

AGR  
UCV 416.501-2

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

046

**ÁREA DE GANADERÍA Y PASTIZALES**



**TALLER DE LICENCIATURA**

**PASTIZALES DE CHILE  
"ECOLOGÍA, GESTIÓN Y UTILIZACIÓN".**

**ALEJANDRA DEL PILAR POBLETE ROJAS**

**QUILLOTA CHILE**

**2005**

**Título** : **PASTIZALES DE CHILE “ECOLOGÍA, GESTIÓN Y UTILIZACIÓN”.**

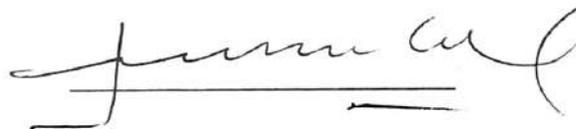
**Tallerista** : **Srta. ALEJANDRA DEL PILAR POBLETE ROJAS**

## **APROBACIÓN DEL INFORME**

**Nombre**

**Firma**

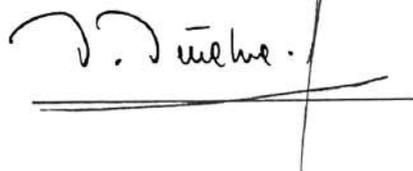
**Profesor Guía** : **Sr. FERNANDO COSIO G.**  
**Ingeniero Agrónomo, Dr.**



**Profesor Co-Guía** : **Sr. JUAN GASTÓ C.**  
**Ingeniero Agrónomo, Ph.D**



**Jefe de Investigación** : **Sra. PATRICIA PEÑALOZA A.**  
**Ingeniero Agrónomo**



**Fecha** : **Quillota, Mayo del año 2005.**

## AGRADECIMIENTOS

A Don Fernando Cosio por entregarme todos los conocimientos y ayuda necesaria para poder realizar este trabajo, además de su apoyo en mis últimos años de universidad.

A Don Juan Gastó por su cooperación y excelente disponibilidad para poder trabajar con él a pesar de no ser su alumna.

A mis papas, quienes me han entregado todo su amor y comprensión. Este trabajo esta especialmente dedicado a ustedes, por que sin su ayuda nada hubiera sido posible. Los quiero mucho.

A mis compañeros, amigos, a los ganaderos y en especial a mi amiga Fran. Gracias por todos los momentos compartidos estos años de universidad.

A Fernando, gracias por acompañarme, por tu cariño y por toda tu ayuda para poder terminar este trabajo.

Y a todos los que de alguna manera me ayudaron en este taller. Muchas Gracias.

## PRESENTACIÓN

El siguiente trabajo corresponde a una recopilación de información que se realizó para dar origen a la primera parte del libro Pastizales de Chile.

La información corresponde principalmente a Apuntes de Clases de los catedráticos Fernando Cosío y Juan Gastó. Ambos profesionales trabajan dictando clases desde hace más de 40 años, por lo que la investigación realizada incluye todos los aportes que ambos han efectuado durante sus prestigiosas carreras en diferentes partes del mundo. También es importante destacar que se ha incluido información de los cursos, seminarios y estudios de post-título en los cuales los profesores han participado.

La información que no se encuentra citada en el desarrollo de éste libro, corresponde a apuntes de clases, a documentos no publicados y, a trabajos que están potencialmente en avance de ambos profesores. Otra parte de la información no citada pertenece a una visión original de la autora, quien integró la mayoría de los conocimientos de una manera coherente para lograr un trabajo pedagógico.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>Resumen</b>	1
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>1. CLASES DE PASTIZALES</b>	2
INTRODUCCIÓN	2
CONCEPTOS	2
PROPÓSITO DE USO	8
<b>2. EL PASTIZAL EN EL SISTEMA GANADERO</b>	9
INTRODUCCIÓN	9
ETAPAS Y COMPONENTES	9
<b>3. FORMAS VITALES Y FAMILIAS</b>	16
INTRODUCCIÓN	16
FORMAS VITALES	16
PRINCIPALES FAMILIAS DE PASTIZALES	19
CARACTERIZACIÓN SEGÚN FAMILIA Y FORMA VITAL	21
<b>4. DINÁMICA DEL PASTIZAL</b>	33
INTRODUCCIÓN	33
SISTEMOGÉNESIS	33
CONDICIÓN Y TENDENCIA	36
<b>5. SIEMBRA Y ESTABLECIMIENTO</b>	49
INTRODUCCIÓN	49
PREPARACIÓN DEL SUELO	49
ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS	52
<b>6. MANEJO DE LA FERTILIDAD</b>	61
INTRODUCCIÓN	61
CICLO DE NUTRIENTES EN SISTEMAS GANADEROS	61
CICLO DEL NITRÓGENO EN EL ECOSISTEMA PRATENSE	63
EL FÓSFORO EN EL ECOSISTEMA PRATENSE	65
EL AZUFRE EN EL ECOSISTEMA PRATENSE	67
EL POTASIO EN EL ECOSISTEMA PRATENSE	68
<b>7. MANEJO DEL AGUA</b>	71
INTRODUCCIÓN	71
MANEJO DEL AGUA EN ZONAS DE SECANO	71
MANEJO DEL AGUA EN ZONAS DE RIEGO	73
DRENAJE EN PRADERAS	75
<b>8. PRODUCTIVIDAD DEL PASTIZAL</b>	77
INTRODUCCIÓN	77
FACTORES QUE CONDICIONAN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD	77
IMPORTANCIA DEL REMANENTE EN LA PRODUCCIÓN DE LA PRADERA	81
<b>9. UTILIZACIÓN DEL PASTIZAL</b>	82
INTRODUCCIÓN	82
CALIDAD DEL PASTIZAL	83
CONTENIDO DE NUTRIENTES	83
CONSUMO VOLUNTARIO	83
<b>10. SISTEMAS DE PASTOREO</b>	96
INTRODUCCIÓN	96
ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO	96
SISTEMAS DE PASTOREO	96
<b>11. BASES TEÓRICAS</b>	100
INTRODUCCIÓN	100
ECOSISTEMA	100
FENÓMENO E IMAGEN	100
EL HOMBRE Y LA NATURALEZA	102
SUBSISTEMAS	103

<b>12. EVALUACIÓN, CONTROL Y PLANIFICACIÓN DEL PASTIZAL</b>	
INTRODUCCIÓN	104
EVALUACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DEL PASTIZAL	104
CONTROL DE LOS POBRES MANEJOS	104
PLANIFICACIÓN DEL PASTIZAL PARA SU UTILIZACIÓN	106
<b>13. GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	106
CONCLUSIÓN	108
LITERATURA CITADA	114
	115

# ECOLOGÍA, GESTIÓN Y UTILIZACIÓN DE PASTIZALES

Alejandra Poblete R.

---

## Resumen

El siguiente trabajo está destinado a recopilar información para la primera parte del libro "Pastizales de Chile". El presente informe corresponde a la primera parte del libro cuyo nombre es Ecología, gestión y utilización, por lo cual, se estudia el pastizal como un ecosistema, analizando todos los factores que influyen en su arquitectura, funcionamiento y utilización. Son 13 capítulos que analizan e interpretan el ecosistema pastizal desde diversos aspectos, tomando en cuenta principalmente la utilización del recurso de manera sustentable.

---

## INTRODUCCIÓN

Al adentrarse en el mundo de la ganadería, se ingresa a un área que cada año se expande y toma una mayor importancia en nuestro país. Los recientes tratados de libre comercio abren nuevos desafíos para el sector, y es por este motivo que se debe comprender la necesidad de estar bien informados respecto a la disponibilidad y utilización de los recursos con los que se cuenta, para ir expandiendo el rubro ganadero hacia nuevos mercados.

Los pastizales son la principal fuente alimenticia del ganado, por esta razón es de vital importancia comprender su fisonomía, además de todos los factores que influyen en su desarrollo y funcionamiento. De esta manera, se podrá hacer un uso apropiado del recurso, permitiendo mantener un desarrollo sostenido de éste a lo largo de los años.

La superficie total de pastizales del país alcanza a 32.098.835 ha, en relación a los 75.662.634 ha del total de superficie. Esto indica que la disponibilidad del recurso a lo largo del país permitiría una explotación ganadera importante, si se realizaran correctos planes de manejo del ecosistema pratense.

Actualmente, la mayoría de los sistemas ganaderos no realizan una explotación sustentable del ecosistema de pastizal, manejando indiscriminadamente las cargas animales, lo que provoca un deterioro considerable del recurso, produciéndose la pérdida del mismo. Esto se observa principalmente en las zonas áridas del país, que si bien en el pasado fueron fértiles y contribuyeron a la mantención del ganado, hoy se encuentran totalmente desertificadas.

La información que permite estudiar el pastizal y su correcta utilización en el sistema ganadero es abundante, pero se encuentra dividida, lo que impide y dificulta esta tarea. Las fuentes bibliográficas están

poco actualizadas y no responden a la realidad y exigencias del presente.

Por todo lo mencionado anteriormente, se ha decidido confeccionar un libro que reúna todas las características necesarias para poder analizar el pastizal desde distintas perspectivas, que ayuden a comprender el funcionamiento de éste y su participación en el sistema ganadero a lo largo de todo el país. El nombre propuesto para este libro es el de "Pastizales de Chile", el cual será realizado recopilando información bibliográfica existente, además de información aportada por profesionales dedicados a la investigación del ecosistema pratense de diferentes universidades del país.

"Pastizales de Chile" analizará al pastizal desde el punto de vista del ecosistema, tomando en cuenta todos los elementos necesarios para su correcto manejo y funcionamiento, además, se describirán las ecorregiones de pastizales existentes en Chile y, por último, se abordará el Sistema Ganadero Nacional.

El trabajo realizado como Taller de Licenciatura consistirá en la elaboración del primer tema que abordará el libro propuesto, que corresponde a "Ecología, Gestión y Utilización", el cual estará compuesto por 13 capítulos que entregarán una completa visión del Ecosistema de Pastizal tomando en cuenta aspectos relevantes que contribuirán a realizar un manejo sustentable del recurso.

Los objetivos planteados para este trabajo consideran:

- Caracterizar el ecosistema pratense.
- Analizar la gestión del Pastizal y el manejo del ganado en función de éste.
- Analizar las diferentes formas de utilización del pastizal dentro del Sistema Ganadero.

## 1. CLASES DE PASTIZALES

### INTRODUCCIÓN

El pastizal se define como un ecosistema capaz de producir tejido vegetal utilizable directamente por herbívoros de consumo humano de importancia económica como también de fauna silvestre. El concepto de pastizal es el más amplio, abarcando cualquier tipo de sistema productor de alimento para el herbívoro, lo cual incluye, tanto praderas como pasturas y rastrojeras (GASTÓ, COSIO y SILVA, 1990).

En este capítulo se analizarán todas las clases y tipos de pastizales existentes que son usadas en la mayoría de los sistemas ganaderos.

### CONCEPTOS

El pastizal, al ser un ecosistema complejo, no es solamente el tapiz vegetal, sino que integra los cuatro componentes fundamentales de la naturaleza: el suelo, el clima, las plantas y los animales. Todos éstos están ordenados y conectados de manera que constituyen una unidad o un todo. Al gestionar pastizales, por lo tanto, se está actuando sobre el ecosistema completo.

Dado que su destino es ser utilizados por herbívoros de consumo humano, incluye una amplia gama de formas vitales y de estratificación que incluye animales de variadas naturalezas, tales como mamíferos, aves, peces, reptiles u otros, tanto domésticos como silvestres.

Por tratarse de ecosistemas que se desarrollan en las más variadas condiciones ambientales y de uso, sus tipologías son en extremos variables, de manera que algunos se presentan como tales en su efecto natural como ocurre con las praderas (de estrategia K), pero otros requieren de labores de siembra, cultivación (de estrategia R), de manera similar a otros cultivos herbáceos y frutales como ocurre con las pasturas. Finalmente, un tercer grupo corresponde a desechos de cultivos y agroindustrias que presentan variadas composiciones y características, que permiten su utilización por herbívoros de consumo humano como ocurre con las rastrojeras.

Las praderas son pastizales donde predominan los elementos provenientes del sistema natural y no son roturados regularmente (Figura 1.1a.). Las pasturas corresponden a pastizales sembrados en forma regular y, a menudo, alternados en forma intermitente con cultivos (Figura 1.1b.). Las rastrojeras son pastizales donde se producen remanentes de cultivos que pueden ser utilizados por el ganado, luego de cosecharse la porción utilizable directamente por el hombre (Figura 1.1c.).

