

SISTEMA DE PRODUCCION OVINA PARA LA FRANJA COSTERA DE LA ZONA DE CLIMA MEDITERRANEO ARIDO DE CHILE. I. PRODUCCION PRIMARIA¹

A sheep production system for the coastal strip of the Mediterranean arid zone of Chile. I. Primary production

Raúl Meneses R.², Fernando Squella N.³ y
Christian Crempien L.³

SUMMARY

From 1981 to 1987, at Los Vilos Subexperimental Station (INIA, Chile, 31° 52' lat. S, 71° 28' long. W), a sheep production system was evaluated, to know the biological productivity of a native pasture used with excluded and deferred paddock, in order to improve the traditional system used at the coastal strip of the arid zone. The system included 45 ha of native pasture and 17.7 ha of native pasture reinforced with *Atriplex repanda* and *Atriplex nummularia*. A vegetational map was established initially and dry matter production, botanical composition, bare soil and pasture value were evaluated each season. The dominant formation were herbaceous, low-ligneous, and low-ligneous-herbaceous. Dominant species were: *Piptochaetium stipoides*, *Vulpia megalura*, *Avena barbata*, *Erodium cicutarium* and *Medicago polymorpha*. The highest dry matter availability was always observed in excluded paddocks. 1985 presented the lowest productivity, due to the extreme drought of that year. The botanical composition of all paddock were improved, through the increase of poáceas. D.M. disponibility, botanical composition, pastoral value and bare soil were equal or higher than the obtained at the zone, using a traditional system. Shrubs' contribution was considered low. Pastoral values were classified as very low and low. Bare soil varied from 4.5 to 72.5% the later was observed under a very dry year. The praire management realized allowed the improvement of its condition.

INTRODUCCION

La región de Coquimbo comprende una superficie aproximada de 4 millones de hectáreas; sin embargo, se estima que la franja costera que abarca sólo 1 millón de hectáreas, es la que presenta mayor potencialidad para la producción animal (d'Herbes, Mieres y Caviedes, 1985).

El clima del sector costero corresponde a estepa, con nubosidad abundante (BSn clasificación de Köppen), con ocho meses de sequía. La nubosidad está presente gran parte del año, por efecto de la corriente de Humbolt, alcanzando hasta 40 km hacia el interior del continente. Las precipitaciones anuales (225 mm) se concentran entre junio y agosto, con una variabilidad de 46%. Las temperaturas medias mensuales oscilan entre 21,5° en

febrero, a 8°C en julio (Meneses y Squella, 1987, Almeyda y Sáez, 1958).

El suelo proviene de sedimentos marinos los que han originado terrazas marinas. El primer horizonte de este suelo corresponde a suelo franco, muy compacto y moderadamente poroso, y el segundo, es arcilloso denso, muy adhesivo y plástico (Novoa, 1979).

La vegetación predominante corresponde a un matorral costero xeromórfico, en avanzado estado de degradación. Entre otras especies leñosas bajas, predominan *Baccharis concava*, *Happlopapus* sp y *Shinus latifolius*, y entre otras herbáceas, *Plantago hispidula*, *Erodium cicutarium* y *Stipa lachnopylla* (Etienne, González y Prado, 1982).

Estas últimas conforman la pradera natural que inicia su desarrollo lentamente durante los meses fríos de invierno, que luego se acelera por las temperaturas más cálidas de primavera. En esta etapa, ocurre la máxima acumulación de forraje y producción de

¹Recepción de originales: 4 de julio de 1989.

²Subestación Experimental Los Vilos (INIA), Casilla 40, Los Vilos, Chile.

³Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

semillas, completando así su ciclo anual. En otoño, después de la primera lluvia efectiva, las semillas germinan, iniciándose nuevamente el ciclo (Squella y Meneses, 1982). Las especies perennes que conforman dicha pradera, poseen semejante fenología, con la diferencia que tienen la posibilidad de rebrotar después de un período de latencia invernal, inducido principalmente por efecto del déficit hídrico.

Por otra parte, en dicha franja costera, los ovinos han disminuido cerca de un 50% en los últimos decenios. Esta disminución ha sido atribuible al cambio de la tenencia de la tierra y la de sequía presentada en 1968 y 1969 (Meneses y Squella, 1980). Adicionalmente, el manejo de los terrenos de pastoreo no ha sido el más adecuado, lo que ha producido una disminución del potencial de producción de los recursos forrajeros.

El establecimiento de arbustos forrajeros a partir de 1977 (Soto y Cerda, 1980) y los antecedentes obtenidos en la Subestación Experimental Los Vilos (INIA), respecto al manejo de la pradera, permiten lograr un mejoramiento del potencial forrajero para la producción ovina, a través del uso de técnicas específicas de manejo (Squella y Meneses, 1986).

