



BOLETIN TECNICO N° 35

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTACION EXPERIMENTAL AGRONOMICA

BIOMA PRATENSE DE LA REGION MEDITERRANEA
DE PLUVIOMETRIA LIMITADA

JUAN GASTO C. Y DAVID CONTRERAS T.

ANALISIS DEL POTENCIAL PRATENSE DE
FANEROFITAS Y CAMEFITAS EN REGIONES
MEDITERRANEAS DE PLUVIOMETRIA
LIMITADA

JUAN GASTO C. Y DAVID CONTRERAS T.

JUNIO, 1972

SANTIAGO - CHILE

BIOMA PRATENSE DE LA REGION MEDITERRANEA DE PLUVIOMETRIA LIMITADA*

*Juan Gastó C.** y David Contreras T.****

INTRODUCCION

Los antecedentes acumulados durante los últimos años para la zona mediterránea árida, semiárida y central deben ser analizados en conjunto con el objeto de presentar un panorama más claro de las praderas de secano y de su perspectiva hacia el futuro.

Los estudios climáticos y edafológicos que se han realizado en la zona permiten tener antecedentes más precisos de las características de los diversos elementos que constituyen el componente abiótico de los ecosistemas que forman la bioma pratense de esa región. Las investigaciones agronómicas y vegetacionales de la región han aportado valiosa información respecto al potencial de la región y sus relaciones con el problema de la aridez.

El presente trabajo tiene por objeto plantear un esquema agropecuario y ecológico de los ecosistemas naturales y de los posibles caminos a seguir para contrarrestar los efectos de la aridez y elevar los niveles de producción de elementos nutritivos canalizados, finalmente, hacia el beneficio del hombre.

El planteamiento que finalmente se pre-

sente, para solucionar los problemas de la región, debe ser integral. Esto significa que debe considerarse la posibilidad de mejorar o modificar la totalidad de los componentes del ecosistema natural y no realizar pequeñas soluciones a algunos de estos elementos, desconociendo completamente su influencia sobre los demás.

El material presentado en este trabajo sólo pretende dar un enfoque general del ambiente donde se encuentran estas praderas y dilucidar las posibles soluciones que permitan, en el futuro, contrarrestar, en beneficio del hombre, los problemas que se originan por el déficit hídrico característico de la zona.

REGIONES NATURALES

La división del país en regiones naturales que presentan similitud climática, fisiográfica, edáfica y vegetal, permite conocer la ubicación y tamaño de sectores que requieren un tratamiento similar de manejo y utilización de la cubierta vegetal. Estos sectores, además de tener capacidades de uso similares, presentan potenciales productivos y problemas socioeconómicos parecidos.

Rodríguez (1959-1960) ha reconocido las siguientes regiones naturales para las latitudes comprendidas entre los sectores norte y central de la Región Mediterránea de Chile. (Figura 1). Las descripciones que aparecen a continuación son un extracto de su trabajo, además de algunas observaciones de los autores de este estudio.

* Trabajo presentado a las primeras jornadas interdisciplinarias de estudio: Las zonas áridas del norte chileno. Un resumen de este trabajo fue publicado en: PLANDES 1970. El hombre en la zona árida del norte chileno: 77-96. La Serena.

**Ing. Agr., M. S., Ph D. Profesor de Ecología.

***Ing. Agr., M.S. Profesor de Producción de Forrajes. Ambos de la Fac. de Agronomía de la Univ. de Chile, Casilla 1004. Santiago.

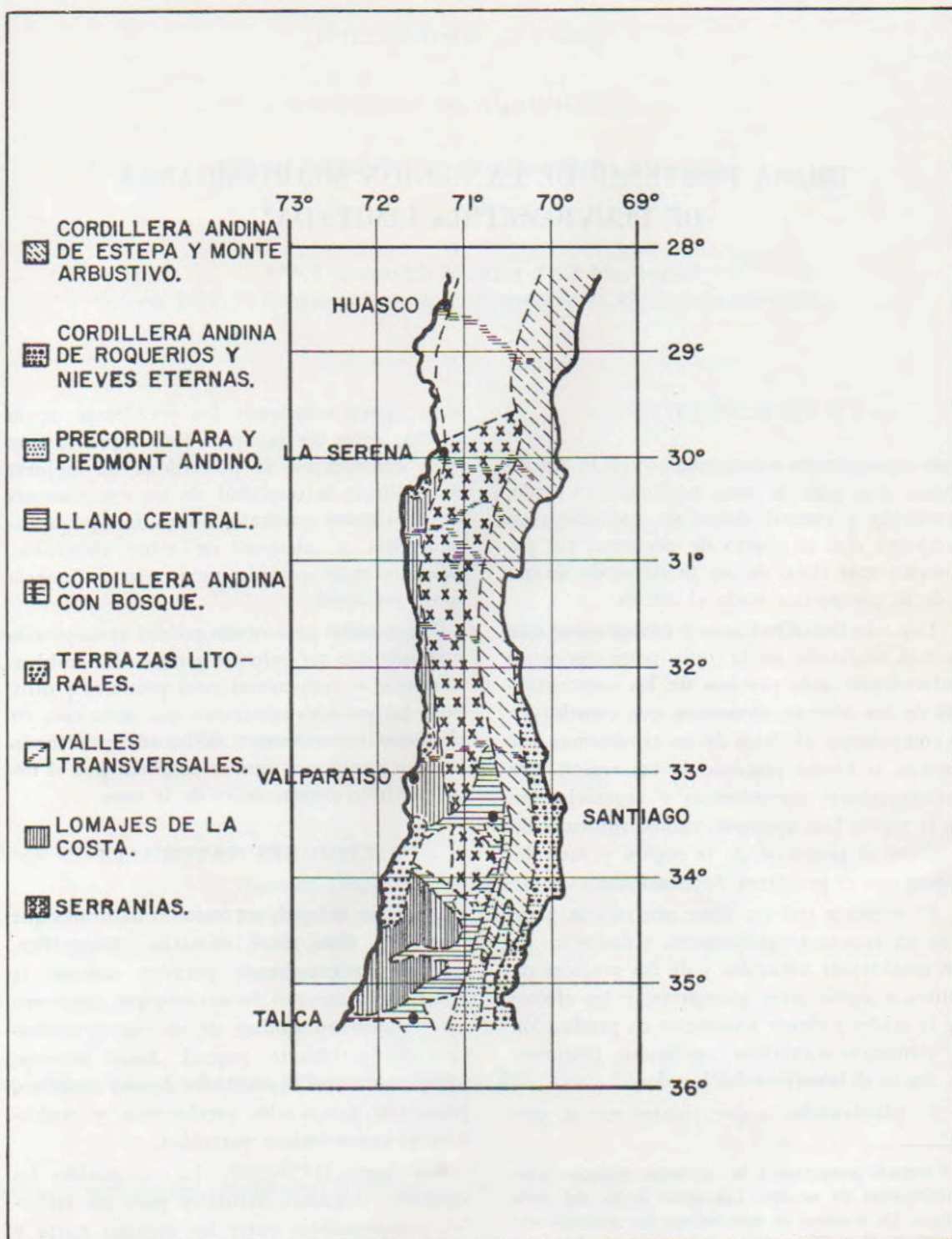


Figura 1. Mapa de las regiones naturales del extremo norte y central de la zona mediterránea de Chile (Rodríguez, 1959-1960).

Región de las Serranías y Lomas con Vegetación Arbustiva-Xerófita

La región de las Serranías se caracteriza por presentar tres divisiones correspondientes a subregiones marcadamente diferentes, tanto en su ubicación geográfica como en su fisiografía. La subregión de las Serranías se caracteriza por presentar una vegetación arbustiva de carácter xerófito, a menudo cubriendo densamente la superficie edáfica. Se extiende entre las latitudes 30 y 34° L. S. y hasta altitudes de 700 a 1.000 metros sobre el nivel del mar.

La limitante principal para la producción de forrajes de esta región es el déficit pluviométrico, pues las precipitaciones varían entre un mínimo de 100 mm al año, en el extremo norte de la provincia de Coquimbo y 700 mm al año al sur, en la provincia de O'Higgins. Otra limitante importante para la producción en esta región es la pendiente que, frecuentemente, fluctúa entre 30 a 50% y corresponde, además, a suelos delgados, pedregosos y de baja productividad.

La subregión de los lomajes de la costa se caracteriza por presentar una topografía ondulada con pendientes fluctuantes entre 8 y 20% y con una altitud media variable entre 300 y 500 m s. n. m., correspondiente a la formación originada por la Cordillera de la Costa. La precipitación aumenta con la altitud y latitud entre 200 y 1.000 mm, la que se produce durante los meses fríos en el invierno, manteniendo veranos secos por períodos de 5 a 9 meses.

Las características fisiográficas y edáficas son responsables de la alta susceptibilidad a la erosión laminar y de cárcava que se produce en los suelos con insuficiente protección de la vegetación. El cultivo de cereales involucra, tradicionalmente, barbecho desnudo el cual favorece la erosión. Los rendimientos decrecientes de los cereales son una evidencia de la alteración del componente edáfico del ecosistema natural, sumado a la incidencia de la variabilidad estacional y anual de las precipitaciones. La rotación barbecho-trigo-cebada-pradera natural-pradera natural, ha sido perjudicial para el suelo, además de ser un factor de agotamiento de la fertilidad.

La combinación de ganadería ovina con agricultura de cultivos de cereales, ha sido perjudicial desde el punto de vista conservacionista y de producción. La ganadería permanente unida a otros usos secundarios es lo más adecuado.

La subregión de lomajes de la precordillera andina, llamada también zona de piedmont andino, es de poca importancia en la provincia de Coquimbo y aparece solamente en forma incipiente desde la latitud 33°30' L. S. hacia el seno de Reloncaví. Esta región representa la transición entre la región de las serranías en la provincia de Coquimbo o el Llano Central hacia el sur y la región de la Cordillera Andina.

La topografía del terreno se caracteriza por pendientes suaves de 8 a 30% debido al origen de conos rodados característicos del área norte de esta región natural.

Las formaciones vegetales presentan una fisionomía característica de matorral en el cual predominan diversas especies arbustivas de tamaño medio a bajo, unido a una estrata superior de especies herbáceas residentes característica del clima mediterráneo interior. La precipitación es más abundante que sus equivalentes para las mismas latitudes, siendo de alrededor de 250 mm en el sector norte, y se eleva a 1000 mm en el paralelo 25° L. S.

Región de terrazas y mesetas litorales

Corresponden a sectores de origen sedimentario marino que se han formado por solevantamientos del fondo del mar, aflorado a la superficie. Se encuentran situadas en el sector occidental de la Cordillera de Costa y contigua a ella, formando pequeñas planicies de baja elevación sobre el nivel del mar. Son, en general, suelos casi planos con buenas características físicas y de fertilidad para los cultivos, por lo cual son aptos para éstos.

El clima es marítimo debido a la proximidad del océano y se caracteriza por presentar precipitaciones fluctuantes entre 100 mm en la región circundante a La Serena y aumentar progresivamente hacia el sur hasta sobrepasar los 500 o más milímetros.

Las características fisionómicas de la región indican su potencial a las labores de

rotura de suelo. Sin embargo, las condiciones climáticas de baja precipitación y alta variabilidad anual son las responsables, en lo que a cultivos se refiere, de la marginalidad de esta región en el extremo norte de ellas, que corresponde a la provincia de Coquimbo.

El uso primario de esta región en el sector anteriormente aludido es pradera de utilización directa por el ganado. El grado de deterioro de la vegetación natural es lo que parcialmente determina qué especie o raza de ganado debe utilizarla.

Esta es, sin embargo, el área que presenta un mayor potencial productivo en la parte árida de Coquimbo y, en algunos casos, puede pensarse incluso en la introducción de especies pratenses mejoradas. A pesar que desde un punto de vista biológico es posible establecer praderas artificiales, a menudo las condiciones climáticas no harían factible su éxito económico.

Región de la Cordillera Andina

Constituye esta región una unidad natural por cuanto la topografía, sus características edáficas, altitud y el clima son similares de norte a sur. Presenta dos subregiones.

La subregión de la alta cordillera andina está ubicada a altitudes superiores a los 5.000 m sobre el nivel del mar en las latitudes situadas al norte del paralelo 31° L. S. y descende en altitud a medida que se avanza hacia el sur. El clima es frío y recibe abundantes precipitaciones en forma de nieve, especialmente durante la época invernal. Esta es almacenada y constituye durante la primavera y verano a medida que la temperatura se eleva, el principal recurso productor de agua para los valles ubicados a menores altitudes. Esta zona es la que en los años secos, debido a su gran poder tampón, la que reduce la variabilidad del suministro de las aguas-lluvias al proporcionar una dotación de agua para la población y agricultura de menor variabilidad anual que la precipitación registrada en el sector central y costero.