Las praderas son ecosistemas de estrategia K, que no requieren mecanismos de roturación y de cultivación para mantenerse, aún cuando pueden tener su origen en una siembra ocasional de especies pasícólicas en un suelo cultivado en alguna oportunidad anterior. Los elementos que constituyen el sistema de pradera, en un alto grado, tiene su origen en el sistema original. Las pasturas, en cambio, son roturados y sembrados regularmente como un cultivo. Las rastrojeras se utilizan por el ganado, pero tienen su origen en los subproductos o desechos de cultivos de canalización antrópica. (Cuadro 1.1.)



FIGURA 1.1a. Pradera de *Festuca gracillima* en Magallanes (Fotografía: Vicente González).



FIGURA 1.1b. Pastura de maíz para ensilaje. (Fotografía: Luis Apablaza).

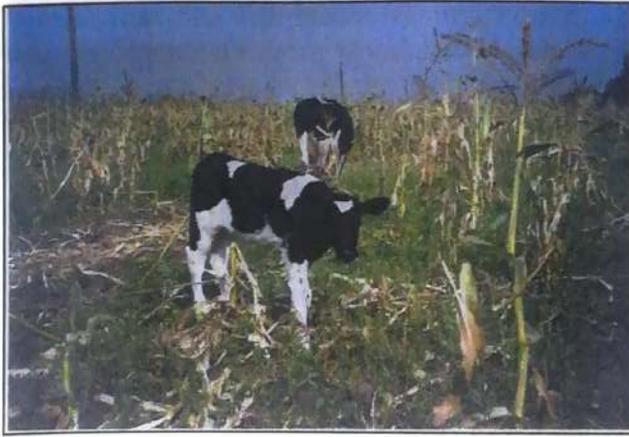


FIGURA 1.1c. Rastrojera de cereales. Maíz (*Zea mays*) en Limache (Fotografía: Pietro Canessa)

FIGURA 1.1. Clases de Pastizales, Praderas, Pasturas y Rastrojeras.

### Praderas

Las praderas son pastizales no cultivados que ocupan áreas de terreno en forma permanente o por períodos muy largos. Se diferencian de las pasturas en que no

requieren de labores de cultivación para su mantención y producción. El mecanismo de desarrollo es de naturaleza ecológica, basado en las interrelaciones de numerosas poblaciones, multietáneas que ocupan diversos nichos y que se perpetúan a través de mecanismos naturales de natalidad, mortalidad y migraciones. Las especies que predominan son de estrategia K, en oposición a las especies de las pasturas que son coetáneas y de estrategia R.

### **Pradera Nativa**

La clase más destacada de praderas son las nativas, (Figura 1.2a.) que tienen su origen en comunidades pratenses climáticas, en las cuales se conserva una alta proporción de los componentes del sistema natural original. Entre estas están las estepas patagónicas de coironales dominadas por *Festuca pallezens* (Coirón Dulce) y por *Festuca gracillima* (Coirón Amargo), las estepas altiplánicas dominadas por *Festuca dolycophilla* y las estepas cordilleranas dominadas por *Festuca acanthophylla*, en el caso tratarse de praderas de buena condición, lo que generalmente no es muy frecuente. Normalmente se encuentran praderas de pobre condición dominadas por otras especies como *Acaena splendens* u otra invasora.

CUADRO 1.1. Clases y tipos de pastizales

Clases	Tipos	Ejemplos de especies representativas
Pastura	Temporales	Maíz de ensilaje ( <i>Zea mays</i> ), Avena para soiling ( <i>Avena sativa</i> )
	Rotación corta	trébol rosado ( <i>Trifolium pratense</i> ), Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> )
	Rotación larga	Alfalfa ( <i>Medicago sativa</i> ) Trébol blanco-Ballica perenne ( <i>Trifolium repens – Lolium perenne</i> ), Trébol subterráneo ( <i>Trifolium subterraneum</i> ).
Pradera	Nativa	Coironal ( <i>Festuca acanthophylla</i> ),
	Resembrada	Trébol subterráneo ( <i>Trifolium subterraneum</i> ), Trébol blanco-Ballica ( <i>Trifolium repens – Lolium perenne</i> ), Festuca-Trébol blanco ( <i>Festuca sp – Trifolium repens</i> )
	Residente	Alfilerillo-Vulpia ( <i>Erodium sp-Vulpia sp</i> ), Pasto miel-Trébol blanco ( <i>Holcus lanatus-Trifolium repens</i> )
Rastrojera	Paja	Cereales, Legumbres.
	Ramones	Encina, Olivos, Maitén
	Corteza de árboles	Bosque nativo, Frutales
	Residuos Hortofrutícolas	Coles, lechugas, zanahorias
	Destrios	Orujo, Pulpa de tomate, Pelón de almendro, Pulpa manzana, Melaza, Afrecho (salvado).
	Posíos	Postcultivo de Trigo de primer o segundo año.

(Fuente: Apuntes de Clases Juan Gastó)

## Pradera Resembrada

La pradera resembrada (Figura 1.2b.) tiene su origen en la introducción por una sola vez de especies en forma artificial, ya sea que se trate de especies nativas o de especies mejoradas, las cuales se mantienen en forma permanente por reproducción sexual o asexual, en el sistema sin la intervención de procesos regulares de roturación y siembra en forma intermitente. El resultado final es el desarrollo de una pradera multietánea, aunque su origen sea la siembra de especies mejoradas.

## Pradera Naturalizada

Este tipo de pradera (Figura 1.2c.) tiene su origen en especies naturalizadas en una zona dada, y no en especies nativas de la zona. El ejemplo más característico de este grupo es el de las praderas que se generan en los ambientes templados húmedos, cuyo estado original corresponde a un clímax forestal, desprovisto de especies prateras. Al destruirse el bosque original, el terreno es ocupado en forma espontánea por praderas residentes que no son originarias del lugar. Las especies dominantes más características de este tipo de praderas son: *Agrostis tenuis*, *Holcus lanatus*, *Anthosantum odoratum*, *Lolium perenne* y *Dactylis glomerata*. En la Zona Mediterránea, luego del desmonte del bosque esclerófilo, la pradera se inunda de especies terófitas naturalizadas, tales como *Erodium cicutarium*, *Vulpia dertonensis*, *Hordeum murinum*, *Avena fatua*, *Medicago polymorpha* y *Trifolium glomeratum*, entre otras, todas las cuales son exóticas naturalizadas espontáneas.

Lo que usualmente se denomina pradera natural son cualquiera de los tres grupos aludidos, nativa, artificial o residente. Natural tiene una connotación de lo producido o existente en la naturaleza, sin intervención artificial o de tecnología. Natural es lo que forma parte o proviene de la naturaleza. En este contexto es preferible referirse, simplemente, a praderas y reservar el calificativo de natural cuando se refiera al estado proporcionado por la naturaleza, sin cambios hechos por el hombre; es decir, que sea incultivado o salvaje. Lo que usualmente se denomina pradera natural corresponde a praderas deterioradas por mal manejo y utilización, en las cuales no ha habido prácticas ecológicas de utilización o de manejo tendientes a su mejoramiento. En este sentido es preferible referirse a praderas en condición pobre.

El término artificial deriva del latín *artificium* y *artificialis*, lo cual denota que ésta hecho por trabajo o actividades del hombre, denota que no es natural. El sólo hecho de manejar y de utilizar una pradera o de construir un cerco divisorio o de segar las malezas y tallos, denota actividades de artificialización. La artificialización de la pradera es el resultado de cualquier actividad desencadenada por el hombre que la modifique. No sólo las pasturas son artificiales, las praderas bien manejadas también lo son, al igual que las praderas mal manejadas.

## Pasturas

Las pasturas son, en realidad cultivos vegetales, tanto en su génesis como en su morfología y estructura, difiriendo solamente de éstos en el destino que se persigue, pues son utilizados por herbívoros de consumo humano, y no directamente por el hombre, como ocurre con los cultivos convencionales. En esta forma, se genera una cadena trófica mayor de, al menos, un eslabón más, al del herbívoro. El herbívoro que consume la pastura, usualmente, presenta una anatomía que puede consumir pastos y pasturas más toscas; por lo cual la composición nutritiva y la anatomía de las plantas es también diferente. Otra diferencia de las pasturas en relación a los cultivos es la forma de cosecha, que puede ser cosechada por segadora en el caso que sea mecánica, o a diente en el caso que la utilice directamente el animal. En ambos casos, la relación de los tejidos aprovechados para el consumo es diferente, en las pasturas que en los cultivos. Una última diferencia que ocurre en el caso de los cultivos con las pasturas, cuando éstas son utilizadas directamente por el animal es el efecto del pisoteo y de la eliminación de las heces y orinas que el animal hace en el proceso de cosecha y consumo.



FIGURA 1.2a. Pradera nativa de *Acaena splendens*.  
(Fotografía: Fernando Cosío)



FIGURA 1.2b. Pradera resebrada de *Trifolium michelianum* en Cauquenes (Fotografía: Alejandro Santibañez)



FIGURA 1.2c. Pradera naturalizada en Isla Tierra del Fuego. (Fotografía: Alejandra Poblete)

## FIGURA 1.2. Tipologías de Praderas

Las pasturas se dividen en tres tipos fundamentales: temporales, de rotación corta y de rotación larga.

### Pasturas Temporales

Las pasturas temporales (Figura 1.3a) son cultivos forrajeros de corta vida, usualmente un período de crecimiento que se prolonga por tres a seis meses, abarcando una a dos estaciones del año. Pueden ser de invierno, tal como la Avena para soiling (*Avena sativa*) o de verano como el maíz de ensilaje (*Zea mays*). Su inserción en las rotaciones requiere de labores de preparación del suelo, donde se incluye su roturación y mullimiento y luego la siembra y los cuidados posteriores del cultivo, los cuales incluyen la aplicación de insumos de fertilizantes, herbicidas, insecticidas, labores mecánicas, riego, drenaje y de los de ingreso del ganado. Otras pasturas temporales que merecen ser destacadas son el Trébol alejandrino

(*Trifolium alexandrinum*), la remolacha forrajera (*Beta vulgaris* var. *saccharum*), así como zapallo forrajero, sandía forrajera, zanahoria forrajera, camote, sorgo (*Sorghum vulgare*) y Pasto Sudán (*Sorghum vulgare* var. *sudanense*).

La cosecha de la pastura temporal se hace por medios mecánicos, tal como segadoras o choppeadoras o bien por pacimiento por el ganado o por la combinación de ambos. En algunos casos puede existir varios rebrotes los cuales se cosechan con cortes o nacimientos secuenciales. Al término de la estación de crecimiento y utilización se procede a roturar nuevamente el suelo y continuar con las etapas siguientes de las rotaciones.

En general, las pasturas temporales se utilizan para ocupar períodos donde el suelo permanece descubierto, por lo cual, se le puede dar un uso más intensivo y productivo al intercalar un cultivo forrajero en el lapso que en otra forma permanecería vacío. Usualmente, son complementarias a las praderas y a los cultivos de utilización primaria.

### Pasturas Rotación Corta

Las pasturas de rotación corta (Figura 1.3b.), son también cultivos forrajeros que requieren para su establecimiento de una preparación esmerada del suelo, lo cual incluye, roturación y afinado mullimiento, de manera de generar una fina cama de semillas, necesaria para el establecimiento de las diminutas semillas que conforman la pastura. Las fechas ideales para su establecimiento están dadas por condiciones ambientales que restringen, tanto las fechas de establecimiento como las condiciones en que éste debe hacerse.

Se requiere para un buen establecimiento de la aplicación de fuertes insumos de fertilizantes, riego, drenaje, semillas de variedades adaptadas, herbicidas, insecticidas, segadoras de control de malezas y, obviamente, de implementos mecánicos, biológicos o de gestión que impidan el ingreso del ganado o de maquinaria a la pastura en los períodos no adecuados, generalmente sobre tres o cuatro meses, según la época del año, y del dominio en que se encuentre.

Al igual que lo que ocurre en las pasturas temporales, la cosecha se hace mecánicamente por medio de segadoras o bien pastoreo por el ganado, el cual permanece por períodos breves con altas densidades de rebaño. La cosecha mecánica tiene como fines

prioritarios la elaboración de heno, ensilaje o de soiling, cuando se persigue evitar el pisoteo o la acción directa del animal. En caso contrario, puede utilizarse directamente por el ganado, al cual se le restringe su tiempo de permanencia, racionando la pastura en franjas angostas mediante cercos eléctricos, que se utilizan por períodos breves.