Por tales razones, en 1981, se estableció un estudio con el objetivo de evaluar un sistema de producción ovina que permitiera utilizar más eficientemente los recursos forrajeros de la zona. El presente artículo corresponde a la información de las principales variables de la pradera natural.

MATERIALES Y METODOS

El sistema de producción ovina se evaluó entre 1981 y 1987 en la Subestación Experimental Los Vilos (INIA), en la región de Coquimbo (31° 52' lat. S, 71° 28' long. W).

La superficie evaluada fue de 45 ha de pradera natural (PN) y 17,5 ha de pradera natural reforzada con arbustos forrajeros (PNAF) (*Atriplex nummularia* Lindl. y *Atriplex repanda* Phil.). Tanto la PN con la PNAF fueron divididas en tres potreros (Figura 1).

Los potreros con PN se utilizaron con ovejas, entre los meses de agosto y mayo y los de PNAF, entre mayo y agosto aproximadamente.

En la Figura 2 se indica la secuencia de utilización de potreros en su primer ciclo. Posterior al tercer año de evaluación, se inició una repetición de la secuencia. Los cambios de potreros no obedie-

ron a fechas rigurosas, sino que más bien a la disponibilidad de la pradera en un determinado momento.

Las características de las condiciones durante el período de estudio, fueron registradas en la Estación Agrometeorológica de la Subestación Experimental Los Vilos (INIA). Mensualmente, o 48 horas después de una precipitación, fue evaluada la humedad de los primeros 20 cm de suelo, de acuerdo a Black y otros (1965).

La vegetación del área de estudio fue descrita por el método de la carta de ocupación de tierras, utilizado por Etienne y Prado (1982), y destinado a caracterizar las formaciones vegetacionales dominantes y el grado de artificialización, propuestos por dichos autores (Cuadro 1), pero modificados parcialmente. La carta de la vegetación trazada fue basada en una fotointerpretación de una toma aérea en blanco y negro, ampliada a una escala de 1:10.000. Posteriormente, a través de una verificación en terreno, se separaron los diferentes elementos vegetacionales (Raúl Meneses (INIA) y Michel Etienne (U. de Chile), no publicado).

La disponibilidad de forraje herbáceo se obtuvo mediante la cosecha de la vegetación circunscrita en tres cuadrantes de 0,25 x 0,25 m mensualmente y, además, al inicio y término del pastoreo en cada una de las unidades vegetacionales descritas (Etienne, Caviedes y Contreras, 1979). Los arbustos forrajeros fueron evaluados por este concepto, cosechando manualmente tres plantas elegidas al azar por unidad vegetacional, al inicio de su período de utilización. La cosecha de dicho material se realizó simulando el uso animal y comprendió tanto hojas como flores, frutos y tallos no lignificados (menores de 5 mm de diámetro).

El material cosechado fue sometido a secado en estufa eléctrica por 48 hr a 70°C, para expresar su peso en m.s./ha. La composición botánica fue registrada a través del método Point-quadrat (Daget y Poissonet, 1971) en el período de fructificación de la mayoría de las especies que conforman la pradera. De estos registros se obtuvo la contribución específica de contacto (CEC) y el porcentaje de suelo desnudo.

La composición botánica fue expresada por grupos de especies, (fabáceas anuales, fabáceas perennes, poáceas anuales, poáceas perennes, geraniáceas y otras especies), calculada como la sumatoria de la CEC de cada especie perteneciente a una familia. Cabe hacer notar, que la CEC para