La vegetación natural es de baja productividad y se estima que se necesita, en promedio, entre 50 y 100 hás por unidad animal anual que utilice esta veranada. Las po-

sibilidades de establecer praderas mejoradas son pequeñas, excepto en los valles cordilleranos y vegas.

La subregión de la Cordillera de los Andes de Estepas y Montes Argustivos, aparece a partir del paralelo 29° L. S. donde la precipitación alcanza niveles que permiten soportar una vegetación de mayor desarrollo y se prolonga hasta el paralelo 35° L. S. En esta latitud las condiciones son demasiado favorables para el matorral y es reemplazado por vegetación forestal, en la región Andina de Bosques. Simultáneamente, con la estrata arbustiva, aparece, entre los sectores despo- blados, un predominio muy marcado de especies anuales mediterráneas que constituyen el principal recurso alimenticio del ganado.

Región de los Valles y Llano

Esta región presenta dos subregiones intercaladas en el área semiárida aludida y son: la subregión de los Valles Transversales de las Serranías y la subregión del Llano Central. La descripción de estas subregiones no se presentan por ser ajeno al objetivo del trabajo en el cual se circunscribe a las praderas de secano. Sin embargo, estas dos subregiones son de importancia por cuanto representan a menudo un complemento de las praderas de secano y su uso debe ser planificado en forma integral.

CLIMA

La limitante principal para el desarrollo y crecimiento de las especies vegetales que componen la comunidad pratense es el clima, y, dentro de éste, el agua disponible para el crecimiento de las plantas. Los otros factores integrantes del componente abiótico del ecosistema natural no se presentan tampoco en su grado máximo de desarrollo y disponibilidad. Sin embargo, la escasez del recurso hídrico a un nivel demasiado bajo, impiden, a menudo, una mayor utilización de elementos nutritivos por las plantas. La permeabilidad hídrica y gases del suelo, capacidad de intercambio iónico de éste, temperatura del aire y suelo, viento, etc., no limitan el desarrollo máximo de las plantas. Los

factores abióticos, descartando el agua, se encuentran generalmente en cantidades reducidas para producir el crecimiento máximo de la vegetación, pero la limitante de ésta no se manifiesta, porque el déficit hídrico impide mayor crecimiento de los vegetales y, como consecuencia, éstos no alcanzan a presentar mayores requerimientos de los demás componentes del medio abiótico.

En resumen, puede decirse que el clima, en especial la precipitación, constituye el factor limitante de toda expresión de vida, como lo explica la ley del Mínimo de Liebig (Brown, 1942).

Las precipitaciones se producen en forma de lluvia durante los meses más fríos del año y el rango de distribución abarca, en promedio, 3 a 4 meses. Sin embargo, la variabilidad estacional que se produce de año en año es extrema y, a menudo, se presentan años con períodos secos de 10, 11 y 12 meses. Los climas con precipitaciones invernales en épocas cuyas temperaturas generalmente no descienden del punto de congelación, y que, presentan, simultáneamente, períodos estivales calurosos y completamente secos se conocen comúnmente como climas mediterráneos (Figura 2).

La humedad relativa del aire en los sectores situados al este de la Cordillera de la Costa es, generalmente, muy baja y no constituye un mecanismo que aporte considerable cantidades de agua para la vegetación, que reduzca el poder desecante de la atmósfera o que aumente la precipitación efectiva. En la región costera, sin embargo, la humedad relativa es alta y debe considerarse como un aporte positivo al balance hídrico.

El efecto de las condiciones climáticas características de las regiones mediterráneas áridas y semiáridas sobre la vegetación, conduce a formaciones vegetales que fisionómicamente corresponden al matorral arbustivo y de mata. Las precipitaciones invernales se producen, precisamente, en aquellos períodos del año en el cual el poder desecante de la atmósfera es muy bajo; lo que se traduce en una precipitación efectiva muy alta, superior a la requerida por la vegetación. Por esta razón, el exceso de humedad no es aprovechado por la planta y se infiltra en el perfil del

suelo a mayores profundidades. Bajo estas condiciones el aumento paulatino de la temperatura durante el período vernal estimula el crecimiento de la vegetación y, por ende, las mayores necesidades hídricas. La vegetación leñosa de tipo arbustivo presenta raíces profundizadoras capaces de alcanzar el agua en el suelo y, un sistema aéreo de elevada rusticidad y resistencia que le permiten defenderse de los parásitos, predadores y otros elementos bióticos que polulan en aquellas regiones durante los períodos de abundancia de tejido vegetal. Por ello, resulta difícil pensar en conducir a la pradera, sucesional o evolutivamente, hacia una vegetación herbácea, persistente, tierna y sin los necesarios mecanismos morfológicos que le permita defenderse de los enemigos naturales.

Las especies anuales que están asociadas o acompañan a la vegetación arbustiva son de naturaleza efímera y se desarrollan solamente por períodos cortos, cuando se presentan simultáneamente los factores ambientales favorables para el desarrollo de ellas. De este modo escapan de los períodos desfavorables en forma de semilla u otros mecanismos que les permiten perpetuarse.

En períodos climáticos favorables la vegetación compuesta por plantas efímeras es abundante y no existen problemas serios de escasez de alimento para el ganado; no obstante, con el advenimiento del período seco, se obliga a efectuar la transhumancia del ganado a otras regiones que presentan una periodicidad de crecimiento diferente de las de regiones más bajas, cual es las veranadas de la región cordillerana andina.

Desde el punto de vista pratero la reacción de la vegetación natural en períodos climáticamente favorables no ofrece problemas, y cuando las precipitaciones son abundantes existe tejido vegetal útil disponible para el ganado en cantidades mayores que la demanda. El problema debe orientarse a resolver la disponibilidad de forrajes en períodos desfavorables del año, como también en años secos.

Las condiciones ambientales para la región, consideradas desde un punto de vista climático, no ofrecen limitantes serias para el desarrollo de la vida animal de especies

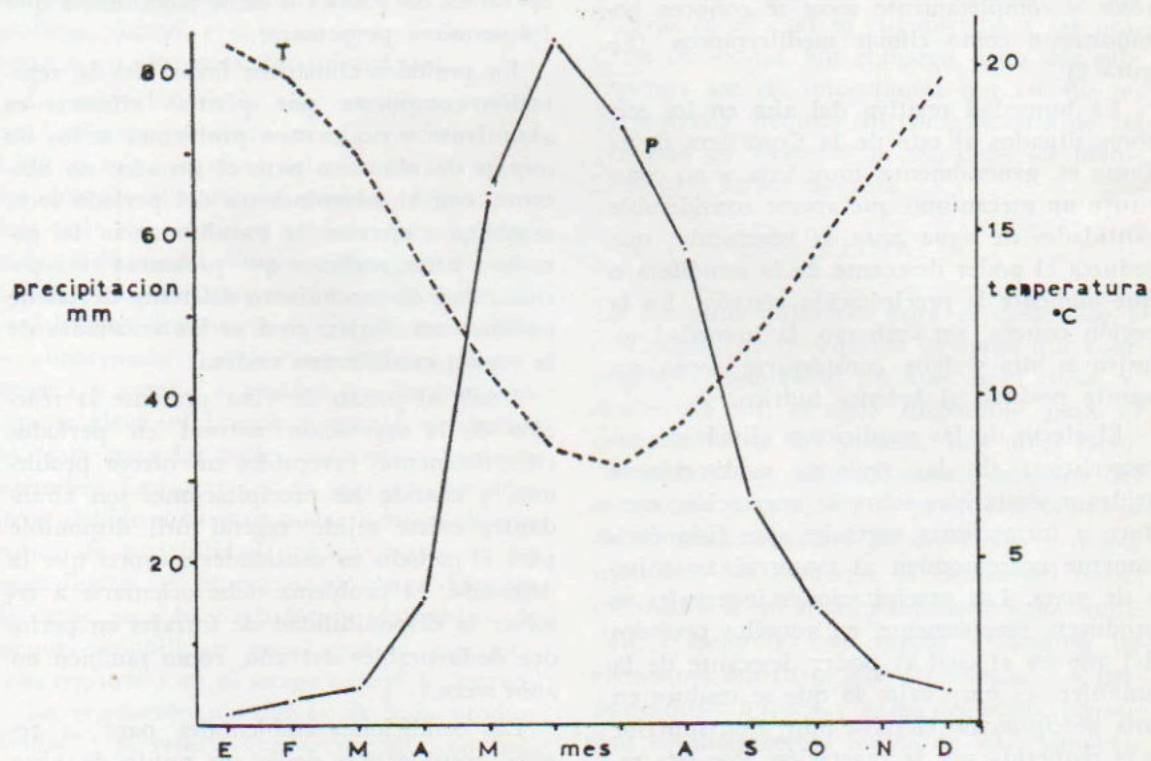
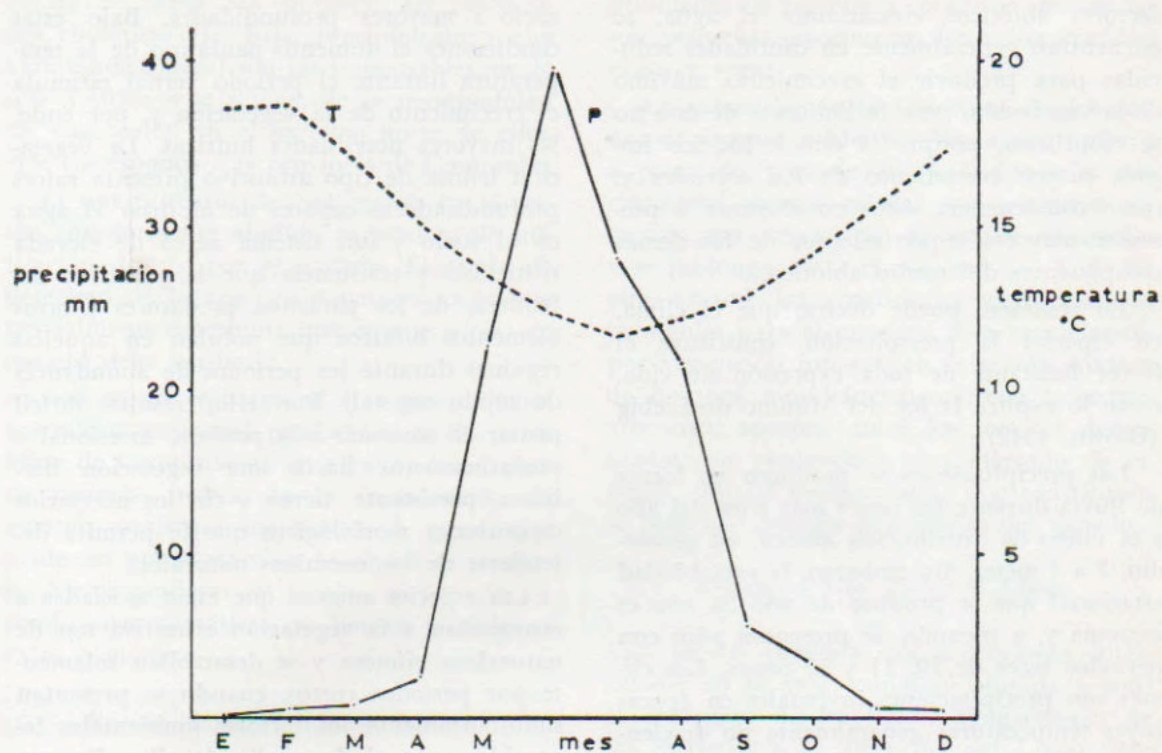


Figura 2. Precipitaciones medias mensuales en dos localidades de la zona mediterránea de Chile Central. La figura superior corresponde a La Serena y la inferior corresponde a Santiago.

domesticadas, como asimismo, de vida silvestre de caza. El clima incide directamente a través del déficit de producción de forrajes, lo cual se traduce en una alimentación deficitaria como asimismo en una reducida densidad ganadera.

Precipitación media anual y mediana

En el estudio realizado por Pizarro y Rivas (1965) se llega a la conclusión que los períodos con insuficiente cantidad de agua en el Norte Chico constituyen un hecho frecuente. La variabilidad y las irregularidades de las precipitaciones aparecen claramente manifestadas a través de los estadígrafos presentados en su trabajo. Los períodos de sequía y de precipitaciones excesivas son tan frecuentes que muy a menudo desaparece el equilibrio entre las necesidades de agua y su abastecimiento, lo que constituye una contingencia permanente en esa región.