Al cabo de dos a tres años se interrumpe el cultivo roturándose la pastura y continuando con cultivos intercalados o bien resemebrando nuevamente otra pastura semejante. Los ejemplos más destacados de estas pasturas son el Trébol rosado (*Trifolium pratense*) y Alfalfa (*Medicago sativa*), generalmente asociados a una pastura gramínea de similar hábito de crecimiento como la Ballica Italiana (*Lolium multiflorum*).

### Pasturas Rotación Larga

Las pasturas de rotación larga (Figura 1.3c.) son similares en todos los aspectos con las de rotación corta, excepto en su duración que se prolonga por cuatro a diez años. La especie más característica es la Alfalfa (*Medicago sativa*) cultivada en forma tradicional, la cual se mantiene por períodos más prolongados que en el caso anterior. También, se tiene, entre otros, Trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*) que a pesar de ser una especie anual, es de autorresiembrado, por lo cual se puede mantener durante varias temporadas, teniendo la precaución de mantener la fertilidad del suelo con fósforo.

También, se tiene en este grupo a Trébol blanco (*Trifolium repens*), Trébol frutilla (*Trifolium fragiferum*) y Ballica perenne (*Lolium perenne*). Estos cultivos pueden también permanecer indefinidamente y transformarse eventualmente en praderas. Al ser roturados se interrumpe el proceso dinámico de sucesión de la pastura y se debe así continuar en la rotación de cultivos-pastura.

El objetivo fundamental de las pasturas de rotación corta y larga es intercalar entre dos cultivos consecutivos, de naturaleza extractiva de fertilidad del suelo, una pastura que restituye la fertilidad y la materia orgánica necesaria para restaurar al sistema ecológico, de manera de hacerlo perdurable en el tiempo. Se produce así un proceso secuencial y alternado de un período de descarga de nutrientes y de materia orgánica, representado por el cultivo, y de un período de restauración y recarga del sistema, representado por la pastura.



FIGURA 1.3a. Pastura temporal de Avena-Vicia (*Avena sativa-Vicia atropurpurea*) en Chillán. (Fotografía: Alejandra Poblete)



FIGURA 1.3b. Pastura de rotación corta (*Trifolium pratense*). (Fotografía: Carol Wijnant)

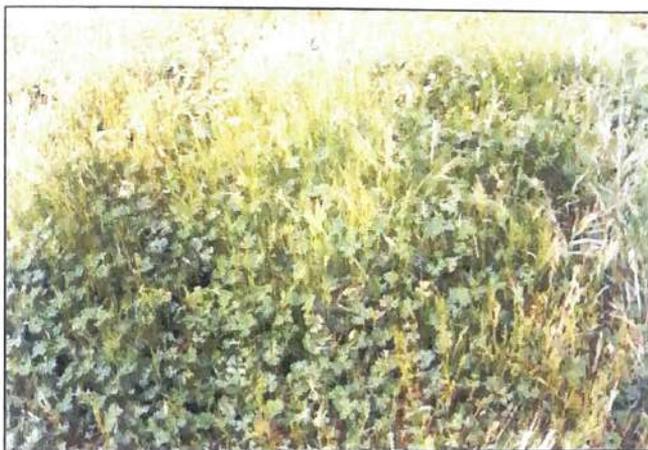


FIGURA 1.3c. Pastura de rotación larga (*Trifolium subterraneum*). (Fotografía Carol Wijnant).

FIGURA 1.3. Tipologías de Pasturas.

## Rastrojeras

Las rastrojeras son, también, ecosistemas, cuyo producto más obvio son los rastrojos, es decir la cubierta vegetal conformada prioritariamente por tejido vegetal muerto, como remanente de cultivos anteriores ya cosechados o subproductos.

Estos restos vegetales se usualmente entre mezclas con especies espontáneas, comúnmente denominadas malezas, u otros, y trozos recubiertos de tejidos de los cultivos generadores del rastrojo. La rastrojera, por ser un ecosistema, contiene todos los componentes relativos a éste, es decir suelo, clima, planta y animal, conectados y organizados como un sistema dinámico que mantiene un cierto equilibrio o relaciones dinámicas entre sus partes, por lo cual se presenta en un estado evolutivo de organización que continúa en el uso rotativo del suelo por medio de nuevas labores de cultivos o bien que se prolonga por el proceso endógeno de sistemogénesis.

Tradicionalmente las rastrojeras han sido fuentes valiosas de alimento para el ganado. Los restos de cultivos han sido utilizados con el doble propósito de alimentar el ganado en épocas desfavorables con un alimento de bajo costo, pero valioso, debido a las circunstancias estacionales del suministro y, además, a la labor de realizar la recolección de desechos de cultivos y su reincorporación en los ciclos biogeoquímicos del ecosistema. Esto se presenta especialmente en ecosistemas de predios mixtos, donde se cambian los cultivos con la ganadería, en un sistema de rotación de corta o larga duración.

De acuerdo a las características de los rastrojos se tienen las pajas (Figura 1.4a.), o restos secos de cultivos tales como cereales mayores o menores y legumbres, que en el caso de no ser utilizados por el ganado pueden ser triturados y enterrados. Si no es así, el ganado cumple la función de eliminar los restos vegetales de manera de contribuir a la preparación del terreno para la roturación y siembra posterior de cultivos.

Otro tipo de rastrojos es el ramón (Figura 1.4b.), que es el producto de la poda de ramas de árboles y arbustos. Entre éstos destaca el ramón de olivo (*Olea europaeae*), maíten (*Maytenus boaria*) y de vid (*Vitis vinifera*). En zonas frutícolas el ramón constituye un valioso alimento para el ganado. En zonas, muy tecnificadas y especializadas, en fruticultura, a menudo sin embargo, no se encuentra ganado para que

se haga uso de este alimento por lo cual debe ser triturado y enterrado o bien quemado. En igual forma, los residuos hortofrutícolas frescos, especialmente follaje no consumido por el hombre constituye un rastrojo valioso para el ganado. En lugares donde se industrializan alimentos, los desechos de la elaboración de industrias o destrios (Figura 1.4c.), son también importantes como alimento para el ganado.

Las rastrojeras abandonadas van gradualmente evolucionando hacia praderas y en lapsos mayores, pueden llegar a transformarse en fisonomías leñosas, características de etapas seriales más avanzadas. Durante los primeros años van invadiendo comunidades vegetales postcultivos entre las que predominan especies pioneras anuales y restos de cultivos que germinan. La comunidad que aparece durante el primer año luego del abandono del cultivo se le denomina primer posío (Figura 1.4d.), en los años siguientes segundo y tercer posío. En la medida que transcurre el tiempo y se avanza en la sucesión, el posío va gradualmente perdiendo las características de rastrojera y semejándose cada vez más a una pradera y se transforma en una pradera residente.

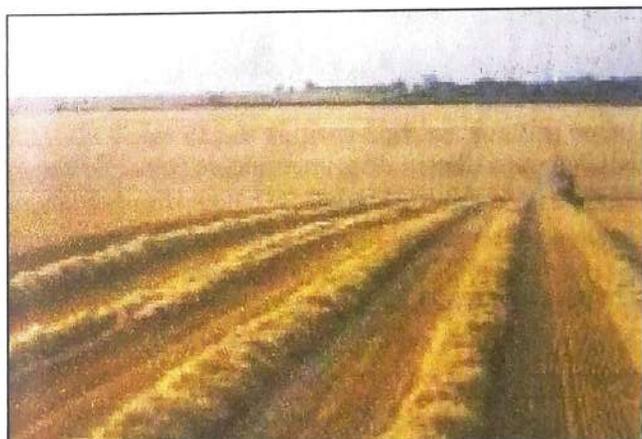


FIGURA 1.4a. Paja de Avena (*Avena sativa*). (Fotografía: Peter Maclean)



FIGURA 1.4b. Ramón de *Vitis vinifera*. (Fotografía: Gustavo Achurra)



FIGURA 1.4c. Destrio hortofrutícola, pelón de almendro. (Fotografía: Pietro Canessa)



FIGURA 1.4d. Posío de primer año de trigo (*Triticum aestivum*) en Santo Domingo. (Fotografía: Fernando Cosío)

FIGURA 1.4. Tipologías de Rastrojeras.

## PROPÓSITO DE USO

El uso más generalizado de los pastizales es la producción de alimento para el ganado y la fauna silvestre. Este alimento puede ser cosechado *in situ* directamente por el ganado como pastos de diente o bien utilizando maquinaria de cosecha, para luego ser trasladado a otro lugar para su consumo.

Especialmente en sectores de cultivos, con suelos inestables, la cubierta pascícola puede contribuir a mejorar la conservación del suelo. El beneficio que se logra del pastizal puede ser mayor como un instrumento para la conservación que como productor de alimento. Esto es especialmente válido en sectores de distritos de lomajes o bien cerranos (cerros).

El manejo de la cuenca para producción de agua libre de sedimento y con una mejor distribución estacional de la cosecha, que la curva anual de las precipitaciones, se logra a través del ordenamiento de la cubierta vegetal y el desarrollo y manejo de pastizales. En zonas áridas y semiáridas, la cosecha de agua puede ser de mayor valor que la cosecha de pasto o forraje para la alimentación del ganado.

## **2. EL PASTIZAL EN EL SISTEMA GANADERO**

### **INTRODUCCIÓN**

El pastizal es el escenario donde se llevan a cabo las siete etapas fundamentales donde se desarrolla el sistema ganadero: ecosistema de pastizal, productividad primaria, disponibilidad, consumo, retención, productividad secundaria y cosecha de ganado. La base del sistema es el ecosistema, el cual se organiza en cada territorio dado, de manera de permitir que ocurran las diversas etapas que deben cumplirse hasta alcanzar la resultante final, que concluye en el output del sistema como cosecha de ganado o uso múltiple del territorio. (Figura 2.1.)

### **ETAPAS Y COMPONENTES**

#### **Ecosistema de Pastizal**

Conceptualmente, el ecosistema es cualquier unidad que incluya a todos los organismos y su medio físico de manera de producir un flujo que concluya en la formación de estructuras bióticas y al ciclaje de materias entre lo vivo y lo inerte o abiótico. La unidad ecológica básica es el ecosistema, que es el resultado de la integración e interdependencia ordenada de los elementos vivos y no vivos de la naturaleza (BOULDING, 1956).

El pastizal y el ganado que lo utiliza, deben ser considerados como un ecosistema y no sólo como la expresión vegetal y animal que parcialmente lo componen.

El Sistema ecológico o ecosistema es la unidad funcional y estructural de la naturaleza.

El ecosistema puede ser definido parcialmente como un arreglo de componentes bióticos y abióticos, o un conjunto o colección de elementos que están conectados o relacionados de manera que actúan o constituyen una unidad o un todo (DISTÉFANO, STEBBERUD y WILLIAMS, 1967). En cualquier sistema dinámico una relación significa transporte de materia, energía e información (BECHT, 1974).

En esta definición arreglo tiene como significado la ordenación y organización de los componentes tanto

en sus dimensiones espaciales como en las interrelaciones entre todos ellos. Los componentes corresponden a todas las partes del sistema, las cuales necesariamente son requeridas para su normal funcionamiento y que pueden ser de naturaleza biótica o abiótica. Para que las partes constituyan un sistema lo esencial es que se conecten a través del transporte de materia, energía e información. Cuando las conexiones son integrales, los componentes se relacionan de tal manera que constituyen una unidad o un todo (NAVA, ARMIJO y GASTÓ, 1979).

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, se puede decir que los pastizales, al ser ecosistemas, corresponden a arreglos de componentes bióticos y abióticos conectados e interrelacionados, formando una unidad o un todo, cuyas formas de vida características, originadas en el sistema natural o establecidas artificialmente son capaces de producir tejido vegetal utilizable directamente por herbívoros de consumo humano o de la fauna silvestre (GASTÓ, SILVA y COSIO, 1990).

#### **Productividad del Pastizal**

La diferencia más significativa entre un pastizal y la mayoría de los demás cultivos herbáceos radica en que el producto final del primero, constituido por la masa verde fotosintetizada y fotosintetizante, no siempre termina, una vez cosechado, con la vida de la planta; la planta puede rebrotar y producir nuevas cosechas. Ello hace que el proceso de producción y aprovechamiento de las praderas sea complejo y difícil de controlar. Por esta razón, para comprenderlo mejor y poder dirigirlo conviene conocer todos los factores que integrados constituyen el sistema productivo y determinan el resultado final del mismo (HYCKA, 1993).