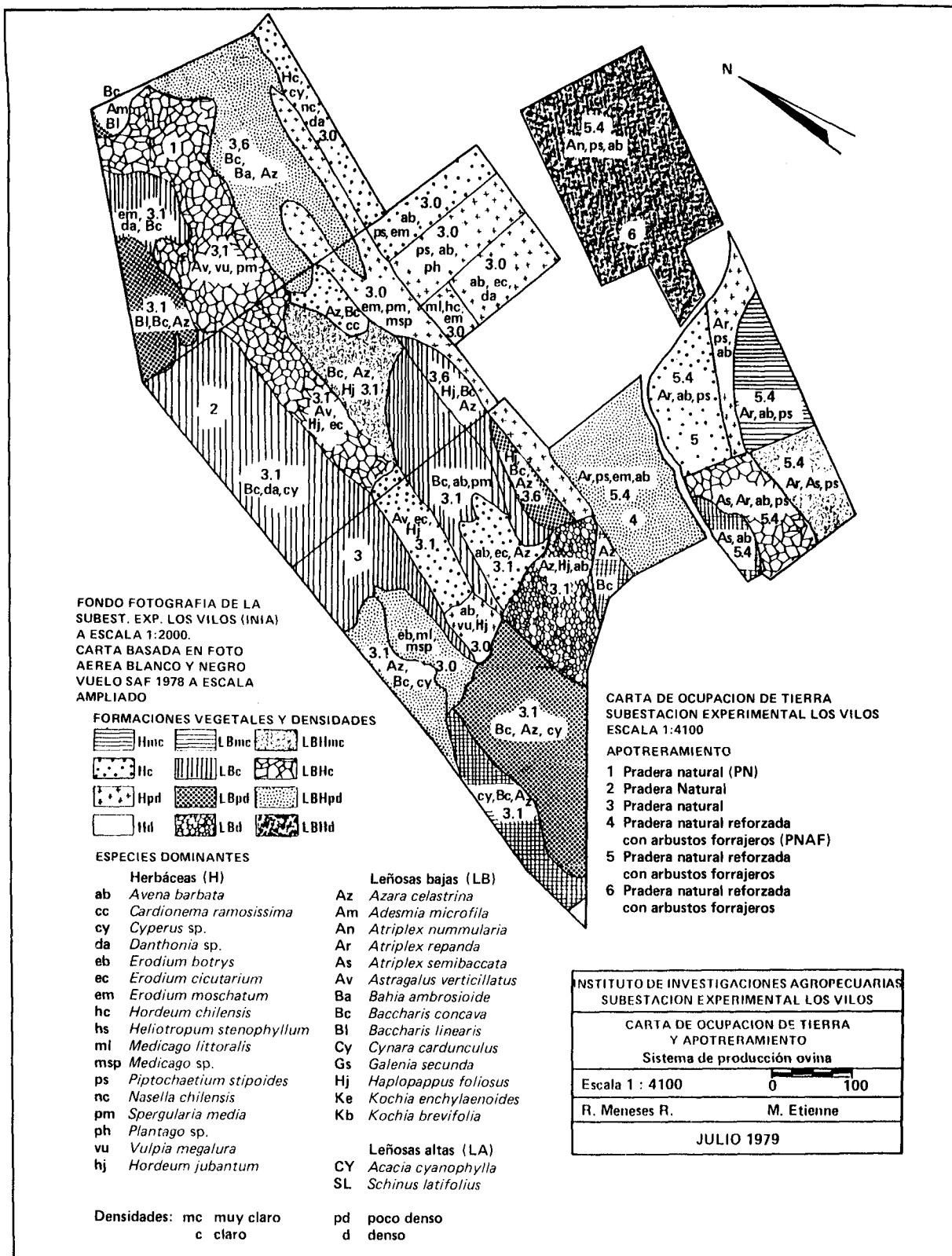


FIGURA 1. Carta de ocupación de tierra y apotreramiento.

FIGURE 1. Land occupation chart and paddock distribution.

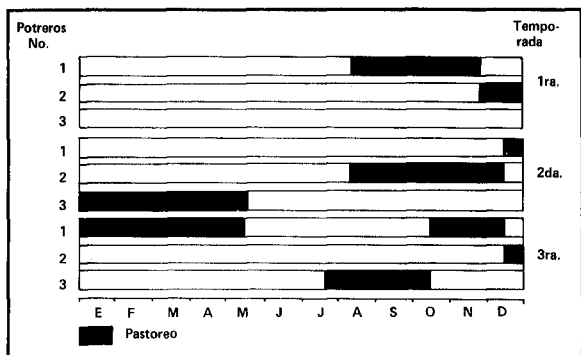


FIGURA 2. Secuencia de uso de los potreros en las diferentes temporadas.

FIGURE 2. Sequence of the use of the fields in different seasons.

CUADRO 1. Grados de artificialización usados para caracterizar las praderas bajo estudio
TABLE 1. Artificialization grades used to characterize the pasture under study

Grado	Descripción
3,0	Pradera natural o terreno de pastoreo en buen estado
3,1	Pradera natural degradada o terreno de pastoreo con pasto degradado y/o arbusto no ramoneado
3,6	Monte bajo nativo manejado, no ramoneado
5,4	Monte bajo establecido con PN en buen estado

algunas temporadas y potreros, no fue medida, debido a que los animales se encontraban pastoreando en forma intensiva.

Las dos últimas variables, CEC y recubrimiento de la vegetación, fueron consideradas en el cálculo del valor pastoral (VP), por medio de la fórmula propuesta por Daget y Poissonet (1972).

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización del régimen pluviométrico y humedad de suelo

Las precipitaciones registradas (Cuadro 2), establecen que la temporada más seca correspondió a 1985 y la más lluviosa a la temporada 1987. La precipitación registrada en 1985 permitió disponer de humedad en el suelo desde julio hasta agosto; y en 1987, entre abril y la última semana de octubre (Figura 3).