El promedio es el valor que más se utiliza para describir un grupo de datos que representan una población estadística, pues está ubicado al centro de ellos. Los valores que se calculan con este propósito son las medidas de tendencia central. Para un grupo determinado de datos la medida de localización que se debe usar depende de lo que se quiera llamar centro, ya que a las diferentes definiciones dan lugar a valores diversos. Las medidas principales de tendencia central son la media y la mediana. (Huntsberger, 1961).

Se aprecia en general que la mediana es más adecuada como medida de tendencia central que la media, en las zonas desérticas y mediterráneas del país. La diferencia proporcional entre estos valores es mayor en la zona mediterránea semiárida donde alcanza el máximo y de allí disminuye gradualmente hacia el sur a medida que la precipitación anual aumenta (Gastó, 1966).

La figura 3 representa los valores reales de las precipitaciones registradas en La Serena desde el año 1940 hasta 1960. En la figura se puede observar la variabilidad extrema ocurrida durante el lapso indicado para la ciudad de La Serena, que corresponde a la zona mediterránea de transición. Se incluye, además, una línea que representa el valor

calculado de la media y mediana durante los últimos 95 años. El valor de la media es 126,5 mm y el de la mediana 107,2 mm. La razón de esta diferencia se debe a la existencia de años extremos donde las precipitaciones son abundantes, las que ocurren a intervalos anuales muy largos. Por esta razón una gran cantidad de esta humedad no es aprovechada eficientemente por la vegetación ni es, tampoco, almacenada en el suelo para ser usada en los años siguientes. Resulta entonces más conveniente usar como promedio a la mediana, la cual reduce la incidencia en el promedio de los años extremadamente lluviosos.

Variación de las precipitaciones

Las precipitaciones registradas en cada localidad varían de año en año. Esto no es un hecho fortuito, sino que corresponde a características climáticas propias de cada región. Los agricultores y ganaderos de las zonas áridas y semiáridas de Chile, a menudo, han ignorado esta característica general del clima y planificado el uso de la tierra sin tomar las debidas precauciones para contrarrestar los perjuicios que pudieran causar los años desfavorables y sacar provecho de los favorables.

La figura 4 representa los valores obtenidos por Gastó (1966) en relación a las variaciones anuales de las precipitaciones para las distintas zonas de la región mediterránea de Chile. Se puede observar que existe un modelo característico de variabilidad pluviométrica para cada zona. Lo que se ha llamado irregularidad pluviométrica (Almeyda, 1934), en el Norte Chico especialmente, no es otra cosa que una regularidad climática.

En la zona Mediterránea de Transición predominan los años secos, donde el 29,2 por ciento corresponde a este grupo, mientras que los años normales son sólo 23,4 por ciento. Los años con precipitaciones normales comienzan a constituir un porcentaje mayor que los de las otras categorías a partir de la zona mediterránea árida hacia el sur, llegando a ser el 56,9 por ciento en la zona Mediterránea Subhúmeda y 64,0 por ciento en la Húmeda. Las precipitaciones máximas

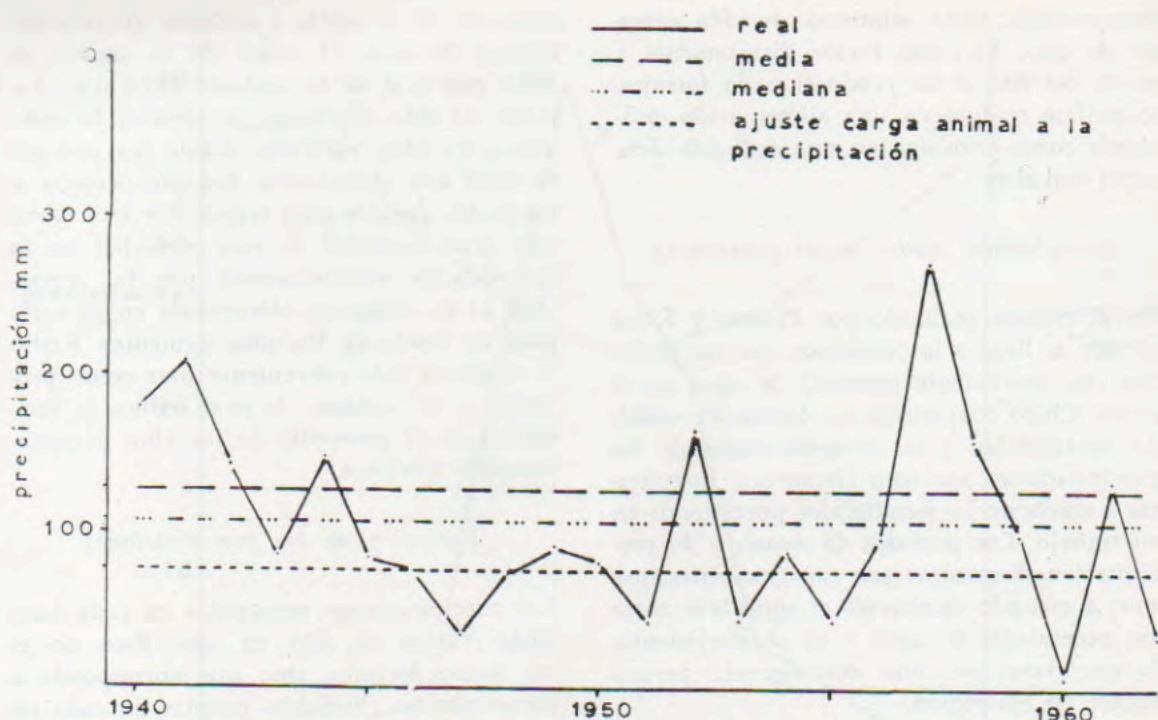


Figura 3. Precipitación anual registrada en La Serena durante el periodo comprendido entre 1940 y 1962, según datos de la Oficina Meteorológica de Chile (1965). Valores promedios calculados de la media y mediana para un periodo de 95 años (Gastó, 1966). Se incluye, además, una línea graficada, 30% inferior a la mediana que representa el valor equivalente de la precipitación a la cual debe ajustarse la carga animal promedio para varios años.

varían, en mayor grado, en las localidades situadas más al norte que en aquellas situadas en el extremo sur de la zona mediterránea. Las variaciones de las precipitaciones totales anuales en la región mediterránea se

Cuadro 1

Precipitaciones anuales registradas en tres localidades de la zona mediterránea Árida, Semiárida y Central de Chile entre los años 1887 y 1897

Año	Lugar		
	Copiapó	La Serena	Santiago
	mm		
1887	27.0	93.5	564.0
1888	67.0	411.6	693.0
1889	5.0	80.0	230.0
1890	34.0	148.0	222.0
1891	8.0	262.0	614.0
1892	—	17.5	123.0
1893	—	78.7	238.0
1894	38.0	189.7	242.0
1895	—	49.3	293.0
1896	—	33.3	263.0
1897	45.0	192.6	355.0

hacen más regulares de norte a sur siendo la zona mediterránea húmeda la más uniforme (Gastó, 1966).

El Cuadro 1 representa las precipitaciones registradas en tres localidades de la región mediterránea desde 1887 hasta 1897. A pesar de la antigüedad de esta información se puede observar que la variabilidad pluviométrica ha sido constante en el pasado, al igual de lo que ocurre en el presente. Se puede, por lo tanto, predecir que en el futuro esta región continuará mostrando variaciones hídricas anuales muy acentuadas.

El período de años elegidos representa algunas de las variaciones más extremas registradas, especialmente para La Serena, donde en el año 1888 se registró 411,6 mm y cuatro años después solamente 17,5 mm.

El Cuadro 2 representa también registros anuales de precipitación de las diversas localidades de la región mediterránea de Chile. En él se observa también la variabilidad pluviométrica que se ha hecho mención en los párrafos anteriores. Proporcionalmente las

Cuadro 2

Precipitaciones anuales recibidas en varios lugares de las Zonas Áridas, Semiáridas, Central y Subhúmeda de Chile entre 1945 y 1960

Año	Lugar					
	La Serena	Ovalle	Pto. Oscuro	San Agustín	Santiago	Chillán
	mm					
1945	82.0	90.6	136.0	135.5	247.2	866.0
1946	74.7	124.0	174.4	139.0	127.3	779.8
1947	33.8	47.0	140.9	245.2	253.3	712.7
1948	72.3	77.0	179.3	261.0	367.9	1.120.7
1949	90.8	154.1	140.3	257.0	306.5	831.1
1950	80.8	132.2	202.0	245.3	292.7	1.256.5
1951	43.6	89.0	156.1	193.5	322.9	993.1
1952	165.2	175.2	216.9	236.1	334.4	680.3
1953	42.3	86.7	199.9	339.8	583.0	1.514.0
1954	87.8	104.4	178.7	273.7	316.2	1.063.6
1955	44.1	22.9	117.4	181.4	193.9	736.9
1956	97.2	116.2	165.0	199.2	264.0	1.034.7
1957	270.9	343.1	308.3	447.2	309.4	838.9
1958	159.6	134.0	209.8	224.2	335.8	1.081.8
1959	98.8	111.3	106.0	229.2	319.7	1.273.2
1960	10.4	31.6	84.8	107.0	193.9	1.096.0
Media	126.5	133.8	202.1	286.8	351.5	1.038.5
Mediana	107.2	120.4	179.3	259.0	307.9	1.059.9

Cuadro 3

Precipitaciones mensuales registradas en La Serena desde 1951 hasta 1960 y media mensual para el lugar

Año	Mes											
	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
	mm											
1951	—	—	—	1.0	22.6	5.7	6.9	2.2	5.2	—	—	—
1952	1.8	—	0.3	—	42.4	71.6	44.8	—	2.9	1.4	—	—
1953	—	—	—	0.5	2.0	1.2	2.0	31.6	4.0	1.0	—	—
1954	—	—	—	4.5	24.4	38.3	7.0	11.0	2.1	0.2	0.3	—
1955	1.3	—	—	1.0	7.8	0.0	3.2	16.6	0.4	13.3	0.5	—
1956	—	1.0	33.0	0.1	2.0	—	27.0	10.0	24.0	—	0.1	—
1957	—	—	—	—	213.1	9.3	18.8	—	12.6	1.2	—	15.9
1958	—	—	2.4	—	6.3	52.0	35.8	47.7	12.4	3.0	—	—
1959	0.7	—	—	16.3	—	45.0	6.1	30.7	—	—	—	—
1960	—	—	—	—	1.8	8.0	0.6	—	—	—	—	—
$\bar{X}$ 90 años (mm)	0.1	0.7	0.9	2.5	22.9	39.6	28.4	21.6	5.8	3.4	0.8	0.5
$\bar{X}$ 90 años (%)	0.1	0.6	0.7	2.0	18.0	31.1	22.4	17.0	4.5	2.7	0.6	0.4

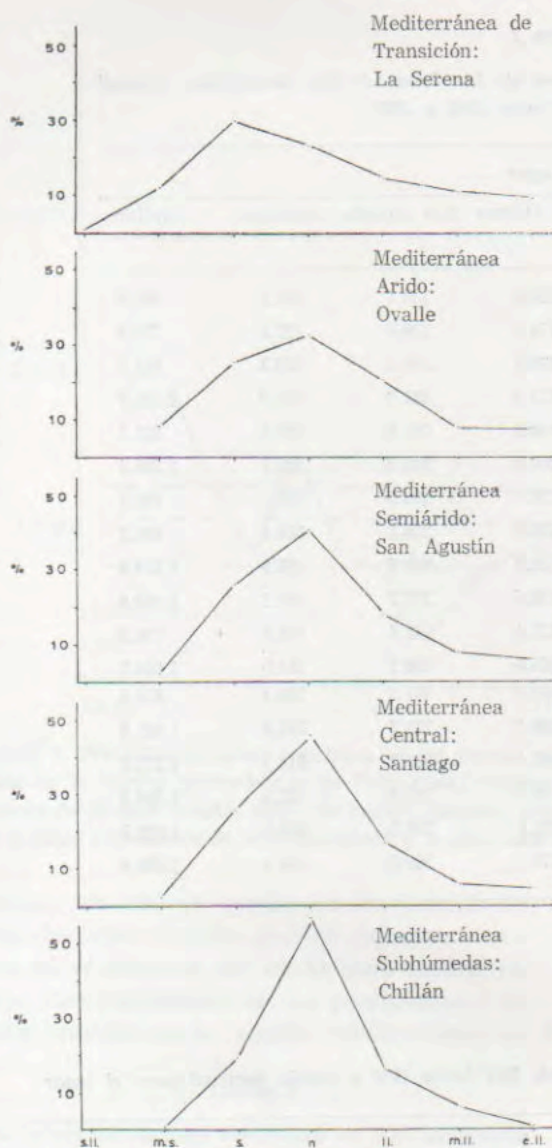


Figura 4. Variación de las precipitaciones anuales en algunas zonas de la región mediterránea de Chile (Gastó, 1966). Se indica a manera de referencia el nombre de una ciudad o localidad en la zona respectiva. Símbolo: s.ii.= sin lluvia; m.s.=muy seco; s.= seco; n.= normal; ll.= lluvioso; m.ii.= muy lluvioso; e.ii.= extremadamente lluvioso.

variaciones anuales presentadas en este cuadro son mayores en las localidades más áridas.