Para poder cumplir con este objetivo resulta trascendental conocer de manera especial todos los factores que condicionan el crecimiento y desarrollo de la planta y del pastizal, y también los que determinan la calidad y disponibilidad del forraje. Para ello es necesaria la gestión o manejo del pastizal, esto es las 5M del sistema (fertilidad, agua, protección, biotecnología y cuidados).

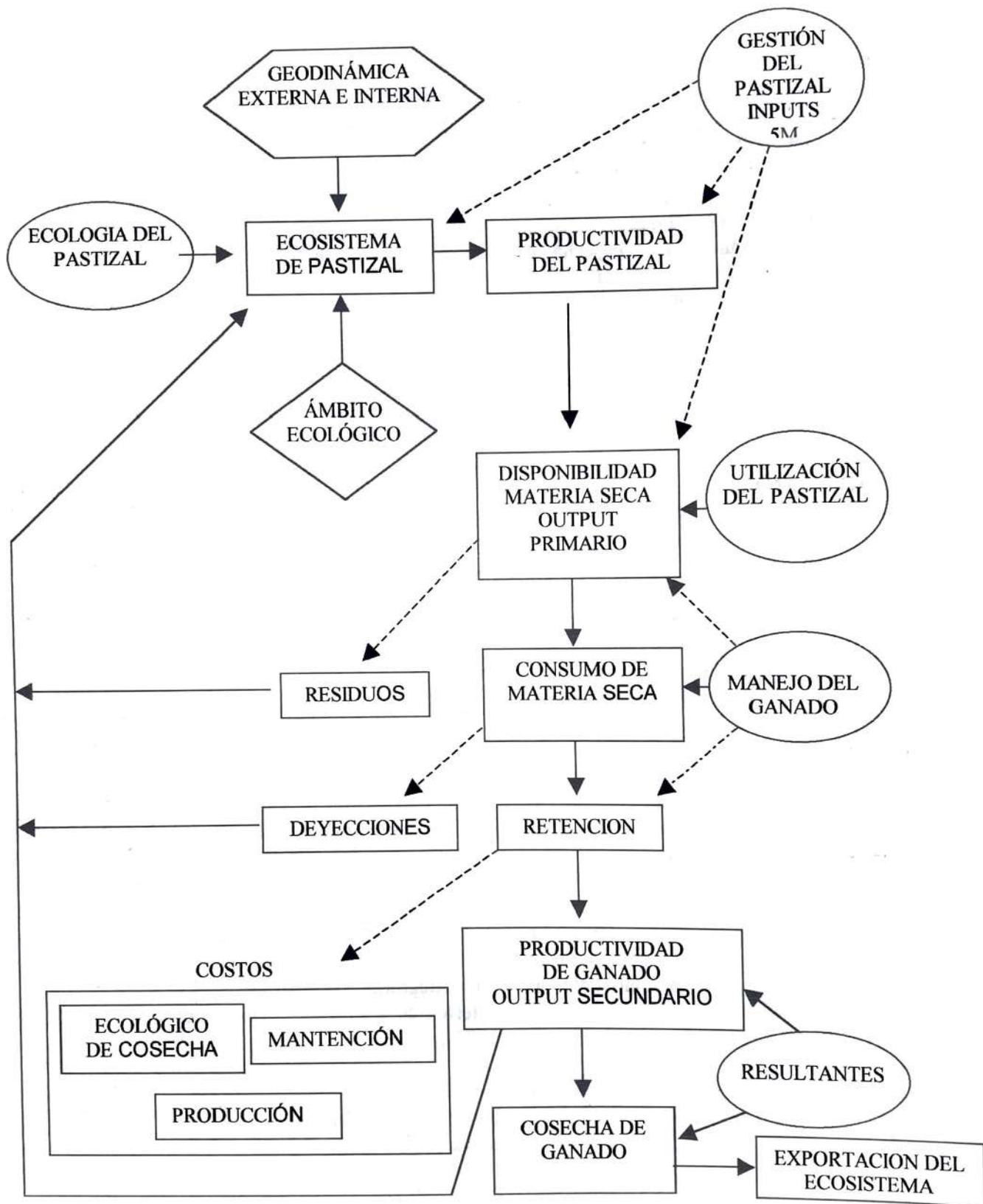


FIGURA 2.1. El Ecosistema de Pastizal en el Sistema Ganadero (Fuente: Apuntes de Clases Juan Gastó)

## Manejo de la Fertilidad

Como primer factor determinante de la productividad del pastizal y, por ende, del sistema ganadero se menciona el manejo de la fertilidad del sitio o ambiente edáfico. Las necesidades nutritivas del pastizal dependen básicamente de su composición, dado que los requerimientos entre las diferentes especies son variados y hasta contrapuestos (las gramíneas o poáceas consumen mucho nitrógeno; las leguminosas o fabáceas prefieren fósforo). Es muy importante que entre los requerimientos nutritivos de las plantas y el contenido de nutrientes en el suelo exista un perfecto equilibrio.

La utilización de fertilizantes en las praderas es una práctica muy importante, ya que puede transformar tierras infértiles en praderas o pasturas productivas y en el mantenimiento de alta producción.

Según MUSLERA y RATERA (1991), la fertilización de las praderas o pasturas tiene características especiales, que las diferencian de los cultivos anuales, por:

- Permanencia de la pradera o pastura en el terreno durante varios años
- Estar formada por una asociación de especies
- Intervención, en muchos casos, del animal, que durante el período de pastoreo recicla parte de los elementos minerales utilizados por las plantas.

Es conocido que un suelo, después de tener praderas durante varios años mejora su fertilidad y produce mayores cosechas, siendo una de las razones de incluir dentro de una rotación de cultivo el "posio". Esto es consecuencia de la fijación de nitrógeno por las leguminosas y del aumento de materia orgánica del suelo por las gramíneas. (Figura 2.2.)

## Manejo del Agua

El segundo factor que condiciona la productividad del pastizal es el agua, que desempeña dos funciones de vital importancia: forma parte integrante de las células, tejidos y órganos de las plantas y sirve como vehículo para transportar los nutrientes recogidos del suelo hacia las hojas y luego hacia los puntos de crecimiento de la planta.



FIGURA 2.2. Posio de primer año de *Triticum aestivum* (Trigo) en Santo Domingo. (Fotografía Mary Negrón)

Importa no tan sólo conocer la cantidad anual de agua caída, sino también cual es su distribución a través del año, ya que con ello se sabrá cuando se producirán períodos de sequía. La importancia que la lluvia tiene, se puede ver en el siguiente ejemplo: si prescinde del riego, la alfalfa (*Medicago sativa*) puede cultivarse con 400 mm y con un período seco inferior a ocho meses. En cambio, el trébol rosado (*Trifolium pratense*) necesita una lluvia superior a los 1000 mm y con un período de sequía inferior a tres meses. En las gramíneas se tiene el caso del pasto ovido (*Dactylis glomerata*), que se cultiva en buenas condiciones con 1000 mm y un período seco inferior a tres meses. En cambio, Falaris (*Phalaris sp*) puede cultivarse con precipitaciones superiores a 300 mm y sequía inferior a ocho meses.

Junto con la lluvia se hace mención a la disponibilidad de agua de riego. Su importancia se puede ver claramente en tres leguminosas: Alfalfa (planta de arraigamiento profundo), Trébol rosado (arraigamiento medio) y Trébol blanco (arraigamiento superficial). En general, se puede decir que si para obtener una buena producción se necesitara la misma cantidad de agua para todas ellas, lo que va a ser totalmente diferente va a ser la frecuencia y cantidad de agua a aplicar en cada riego. Porque, por un lado, la Alfalfa por poseer arraigamiento profundo necesita un riego profundo, lo que se logra con un riego lento, espaciando éste cada 25 a 35 días. A su vez, el Trébol rosado (*Trifolium pratense*) necesita menos agua en cada riego, pero los riegos deben ser más frecuentes, cada 15 a 25 días. Por último, el Trébol blanco (*Trifolium repens*) con su arraigamiento superficial, necesita menos agua aún en cada riego ya que sólo se requiere mojar unos 30 a 40 cm de suelo, en este perfil el agua se evapora más rápidamente, lo cual obliga a regar con más frecuencia, cada 5-15 días.

## **Biología**

La biología utilizada en el pastizal influirá en cierta manera en la producción final de éste, evaluada en materia seca. Cuando se hace referencia a este componente o input, se habla principalmente de toda la tecnología utilizada en el establecimiento de una pastura o bien al uso de esta en una pradera. También se incluyen los métodos y sistemas de regeneración de praderas.

La regeneración de praderas es un proceso mediante el cual se persigue incorporar semillas de especies de alto valor forrajero y fertilizante en una pradera dominada por especies de pobre condición, tratando de provocar el mínimo de alteraciones en la vegetación existente.

BALOCCHI y CUEVAS (1982) señalan que existen, básicamente cuatro métodos de regeneración de praderas: al voleo, utilizando potreros de sacrificio, a través del animal y con máquina.

Al voleo consiste en esparcir la semilla y el fertilizante, ya sea a mano, con tolvas utilizadas para fertilizar, con ciclón frontal, desde avión o helicóptero, o cualquier otro sistema parecido (TORRES, 1996).

La utilización de potreros de sacrificio es válida para quienes suplementan a un grupo de animales durante el invierno en un cercado, eliminando prácticamente la vegetación y aumentando los niveles de fertilidad del sitio pastoreado. Se pueden incorporar especies utilizando máquinas regeneradoras o, esparciendo la semilla al voleo, incorporándola con rastras de clavos y aponando con un rodillo (TORRES, 1996).

A través del animal es un método con el cual suministrándole semillas forrajeras junto con la alimentación suplementaria, al no ser digeridas éstas, son eliminadas en las heces. Se adaptan a este sistema principalmente las leguminosas, pues no son dañadas al pasar por el tracto digestivo (TORRES, 1996).

Con maquinaria especializada se persigue dejar el fertilizante y la semilla en línea, con esto la semilla quedará cubierta, evitando pérdidas por desecación y depredadores. También, se obtiene una germinación más homogénea y una mayor eficiencia en el uso del fertilizante (TORRES, 1996).

## **Manejo de los cuidados**

Por otra parte, los manejos de los cuidados que se realicen en el pastizal, también, corresponden a un input que determina la productividad. Es importante el sistema utilizado en la organización de las superficies del predio destinadas al ganado, esto es principalmente cercados, caminos, control del pastoreo, etc.

De ser posible, el apotramiento debe ser en unidades relativamente pequeñas que permitan graduar o compensar el consumo con la producción de la pradera en cada período del año, pero jamás llegar a la sobreutilización, tan común hoy en día y que sólo conduce al agotamiento prematuro o degradación de la pradera (CEPEDA, 1963).

## **Manejo de la Protección**

El último input que determina productividad, es la protección del pastizal, que se refiere principalmente al control de bioantagonistas, esto es malezas, plagas y enfermedades, que de alguna forma pueden influir en forma negativa en el normal desarrollo de la pradera o pastura. El control de estos factores influirá en la mantención, duración, calidad y rendimiento del pastizal.

Algunas plagas y enfermedades pueden causar verdaderos estragos en las praderas, esto ocurre generalmente, porque pocas veces se toman las medidas preventivas o curativas contra las mismas. Un ejemplo de esto es lo que ocurre con el hongo endófito (*Neotyphodium lolii*), que se presenta principalmente en las ballicas perennes e híbridas. Éste tiene la característica de generar sustancias químicas que protegen a las plantas del ataque de insectos y que, además, pueden causar problemas en la salud animal. Los beneficios que se obtiene al utilizar semillas con hongo endófito es el incremento de la persistencia de las pasturas de ballicas, especialmente, cuando son sometidas a condiciones adversas. El endófito produce tres alcaloides: Peramina, Lolitrem B y Ergovalina. La Peramina le proporciona a las plantas tolerancia a los ataques de *Listronotus bonaerensis*, conocido como gorgojo barrenador del tallo de la ballica. El Lolitrem B, también contribuye a la protección de insectos, pero provoca el problema del temblor muscular en bovinos. La Ergovalina le otorga tolerancia al ataque de otros insectos, pero contribuye al incremento del stress de los bovinos (DEMANET, 2003).