CUADRO 2. Nivel y caracterización de las precipitaciones durante el periodo experimental
TABLE 2. Annual rainfall and its characteristics, during the experimental period

Temporada	Precipitación (mm)	Caracterización
1981	106,7	(N) Normal
1982	379,7	(MLL) Muy Lluvioso
1983	207,3	(N) Normal
1984	430,4	(ELL) Extremadamente Lluvioso
1985	51,1	(MS) Muy Seco
1986	204,9	(N) Normal
1987	696,4	(ELL) Extremadamente Lluvioso

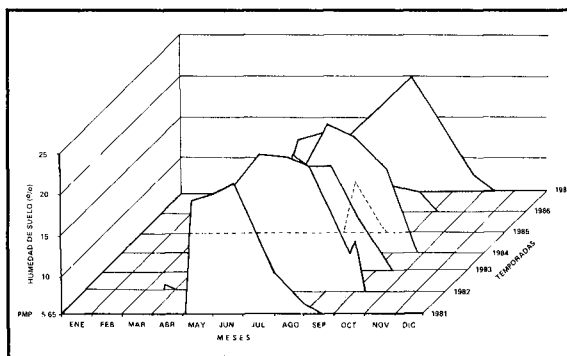


FIGURA 3. Disponibilidad de humedad en los primeros 20 cm de suelo durante las temporadas evaluadas.

FIGURE 3. Available soil moisture in the upper 20 cm of soil, during the season evaluated.

Carta de ocupación de tierras

Esta carta permite diferenciar el estado inicial de la vegetación (Figura 1), mostrando importantes variaciones en términos de formación vegetal, especies dominantes y grado de artificialización.

Formaciones vegetales. Las principales formaciones vegetales encontradas, que pueden comprender uno o varios elementos vegetales, fueron: herbácea (H), leñosa baja (LB) y leñosa alta-herbácea (LAH), con cubrimiento de 25, 37 y 38% de la superficie, respectivamente.

En las formaciones herbáceas, dominó la herbácea clara (Hc), con 12% de participación, mientras ocurrencias de 21 y 13% fueron encontradas para la formación leñosa baja clara (Lbc) y leñosa baja herbácea poco densa (LHBpd), respectivamente (Figura 1).

Especies dominantes. Entre las especies dominantes, sobresalieron: *Piptochaetium stipoides*, *Vulpia megalura*, *Avena barbata*, *Erodium cicutarium*, *Medicago polymorpha* como especies herbáceas, y *Baccharis concava*, *Azara celastrina*, *Atriplex repanda* y *Atriplex nummularia*, entre las leñosas bajas (Figura 1).

Grado de artificialización. En términos de ocupación de tierras, el grado de artificialización más relevante estuvo conformado por el matorral abierto con pradera natural (PN) en buen estado (grado 3,0) con un 58% y, en menor grado, el monte bajo establecido con PN en buen estado (grado 5,4) con un 26%, la PN degradada o terreno de pastoreo con pasto degradado y/o arbustos no ramoneado (grado 3,1) con 14% y el monte bajo nativo manejado, no ramoneado (grado 3,6) con sólo 2% (Figura 1, Cuadro 1).

Disponibilidad de materia seca

En cuanto a la disponibilidad de m.s. de los potreros en el período de uso, el potrero 6 fue el que presentó mayor disponibilidad en las siete temporadas estudiadas (2.600 kg m.s./ha, en 1981) (Figura 4). Esto fue producto de su exclusión durante el período de crecimiento hasta la temporada de encaste (enero), y su utilización desde este último, hasta invierno. Como consecuencia, la carga animal utilizada en este potrero, fue entre 0,78 ov./ha/año en 1983 y 1,71 ov./ha/año en 1984, siendo 1,03 ov./ha/año el promedio de los siete años evaluados. Las disponibilidades de m.s. y la carga equivalente ovino disminuyeron como efecto de la sequía de primavera-otoño 1985-1986.

La disponibilidad de los otros potreros durante las temporadas previas a las exclusiones, fue considerablemente menor, lo que permitió una carga entre 1,31 ov./ha/año en 1981, en el potrero 1 y 0,77 ov./ha/año en 1983, en el potrero 3, siendo el promedio de carga animal utilizada para todas las temporadas, de 0,94 ov./ha/año. Sin embargo, la exclusión habitual de estos potreros, permitió incrementar la disponibilidad de forraje, en relación a la disponibilidad que presentaban los mismos potreros al ser utilizados entre julio y diciembre. Debido a esto, la carga utilizada fue entre 1,84 ov./ha/año en 1983 y 0,67 en 1986, en el potrero 1, siendo el promedio de carga para todas las temporadas, y después de la exclusión, de 1,23 ov./ha/año (Figura 4).