El clima de la región presenta, además, otra dimensión de su variabilidad pluviométrica, cual es la variabilidad mensual que se registra cada año. En general, existe un modelo de la distribución mensual obtenido a

través del cálculo de la media mensual de 95 años para la localidad de La Serena. Estos valores indican que en el mes de enero se obtiene, en promedio 0,1 mm, en el mes de abril 2,5 mm, en junio 39,6 mm y en agosto 21,6 mm (Cuadro 3).

En general, los meses más lluviosos para la localidad de La Serena son mayo, donde se recibe el 18,0% de la precipitación anual, junio con el 31,1%, julio 22,4% y agosto 17,0%. En otras localidades estas cifras varían, pero persiste la tendencia general. Los valores promedios, sin embargo, indican muy poco de lo que realmente ocurre. Así, en el año 1956, por ejemplo, la precipitación del mes de mayo fue de 2,0 mm, en 1960 de 1,8 mm; pero en cambio en 1957 fue de 213,1 mm. En el mes de julio de 1960 se registró 0,6 mm, en cambio en 1952 la precipitación fue de 44,8 mm. Durante otoño y primavera los extremos son aún más marcados. Todo esto ocasiona graves trastornos a la agricultura y ganadería de la zona.

Las variaciones anuales de la temperatura se caracterizan por presentar rangos extremos mucho menores. Existe una variabilidad estacional para cada zona, la cual una vez conocida no sufre grandes variaciones anuales de año en año. Estas variaciones no causan, en general, trastornos a la agricultura, praderas y ganadería y sólo excepcionalmente, pueden afectar a la fruticultura y cultivos hortícolas.

Neblina

La región occidental de la Cordillera de la Costa, como asimismo, las terrazas litorales ubicadas entre la cordillera y el mar, presentan condiciones climáticas diferentes al secano interior y de precordillera. La humedad relativa de la atmósfera es mucho más alta; y a menudo se presenta con valores cercanos al 100% en estado líquido o formando neblinas o camanchacas. La influencia de la neblina cobra mayor importancia en regiones áridas donde los déficit hídricos son muy marcados como es el caso en las zonas centro y norte de la región Mediterránea de Chile. La acción de la humedad atmosférica sobre la biocenosis es ejercida a través de su

influencia en varios procesos ecológicos, fisiológicos y climáticos.

El poder desecante de la atmósfera en el sentido que le asigna Penman (1963) se reduce en condiciones de humedad relativa alta y temperaturas más bajas, en la región circundante a la vegetación. La gradiente de presión de vapor que existe entre la cavidad intraestomática de la hoja con la atmósfera que la rodea, como asimismo, en el sector interior de la cutícula en relación a la presión de vapor de la atmósfera que la circunda en el lado exterior de ella se reduce y, por lo tanto, la transpiración disminuye.

La humedad atmosférica se presenta a menudo en forma de vapor o de pequeñas gotas que permanecen suspendidas en el aire. Bajo condiciones térmicas adecuadas y presencia del movimiento de aire, la atmósfera que está en contacto con el océano penetra hacia el interior y se coloca en contacto con la superficie de los vegetales. Según sea la humedad relativa de la atmósfera y la temperatura del vegetal se puede lograr el punto de rocío, lo que significa condensación de ella sobre la superficie. Luego por gravedad, el líquido se desprende hacia el suelo donde se infiltra (Kummerow, 1966). Este proceso es frecuente y de mayor incidencia en algunos sectores muy próximos al litoral y de gran altitud aun cuando es generalizado en muchos otros sectores (Cuadro 4).

La humedad del ambiente y la transparencia de la atmósfera al paso de los rayos solares, ejerce una influencia marcada sobre la temperatura ambiental que circunda a la

vegetación, como asimismo, en el nivel térmico de los organismos.

La evapotranspiración potencial aumenta proporcionalmente al elevarse la temperatura. Una pequeña elevación de la temperatura significa aumentar automáticamente la evapotranspiración potencial y, por consiguiente, el clima se transforma en más árido (Thornwaite, 1948). La humedad atmosférica cuando se presenta en forma de nubes reduce el paso de los rayos solares y, por lo tanto, las temperaturas son menores.

En el bosque de Fray Jorge, Kummerow y Matte (1963) indican que los valores pluviométricos de la neblina calculados con el captador diseñado por Grunow superan en diez veces a lo que se debe a precipitaciones lluviosas: 100 a 150 mm de lluvia corresponden de 1.000 a 1.500 mm de precipitación en forma de neblina. Además, las temperaturas bajas mantienen la evapotranspiración a un nivel menor. Los datos calculados por estos autores coinciden con el tipo de vegetación de Fray Jorge la que no podría subsistir con menos de 1.000 mm al año, la que fisionómicamente corresponde a formaciones vegetales boscosas que se desarrollan por el litoral al sur del río Maule.

VARIACIONES DE LA PRECIPITACION Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCCION PRATENSE

ANTECEDENTES

La limitante principal que regula la productividad de la pradera en regiones áridas y semiáridas de tipo mediterráneo es el agua. (Martin y Berry, 1956). Esto no quiere decir que sea el único factor, pues actúa en forma independiente u holocenóticamente con varios otros, entre los cuales cabe destacar todos aquellos relacionados con el nivel de fertilidad del suelo. Incluso, en años muy secos, la adición de fertilizantes en praderas mediterráneas significa aumento de los rendimientos de materia seca (Martin, Berry y Williams, 1957).

La precipitación total recibida durante un año no está, a menudo, perfectamente correlacionada con la producción de materia seca

Cuadro 4

Precipitaciones registradas en Fray Jorge, Coquimbo, entre los años 1962 y 1965 según mediciones de la lluvia recibida y de la neblina transformada a lluvia (Kummerow, 1966)

Fuente	Año			
	1962	1963	1964	1965
mm				
Luvia	78.7	271.6	59.5	362.0
Neblina	597.9	534.9	859.8	651.1
Total	676.9	806.5	919.3	977.1

por cuanto otros factores inciden también sobre los rendimientos (Heady, 1958); en cambio otros trabajos al respecto presentan buena correlación (Hutchings y Stewart, 1953).

El agua es la limitante principal de la productividad. A menudo, sin embargo, la humedad ejerce su influencia en la producción de materia seca a través de la distribución de aquella en momentos más o menos oportunos para el crecimiento de la vegetación pratense y a través de las disponibilidades de otros elementos del ecosistema. La oportunidad de la precipitación puede ser, entonces, aún más importante que la cantidad misma del líquido que se reciba.

En general, la precipitación efectiva es mayor cuando la precipitación atmosférica se registra en los períodos más fríos del año. El agua penetra más profundamente en el suelo, las pérdidas por evaporación son menores y, por ende, el agua almacenada en el medio edáfico para el período vernal y estival es también mayor.

Los años lluviosos, en general, se caracterizan por presentar mayores rendimientos de las praderas que en los años secos, pero la distribución de las lluvias puede contribuir a aumentar o disminuir los rendimientos.

Las variaciones anuales de las precipitaciones influyen los rendimientos de materia seca de la pradera de manera variable dependiendo de la condición de ésta. Se entiende por condición, la relación que existe entre la composición botánica óptima en un sitio cuando produce el máximo de materia seca y su composición en un momento determinado. Aquellas praderas que tienen una composición botánica muy similar a la de etapa pratense óptima se encuentran en condición excelente. Al contrario, aquellas praderas cuya composición botánica es muy diferente a la de la pradera óptima, han sido invadidas por especies ajenas a la biocenosis de máxima producción y las especies residentes se encuentran muy debilitadas o extinguidas, y por lo tanto, corresponden a condición mala.

El Servicio de Conservación de Suelos (Soil Conservation Service, 1962) ha presentado información numérica que relaciona la precipitación del lugar con la capacidad sustentadora recomendable de acuerdo a la condición de la pradera.

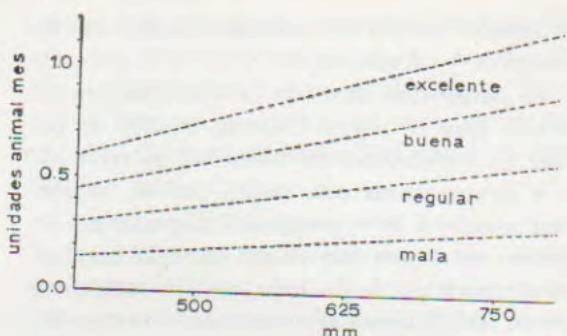


Figura 5. Capacidad sustentadora de la pradera de acuerdo a la precipitación anual de la región natural de laderas del Estado de Montana, Estados Unidos. (Soil Conservation Service, 1962).

La Figura 5 es una interpretación gráfica de la información indicada en el párrafo anterior. Podría interpretarse afirmando que los rendimientos pratenses presentan gran variabilidad en praderas de condición excelente al variar la precipitación. Así en años secos las praderas de condición excelente producen poco, pero en años lluviosos sus rendimientos se elevan enormemente. En cambio, las praderas en condición mala en años secos producen cantidades ligeramente menores que aquellas de condición excelente, pero en años lluviosos sus rendimientos se elevan sólo ligeramente.

La causa que relaciona la baja plasticidad de la pradera en condición mala es la composición botánica. Los organismos vegetales que constituyen aquellas praderas son de bajo potencial productivo o se encuentran muy debilitados. Por esta razón, cuando las condiciones ambientales les son favorables para su crecimiento y desarrollo, son incapaces de utilizar íntegramente el medio abiótico que el hábitat le proporciona y manifestarse a través de un mayor crecimiento. Las praderas en condición excelente presentan una composición sin ecológica más favorable. Se encuentran constituidas por organismos que presentan un alto grado de plasticidad y, por lo tanto, cuando las condiciones abióticas le son favorables son capaces de expresar todo su potencial de crecimiento.

La Figura 3 indica gráficamente que la carga animal promedio en una pradera debe estar equilibrada con la capacidad sustenta-

dora de la biocenosis en condiciones ambientales equivalentes a un 30% menor que la que se obtiene en el año de la mediana pluviométrica. Sin embargo, la carga animal debe ajustarse cada año, pues como se ha inferido anteriormente, la capacidad sustentadora de la pradera varía también, anualmente. La forma más directa de mantener una presión de pastoreo constante de año en año, es ajustar la carga animal de acuerdo a la productividad de la pradera. En praderas de condición mala el ajuste de la carga animal de año en año no es tan importante por cuanto la variabilidad anual de la producción es muy baja, y, aun cuando no se le ajuste anualmente, no se produce, a menudo, daños considerables por sobre utilización. En praderas en condición excelente el ajuste anual de la carga animal para mantener una presión de pastoreo constante cobra mayor realce. El no ajustar la carga animal significa una sobreutilización considerable de la pradera y, por consiguiente, un daño, a menudo, irreparable para ella.

En las regiones mediterráneas árida y semiárida de Chile la vegetación original que existía en el lugar cuando la zona comenzó a ser utilizada a base de ganadería, se encontraba en condición excelente. Por esta razón se la utilizaba con bovinos y ovinos.

La sobreutilización de la pradera durante períodos muy numerosos de años con cargas animales superiores a la capacidad sustentadora ha sido uno de los factores responsables de la retrogradación de las biocenosis naturales que se observan tan frecuentemente en la zona, como asimismo, en casos extremos de la destrucción de la vegetación. Unido a todo esto, se encuentra el poco interés y aplicación del concepto de la presión de pastoreo óptima que debe existir para cada pradera. Por esta razón se ha ignorado las variaciones climáticas y de rendimientos que se producen anualmente y se ha mantenido una carga animal constante y muy elevada en relación a la mediana pluviométrica de cada zona. En los años normales y lluviosos se ha llegado incluso a sobrecargar las praderas con adquisiciones de ganado extraprediales. En los años desfavorables, por el contrario, no se ha realizado la reducción adecuada, lo que

ha contribuido a destruir o a degradar los recursos forrajeros.