Lo mismo ocurre con las malezas, las que deben ser controladas en la preparación del suelo ya que son la principal limitante para el buen establecimiento de una pastura. Sin embargo, su control una vez que la pastura esté establecida es de vital importancia, ya que se han calculado pérdidas por menor durabilidad, rendimiento, enfermedades, etc., mayores a un 34%, debido a la competencia que ejercen sobre la planta de cultivo (CEPEDA, 1963).

Existen medios mecánicos, máquinas segadoras, etc., pero es indudable que el control más efectivo y permanente es mediante el uso de herbicidas. Como es el caso de herbicidas selectivos que controlan malezas de hoja ancha o bien hoja angosta, como también herbicidas residuales.

Los herbicidas selectivos que controlan malezas de hoja ancha son, principalmente: 2,4 D, MCPA, Dinitros selectivos y Picloran. Estos son aplicados durante el estado de macolla de las gramíneas (más o menos con cinco hojas), con esta aplicación se controlan malezas de hoja ancha como yuyo, rábano, mostacilla, arvejilla, pero no controla poligonáceas como: sanguinaria, duraznillo o manzanillón. Para controlar malezas en pasturas compuestas por especies de leguminosas se utilizan DCPA, Dalapon, Trifluralin, entre otros. Estos controlan gramíneas y algunas malezas de hoja ancha como sanguinaria. Generalmente, todos estos productos son muy volátiles, por lo tanto, es necesario incorporarlos.

Dentro de los herbicidas selectivos residuales destacan Diuron, Simazina y Atrazina. La selectividad de estos productos se basa en el fenómeno que el producto es llevado hacia el suelo por el agua, pero es retenido por los coloides de éste en la primera capa (5-10 cm), donde eliminan malezas y plántulas de resiembra por absorción radicular y no así al cultivo establecido, pues éste tiene una raíz más profunda. En casos en que el suelo no tenga materia orgánica, el producto no será retenido y bajará demasiado, no controlando malezas y pudiendo afectar al cultivo. Por lo tanto, no se recomienda su uso en suelos arenosos o de baja materia orgánica.

### **Disponibilidad de materia seca**

Antes de la recolección del forraje o del pasto se presenta, en muchas ocasiones, la necesidad de evaluar su cuantía y su calidad. Esto ocurre, por ejemplo, cuando se pretende vender la cosecha "en pie" o

cuando la pradera ha de aprovecharse a diente por el ganado y se proyecta aplicar algún método racional de tal aprovechamiento, como, por ejemplo, el pastoreo rotativo, pastoreo corriente, entre otros.

La cantidad de agua contenida por el forraje varía según la especie, época, clima, etc. Por eso la productividad de forraje se expresa en kilogramos de materia seca por hectárea al año, o simplemente kg m.s/ha/año, término técnico que se ha ido incorporando universalmente. Para fines de investigación el pasto se seca según un procedimiento estándar: 48 horas a 60°C en un horno especial con ventilación o aire forzado.

Calcular la cantidad de materia seca de un cercado es teóricamente muy fácil. La rutina consiste en obtener una cantidad estadísticamente representativa de muestras cortando al ras de suelo el pasto dentro de marcos de área conocida (0,09m<sup>2</sup>); secarlas; pesarlas y hacer la conversión para expresar el resultado en una hectárea.

Las ventajas prácticas de conocer con la mayor exactitud posible la cantidad de forraje disponible en un potrero son obvias. Sin embargo, el procedimiento descrito no es en general aplicable a nivel predial, porque hay que cortar demasiados marcos. No hay problemas si el muestreo se hace por Distrito-Sitio, los que en general en un predio son entre 12-15. En los países de ganadería muy tecnificada se han desarrollado métodos indirectos, que cuando están calibrados para las condiciones de una zona determinada eliminan incluso la necesidad de efectuar cortes. Es el caso del bastón medidor de capacitancia o del plato medidor de altura, que tiene medidor digital que permite leer directamente la cantidad de m.s. por ha. El primero relaciona la cantidad de materia seca presente con diferencias entre la capacitancia eléctrica de la lámina de la hoja o del tallo y un sensor que está dentro del bastón; el segundo se basa en la altura promedio de las plantas. No obstante, la exactitud de estos métodos es controvertida cuando la pradera es muy heterogénea, el pasto está tendido o las condiciones de humedad son extremas.

Conociendo la disponibilidad de materia seca de una pastura, se podrán tomar decisiones de su modo de **utilización**, ya sea si será destinada a pastoreo o a corte. Si la elección es dejar que los animales hagan pastoreo directo sobre ella, esta disponibilidad es de vital importancia para tomar decisiones sobre el **manejo del ganado** en determinadas superficies del predio, para así realizar un uso apropiado del recurso sin sobreexplotarlo.

## Consumo de Materia Seca

Según MUSLERA y RATERA (1991), la ingestión del animal depende de la cantidad de pasto disponible, existiendo un nivel crítico por debajo del cual disminuye muy rápidamente (300 kg m.s/ha, aproximadamente). La utilización por los animales del pasto disponible está en función del número y tamaño de los bocados y del tiempo de pastoreo. En una situación de escasez de oferta, el animal sólo puede mantener la cantidad de pasto ingerida aumentando el tiempo de pastoreo, a lo que tienden los animales, pero con limitaciones.

La ingestión de forraje está, por lo tanto, influenciada por la estatura y densidad del pastizal, es decir, por la disponibilidad de materia seca. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el pasto disponible inicialmente, o su altura, son insuficientes para explicar las variaciones en la ingestión de forraje, porque también depende de la estructura de la pradera y de las dificultades que presente al pastoreo.

El consumo de pasto y la disponibilidad de éste, determinan el **manejo del ganado**. Se decidirá, de acuerdo a estos parámetros, la distribución espacial del ganado en determinadas superficies, realizando un uso que asegure un desarrollo sostenido de ese pastizal en épocas posteriores. Es, en éste momento, donde se debe elegir el sistema de pastoreo a utilizar, el cual deberá ser racional, evitando causar algún tipo de daño ecológico, por este motivo, y para lograr una rápida recuperación de la pradera pastoreada, se aconseja dejar un remanente, éste será considerado como un **residuo** dentro de la disponibilidad de materia seca ya que no será consumido por los animales.

## Retenciones y Deyecciones

Se considera como retenciones a toda la materia seca ingerida por el ganado que es utilizada en forma de energía para la realización de los procesos metabólicos de mantenimiento y engorda. Dentro de estos gastos energéticos se encuentran los de **mantención**, **producción** y el de **costo ecológico de cosecha**, éste último se refiere al costo de energía que tiene para el animal obtener el alimento desde determinado lugar, siendo alto éste valor para pastoreos en zonas con elevadas pendientes y mínimo para animales que se encuentran en confinamiento.

Las deyecciones son la cantidad de materia seca que no es aprovechada por el animal y que es eliminada en forma de heces.

Los montones de excrementos que el ganado deja cubren el pastizal e impiden su crecimiento. Promueven, además, un rápido y exuberante crecimiento del pasto en una estrecha franja a su alrededor, el que es comúnmente llamado "cerro isla" (Figura 2.3.), posiblemente por exceso de nutrientes en el contenido de pasto, que es despreciado por los animales. Para evitarlo conviene extender los excrementos por todo el potrero mediante una rastra de neumáticos, lo que supone un uniforme aporte de materia orgánica en toda la superficie, que provocaría un rápido rebrote del pastizal (HYCKA, 1993).

Estas deyecciones pueden ser utilizadas en otros casos para regenerar las praderas, mediante el sistema de siembra bocanal.



FIGURA 2.3. "Cerros Islas" por deyecciones animales. (Fotografía: Alejandro Santibáñez)

## Producción de Ganado

La producción animal es el principal resultado obtenido gracias al aprovechamiento del pastizal como base de la alimentación del ganado.

La alimentación utilizando la pradera, tiene el inconveniente de que la producción es estacional, y en muchos casos es insuficiente para atender las necesidades del ganado. La ordenación del recurso pastoril debe orientarse a conseguir que las épocas de mayor necesidad de los animales coincidan con las de mayor producción de la pradera.

El balance entre las necesidades del alimento de los animales y la producción de la pradera no viene sólo determinado exclusivamente por la situación de crecimiento estacional de la pradera. En gran parte, está determinado por decisiones de manejo en las que se ha definido la carga animal, fechas de parición, épocas de almacenamiento de forrajes, etc. (MUSLERA Y RATERA, 1991).

### Cosecha de ganado

La cosecha de ganado es el resultado de la producción animal utilizando al pastizal como fuente alimenticia. Esta cosecha de ganado se traduce en kg de carne producidos por ha y es el producto final de todo el sistema ganadero. Mientras mayor sea este resultado (Kg carne/ha) se está en presencia de un sistema

explotado en forma exitosa; es decir, que se está realizando un uso racional del recurso pastoril, tomando en cuenta todos los factores que influyen en él, permitiendo así el desarrollo sostenido de la actividad ganadera sin la degradación del pastizal.

Finalmente, la implementación de un buen programa de producción ganadera, que involucre aspectos de manejo del ganado, aspectos relacionados con la estacionalidad de las praderas y pasturas, conservación de las mismas, utilización de recursos forrajeros conservados, etc., se verá reflejado en la producción animal por hectárea, para los diferentes sistemas productivos, aspecto que se busca optimizar, bajo cualquier sistema de producción, sea éste de índole ganadero u otro.

### 3. FORMAS VITALES Y FAMILIAS

#### INTRODUCCIÓN

La forma que el cuerpo vegetativo de la planta presenta, como resultado de todos los procesos vitales que son modificados por el ambiente, ha sido designada "forma vegetativa", "forma de crecimiento" o "forma biológica". En cada una de estas formas biológicas se reúnen aquellos organismos que muestran similares adaptaciones morfológicas al complejo ambiental (BRAUN-BLANQUET, 1950).

El sistema de Raunkier basado en principios morfológicos y biológicos válidos, se caracteriza por su sencillez, claridad y brevedad. El principio de clasificación es simple: la adaptación de las plantas a la estación desfavorable. Las plantas con similares adaptaciones se agrupan en cinco tipos principales (categorías de formas biológicas). Dentro de cada categoría se distingue un cierto número de subtipos o grupos de formas biológicas (BRAUN-BLANQUET, 1950).

En el siguiente capítulo se analizan las formas vitales y familias que cumplen un papel importante en el ecosistema pastizal, haciendo una caracterización de las principales especies que forman parte de él.

#### FORMAS VITALES

La posición de las plantas en este sistema se determina por la colocación y protección de los órganos de perpetuación durante la estación desfavorable, esto es durante el invierno frío o el verano cálido y seco. Basándose en este carácter Raunkier distingue: fanerófitas, caméfitas, hemicriptófitas, criptófitas y terófitas. Posteriormente Braun-Blanquet llegó a la conclusión que para muchas especies, su éxito en la lucha por la existencia no depende de sus condiciones más o menos propicias para pasar la estación desfavorable (invierno), sino más bien de su adaptación al verano fresco y muy corto (BRAUN-BLANQUET, 1950).

El sistema de Raunkier modificado por BRAUN-BLANQUET (1950) es el siguiente:

#### Terófitas

Plantas anuales que completan su ciclo de vida desde la germinación hasta la maduración de las semillas dentro de un solo período vegetativo. Sus semillas o esporas pasan la estación desfavorable bajo el sustrato. Por esta razón y por su gran movilidad tienen una distribución muy amplia, aún en las regiones desfavorables, cálidas y secas de la tierra (Figura 3.1.) (Ej. *Bromus mollis*, *Koeleria phleoides*, entre otras.).



FIGURA 3.1. *Bromus mollis*. (Fotografía: Seminario de Biogeografía Topheus)

#### Hidrófitas

Comprende a todas las plantas acuáticas sin considerar el plankton. Sus órganos de perpetuación están sumergidos en el agua durante la estación desfavorable (Figura 3.2.) (Ej. *Elodea sp*, *Miriophyllum sp*).



FIGURA 3.2. *Elodea sp*. (Fotografía: Universidad de Wisconsin, Departamento de Botánica)

## Geófitas

Plantas con órganos de perpetuación (yemas, micelio) enterrados en el sustrato y por lo tanto poco expuestos durante la estación desfavorable (Figura 3.3.) (Ej. *Juncus sp.*, *Oxalis australis*).