La más baja disponibilidad observada (1985-1986) en todos los potreros, fue consecuencia de la sequía experimentada en 1985. Como medida de

emergencia, se intensificó la utilización del potrero 2 en 1985, del 2 y 3 en otoño de 1986 y del potrero 6, desde febrero hasta diciembre del mismo año (Figura 4).

Las temporadas posteriores a la sequía, fueron "normal" y "extremadamente lluviosa" (precipitación más grande de los últimos 38 años) y la pradera alcanzó niveles de m.s. que pueden ser considerados semejantes a los obtenidos durante el período pre-sequía (1.000 kg m.s. en el potrero 6 a 1.100 kg m.s. en el potrero 5, en 1987). Este comportamiento podría ser consecuencia de los valores de suelo desnudo encontrados (Figura 5), contribuyendo, al mismo tiempo, al mejoramiento de la composición botánica, del valor pastoral y, por consiguiente, a una adecuada utilización de los recursos forrajeros.

Por otra parte, los rendimientos de m.s. obtenidos, pueden ser considerados superiores a los establecidos en las áreas adyacentes a la Estación Experimental Los Vilos con manejo tradicional, con valores máximos de 1.600 y 150 kg m.s./ha, para los años 1981 y 1985, respectivamente (Meneses y Squella, 1988).

El manejo del residuo vegetal dejado en el suelo concuerda con los resultados publicados por Squella y Meneses (1986), ya que también se incrementa la producción de m.s. Esto estaría confirmando el efecto positivo del manejo utilizado en el presente sistema.

El aporte de la pradera natural reforzada con arbustos forrajeros (PNAF), en el potrero 6, significó disponibilidades mínimas y máximas adicionales de 115 kg m.s./ha en 1986 y 245 kg m.s./ha en 1984, respectivamente, y en los potreros 5 y 7, también con PNAF, niveles de 50 a 100 kg m.s./ha. El bajo aporte experimentado en los potreros 4 y 6 fue producto de la mayor mortalidad experimentada por *Atriplex repanda*, que significó en el potrero 4 un 90% de pérdidas de plantas, por lo tanto debió reemplazarse por otro potrero (potrero 7) de características similares, por lo que no se incluye en la Figura 1. Esta mortalidad puede atribuirse a una senescencia temprana de esta especie, como consecuencia de la acción del pastoreo, ya que este fenómeno ha sido observado en situaciones similares por el primer autor.

Composición botánica y valor pastoral (VP)

Durante el período evaluado, las poáceas anuales fueron las que más aportaron, alcanzando rangos entre 26 y 82%; las fabáceas entre 0 y 14%; las

