectos de rizobiología, rol de los micronutrientes y funcionamiento de los mecanismos de resiembra, como la viabilidad de semillas, tasa de semillas duras, escarificación *in situ*, etc.

Las producciones de las praderas PN y PS sin fertilización variaron entre 625 y 1.920 kg de m.s./ha/año, dependiendo del año. Estos niveles concuerdan con los obtenidos en otras evaluaciones a nivel regional (Acuña y otros, 1982).

Tanto PN como PS respondieron significativamente a la fertilización de mantención (salvo en los años secos). En esos casos, las producciones variaron

entre 1.050 y 3.185 kg de m.s./ha/año, resultados que concuerdan con otras evaluaciones realizadas en la zona (Acuña y otros, 1980; Avendaño, Acuña y Ovalle, 1985). En relación a las cantidades de nutrientes aplicados anualmente (32 kg de N y 22 kg de P), estos niveles de producción deben ser considerados como bajos. Del mismo modo, no se observó un mejoramiento sustancial de la composición botánica. En efecto, la composición florística al cabo de los ocho años de ensayo, corresponde aun a la de una flora degradada de escaso valor, carente de especies productivas.

Mejoramiento mucho más consistentes en producción y en composición botánica han sido obtenidos en praderas naturalizadas, en ensayos de parcelas pequeñas, bajo condiciones de vegetación y suelos comparables, pero con niveles de aplicación anuales de N y P mucho más elevados, de 64 kg de N y 65 kg de P (Avendaño y Ovalle, 1984).

Para este estudio, si bien los aportes fueron menores, éstos permitieron incrementar el tenor de P en el suelo de 4 a 14 ppm (Cuadro 6). Con ello, se habría esperado un incremento importante de las leguminosas y, posteriormente con los aportes de la fijación simbiótica de N por éstas, un incremento en la contribución de las gramíneas, con el consiguiente mejoramiento en la producción y composición de la pradera.

De este estudio se desprende, entonces, que la posibilidad de una evolución favorable de la composición botánica parece estar bloqueada por una condición inicial de vegetación y "stock" de semillas, desprovista de especies de valor forrajero, especialmente de leguminosas (medicagos y tréboles anuales), y que la flora existente no sería capaz de aprovechar en forma óptima el mejoramiento trófico del suelo.

Por último, se constata que es posible incrementar sustancialmente los niveles de P del suelo y que éstos tendrían porcentajes de retención de P relativamente bajos.

RESUMEN

En el secano interior de Cauquenes (precipitación media anual: 695 mm), sobre suelos de lomajes graníticos, se comparó durante ocho temporadas (1979-1986) la producción de fitomasa y composición botánica de cinco alternativas pratenses.

Se usó un diseño de parcelas subdivididas, con las parcelas principales dispuestas en bloques completos al azar, con dos repeticiones, para comparar los siguientes tratamientos de praderas: 1) naturalizada; 2) sucesional (después de trigo); 3) falaris; 4) trébol subterráneo y 5) mezcla de falaris, trébol subterráneo y ballica Wimmera.

Los subtratamientos correspondieron a: sin fertilización de mantención y con fertilización de mantención (32 kg de N y 22 kg de P/ha/año). El tamaño de las subparcelas fue de 1.000 m², las que una vez realizada la evaluación se sometieron individualmente a pastoreo con ovinos.

Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en la producción de fitomasa entre las praderas. Las praderas fertilizadas produjeron, en promedio, un 73% más que las sin fertilizar (interacción fertilización - año, significativa $P \leq 0,05$).

En años de menor pluviometría, no hubo diferencias entre los tipos de praderas ni hubo efecto de la fertilización.

En general, las praderas naturalizada y sucesional son de menor producción que las sembradas (872 y 2.475 kg de m.s./ha/año y 1.424 a 3.900 kg de m.s./ha/año, respectivamente).

Se analizó los cambios en composición botánica y valor pastoral en cada pradera, a través del tiempo.