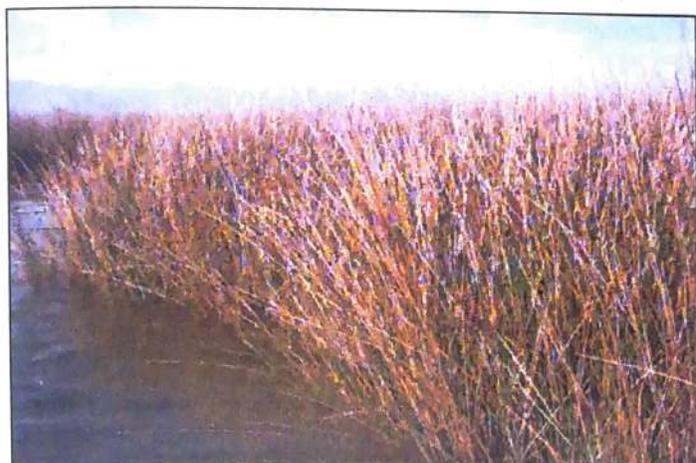


FIGURA 3.3. *Juncus sp.* (Fotografía: Carolina Coastal Science)

## Hemicriptófitas

Plantas con tallos perennes y yemas junto a la superficie del suelo. A menudo, están protegidas por una capa de escamas, hojas o vainas de hojas, vivas o muertas. Esta categoría se caracteriza por la gran variedad en el desarrollo de los vástagos vegetativos (Figura 3.4.) (Ej. *Medicago sativa*, *Bromus catharticus*, entre otras).

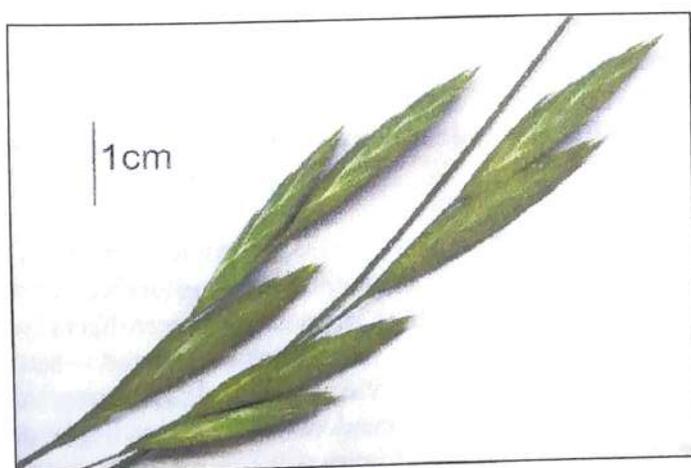


FIGURA 3.4. *Bromus catharticus*. (Fotografía: Jossette Argaud)

## Caméfitas

Plantas leñosas bajas con yemas de renuevo por encima de la superficie del suelo (0-25 cm); gozan de la protección que les brinda la planta misma, ya sea por medio de mecanismos protectores sobre la yema o por crecimiento denso o por tallos muertos (Figura 3.5.) (Ej. *Haplopappus glutinosus*, *Adesmia mycophylla*).



FIGURA 3.5. *Haplopappus glutinosus*. (Fotografía: Horticopia: Online Plant Information)

## Fanerófitas

Son especialmente los árboles y arbustos que llevan sus yemas de renuevo sobre vástagos erguidos de 25 a 30 cm de alto por lo menos y, por lo tanto, más expuestos a las condiciones climáticas desfavorables que cualquier otra de las formas mencionadas anteriormente.

Entre las numerosas formas de fanerófitas, se da importancia a siete grupos principales caracterizados por la altura, duración del follaje y protección de las yemas.

### Nanofanerófitas (arbustos)

Con yemas de renuevo aproximadamente a una altura de 0,25 a 2 m sobre el nivel del suelo; un grupo muy variado, con muchas subdivisiones (Figura 3.6.) (Ej. *Acacia caven*, *Porlieria chilensis*).

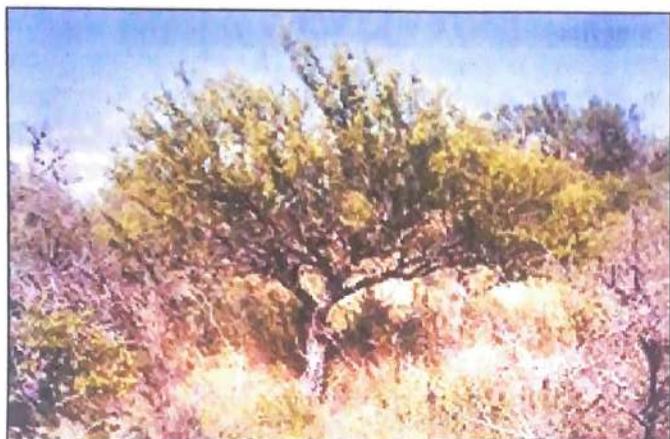


FIGURA 3.6. *Acacia caven*. (Fotografía: Gustavo Achurra)

**Microfanerófitas** (árboles de menos de 8 m de estatura)

Cuyas yemas de rebrote se encuentran entre 2 m y 8 m (Figura 3.7.) (Ej. *Peumus boldus*) (GASTÓ, SILVA y COSIO, 1990).



FIGURA 3.7. *Peumus boldus*. (Fotografía: Daniela Canessa)

**Mesofanerófitas**

Árboles cuyas yemas de rebrote se ubican entre 8 m y 30 m (GASTÓ, SILVA y COSIO, 1990).

**Megafanerófitas**

Árboles cuyas yemas de rebrote se encuentran sobre los 30 m (GASTÓ, SILVA y COSIO, 1990).

**Fanerófitas Suculentas** (tallos suculentos)

Caracterizados por la falta de hojas y por tejidos de reserva de agua, carnosos y débilmente lignificados. Están muy bien adaptados a las condiciones de estepa y desierto y ocupan principalmente las regiones desérticas de la tierra, alcanzando su culminación en las cactáceas de Norte y Sudamérica (Figura 3.8.) (Ej. *Trichocereus chilensis*, *Eulichnia acida*)

**Fanerófitas Herbáceas** (tallos herbáceos)

Plantas características de regiones ecuatoriales húmedas y cálidas; con el tamaño de árboles o arbustos, pero con vástagos aéreos débilmente lignificados, herbáceos y por lo tanto tiernos; hojas en general grandes y yemas desnudas. Prosperan especialmente bien bajo la protección de árboles más altos.



FIGURA 3.8. *Trichocereus chilensis*. (Fotografía: Columnar Cacti)

**Fanerófitas escandentes** (Lianas)

Plantas trepadoras cuyas yemas de renuevo pasan la estación desfavorable bien altas sobre el suelo. Las verdaderas lianas, plantas leñosas que crecen hacia la luz sosteniéndose en distintos soportes, son características de la selva virgen tropical. Dececen en número al alejarse del Ecuador. Sólo algunas llegan a la zona frío-templada (Figura 3.9.) (Ej. *Clematis sp*, *Hedera sp* y *Lonicera sp*)

**Epífitas** (Epífitas arbóreas)

Fanerófitas independientes, muy especializadas. Se establecen sobre troncos y ramas y viven a expensas de sustancias alimenticias acumuladas entre las grietas

y ángulos de la corteza de otras plantas (Ej. *Tillanica sp*).



FIGURA 3.9. *Lonicera japónica*. (Fotografía: Daniela Canessa)

## PRINCIPALES FAMILIAS DE PASTIZALES

### Papilionáceas

Las leguminosas forrajeras y pratenses de mayor utilización en nuestras condiciones pertenecen casi todas a la familia de las Papilionáceas, constituyendo junto con las gramíneas, los dos grandes grupos de plantas más interesantes en praderas, pasturas y rastrojeras (MUSLERA y RATERA, 1991).

Dentro de las Papilionáceas existen dos géneros: *Trifolium* y *Medicago*, a los cuales pertenecen la mayor parte de las especies usadas en los pastizales. A partir de dichos géneros se continúan seleccionando especies y cultivares adaptados a las más diversas necesidades de cada ecosistema (MUSLERA y RATERA, 1991).

Las leguminosas no requieren nitrógeno del suelo, pues fijan nitrógeno del aire en forma de  $\text{NO}_3$  mediante las bacterias del género *Rhizobium sp* ubicadas en los nódulos de las plantas. Éstas son de alta calidad nutritiva para la alimentación de rumiantes. Se adaptan bien para ser asociadas con otras especies sobre todo gramíneas, siendo ésta una mezcla de gran calidad nutritiva y de alto rendimiento.

Son evidentes dos características fundamentales que valoran a todos los géneros y especies de las leguminosas en mayor o menor grado: su excepcional calidad nutritiva en términos proteicos y minerales y sus grandes posibilidades no sólo de autoabastecerse

del nitrógeno necesario para su crecimiento y desarrollo, sino también de cederlo al suelo, y a través de él a las demás plantas acompañantes (MUSLERA y RATERA, 1991).

De esta forma, es fundamental contar con su presencia en la mayor parte de las situaciones de climas mediterráneos o templados, para utilizarlas en cualquier mezcla pratense, o incluso en pasturas, praderas y/o cultivos forrajeros anuales. El objetivo es conseguir con la leguminosa una máxima fijación simbiótica de nitrógeno, y a través de ella, lograr la máxima productividad de todas las plantas componentes de la pradera o pastura, utilizando en lo posible al animal en su ciclo de ingestión-excreción, como etapa intermedia.

Haciendo un buen manejo de las leguminosas se pueden mejorar las especies acompañantes. El pasto o forraje que producen es de alta calidad nutritiva, bajo contenido en fibra, mayor contenido de H. de C. solubles e insolubles; doble contenido en minerales P y Ca que las gramíneas y alto contenido en proteína. La productividad varía entre 22 a 24 ton m.s/ha/año, en mezcla y de 10 ton m.s/ha/año en *Trifolium sp* cuando se producen solas sin mezcla. Las productividades variarán según la especie y el sitio.

El problema que se plantea es producir pasto o forraje cuando se necesita. No se podrá elegir una especie sólo porque su producción es la más alta. Hay que elegir la mejor combinación de forma que satisfaga las necesidades y éstas no son siempre el producir lo máximo, sino que éste sea de alta calidad nutritiva.

Ejemplo:

- Para hacer henificado se recomienda *Trifolium pratense* o *Medicago sativa*.
- Para evitar meteorismo usar *Lotus corniculatus*
- En problemas de baja fertilidad, falta de P utilizar *Lotus uliginosus*
- Para utilizar como pastoreo *Trifolium repens*, aunque cuando se encuentra solo tiene una alta incidencia de meteorismo.

Los factores a tener en cuenta serán la productividad total, la productividad estacional y la capacidad de

mantenerse esa especie en el terreno, es decir mantener o mejorar la condición del pastizal.

Dentro de este grupo se pueden distinguir a su vez varios tipos de especies según su morfología y estrategia:

1. Leguminosas con estolones que son rastreras (*Trifolium repens*)
2. Leguminosas con raíz pivotante y corona desarrollada (*Medicago sativa*)
3. Terófitas anuales de autorresiembr y enterramiento de semillas (*Trifolium michelianum*)
4. Leguminosas anuales de autorresiembr con semillas ubicadas en el ápice (*Trifolium hirtum*)
5. Leguminosas anuales para suelos calcáreos (*Medicago truncatula*)
6. Leguminosas anuales invernales (*Vicia sativa* – *Trifolium alexandrinum*)

## Poáceas

Las poáceas son el principal componente de muchas praderas. Constan de un tallo cilíndrico articulado en ciertos puntos o nudos, a lo largo del cual se insertan las hojas, generalmente en posición alternante u opuesta. Cada tallo está formado por una serie de órganos foliares u hojas que salen del correspondiente nudo, constituidas por una vaina que envuelve el tallo y una lámina o limbo que suele ser larga y estrecha, que se aparta del tallo. En la unión entre la vaina y el limbo se produce un cambio de dirección como consecuencia de la cual aparece la lígula y las aurículas. La presencia o ausencia de aurículas y lígula, así como su morfología sirven para la diferenciación entre las especies (MUSLERA y RATERA, 1991).

Las vainas, por su forma, pueden ser cilíndricas (*Festuca*) o aplastadas (*Dactylis*), en general, cerradas en su parte inferior y abiertas en la superior. El limbo, conocido como hoja, es alargado y terminado en punta más o menos aguda. En su estado joven pueden estar dobladas (*Dactylis*, *Poa*) o enrolladas (*Phalaris*, *Holcus*, *Festuca*).