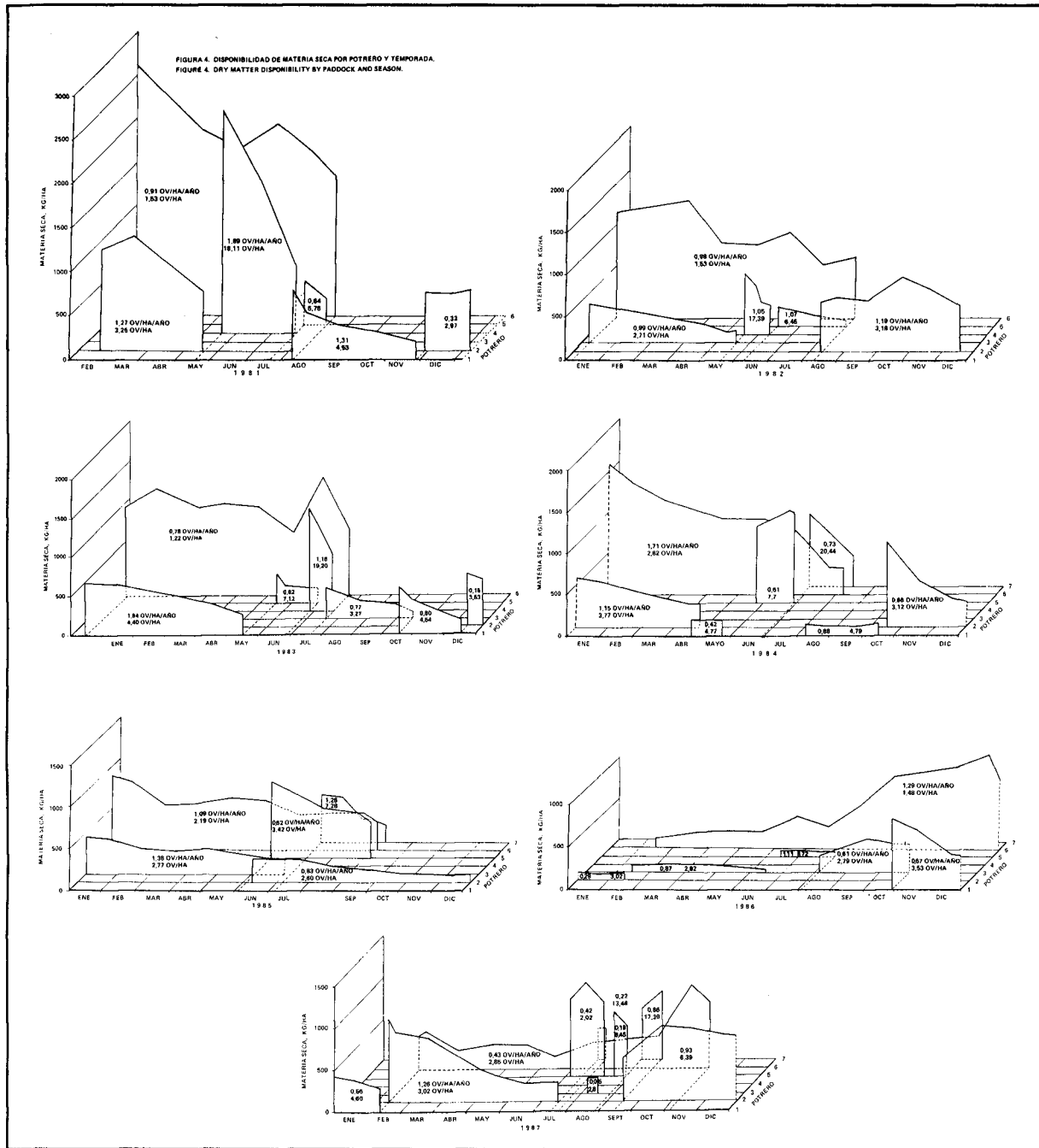


FIGURA 4. Disponibilidad de materia seca por potrero y temporada al pastoreo de los animales.

FIGURE 4. Dry matter disponibility by paddock and seasons at the animal grazing.

geraniáceas entre 5 y 11%; y las especies restantes, entre 2 a 37%.

En los potreros se observó una disminución de todas las especies, como consecuencia de la sequía de 1985. Ello fue evidente en la participación de las poáceas anuales y geraniáceas. Al mismo tiempo

en esta temporada, las poblaciones de poáceas perennes aumentaron, debido probablemente, a la menor competencia ejercida por las especies anuales.

El manejo de los potreros con exclusiones rotativas no sólo produjo una respuesta positiva en la

producción de materia seca, sino también en la composición botánica, respuesta que se tradujo en incrementos en la participación de poáceas anuales, en un promedio de 227%, después de las exclusiones respectivas.

Las poáceas anuales más sobresalientes en todos los potreros, fueron *Vulpia megalura*, en las temporadas 1981, 1982 y 1983, con valores de 29, 11 y 29%, respectivamente, y *Avena barbata*, en 1981, 1982, 1986 y 1987, con 19, 12, 7 y 16%, respectivamente. *Piptochaetium stipoides* fue la especie perenne de mayor representación, y alcanzó los valores más altos de todas estas especies evaluadas. Esto indica la importancia y la necesidad de un manejo que permita el establecimiento del *P. stipoides* para incrementar la producción animal. Las demás especies consideradas, alcanzaron valores inferiores; solamente las poáceas, en el potrero 1, fueron importantes, con un aporte del 53%, en la temporada 1981.

Los VP calculados para todos los años y potreros, fluctuaron entre Pésimo y Malo, con la excepción del potrero 7 en 1987, que fue Regular; los VP fluctuaron entre 38 (Regular, para 1987) y 2 (Pésimo, para 1985). Los potreros excluidos (1, 2, 3 y 1), para los años 1982, 1983, 1984 y 1985, presentaron siempre el mayor VP (entre 34: Malo y 3: Pésimo), lo que es coincidente con el mayor rendimiento y el incremento de la participación de las poáceas en la composición botánica. Estos VP fueron iguales o superiores a los evaluados como Pésimo en el sistema tradicional (Meneses y Squella, 1987).

La sequía de 1985 originó los VP más bajos de los evaluados, y los registrados después de la sequía no alcanzaron los niveles de los años previos a ella, probablemente, debido al escaso remanente de la temporada anterior, que significa un factor importante en la productividad pratense (Squella y Meneses, 1986).