SOLUCIONES PRATENSES

La vegetación natural que se desarrolla en las regiones áridas y semiáridas de Chile Central presenta un biomasa constante, la cual es característica de las condiciones ambientales promedias de cada localidad. La biomasa está constituida por el tejido vivo de los organismos vegetales y animales más algunos tejidos vegetales de funcionamiento, aun cuando no estén vivos, y productos orgánicos almacenados en células u órganos que existan para este propósito.

En zonas de déficit hídrico la biomasa vegetal representa la mayor parte de la biomasa total.

Existen dos mecanismos que están constantemente aportando o sustrayendo esta biomasa vegetal. Como mecanismo adicional de materia vegetal se tiene el crecimiento y desarrollo de las plantas que allí existen. Este crecimiento depende de las condiciones del componente abiótico del ecosistema en un momento determinado. El clima es, en este sentido, el elemento más variable ya que el sustrato edáfico donde se desarrollan las plantas no tiene gran variabilidad anual, sino que cambios cíclicos estacionales característicos de cada región. En años favorables cuando el déficit hídrico desaparece o logra transformarse en un superhábit, se obtiene crecimiento. Este crecimiento es, por lo tanto, muy variable, pues sigue la pauta de las variaciones climáticas anuales. El mecanismo que reduce la biomasa vegetal es la descomposición de ellos, mediante procesos de mineralización, oxidación y digestión a través de macro y microorganismos y de agentes climáticos que van lentamente transformando esta materia orgánica vegetal en productos más simples.

La diferencia que existe entre el aporte de biomasa al ecosistema y la degradación o eliminación de ésta, constituye la producción neta de la biocenosis. Se dice, entonces, que la biocenosis natural tiene en relación a la productividad del ecosistema un poder tampón, pues, en años más favorables su crecimiento es mayor; pero, simultáneamente, las

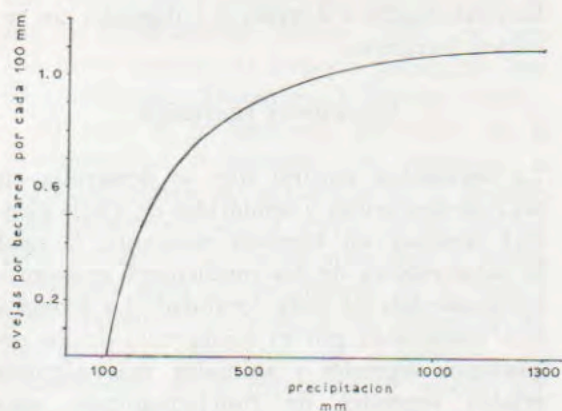


Figura 6. Relación entre la precipitación media anual y la capacidad sustentadora recomendable para la región mediterránea de Chile.

condiciones del hábitat para la descomposición de biomasa son también mayores, y por lo tanto, la biomasa en pie se mantiene más o menos constante o al menos varía en grado mucho menor que el clima. En años desfavorables, en cambio, la producción de nueva biomasa es menor, pero simultáneamente se reduce, también la descomposición de ésta, teniéndose como resultado al término del ciclo anual un balance muy similar al que se hubiera obtenido en un año lluvioso (Figura 6).

Este hecho se estabiliza aún más al considerar el aspecto acumulativo de la sobreproducción en años más favorables y traspasar este superhábit de producción de años favorables a los años menos favorables. Se tiene en esta forma cosechas pratenses que deben permanecer en el terreno durante uno, dos, tres o más años de períodos favorables hasta el momento en el cual se produce épocas de escasez, y corresponde a los años que este superhábit se transforma en producto disponible para ser utilizado por el ganado doméstico. Es natural que exista variabilidad anual de las cosechas pratenses y el mecanismo evolutivo de todas las especies que componen cada biocenosis ha actuado bajo la influencia de estos cambios climáticos. Los mecanismos evolutivos, sin embargo, han ejercido también su influencia sobre los consumidores primarios u herbívoros que en forma natural se desarrollan en cada uno de estos ecosistemas. Las densidades poblacionales de los herbívo-

ros naturales varían anualmente de acuerdo a la magnitud de las variaciones climáticas las cuales, en este caso, ejercen su influencia primordial a través del déficit hídrico.

Lo dicho anteriormente se traduce en un equilibrio constante entre la capacidad sustentadora de la pradera y la carga animal de herbívoros a que está sometida, lo cual trae como consecuencia una presión de pastoreo constante y óptima de acuerdo a las características de cada ecosistema. Por muy árido que sea el clima, y por muy amplias que sean las variaciones anuales no se observa destrucción permanente de las biocenosis naturales, en las diversas regiones áridas del mundo, a no ser que ocurran perturbaciones antropogénicas.

No ocurre lo mismo en biocenosis modificadas por la influencia de la ganadería con animales domésticos. Bajo estas condiciones la capacidad sustentadora continúa variando de año en año, pero la densidad animal, que representa en este caso la carga animal que hace uso de la pradera, es constante. La capacidad sustentadora puede ser modificada por elementos antropogénicos, los cuales corrientemente están divorciados de las variaciones naturales en la carga animal. Se tiene, entonces, que si la capacidad sustentadora de la pradera varía anualmente y la carga animal es fija o variable por mecanismos ajenos a los de la capacidad sustentadora tiene que ser necesariamente variable de año en año, lo que significa que en algunos años se produce sobreutilización y en otros subutilización.

Vegetación Arbustiva Natural

Las especies arbustivas para que se clasifiquen dentro de la categoría de silo vivo deben estar en condiciones de almacenar biomasa en períodos favorables con un mínimo de pérdida por respiración o eliminación de los elementos almacenados durante los períodos desfavorables, por largos que éstos sean. La tasa de respiración en período de dormancia y quiescencia tiene que ser baja y la calidad nutritiva del alimento vegetal no debe deteriorarse considerablemente con el tiempo. Se entiende por silos vivos la biomasa en pie y restos de plantas efímeras en estado comesti-

ble que puede ser utilizado por especies animales domésticas.

Las especies arbustivas productoras de tejido vegetal útil para el ganado herbívoro doméstico son los organismos que mejores condiciones reúnen para su utilización como reservorios de alimentos para el ganado doméstico y vida silvestre de caza, los que pueden ser denominados con el nombre de silos vivos.

La pradera mediterránea chilena, especialmente aquella dominada por subarbustos, tenía originalmente una composición botánica muy diferente a la actual, aun cuando florísticamente conserva características similares. La vegetación arbustiva en el pasado estaba constituida por una proporción mucho más alta de especies forrajeras deseables e intermedias. La sobreutilización continuada durante los últimos cien años, especialmente lo que ha transcurrido de este siglo, ha significado un incremento de la tasa de mortalidad de estos grupos de plantas más apetecidos acompañado simultáneamente de una disminución de su tasa de natalidad.

Las especies de ganado doméstico han consumido intensamente los frutos y el follaje de las mejores especies forrajeras nativas, lo cual ha traído como consecuencia menores posibilidades de germinación, establecimiento y desarrollo de plántulas de esas especies. Además ha significado menores disponibilidades de deseminulas, lo cual, a la larga ha redundado en tasas de migración más bajas. Las posibilidades de invasión y colonización de estas especies han ido, por lo tanto, paulatina y constantemente disminuyendo en la región en general y en la actualidad es casi nula. No existe fuente de producción de deseminulas de las especies más apetecidas.

La sobreutilización continuada de la pradera ha afectado el funcionamiento fisiológico de los individuos de las especies arbustivas, debilitándolas en forma creciente, siendo a la larga responsable del incremento de la tasa de mortalidad de la población de las mejores especies pratenses.

La disminución de la densidad de las especies más apetecidas ha traído, como consecuencia, modificaciones de las relaciones intra e interespecíficas de las otras especies

arbustivas menos deseables para el ganado y la vida silvestre. La reducción de la interferencia interespecífica de las especies deseables en relación a las especies menos deseables ha permitido, a estas últimas, disponer de mayor espacio, elementos nutritivos del suelo, luminosidad, agua, etc. Esto ha favorecido como consecuencia, un incremento de la tasa de natalidad de las especies y una reducción de la tasa de mortalidad de este grupo de plantas. Finalmente, se ha producido un equilibrio de la densidad poblacional de las especies menos deseables a un nivel más alto. Esto significa invasión de la pradera por organismos de rendimientos de tejido vegetal útil más bajo, de organismos cuyas características morfológicas y bioquímicas los hacen desmerecer en relación a las especies pratenses deseables, las cuales se encuentran en muchos sectores extinguidas o en vías de extinción. Un ejemplo de esto lo constituye *Atriplex repanda*, especie arbustiva que se conocía, hasta hace unos años, como "sereno" y que actualmente sólo existen unos pocos individuos vivos en reducido número y de escaso vigor. Las especies menos deseables son abundantes por doquier. Se suma a este cuadro el aumento de la mortalidad de las especies arbustivas por efecto del corte, fuego y preparación de suelos orientado a producir cereales y otros cultivos domesticados y exóticos a la zona.

El desconocimiento de los principios ecológicos que explican la utilización de la vegetación en zonas semiáridas ha sido la causa principal del mal manejo empleado en la biocenosis natural. La mejor utilización que se le puede dar a muchas praderas, a menudo, es aquella que le permita mantener la vegetación natural original de la zona, obtener producciones sostenidas y sin tendencia a declinar y una capacidad sustentadora alta, en relación al potencial del lugar.

Algunos ganaderos de la zona han comprendido que las irregularidades de la caída pluviométrica anual obliga a dejar una gran cantidad de forraje en el campo. Este forraje pierde parte de su valor nutritivo pero es un importante recurso en los años secos o con lluvias tardías. El ganado puede obtener los recursos nutritivos que necesita directamente

de las praderas siempre que se le suplemente con pequeñas cantidades de otros alimentos. Por otra parte, los remanentes de forraje que permanecen sobre la superficie del suelo contribuyen a mejorar el mantillo y la cama de semilla creando condiciones favorables para las plántulas (Morgan, 1966).

En regiones áridas y semiáridas cuando llueve hay pasto y alimentos abundante para el ganado. El problema es cuando no llueve (Morgan, 1966). Los arbustos o bien, los silos vivos en general, pueden ser una solución al problema planteado.

Vegetación efímera anual

Las especies anuales que constituyen la dominante de la estrata herbácea son de carácter efímero y corresponde a lo que *Raunkiaer* (1934) denomina terófitas. Este grupo de especies se caracteriza por presentar una plasticidad muy alta ya que en períodos favorables los individuos alcanzan gran desarrollo, la densidad poblacional es alta y la disponibilidad de materia seca es abundante.

La biomasa producida en los años favorables puede conservarse sobre la superficie del suelo sin sufrir mayores alteraciones. Las condiciones de aridez que rodean la vegetación en períodos desfavorables estimula una buena conservación del tejido vegetal luego que las plantas anuales han finalizado su ciclo biológico. En años desfavorables, aun cuando existen densidades de diséminulas suficientes para transformarse en una cubierta de plantas efímeras abundante y densa, no ocurre así. Las condiciones climáticas que rodean aquellas no estimula su germinación y emergencia y ocasionalmente, sólo alcanzan un crecimiento muy limitado.

El pastoreo diferido de la pradera tiene por objeto dejar sin utilizar por el ganado algunos sectores con el fin de almacenar ese alimento para períodos o años desfavorables. La utilización diferida de la pradera cumple con dos objetivos principales. Uno de ellos es almacenar forraje sobre la superficie del suelo y el otro dice relación con el balance poblacional de algunas especies.

La no utilización de la pradera beneficia

en forma parcial a las especies más apetecidas las que fisiológicamente son más afectadas por la utilización del ganado. Pastoreo diferido significa, en general, un estímulo al incremento de la densidad poblacional de las mejores especies.

El almacenamiento de forraje sobre la superficie del suelo o heno en pie en condiciones naturales es una operación sencilla, de fácil aplicación y muy recomendable para áreas de alta variabilidad climática.

La henificación natural in situ puede lograrse a través de dos procesos o sistemas de utilización de la pradera. Uno de ellos es el pastoreo diferido, es decir, la no utilización de un sector de la pradera durante un año, en períodos de abundancia y su posterior utilización en los años siguientes. Esto significa una utilización más intensiva de los sectores diferidos en las épocas de escasez. Otra posibilidad de almacenar heno natural in situ es a través de la utilización de la pradera con presiones de pastoreo moderadas o bajas durante los años de abundancia, lo que se traduce en un superhábit de producción el cual puede ser utilizado en los años siguientes.

Lo expresado en relación al uso diferido y de presiones moderadas de pastoreo en años favorables como un medio de conservación de heno natural in situ, es válido tanto para arbustos de valor forrajero como para especies terófitas.