Se pueden distinguir dos tipos de raíces, seminales que aparecen en la germinación del grano y nodales o adventicias, que aparecen de los nudos inferiores y tienen a su cargo la alimentación de la planta una vez

que han desaparecido las raíces seminales (MUSLERA y RATERA, 1991).

Cuando la planta pasa del estado vegetativo al reproductivo, se inicia un rápido alargamiento de las partes del tallo situadas entre los nudos, conocido como fase de encañado. El resultado es la aparición de un tallo largo o caña claramente visible, terminado en inflorescencia. La caña es hueca entre los nudos, que en número y longitud variable forman el tallo, el cual sirve de conducción de agua y alimentos entre la raíz, las hojas, flores, y soporte de inflorescencia (MUSLERA y RATERA, 1991).

La inflorescencia está formada por muchas flores, generalmente ocultas dentro de las espiguillas. El conjunto de espiguillas forma la inflorescencia, que adopta básicamente tres formas, aunque varía mucho en su forma, tamaño y densidad. La más típica es la espiga, en la que las espiguillas se insertan sobre el tallo principal directamente (*Lolium*). Si las espiguillas se insertan sobre el tallo, pero tiene un pedicelo, forman un racimo. Pero la inflorescencia más común entre las gramíneas es la panícula o panoja; en ella las espiguillas están sobre ramificaciones o ramas del tallo principal (MUSLERA y RATERA, 1991).

El fruto de las gramíneas es el normalmente llamado grano o botánicamente cariósipide.

Se puede distinguir, al igual que con las leguminosas, varios grupos de gramíneas:

1. Gramíneas perennes de clima templado (*Lolium perenne*, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*)
2. Gramíneas perennes de climas templados secoestivales con hojas basales (*Phalaris aquatica*, *Agropyrum sp*)
3. Gramíneas perennes de climas templados secoestivales con hojas caulinares (*Piptatherum miliaceum*)
4. Gramíneas tropicales y subtropicales (*Paspalum dilatatum*, *Chloris gayana*, *Digitaria decumbes*, *Pennisetum clandestinum*, *Sorghum halapensis*, *Cynodon nenufluensis*)
5. Gramíneas templadas anuales de resiembra (*Lolium multiflorum*, *Lolium rigidum*, *Lolium subulatum*, *Bromus mollis*, *Hordeum murinum*)
6. Gramíneas anuales de verano (*Zea mays*, *Sorghum vulgare* var. *Sudanense*)

## CARACTERIZACIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE PASTIZALES SEGÚN FAMILIA Y FORMA VITAL

### Leguminosas

#### Hemicriptófitas

##### Trifolium repens (Trébol Blanco)

El Trébol Blanco (Figura 3.10.), es una planta perenne hemicriptófitas de larga vida y hábitos rastreros, las raíces nacen en los nudos y su crecimiento se produce fundamentalmente en la primavera y en otoño.



FIGURA 3.10. *Trifolium repens* (Trébol Blanco) en Magallanes (Fotografía: Alejandra Poblete)

En clima templado húmedo-estival es ésta la leguminosa más importante. Especie originaria del Este del Mediterráneo y del Asia Menor, que se encuentra distribuida en todo el mundo. En climas secoestivales como en Chile, debe complementarse con riego.

Se recomienda esta especie cuando la precipitación es mayor de 1000 mm y donde no hay una sequía estival mayor a dos meses, debido a que no resiste altas temperaturas. Es de fácil diseminación incluso por el estiércol. Tiene una alta producción de N, por fijación simbiótica, de ahí que muchas veces se introduzca como una estrategia de producir Nitrógeno.

Al aplicar altas fertilizaciones de N (más de 200 kg/ha), como es el caso de Europa, esta planta pasa a ser subdominante debido a exceso de crecimiento de gramíneas tanto sembradas o naturalizadas.

La planta consta de una raíz pivotante central de la que surgen más tarde los estolones y que va perdiendo hegemonía con el tiempo. Posee sistema radical muy superficial (10-20cm) y por esto necesita riego frecuente o lluvias regulares, pues su capacidad de absorción de agua de la tierra queda muy reducida. No necesita altas dosis de siembra, ya que tiene gran capacidad de ramificación (estolones) y mecanismo asexual muy prolífico. La dosis recomendada de semilla en la siembra oscila entre 1 y 3 kg/ha.

A más de 30°C se detiene su crecimiento. Hojas características de peciolo vertical y una mancha blanca en el centro de los folíolos que varía según el grado de fertilización. En los nudos se producen las hojas, las raíces y las cabezuelas florales, con 40-60 flores de color blanco o rosáceo, que son autoestériles.

El ganado corta el peciolo cuando pasta y deja cortado el resto con las reservas estructurales, esto le lleva a tener una de las más rápidas recuperaciones (18-20 días, aproximadamente).

Las semillas son muy pequeñas, del tamaño de una cabeza de alfiler. Un kg puede contener alrededor de 1.540.000 – 1.800.000 semillas. Si se siembra 1 kg/ha se tendrá una densidad de 154 semillas/m<sup>2</sup> si la distribución es regular. A veces, se llega a sembrar tres veces esta cantidad. Con densidades de 50 plantas/m<sup>2</sup> se mantiene un buen pastizal; se han dado casos en los que pastizales con una planta/m<sup>2</sup> se han podido recuperar. Tiene un alto porcentaje de semilla dura que se ablanda con la trilla.

Posee alto valor nutritivo y de una composición química que varía muy poco según el movimiento de la cosecha.

Se asocia bien con gramíneas (*Lolium perenne*) y otras leguminosas, pero es muy sensible a la falta de luz y el alto crecimiento de la gramínea puede llegar a afectarle. Si se quiere aumentar *Trifolium repens* se hará un pastoreo fuerte y si lo queremos destruir el pastoreo será liviano. Se usa generalmente para pastoreo, debido a su alto nivel nutritivo, apetecibilidad y alta resistencia.

En las regiones templadas, generalmente, no se necesita sembrar aunque algunas variedades de tréboles gigantes (*latum* o ladinos) en un principio requieren una siembra.

En Santiago, en condiciones de riego, se han obtenido rendimientos de 11,5 y 10,6 ton M.S/ha para el trébol ladino y blanco, respectivamente (SOTO y LÓPEZ, 1984c), señalándose (SILVA y LOZANO, 1982) que el trébol blanco es una de las especies de más alta tasa de crecimiento (80-100 kg/m.s/día) (ZULETA, 1991) cuando las condiciones ambientales son las más adecuadas para esta especie (BERENQUER, 2003).

Las variedades más difundidas en Chile son Pitau, Huia y Ladino corriente (SOTO, 1986). Las dos primeras son más rústicas y pueden soportar, incluso, pastoreo intenso con ovinos. Las variedades de hoja grande tipo ladino, Italia y Regal, son aptas para pastoreo con bovinos y se prestan, también, para la cosecha de forraje (ACUÑA, 1994).

Las mezclas más apropiadas se pueden realizar con poáceas, tales como *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne* y *Dactylis glomerata* (SILVA y LOZANO, 1982).

#### *Trifolium fragiferum* (Trébol Frutilla)

El Trébol Frutilla (Figura 3.11.), es una especie de origen mediterráneo, se encuentra silvestre en la Península Ibérica que suele tener muy buenas condiciones para el crecimiento del pasto (suelos no lixiviados, humedad mediterránea y años de pastoreo).

Apariencia similar a *Trifolium repens*, de color verde más oscuro y borde de los folíolos un poco más serrados, flores de color y forma de fresa.



FIGURA 3.11. *Trifolium fragiferum* (Trébol frutilla) en Quintero. (Fotografía: Alejandra Poblete)

Se siembra en suelos con demasiada humedad o salinidad para *Trifolium repens*. En los ambientes fértiles y bien drenados debe ir éste último.

Normalmente se le encuentra en pastizales naturales en distrito depresional, de pobre drenaje interno (Ej. Vega, Quintero; Vega Veranada de Montaña " El Yeso", Chile).

La planta germina con una raíz vigorosa que es hegemónica todo el tiempo y de la que parten estolones en forma radical. Invade y se disemina bien por las heces, para ello se deja que un pasto semille y se introduce el ganado que luego se llevará a otro sitio donde elimine las heces.

En estudios realizados en esta especie en la zona central de riego en suelo arcilloso con pH cercano a 9.0 se han obtenido productividades en dos temporadas de 21,2 ton M.S/ha (LÓPEZ, 1996).

Aunque existen muchas variedades, en Chile las más conocidas son Palestine y O' Connors (LÓPEZ, 1996).

Se hace una siembra directa en dosis muy bajas de aproximadamente 0,5 a 1 kg/ha.

Siembra en suelos de pH entre 5,5 y 7, hasta 9, en sectores de secanos frescos con algo de lluvia estival o riego. Anda bien en sectores salinos en mezcla con *Festuca sp.*

#### *Trifolium pratense* (Trébol rosado)

Es, además de la alfalfa, la típica pastura aunque éste se debe sembrar en climas más fríos. Ambos tienen un comportamiento similar; consta de una corona no tan desarrollada como la alfalfa y ambos fueron inventados para mantener un barbecho cubierto.

Después de un cultivo, se rotura y se siembra el trébol; este se mantiene durante dos inviernos y un verano o bien tres inviernos y dos veranos, según variedades para aprovechar el barbecho.

Existen variedades de tres tipos:

- Variedades de un corte: son las más tardías y se producen en los países nórdicos.
- Variedades de dos cortes
- Variedades de tres o cuatro cortes.

Los tréboles rosados (Figura 3.12.) pueden producir buenos rendimientos en los países templados y mediterráneos. Es una planta altamente productiva que proporciona un heno de gran calidad, pero en las zonas donde se pueda sembrar alfalfa se debe poner ésta.



FIGURA 3.12. *Trifolium pratense* (Trébol Rosado) en Cauquenes. (Fotografía: Patricia Villalón)

Se recomiendan dosis de 2-3-4 kg/ha en mezcla y cuando se siembra sólo dosis de 8 kg/ha. Así en los primeros dos años la producción es alta pero luego comienzan a desaparecer. Algo similar ocurre en las mezclas donde hay alfalfa, ésta produce mucho sólo los dos primeros años.

Apta para sembrar en regiones de veranos fríos y suelos ácidos.

#### *Medicago sativa* (Alfalfa)

La alfalfa (Figura 3.13.) es una planta Originaria del sureste de Asia (Irán-Persia), ya en el 490 a. de c. se cultivaba en Grecia. En España existen unas 334.780 ha cultivadas de las cuales 88.800 están en secano.

Crecimiento erecto, puede alcanzar 60-80 cm de estatura. Se diferencia de los *Trifolium* en que el pedicelo de la hoja central es más largo. Hojas

normalmente glabras y tallos sólidos o huecos. Flores de color violeta, azul o púrpura en racimos en las axilas de las hojas.

En *Medicago falcata* las flores son de color amarillo y ésta se cultiva en sitios muy fríos (natural de Rusia).

La alfalfa es típica para el pastoreo rotativo o la siega. Son plantas que necesitan un gran período de recuperación y un período de utilización breve.



FIGURA 3.13. *Medicago sativa* (Alfalfa) en Limache. (Fotografía: Daniela Canessa)

Corona muy desarrollada, sistema radical fuerte y profundo, crecimiento desde el punto terminal o ápice (igual que *Trepens* con la diferencia de que éste es rastrero). Se adapta bien a una gran gama de suelos siempre bien drenados (desde suelos arenosos hasta arcillosos). Acepta, incluso, bastante salinidad, pero en ningún caso acepta la acidez, necesita  $\text{pH} > 5,6$  (suelos neutros o algo alcalinos). Cuando el suelo presenta acidez se debe aplicar sobre 4000kg Cal/ha, al establecimiento y sobre 2000 kg/ha de manutención, al voleo. Se desarrolla en suelos de regiones áridas ricos en cal con poca lluvia y baja lixiviación por lo que necesariamente se ha de aportar agua.

Hay dos especies de alfalfa:

*M. sativa*: de crecimiento erecto y flores violáceas.

*M. falcata*: de crecimiento rastrero y flores amarillas. Existe una tercera especie que nace de un cruce de las dos anteriores, se trata de *M. media* o *M. varia*, de flores jaspeadas.

A la hora de elegir alguna variedad se debe tener en cuenta la capacidad de adaptación al medio ambiente y que la latencia invernal sea mínima aunque ajustada al

clima. Esto está directamente relacionado con el número de cortes que se puedan dar en un año. Muchas de las variedades mediterráneas apenas tienen latencia invernal.