Siendo el VP una cuantificación relativa, que clasifica las praderas en cinco niveles, desde Excelente a Pésimo, el primero de ellos corresponde a una pradera de alta productividad, como es el caso de las mejores praderas holandesas, con una puntuación de 90 (Etienne, Caviedes y Contreras, 1979). Sin embargo, en la condición de clima mediterráneo semiárido, como la existente en la Subestación Experimental Hidango (VI Región), la pradera establecida de *Phalaris aquatica* y *Trifolium subterraneum* alcanza puntajes entre 70 a 37, es decir Bueno y Regular, respectivamente (Rodríguez y Crempien, 1988). Más al sur, en Cauquenes, con 650 mm de precipitación, el VP cuantificado para

pradera natural, oscila entre 10 y 26 (Ovalle y otros, 1981), valores similares a los obtenidos en la presente investigación. En consideración a esta cuantificación relativa, los VP obtenidos en la tipificación de las praderas del sistema, bajo condiciones establecidas en Los Vilos, se pueden considerar como Regulares a Buenos.

Suelo desnudo

Los valores de suelo desnudo durante las temporadas evaluadas fluctuaron entre 4,5% (1982) y 28% (1981), pero, en condiciones extremas (1985), este alcanzó a 73% (Figura 5). Estos valores, como expresión de manejo, reflejan una situación positiva, comparada con situaciones producidas en un sistema tradicional, bajo pastoreo, en que las cifras de suelo desnudo variaron entre 26 a 75% (Meneses y Squella, 1988). Por otra parte, en la Subestación Experimental de Hidango, con 849 mm de precipitación, los valores de suelo desnudo fluctuaron entre 0 y 10%, tanto para la pradera natural como para la establecida (Rodríguez y Crempien, 1988).

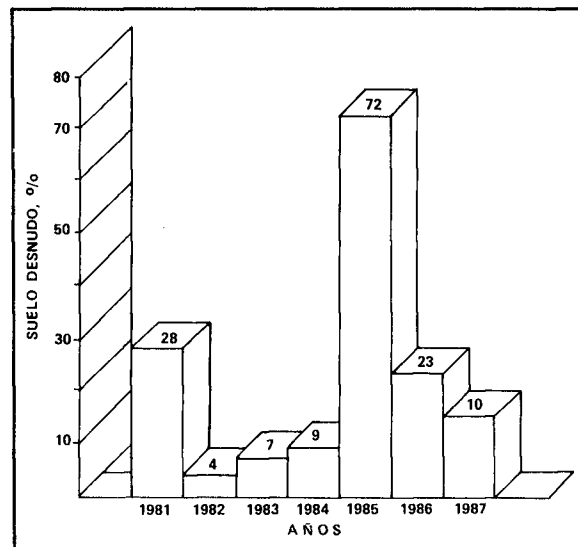


FIGURA 5. Suelo desnudo evaluado en los años considerados.

FIGURE 5. Bare soil evaluated during the experimental growing seasons.

Considerando los resultados globales de la presente investigación, se puede concluir que el manejo de la pradera con potreros en exclusión y el pastoreo de los potreros en forma rotativa, permitió una mayor expresión del potencial productivo de los recursos forrajeros. Esto se tradujo en mayor disponibilidad de materia seca de los potreros que fueron excluidos, mejoramiento de la composición

botánica de todos los potreros y, por ende, mejoramiento del VP y disminución del suelo desnudo. El mejoramiento de los parámetros productivos obtenidos fueron iguales o superiores a lo existente en los sistemas tradicionales del sector. Este sistema de manejo permitió compensar los efectos de

la sequía, al ser utilizado el remanente que siempre se mantuvo en la pradera. Es necesario adecuar, en futuras investigaciones, la clasificación de VP, a las características especiales de la región, para, con ello, reflejar el verdadero potencial de los recursos de pastoreo.

RESUMEN

En la Subestación Experimental Los Vilos (31° 52' lat. S; 71° 28' long. W) se evaluó un sistema de producción ovina, con el objeto de cuantificar biológicamente la productividad de la pradera sometida a períodos de exclusión y pastoreo diferido, para mejorar el sistema tradicional de pastoreo utilizado en la franja costera de la zona árida. La evaluación se realizó entre 1981 a 1987. El sistema comprendió una superficie de 45 ha de pradera natural y 17,5 ha de pradera natural reforzada con arbustos forrajeros. Los potreros de pradera natural fueron utilizados durante primavera-verano y los reforzados con arbustos, durante otoño-invierno. La vegetación fue cartografiada y cuantificada como materia seca, composición botánica, suelo desnudo, y valorizada a través del cálculo de valor pastoral. Las formaciones vegetales encontradas fueron herbácea, leñosa baja y leñosa baja herbácea. Las