Vegetación de arbustos mejorados y domesticados

Algunas especies arbustivas originarias de la región mediterránea de Chile como, asimismo de otras regiones similares del mundo presentan características favorables que hacen pensar en la posibilidad de utilizarlas como silos vivos. En algunos casos, sin embargo, es necesario recurrir a los genetistas y mejoradores de plantas para que les introduzcan o modifiquen en su estructura genética cambios de naturaleza morfológica, anatómica o fisiológica, de acuerdo a los requisitos que debe cumplir una especie domesticada o en vías de ello. En la zona mediterránea central árida y semiárida existen varias especies na-

tivas que podrían ser utilizadas con este propósito.

Vegetación herbácea mejorada

Muchas de las terófitas nativas y algunas de las introducidas podrían considerarse para su utilización en la producción de heno natural in situ. Las especies nativas, especialmente, no han recibido mucha atención de los mejoradores de plantas y genetistas. En el futuro es posible pensar que se harán grandes avances en esta materia.

Los resultados experimentales disponibles en la actualidad indican que los aumentos que se pueden lograr a través de la introducción de especies que presenten mejores condiciones para su utilización como silos vivos, indican incrementos de poca consideración. Cuando las condiciones hídricas son favorables el forraje producido por las terófitas naturales y residentes es abundante. Las especies introducidas, a menudo son de rendimiento más alto pero, de ninguna manera, aminora el problema originado por las variaciones climáticas el cual se manifiesta a través de la disponibilidad de alimento para el ganado.

MODIFICACIONES ABIÓTICAS

Fertilización

El medio edáfico constituye el lugar de sustentación de los organismos vegetales que forman la pradera y además, le proporciona los elementos necesarios para la nutrición de la planta. La limitante principal en regiones con déficit hídrico es el agua que actúa principalmente en dos formas. Puede reducir el crecimiento de los organismos a través de su influencia fisiológica sobre ella; o bien como sucede, a menudo, actúa a través de los elementos minerales que la planta necesita. El déficit hídrico puede ser el responsable de una menor utilización de elementos minerales del suelo que la planta necesita y, en esta forma, evitar un mejor crecimiento de ellas. Aún en años muy secos se ha observado que la aplicación de fertilizante induce un incremento en la producción de materia vegetal

(Martin, Berry y Williams, 1957). Esto demuestra que es el fertilizante mineral la causa próxima del rendimiento, pero el agua es la causa final o última.

La fertilización mineral puede ser recomendable como una medida de aumentar los rendimientos, aun cuando el incremento es pequeño en relación a lo que ocurre en ambientes más favorables. El problema de la variabilidad anual de la producción tampoco se soluciona con la aplicación de fertilizantes minerales al suelo, sino que al contrario, se incrementa, pues, hace los extremos aún más marcados.

Adición de agua

Las posibilidades de aumentar los rendimientos de forraje de la pradera mediante la adición de agua está limitada por las disponibilidades de este elemento en las regiones productoras de él. En la zona árida y semi-árida la posibilidad es limitada ya que el recurso en las regiones cordilleranas y su conducción a través de los ríos sería insuficiente para toda la zona. Sólo puede pensarse en solucionar problemas locales en áreas muy pequeñas que representarían un porcentaje ínfimo de la superficie total. La mayor parte de las obras de riego que se construyen han servido para asegurar el agua a sectores previamente regados o aumentar levemente su superficie. La solución que se puede dar a la pradera de secano en este sentido tiene necesariamente que provenir de un mejor manejo del recurso hídrico que reciba cada unidad del sistema a través de la precipitación y aportes por escurrimiento natural.

Reducción transpiración

Las experiencias de fitofisiología realizadas durante los últimos años han proporcionado valiosa información de productos químicos capaces de reducir la transpiración de las plantas a través del proceso del cierre estomatal. Algunos de estos productos son en la actualidad de uso generalizado en silvicultura y en cultivos. Podría pensarse que en el futuro será posible mejorar el balance hídrico con

aplicaciones de estos productos, pero no se tiene información nacional al respecto.

Transporte de forraje desde áreas situadas al sur

Durante los años de sequía extrema es posible contrarrestar, en parte, el daño causado por esta irregularidad climática mediante el transporte de forraje desde áreas que no sufran de déficit hídrico. Estas áreas corresponden, generalmente, a aquellas situadas en la región centro-sur. Los años secos en la región mediterránea son simultáneos, es decir, que toda la zona sufre del déficit de forraje y durante los años favorables ocurre lo opuesto. Por lo tanto, es difícil traer forraje desde otras zonas que también pasan por períodos de sequía ya que ellas no disponen de sobreproducción.

Los forrajes toscos, residuos de cosechas de cereales, pueden constituir fuentes de suministro valioso cuando se agregan henos ricos de leguminosas, sales minerales y forrajes de origen marino como las algas deshidratadas.

Estos elementos mezclados convenientemente y en forma proporcional pueden constituir un suplemento para la alimentación crítica en los períodos de escasez.

SOLUCIONES DEL HERBÍVORO

Las variaciones pluviométricas zonales producen finalmente su efecto sobre el herbívoro o ganado que utiliza la pradera. Este efecto negativo de los períodos con déficit hídrico altera al consumidor primario en dos formas. En primer lugar, la masa animal, como grupo es perjudicada ya que las disponibilidades totales de alimento son menores.

El efecto de la sequía se puede contrarrestar, entonces reduciendo la masa ganadera eliminando algunos animales. En segundo lugar, la escasez de forraje disponible para el ganado se puede contrarrestar proporcionándole a cada individuo, dentro de la masa, menores cantidades de alimento.

Esta segunda alternativa es inconveniente en años muy secos donde las disponibilidades de forraje son notoriamente menores que lo

normal. La fisiología animal no permite que se le proporcione a cada individuo cantidades muy bajas de alimentos sin producir trastornos en el funcionamiento orgánico que afectan considerablemente al animal y llegan, a menudo, a causarle la muerte.

En períodos de sequía no es conveniente sacrificar a cada uno de los individuos que forma la masa ganadera de un predio o de una zona. Sólo se le puede rebajar la dieta levemente.

Variaciones y ajuste de la carga animal

Las variaciones que debe sufrir la carga animal para ser ajustadas anualmente de acuerdo a las disponibilidades de alimento es la solución más conveniente para mantener producciones altas y no incurrir en sacrificios inútiles del ganado. En períodos de déficit de producción de forraje la primera medida que debe tomarse es reducir el número de cabezas con el objeto de mantener la misma disponibilidad de alimento per cápita que en períodos de abundancia.

La planificación ganadera del predio en zonas de alta variabilidad climática debe ser orientada hacia sistemas de manejo que permitan reducir o aumentar rápidamente la densidad ganadera del predio y de la zona de acuerdo a las perspectivas de producción con que se presente el año. En años desfavorables debe eliminarse el exceso de cabezas antes que éstas hayan sufrido daño por subalimentación.

El ganado debe venderse, consumirse inmediatamente o enviarse a frigoríficos y a industrias procesadoras de alimentos. Las regiones de alta variabilidad climática necesitan obligadamente disponer de facilidades de frigoríficos para almacenar los productos primarios provenientes de la reducción de la masa ganadera en los años contingentes. Esta es la única forma de proteger a los ganaderos de una descapitalización ya que ellos sólo deben limitarse a vender un producto y reemplazarlo por otro igual y de similar valor en el período postsequía.

En esta dura decisión de desprenderse de parte de la masa ganadera con anterioridad

a que el ganado haya sufrido el efecto de la subalimentación, debe procederse a realizar una rigurosa selección feno y genotípica a fin de mantener y conservar aquellos individuos que presentan características más favorables para las condiciones ambientales y capacidad productiva mayor.

Además, la eliminación debe estar orientada a suprimir los animales de mucha edad y mal conformados, como también, todos los machos de cualquier clase dejando sólo los reproductores más aceptables como tales.

Importación y exportación zonal de ganado

Las variaciones climáticas que afectan las zonas áridas y semiáridas significan reducción de ganado en todos los predios durante los años críticos y necesidades de adicionar ganado en los años favorables. Parte de estas variaciones de las necesidades de ganado puede ser absorbido en el predio mismo. Cuando se trata de aumentar o reducir la masa ganadera el mercado regional normal de la zona puede a menudo absorber el exceso de oferta sin alterar considerablemente los precios. Sin embargo, en la mayoría de los casos debe, en años extremos, recurrirse a soluciones extrarregionales ya que no existiría la posibilidad dentro de la zona, pues la totalidad del área está sujeta al mismo tipo de contingencia.

El exceso de población animal puede ser exportado a otras regiones, consumido de inmediato, o bien, faenado y frigorizado. No hay ninguna razón consistente para permitir que se pierdan kilos de peso ya ganados. El avance tecnológico e industrial del país permiten almacenar productos agropecuarios sin ocasionar despilfarros de las cosechas y ganancias de peso logrados en períodos favorables.

La importación de ganado a la zona debe ser una práctica importante en regiones áridas y semiáridas en períodos de abundancia de forrajes. Esta es la fuente más accesible de adquisición de ganado para la zona aun cuando parte del incremento de la masa ganadera de cada predio deba lograrse internamente. Otras regiones del país no afectadas

por la sequía u otros países vecinos pueden ser los que suministren este ganado.

La variabilidad de la cosecha de agua en los ríos que cruzan las regiones que presentan déficit hídrico es mucho menor que en los terrenos de secano. Sin embargo, el área regada es relativamente pequeña y el valor potencial de producción de la mayoría de esos suelos es tan alto que deberían destinarse como uso primordial a fruticultura, granos y cultivos hortícolas. La ganadería bajo estas condiciones constituye un uso secundario y complementario en los terrenos de riego. Sólo en aquellos suelos no aptos para la agricultura el uso primordial de los sectores regados debe ser la ganadería, como asimismo, en algunas zonas regadas localizadas estratégicamente el uso primario debe ser la producción ganadera. De todos modos, existe variabilidad, a menudo muy marcada en la cosecha de agua de los ríos que atraviesan la zona.

Utilización

La especie y raza de ganado es finalmente uno de los responsables principales de la utilización de la pradera. El tipo de vegetación, además, ejerce una influencia diferente sobre diversas especies y razas ya que la anatomía, morfología, hábitos y necesidades nutritivas de cada especie y raza son muy diferentes.

Durante el siglo pasado y las primeras décadas de este siglo, las regiones áridas y semiáridas presentaban una cubierta vegetacional más abundante, pues no habían aún sido sometidas a una sobreutilización constante, como ha ocurrido con posterioridad.

La masa de bovinos y ovinos era proporcionalmente mayor. Los caprinos, aun cuando utilizaban frecuentemente las praderas y otros recursos de estas regiones, constituían una masa muy alta pero proporcionalmente eran menos importantes que en los últimos años.

El cambio observado en las especies utilizadas de la pradera ha sido paralelo a la retrogradación de la vegetación. En un comienzo los componentes principales de la comunidad herbácea eran pastos altos y arbustos de alto valor forrajero que podían ser utilizados por bovinos y ovinos. La sobreuti-

lización de la pradera significó reducción de la densidad poblacional de estas especies debido a la pérdida de vigor, incremento de la tasa de mortalidad y reducción de la tasa de natalidad. Esto trajo como consecuencia una menor competencia sobre las especies pratenses de menor valor forrajero, las cuales fueron lentamente incrementando sus densidades. Así se transformaron en praderas degradadas. Los caprinos comenzaron, entonces, a ser importantes. La ganadería caprina tomó auge, ya que es la especie animal que puede utilizar en muchos casos las praderas retrogradadas. Esto no concluyó aquí; las cargas animales empleadas fueron superiores a la capacidad sustentadora de la pradera y el caprino continuó deteriorando el ecosistema pratense hasta llegar un momento en que la vegetación fue insuficiente para proteger el suelo de los peligros de la erosión. En esta etapa se encuentra actualmente la mayor proporción de las praderas de la zona árida y semiárida. Sólo los caprinos pueden utilizar eficientemente algunas de estas praderas sin sufrir trastornos en la fisiología del animal. En algunos casos si se hacen los ajustes convenientes en la carga animal pueden ser también utilizadas por ovinos.

Los caprinos son una de las especies más adaptadas al ramoneo. La anatomía bucal y el comportamiento animal en regiones de mata y matorral, le permiten utilizar eficientemente este tipo de vegetación, la cual prefieren sobre las plantas herbáceas. Su dieta, sin embargo, está constituida en un porcentaje muy pequeño de este grupo de plantas.