LITERATURA CITADA

- ACUÑA P., HERNAN, AVENDAÑO R., JULIA y OVALLE M., CARLOS. 1983. Caracterización y variabilidad de la pradera natural del secano interior de la zona Mediterránea subhúmeda. *Agricultura Técnica (Chile)* 43 (1): 27-38.
- ACUÑA P., HERNAN, AVENDAÑO R., JULIA y SOTO O., PATRICIO. 1980. Productividad de la pradera natural del secano interior de la zona Mediterránea subhúmeda de Chile. En: Verde, L.S. y Fernández, A. (ed.). IV Conferencia Mundial de Producción Animal, Memorias Vol. II. Buenos Aires, Argentina. p.: 471-425.
- ACUÑA P., HERNAN, AVENDAÑO R., JULIA, SOTO O., PATRICIO y OVALLE M., CARLOS. 1982. Praderas de secano en las regiones del Maule y Biobío. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile), Est. Exp. Quilamapu (Chillán), *Boletín Técnico* N° 54 (15 Qui). 106 p.
- AVENDAÑO R., JULIA. 1988. Praderas sembradas en zonas Mediterráneas. En: Ruiz, I. (ed.). Praderas para Chile. INIA, Santiago, Chile. p.: 411-452.
- AVENDAÑO R., JULIA, ACUÑA P., HERNAN y OVALLE M., CARLOS. 1985. Fertilización de la pradera natural del secano interior de la zona Mediterránea subhúmeda. *Agricultura Técnica (Chile)* 45 (3): 217-226.
- AVENDAÑO R., JULIA y OVALLE M., CARLOS. 1984. Mejoramiento de la pradera natural Mediterránea subhúmeda a través de fertilización y época de rezago. *Agricultura Técnica (Chile)* 44 (3): 217-227.
- DAGET, Ph. et POISSONET, J. 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies, critères d'application. *Annales Agronomiques* 22: 5-41.
- DAGET, Ph. et POISSONET, J. 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des paturages. *Fourrages* 49: 31-39.
- GASTO C., JUAN. 1966. Variación de las precipitaciones anuales en Chile. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. Est. Exp. Agronómica (Santiago), *Boletín Técnico* N° 24. 20 p.
- INIA-Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 1974. Planificación de un programa de investigación para la zona de secano interior. Período 1974-1980. Estación Experimental Quilamapu, Chillán, Chile. 28 p (Mimeografiado).
- LOPEZ T., HORACIO. 1988. Especies forrajeras mejoradas. En: Ruiz, I. (ed.). Praderas de Chile. INIA, Santiago, Chile. p.: 33-102.
- OLSEN, S.R. and DEAN, L.A. 1966. Phosphorus. In: Black, C.A. (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy (Agronomy monograph N° 9).
- OVALLE M., CARLOS. 1986. Etude du système écologique sylvopastoral à *Acacia caven* (Mol.) Hook. et Arn. Applications à la gestion des ressources renouvelables dans l'aire climatique méditerranéenne humide et sub-humide du Chili. Thèse Doctorat, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier. 224 p.
- OVALLE M., CARLOS y AVENDAÑO R., JULIA. 1980. Como lograr buenas praderas en el secano interior. *Investigación y Progreso Agropecuario, Quilamapu (Chile)*. 1: 21- 24.
- OVALLE M., CARLOS, AVENDAÑO R., JULIA, ETIENNE, MICHEL, MUÑOZ S., MELICA y SERRA, MARIA TERESA. 1981. Determinación del valor pastoral en praderas naturales de la zona Mediterránea subhúmeda y su relación con la carga animal. *Agri-cultura Técnica (Chile)* 41 (4): 221-231.

OVALLE M., CARLOS, AVENDAÑO R., JULIA, MUÑOZ S., MELICA y SERRA, MARIA TERESA. 1987. Herbario de la vegetación natural Mediterránea de la zona del secano interior de Cauquenes. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Est. Exp. Quilamapu, Area de Producción Animal, Programa Praderas, Informe Técnico 1986/87, Chillán, Chile. p.: 117-118*.

OVALLE M., CARLOS y SQUELLA N., FERNANDO. 1988. Terrenos de pastoreo con praderas anuales en el área de influencia climática Mediterránea. En: Ruiz, I. (ed.). Praderas para Chile. INIA, Santiago, Chile. p.: 369-410.

RODRIGUEZ S., DAVID y SQUELLA N., FERNANDO. 1986. Producción y calidad estacional de distintas praderas en el secano. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Est. Exp. La Platina, Area Producción Animal, Programa Praderas, Informe Técnico 1985/86, Santiago, Chile. p.: 85-100*.

SERRANO G., F. y JARA S., H.N. 1975. Prospección de la situación ovina y bovina en el secano interior, provincia de Maule, comuna de Cauquenes (mayo 1973 - abril 1974). Chillán, Chile. INIA-IICA. 259 p.

*La información contenida en estos documentos es accesible sólo a través de sus respectivos autores o de autoridades del INIA.