especies dominantes fueron: *Piptochaetium stipoides*, *Vulpia megalura*, *Avena barbata*, *Erodium cicutarium* y *Medicago polymorpha*. Las mayores disponibilidades de materia seca se encontraron siempre en los potreros sometidos a exclusión. La sequía disminuyó la disponibilidad de forraje en 1985, posteriormente, la composición botánica de todos los potreros mejoró, incrementándose la participación de las poáceas. La disponibilidad de m.s., composición botánica y suelo desnudo, fueron iguales o superiores a lo existente en los sistemas tradicionales del sector. El aporte de los arbustos forrajeros fue considerado de poca importancia; el valor pastoral obtenido, Pésimo y Malo y el suelo desnudo de 45 a 72%, este último bajo sequía. El manejo de la pradera, con períodos de exclusión, permitió mejorar la condición de la pradera.

LITERATURA CITADA

- ALMEYDA, A.E. y SAEZ, S. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos prospectivos. Ministerio de Agricultura y DITCA. Santiago, Chile. 195 p.
- BLACK, C.A., EVANS, D., WHITE, J.L., ENSMINGER, L.E. and CLARK, F.E. 1965. Methods of soil analysis. Part I. Physical and Mineralogical properties including statistic of measurements and sampling. American Society of Agronomy. 770 p.
- DAGET, Ph. et POISSONET, J. 1971. Une methode d'analyse phytologique des prairies. Annales Agronomiques 22 (1): 5-41.
- DAGET, Ph. et POISSONET, J. 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pasturages. Fourrages 49: 31-39.
- d'HERBES, J.M., MIERES, GUSTAVO y CAVIEDES, EUGENIO. 1985. Diagnóstico ecológico de las plantaciones de arbustos forrajeros del género *Atriplex* en la IV Región, Coquimbo. Determinación de índice de sitios de plantaciones. Informe Final. Centro de Estudios de Zonas Áridas (CEZA), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, U. de Chile y CONAF. Región Coquimbo. Santiago, Chile. 143 p.
- ETIENNE, MICHEL, CAVIEDES, EUGENIO y CONTRERAS, DAVID. 1979. Nuevo enfoque de la evaluación de la productividad de las praderas. En: Instituto Nacional de Investigaciones en Recursos Naturales. Seminario metodología para el desarrollo de zonas en desertificación. Tomo II. La Serena. p.: 1-12.
- 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. Agricultura Técnica (Chile) 41 (4): 221-231.
- RODRIGUEZ, DAVID y CREMPIEN, CHRISTIAN. 1988. Sistema de producción ovina de encaste tardío. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental La Platina, Area de Producción Animal, Programa Ovinos, Informe Técnico 1987/88, Santiago, Chile. p.: 153-159*.
- SOTO A., GUIDO y CERDA O., JUAN. 1980. El fomento a la producción en zonas áridas. Programa de Investigación de Zonas Áridas (PRIZAS), Congreso Internacional de Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas, 1980, La Serena 68 p. (mimeo.).

- SQUELLA N., FERNANDO y MENESES R., RAUL. 1982. Evaluación de la productividad de la pradera natural bajo condiciones de clima mediterráneo árido. Sociedad Biológica de Chile, IV Reunión Nacional de Botánica, 1982, Santiago. 79 p. (mimeo.).
- SQUELLA N., FERNANDO y MENESES R., RAUL. 1986. Influencia del residuo sobre la productividad de la pradera natural mediterránea árida. Agricultura Técnica (Chile) 46 (4): 395-399.
- ETIENNE, MICHEL, GONZALEZ, CLAUDIO y PRADO, CARLOS. 1982. Cartografía de la vegetación de la zona árida Mediterránea de Chile. Transecto, Los Vilos. Illapel, Combarbalá. Terra Aridae 1 (2): 81-126.
- ETIENNE, MICHEL y PRADO, CARLOS. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Ciencias Agrícolas Nº 10. Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 120 p.
- MENESES R., RAUL y SQUELLA N., FERNANDO. 1980. Análisis pluviométricos de Los Vilos. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Subestación Experimental Los Vilos, Area de Producción Animal, Informe Técnico 1979/80, Los Vilos, Chile. p.: 3-8*.
- MENESES R., RAUL y SQUELLA N., FERNANDO. 1987. Evaluación cuantitativa y cualitativa de terófitas, hemipterófitas y geófitas de pluviosidad limitada. En: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Subestación Experimental Los Vilos, Area de Producción Animal, Informe Técnico 1986/87, Los Vilos, Chile. p.: 169-188*.
- NOVOA Q., PATRICIO. 1979. Efecto de los surcos en contornos en el balance hídrico de un suelo de terrazas marinas en región árida. Univ. de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 58 p. (Tesis para optar al título de Ing. Forestal, mimeo.).