Los ovinos tienen mayor preferencia por plantas herbáceas de hoja ancha y un porcentaje reducido de ramoneo y herbáceas angustifolias. Los bovinos requieren forraje de mejor calidad, constituido principalmente por pastos altos, de regular tamaño y buen valor nutritivo.

Los caprinos no son de por sí dañinos a la vegetación. No son, por lo tanto, los responsables de la retrogradación de las comunidades pratenses de la zona. Tampoco lo son los ovinos y bovinos. El único responsable de esto es el hombre quien a través de las presiones de pastoreo demasiado altas, épocas de

utilización inconveniente y especies y razas de ganado no adaptadas al ambiente ha inducido a esta retrogradación. Esta acción del hombre sobre la pradera tiene su origen en el desconocimiento del manejo y utilización racional de las zonas árida y semiárida, como asimismo en las necesidades de obtener del suelo los recursos para su sobrevivencia.

La variedad florística y fisionómica de los componentes vegetales que constituyen la pradera considerada en la etapa actual de deterioro hacen, a menudo, aconsejable el uso dual. Uso dual significa utilización simultánea de una pradera por dos o más especies de ganado.

La utilización simultánea representa ventajas para la pradera ya que se ejerce presiones de pastoreo similares sobre los diversos grupos de plantas. La combinación de especies herbívoras y de ramoneo permite mantener un balance ecológico más favorable. Por ello, a menudo, es aconsejable la combinación de caprinos y ovinos. En praderas arbustivas y de mata que han sido sometidas por largo período a la utilización ovina se produce, a menudo, un desarrollo excesivo de la estrata leñosa. Esto trae como consecuencia un aumento de la competencia sobre la vegetación herbácea, disminución de la luz, menores disponibilidades de agua y por consiguiente, menor producción. Los ovinos son afectados por esta situación y los rendimientos de peso vivo y lana disminuyen. Bajo estas circunstancias es aconsejable introducir caprinos en proporción al consumo por ramoneo que se desee obtener. En esta forma se puede alcanzar la combinación óptima de producción de la estrata herbácea y arbustiva a través de dos especies de ganado diferente. Existe en la región algunos ganaderos que han utilizado exitosamente durante varios años este principio (Morgan, 1966).

El concepto de uso dual debe ir mucho más lejos, abarcando todas las especies de animales domésticos que pueden utilizar esta vegetación como asimismo la vida silvestre de caza. Mucho de estos organismos utilizan semillas, restos vegetales, insectos, anélidos y otros seres vivos que de otra manera no serían de utilidad para el hombre.

PRODUCCION PRIMARIA DE LA PRADERA

Comunidades naturales bien manejadas en el pasado y presente

Las comunidades naturales que han sido manejadas adecuadamente en el pasado y continúan sometidas a buen manejo en la actualidad, presentan características estructurales favorables para la producción pratense. Muchas de las comunidades que naturalmente se desarrollan en la región árida y semiárida presentan características favorables para la producción primaria de la pradera. Esto significa alta producción de forraje de acuerdo a las condiciones del lugar y posibilidades de mantener los rendimientos de tejido vegetal útil en forma indefinida.

Muchos de los sectores que reciben anualmente menos de 150 ó 200 mm y que presentan una comunidad vegetal en etapa sucesional avanzada están en condiciones de producir rendimientos similares a su potencial. Bajo estas circunstancias son, a menudo, las praderas más productivas que puede soportar el lugar, incluso más que las resembradas antropogénicamente.

Comunidades naturales retrogradadas incipientemente

Las comunidades naturales retrogradadas incipientemente pueden ser recuperadas en períodos variables de acuerdo al grado de deterioro de la biocenosis. Aquellas comunidades que sólo han sufrido modificaciones pequeñas en la densidad y dominancia de cada una de las especies pueden ser recuperadas en períodos relativamente cortos. Esta es la situación que se presenta en muchas de las praderas de la región mediterránea árida y semiárida de Chile. Desde el punto de vista económico y práctico esto es la medida más recomendable para estas regiones naturales.

El ajuste de la carga animal de acuerdo a la capacidad sustentadora de la pradera, la utilización en la época del año más adecuada, el empleo de razas y clases de ganado adaptadas a la zona, la buena distribución del ganado de acuerdo a la fisiografía del terreno

mediante apotreramiento adecuado, aguadas, saladeros, movimiento del ganado con pastoreo, etc. pueden contribuir a crear las condiciones ambientales favorables para la inducción de sucesiones vegetales progresivas que signifiquen un acercamiento sucesional hacia la etapa pratense óptima o de mayor rendimiento.

Comunidades naturales retrogradadas en su etapa terminal

Las biocenosis que han sido utilizadas por el ganado en forma destructiva y aquellas que han sido limpiadas por medios mecánicos y roturadas o cultivadas, a menudo, son de lenta recuperación natural. Las sucesiones vegetales secundarias, sin aporte adicional de diseminulas son de muy lenta recuperación. No parece, por lo tanto, recomendable bajo estas condiciones que permanezcan inactivas durante períodos muy largos a la espera de la recuperación pratense natural.

Sólo bajo condiciones de destrucción pratense debe pensarse, en general, en medios artificiales de resiembra. Esta resiembra presenta, además, de las probabilidades elevadas de fracaso, potenciales muy bajos de rendimiento. Las condiciones ambientales desfavorables de la zona, aun cuando se lograra establecer una buena densidad de plántulas significaría, de todos modos rendimientos relativamente bajos, ya que se trata de ambientes poco propicios para obtener altas productividades.

Razones de conservación de suelos y problemas socioeconómicos han hecho a menudo aconsejable resembrar terrenos cuya cubierta vegetal ha sido destruida. Esto puede ser aconsejable a pesar que la rentabilidad directa sea baja. Debe elegirse, al tomar este tipo de decisión, los ecosistemas potencialmente más productivos, donde los rendimientos son mayores y las probabilidades de éxito más altas.

RESIEMBRA

Los estudios realizados en la región mediterránea árida y semiárida de Chile Central como asimismo los resultados obtenidos en

otras regiones homólogas del globo, permiten concluir que algunas especies presentan mejores o mayores posibilidades de éxito y potenciales de rendimiento más altos.

A continuación se indican las especies que han mostrado mayores posibilidades de éxito. Estos antecedentes provienen, principalmente, de observaciones personales de los autores y en estudios realizados en la zona y los correspondientes a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile a través de un convenio celebrado entre aquella y la Comisión Coordinadora de la Zona Norte (Lailhacar, 1966). Además otros trabajos de interés para la zona son los de Opaso, 1939; Jiles, 1963; Muñoz, 1957, y Lailhacar, 1962 (Figura 7).

Gramíneas anuales de autorresiembr

En este grupo de plantas se encuentran varias residentes e introducidas. Son efímeras de corta vida, las cuales germinan en el otoño poco después de la primera lluvia efectiva y prolongan su desarrollo hasta que se inicia el período seco en primavera.

Trisetobromus hirtus es la especie nativa de mayor importancia y potencial para ser utilizada como especie mejorada. *Bromus mollis* introducida pero naturalizada en amplios sectores de la región mediterránea. Otra graminaceae de gran adaptabilidad es *Lolium rigidum* siendo la única especie introducida que puede ser sembrada en grandes extensiones ya que sus semillas se comercian en el país.

Gramíneas anuales sin resiembra natural

Entre éstas cabe mencionar *Sorghum vulgare*, *Sorghum sudanense* y *Zea mays*. En general, no prosperan en zonas con precipitaciones inferiores a 300 mm. En las condiciones del secano necesitan de labores de preparación de suelo y siembra. Se adaptan, por lo tanto, sólo a suelos arables de clase de capacidad de uso de I a IV. No se adaptan al secano de la zona árida y semiárida por razones climáticas. Bajo condiciones de riego normal o restringido pueden constituir un valioso recurso forrajero para la zona.

Papilionaceae anuales de autorresiembr

Las principales especies naturales naturalizadas e introducidas son las siguientes: *Medicago polymorpha*, *Medicago tribuloides*, *Medicago littoralis*, *Trifolium subterraneum* de los grupos temprano y extratemprano; *Trifolium hirtum*, *Trifolium agrarium*; *Trifolium chilense*; *Trifolium megalanthum*; *Trifolium macraei*; *Trigonella sp*; *Hosackia subpinnata* y varias especies anuales del género *Adesmia*.

Se comportan de manera similar a las gramíneas anuales, es decir, su desarrollo coincide con el período lluvioso de la temporada invernal. En general, se desarrollan mejor en la zona con influencia marina y en aquellas con precipitación más alta.

Papilionaceae anuales sin resiembra natural

Las especies más destacadas en este grupo son: *Vicia atropurpurea*, *Vicia articulata*, *Vicia sativa*, *Lathyrus cicera*, *Lathyrus sativus* y *Trigonella foenum-graecum*. Si bien es cierto que estas especies se adaptan a la zona, no prosperan en regiones con precipitaciones menores de 300 mm.

Gramíneas perennes

Las gramíneas perennes adaptables son en general de lento y difícil establecimiento. Hace excepción a esto, sólo *Ehrharta calycina* la cual a menudo no presenta mayores dificultades. Sin embargo, su adaptabilidad está restringida a suelos arenosos de la región costera. El establecimiento de estas especies se dificulta aún más por la variabilidad climática pues necesitan de uno a dos años favorables.

Las especies seleccionadas en esta categoría deben presentar, además, una alta persistencia ya que no es conveniente, en general, establecer praderas de rotación larga o corta, sino que permanentes. Praderas de corta duración significaría elevación de los costos y mayores posibilidades de fracaso.

La naturaleza fisiológica de los organismos de estas especies indican que es necesario someter la pradera a prácticas de utilización

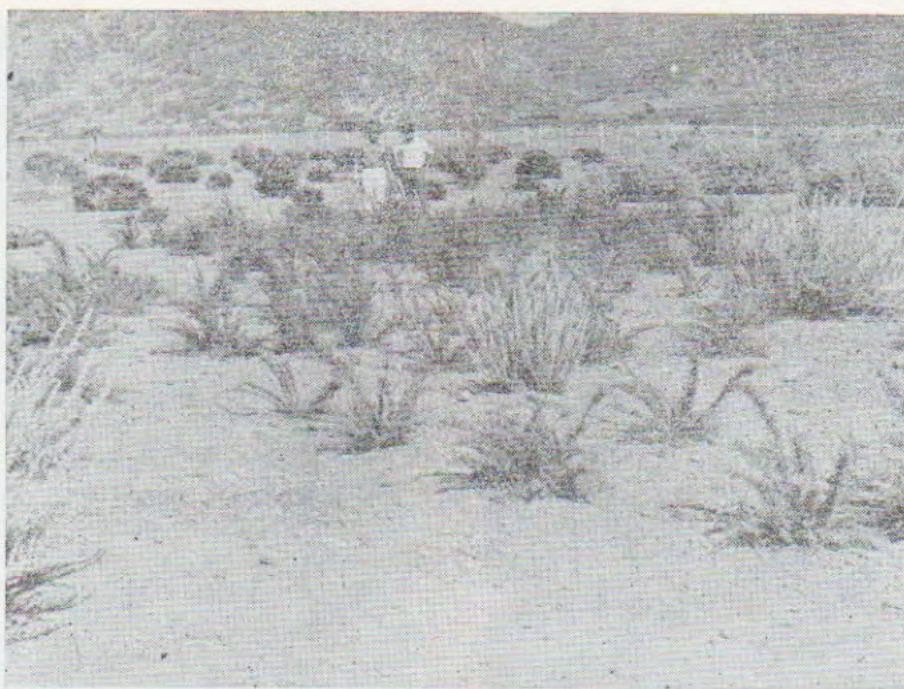


Figura 7. Vista general del sector experimental de secano de la Estación Experimental La Rinconada de la Universidad de Chile en Maipú, marzo de 1969. Los arbustos corresponden a especies forrajeras nativas e introducidas.

muy restringida con el objeto de mantener su vigor y no dañarlas.

Las especies que presentan mayores posibilidades, además de la ya nombrada, son: *Oryzopsis miliacea*; *Hordeum chilense* y varias especies nativas de los géneros *Nassella*; *Piptochaetium* y *Poa*. En ambientes más favorables dentro de la zona es posible que, fuera de las anteriormente nombradas, *Phalaris tuberosa*, *Dactylis glomerata* de los ecotipos del Mediterráneo y *Hordeum bulbosum* se adapten también.

Papilionaceae perennes

Las especies estudiadas no se adaptan al ambiente natural de la zona. Sólo bajo condiciones especiales de clima y suelo podrían ser de cierta importancia. *Medicago sativa*, *Melilotus alba* y *Lotus corniculatus* no han demostrado buenas características para la zona.

Chenopodiaceae camefitas

Atriplex semibaccata, especie introducida desde Australia, es la principal planta forrajera

de la región. Se cultiva desde fines del siglo pasado, en una amplia zona, principalmente en la subregión de los lomajes de la costa y terranas y mesetas litorales. Es principalmente una especie característica de las sucesiones secundarias en sus etapas prístinas. Su persistencia, luego de establecida, es relativamente corta y constituye praderas de productividad relativamente alta que se prolonga generalmente por sólo períodos de dos a cuatro años.

Otra especie potencialmente importante es *Atriplex coquimbana* el cual tiene una distribución amplia, en la región, donde es nativa. Ha sido intensamente sobreutilizada por el ganado y, por lo tanto, se le encuentra sólo ocasionalmente. Se ha observado gran incremento de esta especie en exclusiones recientemente establecidas, lo cual demuestra su potencial y la aceptabilidad por el ganado.

Nanofanerofitas

En todos los climas áridos y semiáridos similares a los que ocurren en la región mediterránea de Chile, la vegetación está dominada



Figura 8. *Atriplex nummularia* de cinco años de edad en la Estación Experimental Agronómica. La Rinconada, de la Universidad de Chile en Maipú. Marzo, 1969.

por arbustos y subarbustos. Algunas de estas especies constituyen el principal alimento del ganado, especialmente, en períodos de escasez. La convergencia evolutiva de la biocenosis hacia una fisionomía arbustiva es indicativa de la adaptabilidad de esta forma vegetal a las condiciones ambientales existentes (Figuras 8 y 9).

Tomando en consideración estos antecedentes, últimamente se ha comenzado a estudiar la posibilidad de introducir elementos arbustivos y arbóreos como una fuente productora de alimentos para el ganado doméstico y la fauna silvestre de caza:

Entre las especies vegetales que presentan mayores posibilidades de éxito para el área en consideración se encuentran las siguientes: *Atriplex repanda*; *Kochia brevifolia*; *Caesalpinia angulicaulis*; *Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia*, *Atriplex deserticola*, *Atriplex atacamensis*, *Atriplex madariagae*; *Carica chilensis*, *Fuchsia lycioides*, *Acacia caven*, *Adesmia arborea*, *Adesmia cinerea*, *Baccharis paniculata*, *Cordia decandra*, *Cristaria hispida*, *Ephedra andina*, *Prosopis chilensis*, *Chenopo-*



Figura 9. *Atriplex canescens* de cinco años de edad en la Estación Experimental Agronómica La Rinconada, de la Universidad de Chile en Maipú. Marzo, 1969.



Figura 10. *Atriplex repanda* en la Estación Experimental Agronómica La Rinconada de la Universidad de Chile en Maipú después de ser utilizado por ovinos. Marzo, 1969.

dium paniculatum, *Teucrium bicolor* y *Maytenus boaria*.

Los estudios de aceptabilidad de algunas especies arbustivas nativas del Norte Chico y del Desierto de Atacama, dieron como resultado una menor preferencia de los ovinos por *Atriplex canescens* que se usó como testigo. Esta especie es de reconocido valor prateense desde Canadá a México, como un buen recurso forrajero. Los ovinos ramonearon con mayor preferencia *Atriplex repanda* (Figura 10), y *Atriplex atacamensis* y en tercer lugar *Atriplex deserticola* (Pisano, 1966).

Entre estas especies cabe destacar *Atriplex repanda*, arbusto nativo de las provincias de Coquimbo y Atacama en áreas situadas entre Petorca y Vallenar. Originalmente esta especie era de amplia distribución en la zona y muy abundante. Actualmente su densidad ha disminuido tan abruptamente que sólo se le encuentra en lugares muy calificados, sumando unos pocos individuos.

La Facultad de Agronomía de la Universi-

dad de Chile durante la última década ha realizado estudios intensivos sobre esta especie en áreas situadas desde el norte de la provincia de Coquimbo hasta la provincia de Ñuble. Los resultados obtenidos actualmente permiten adelantar que se trata de una especie con grandes posibilidades de ser utilizada en una zona muy amplia y transformarse en un recurso forrajero muy valioso para el mejoramiento de praderas de secano.

Es posible que el mayor éxito en la resiembra de praderas en la zona árida y semiárida se logre desarrollando comunidades vegetales fisionómicamente muy similares a las biocenosis naturales, pero florísticamente muy diferentes. Debe perseguirse reproducir praderas mixtas que presenten los mismos microhábitats y nichos ecológicos que la pradera natural, pero que las especies integradoras sean eficientes productoras de tejido vegetal útil para la ganadería o bien, para consumo humano. Esto significa establecer simultáneamente, por lo menos, cuatro o cinco estratos en las cuales intervenga un estrato herbácea anual de especies de resiembra, una estrata de plantas herbáceas perennes, una de caméfitas y una de nanofanerófitas.

La biocenosis resemebrada en esta forma se presume que sería la comunidad prateense ideal para la zona. Significaría alcanzar los rendimientos más altos de tejido vegetal útil, mejor adaptación al ambiente desfavorable, mayor poder tampón para contrarrestar la variabilidad climática y menores riesgos de fracaso.

RESUMEN

Se presenta un panorama de las praderas de secano en el sector centro-norte de la zona mediterránea de Chile, donde la precipitación anual fluctúa desde 300 mm en el extremo sur hasta menos de 100 mm en el extremo norte.

Se analizan desde un punto de vista prateense las principales características de las regiones naturales de esta zona incluyendo su topografía, fisiografía y pluviometría.

El clima de la zona es uno de los mecanismos regulares de la productividad. Se relaciona la precipitación media y mediana

con la capacidad sustentadora de la pradera, dándose especial énfasis al problema de la sequía a través de la evaluación de las variaciones precipitacionales anuales.

Las soluciones que se analizan en el manejo pecuario para obviar la influencia que tienen las variaciones de las precipitaciones anuales en la productividad praterense son analizadas en tres capítulos principales. Se describen en forma detallada las soluciones praterenses, las modificaciones abióticas que son posibles de ejercer sobre el medio y las posibilidades de transportar forraje desde otras áreas. En forma separada se analizan las soluciones pecuarias, tales como el ajuste de la carga animal a la capacidad sustentadora de la pradera y la importación o exportación zonal de ganado.

En relación al mejoramiento de las fitocenosis naturales se analiza la metodología a seguir en cada caso, ya sea que se trate de comunidades naturales en condición praterense buena, regular o mala.

Finalmente, se presenta como una alternativa, especialmente, para aquellas fitocenosis que se encuentran en condición mala, la resiembra. Se mencionan las especies de terófitas, hemicriptófitas, caméfitas, nanofanerófitas y microfanerófitas, que han demostrado adaptarse al ecotopo de la zona y su capacidad de mantener productividades altas.

S U M M A R Y

The study refers to the central and northern part of the region with mediterranean climate in Chile. The area has a precipitation range from nearly 300 mm per year in the South to less than 100 mm in the North. The main features of the natural regions are described from a range management point of view.

Climate is one of the mechanisms which regulate productivity. The mean and median annual precipitation are related with the range carrying capacity. Solutions are presented to avoid annual variability in productivity. A detailed description of range modification and habitat transformations to improve the ecosystem is presented; as well as the management and utilization of the range when the condition is good, fair or

poor. Also presented separately is an analysis of the possibilities of improving livestock as an alternative to increase range productivity.

Finally, as an alternative, especially for those degraded phytocenosis, range reseeding could be the solution. A list of the best adapted therophytes, hemicriptophytes, chamaephytes, nanophanerophytes and microphanerophytes which have demonstrated best adaptation and highest yields is presented.

A G R A D E C I M I E N T O S

Se agradece y se deja constancia de la labor realizada por el Ingeniero Agrónomo M. S., Profesor Edmundo Pisano Valdés, quien inició los estudios en la zona; asimismo, al Ingeniero Agrónomo, Sergio Lailhacar Kind, por el acopio de antecedentes a través de los estudios que realizó mientras perteneció a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile. Al señor Jorge Valdivia Gómez, Práctico Agrícola de la misma Facultad, quien participó en los estudios desde su iniciación y a la Comisión Coordinadora de la Zona Norte que apoyó financieramente al Programa de secano de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, durante el período 1960 a 1964.

Finalmente el reconocimiento al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) Zona Sur, por su contribución al financiamiento de esta publicación.

LITERATURA CITADA

- ALMEYDA A., E. 1934. Irregularidades de las lluvias de Chile. Anales Facultad Agronomía y Veterinaria.
- BROWNR, C. A. 1942. Liebig and the law of minimum. p. 71-82. En: Moulton, F. R. (Ed). Liebig and after Liebig: a century of progress in agricultural chemistry. Amer. Ass. of Advancement of Science 16.
- CARTER, E. D. 1966. The pasture and livestock potential of Chile. Informe a la Fundación Rockefeller e Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 54 pp.
- GASTO, J. M. 1966. Variación de las precipitaciones anuales en Chile. Univ. Chile, Fac. Agron. Est. Exp. Agronómica. Bol. Técn. 24: 1-20.
- HEADY, H. F. 1958. Vegetational changes in the California annual type. Ecology 39: 402-416.
- HUTCHINGS, S. S. y G. STEWARDT. 1953. Increasing forage yields and sheep production on intermountain winter ranges. U.S. Dep. Agric. Circ. 925.

- JILES P., C. 1963. La flora con valor económico de la provincia de Coquimbo. Comisión Coordinadora para la Zona Norte, Santiago. 37 pp. (Mimeografiado).
- KUMMEROW, J. 1966. Aporte al conocimiento de las condiciones climáticas del bosque de Fray Jorge. Univ. Chile. Fac. Agron. Est. Exp. Agronómica. Bol. Técn. 24: 21-28.
- KUMMEROW, J. y V. MATTE. 1963. Medición y condensación de la neblina en el litoral del norte chileno. Comunicaciones y Resúmenes de Trabajo. Conferencia Latinoamericana Estudio Regiones Áridas. UNESCO. Buenos Aires.
- LAILHACAR K., S. 1962. Adaptación de especies forrajeras en el sector norte del secano de la Costa. (Departamento de Illapel). Tesis Ing. Agr. Fac. Agron. Univ. Chile. 200 pp.
- LAILHACAR K., S. 1966. Programa de forrajeras de secano. Convenio Comisión Coordinadora Zona Norte y Facultad de Agronomía Univ. de Chile. (Mecanografiado).
- MARTIN, W. E. y L. J. BERRY. 1956. Range fertilization in a wet year. Third Progress Report, Univ. Calif. Agr. Ext. Serv. 50 pp.
- MARTIN, W. E., L. J. BERRY y W. A. WILLIAMS. 1957. Range fertilization in a dry year. Fourth Progress Report, Univ. Calif. Ext. Serv. 39 pp.
- MORGAN, E. 1963. Consideraciones sobre la utilidad de la cabra en algunas zonas. Simiente. 33: 19-20.
- MORGAN, E. 1966. Utilización de praderas en el Norte Chico. Conferencia dictada en la Fac. Agronomía, U. de Chile, 3 pp. (Mimeografiado).
- MUÑOZ P., C. 1955. Lista de las plantas forrajeras naturales o silvestre de Chile. Primer Curso Interamericano de Pasturas. Santiago, Chile. 35 pp. (Mimeografiado).
- OFICINA METEOROLÓGICA DE CHILE. 1965. Pluviometría de Chile. Fascículo II. Fuerza Aérea de Chile. Oficina Meteorológica. 267 pp.
- OPASO G., R. 1939. Agricultura. Monografía cultural de las principales plantas agrícolas susceptibles de cultivarse en Chile. Plantas Forrajeras e Industriales. Tomo II. Tercera Edición. 943 pp.
- PENMAN, H. L. 1963. Vegetation and hydrology. Commonwealth Agric. Bureaux, Farnham Royal, Buck, England Tech. Communication 53 Commonwealth Bureau of Soils, Hapenden. 124 pp.
- PISANO V., E. 1966. Palatabilidad de especies forrajeras nativas probadas con ovinos. Agric. Técnica 26: 6-16.
- PIZARRO C. y R. RIVAS. 1965. Irregularidades de las precipitaciones en el norte de Chile. Oficina Meteorológica. Fuerza Aérea de Chile. 22 pp. (Mimeografiado).
- RAUNKIAER, C. 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. Traducción Carter, Fausboll y Tansley. Oxford Univ. Press.
- RODRIGUEZ Z., M. 1959-1960. Regiones naturales de Chile y su capacidad de uso. Agr. Téc. Chile 19-20: 307-399.