Variedades de secano:

- Ampurdan
- Tierra de campos
- Mediterránea: -Valencia
  - Totana
  - Vicuña

La variedad mediterránea produce uno o más cortes. La variedad Aragón (Urgel y Navarra) es la más comercializada en España, ocupa el 98% de los alfalfares del país.

Variedades introducidas:

- Moapa: con algo de crecimiento invernal y sensible a *Meloidogyne sp.*
- Rayen: con algún crecimiento invernal y medianamente resistente a nematodo de la raíz.
- Lahontan: Sin crecimiento invernal y resistente a *Meloidogyne sp.*
- Water Loomis (W.L) (212,213,214,218)
- California (40, 50)

Tiene alrededor de 442.000 semillas por kg y la densidad ideal de plantas es de 40 a 100 plantas/m<sup>2</sup>. Su dosis de siembra cuando está sola es de 12-15 kg/ha, en mezcla se recomiendan dosis de 6-10 kg/ha. Puede sembrarse con un cereal (*Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare*) pero no es muy recomendable, ya que es mejor sembrarla sola después de éste.

La época de siembra dependerá del tipo de invierno existente en la región. Se recomienda sembrar en primavera, a salidas de invierno, o bien en otoño cuando las temperaturas de invierno no bajen de cero. No obstante, el período de latencia impedirá el crecimiento. En este caso se hará una siembra temprana para entrar en latencia con una planta grande. Se tratará de sembrar cuando el suelo esté lo suficientemente húmedo para evitar un posterior riego, ya que puede existir pérdida por arrastre de semilla.

Los requerimientos en fertilizantes no suelen ser altos debido a que el establecimiento se tiende a hacer en suelos ricos en nutrientes. Se recomienda agregar P (150-250 kg de anhídrido fosfórico por ha) y K<sub>2</sub>O, siempre según requerimientos de suelo. El nitrógeno no se aplica o sólo 20 kg/ha en el inicio y establecimiento por problemas de inoculación. En suelos con cierta acidez conviene agregar cal.

La producción de un alfalfar bajo riego puede variar desde 19.000 kg/ha hasta 22-23 mil kg/ha. Se debe producir no obstante, un heno de buena calidad, ya que si no es así la alfalfa pierde su valor. Para ello se debe tener un buen acondicionador de forraje para que el proceso de henificación no supere la duración de un día.

Debido a su alta productividad se pueden encontrar deficiencias de minerales secundarios (Co, Fe, S, Mn). El manejo viene dado por las reservas de H. de C; se necesitará un control sobre éstas. Es necesario que se produzca la acumulación de reservas antes del corte y ello viene a ser cuando hay un 5-10% aproximado de floración o bien cuando el rebrote no tenga más de 4 cm (Cuadro 3.1) (criterio a seguir en época de otoño e invierno cuando no se produce la floración).

Se puede hacer un pastoreo pero sin dejar permanentemente el ganado. Para ello, se utilizará un cerco eléctrico, teniendo en cuenta una superficie de 40 m<sup>2</sup> por animal y día. Se debe evitar el timpanismo y una estrategia para ello sería no introducir animales cuando hay rocío: por la tarde para que coma las hojas más tiernas y luego por la mañana, previa alimentación con paja de *Triticum aestivum* u otra, en la zona parcialmente cosechada el día anterior.

No obstante, *Medicago sativa* debe utilizarse fundamentalmente para heno.

Previo a la cosecha, se debe haber regado suficiente para que, aunque en el momento del corte esté seco, tenga la suficiente humedad para el rebrote.

El ensilaje en alfalfa, como en otras leguminosas, resulta de difícil elaboración debido al alto contenido de agua y bajo contenido en azúcares fermentados y alto contenido de ácidos orgánicos (Ac. cítrico) y alto contenido de proteína.

En las mezclas, la alfalfa puede ir con especies de crecimiento invernal (*Dactylis*, *Festuca* o *Lolium*) o bien con plantas de crecimiento en verano (*Paspalum* o Pasto Bahía y *Chloris* o Pasto Rodas).

Puede ser utilizable como planta también para épocas con déficit o exceso de pasto.

CUADRO 3.1. Influencia de la altura de la planta en el momento del corte en la densidad y producción en un alfalfar.

	Estatura de la siega			Inic. flor	Plena flor
	20	30	40		
Densidad Pl/m <sup>2</sup>	53	78	98	110	141
Producción kgMS/ha	6560	11520	12260	12298	14850

(Fuente: Apuntes de Clases Juan Gastó)

#### *Lotus corniculatus*-*Lotus tenuis* (Lotera)

Esta especie se siembra cuando existen problemas de fertilidad en el suelo que son imposibles de corregir. Corresponde a una especie de hoja ancha con corona desarrollada, sin estolones y con raíz pivotante y profunda, su hábito de crecimiento es erecto (LÓPEZ, 1996).

Puede ser establecida en diferentes partes del país gracias a su fácil adaptación, es así, como se puede encontrar en los suelos alcalinos y secos en invierno del norte de Chile y también en los ácidos y húmedos del sur, donde se cultiva preferentemente *Lotus pedunculatus* (LÓPEZ, 1996).

La productividad de esta especie varía según las características del suelo, dentro de las cuales las que tienen mayor influencia son textura, acidez y drenaje. Se han encontrado productividades entre 12 y 16 ton m.s/ha (ZULETA, 1991).

La variedad más importante en nuestro país corresponde al cultivar Quimey (SOTO, 1986).

La mezcla con la que se han obtenido mayores resultados en cuanto a rendimiento es *Phalaris aquatica*, debido a que ambas especies son de lento establecimiento y no compiten en las primeras etapas del cultivo. Con esta mezcla se pueden obtener

aproximadamente 12 ton M.S/ha de productividad. (AGUILA, 1981).

#### Terófitas

##### *Trifolium subterraneum* (Trébol subterráneo)

Se consideran actualmente tres especies, las cuales son silvestres en la Península Ibérica. Son típicas plantas de clima mediterráneo (invierno poco frío y verano seco). Son plantas que han desarrollado la estrategia de escape a la sequía (otras plantas nativas como *Festuca*, *Dactylis* o *Lolium* tienen la estrategia de resistir a la sequía y no pierden la capacidad de colonizar terreno cuando viene la estación de lluvias).

Esta planta ya se había descrito en estas zonas, pero no comenzó a tener importancia hasta que en 1887 un granjero australiano Mr. Howard comenzó a escribir sobre ella. Se ha llegado a hablar de la revolución de trébol subterráneo junto con la revolución del superfosfato procedente de las escorias Thomas (subproducto de la industria australiana). La riqueza de este país se basa, en gran medida, en las 20 millones de ha sembradas con esta planta.

Se han descrito varias etapas:

- Etapa de utilización masiva del fósforo
- Etapa de uso de microelementos
- Desarrollo del T. Subterráneo en suelos marginales de cereales (Lay-farming o rotación cultivo pradera)

Donde la humedad no es suficiente para *Trifolium repens* debe establecerse *Trifolium subterraneum* (Figura 3.14.). Este debe considerarse como planta pionera y puede actuar como etapa intermedia para posteriormente sembrar otras como *T. repens*. Incrementa la fertilidad del terreno y produce acopio de agua en climas donde no llueve en verano. Su calidad y palatabilidad es mayor que en otros *Trifolium*. Requiere gran cantidad de P y en suelos calizos, además, requiere S; en suelos ácidos requiere cal.



FIGURA 3.14. *Trifolium subterraneum* (Trébol subterráneo) en Santo Domingo (Fotografía: Alejandro Santibáñez)

En su establecimiento es necesaria la fertilización de P, fundamentalmente. Siembra al voleo en cobertera (sin preparación) con buena implantación. Cuando existe la duda se debe sembrar con buena preparación del suelo. Se puede sembrar asociado al cereal, bien en mezclas o bien en líneas intercaladas. Se realizan siembras tempranas en otoño para que semille. En caso de establecimiento con cereal, el primer año se debe dejar semillar.

Planta anual de tallos rastreros de hasta 1 cm de longitud, normalmente de 10 a 20 cm. Hojas trifoliadas con una mancha roja en la estipula. Al ojo se pueden distinguir las tres especies:

*T. subterraneum*: hojas pequeñas pubescentes

*T. brachycalycinum*: hojas grandes, semilla más grande y más desarrollo en estatura. Se desarrolla bien en suelos neutros o poco básicos.

*T. yannicum*: color verde amarillento, va bien en sectores entre cardos.

Producen inflorescencias de tres a siete flores, media de cuatro, de las cuales sólo dos producen semillas, las otras dos forman un glomérulo o cestillo que se entierra. Con esta estrategia se puede cosechar la hoja sin cosechar la semilla.

Se han desarrollado en ambientes muy diversos, en clima mediterráneo existen más de 600 variedades. Pueden aceptar precipitaciones de 300 a 700 mm. Con precipitaciones de más de 800-1000 mm el freno de la sequía estival es menor y se puede sembrar *T. repens*.

GASTÓ, GALLARDO y CONTRERAS (1987) indican que en resultados experimentales comparando diferentes alternativas pratenses, fertilizadas y sin fertilizar, en terraza marina, indican, respectivamente, rendimientos promedio de 4,44 y 1,1 ton M.S/ha para la mezcla de *Phalaris tuberosa* y *Trifolium subterraneum*, según las precipitaciones y condición del pastizal.

Algunos ejemplos de variedades y su zona de adaptación se pueden observar en el cuadro 3.2. Las más conocidas en Chile son Dwalganup y Geraldton, que es una variedad precoz del país adaptable al secano costero de la zona central, con una precipitación aproximada de 400 mm. Las variedades Daliak, Clare y Marrar son recomendables para las zonas de secano costero con precipitaciones entre 400 y 700 mm. La variedad Mount Barker es adaptable a zonas con precipitaciones mayores, entre 800 y 1.300 mm (RUIZ, CABALLERO y JAHN, 1972).

CUADRO 3.2. Variedades de *Trifolium subterraneum*

Especie	Variedad	Precipitación
T. subterráneo	Geraldton	300 mm
T. subterráneo	Bucchus Marsh	500 mm
T. subterráneo	Daliak	350 mm
T. subterráneo	Mount Barker	550 mm
T. subterráneo	Tallarook	650 mm
T. yannicum	Yarloop	400 mm
T. brachycalycinum	Clare (*)	

(\*) buen crecimiento, poca longevidad  
(Fuente: Apuntes de Clases Juan Gastó)

*Trifolium subterraneum* tiene mucho de planta pionera y tiende a desaparecer a partir de dos años. Para una mayor longevidad y buen manejo utilizar variedades longevas (no Clare). Se han de tener muy en cuenta las gramíneas, se ha de fertilizar con P y utilizar densidades de siembra no muy altas.

#### *Trifolium incarnatum* (Trébol encarnado)

Corresponde a un trébol anual de crecimiento erecto, alcanzando una altura de 70 cm en el período de primavera. Sus hojas son de forma acorazonada con abundante pubescencia al igual que sus tallos. Las flores se ubican en racimos terminales largos y densos de color rojo brillante y en algunas ocasiones blancos. Estas flores no se autopolinizan, pero producen una considerable cantidad de polen accesible a toda clase de abejas que provocan la polinización entre plantas.

Las semillas maduran entre 24 a 30 días después de la floración, período en el que muere la planta (DEMANET *et al.*, 1989).

Presenta un crecimiento temprano en invierno, sin embrago, su mayor producción de forraje se logra en primavera (octubre-noviembre), produciéndose la maduración de las semillas a fines de diciembre (DEMANET *et al.*, 1989).

La productividad en invierno fluctúa entre 0,4 y 1,2 ton M.S/ha (julio-agosto), siendo un forraje tierno de excelente calidad y buena aceptación por el ganado. En primavera logra alrededor de 8-10 ton m.s/ha. (DEMANET *et al.*, 1989).

#### Medicago sp.

Con más de 30 especies son conocidos vulgarmente como carretones. Ocupan otros nichos diferentes a los tréboles subterráneos, más resistentes a la sequía sobreviven con precipitaciones entre 250 y 500 mm. Son de aspecto similar a las alfalfas tienen semillas en forma de espiral con estípulas que se adhieren a la piel de los animales. Tienen una proteína de alta calidad. Mientras en los campos de umbría aparecen las gramíneas en los campos de solana suelen estar los *Medicago*. Las especies más comunes son:

- *Medicago polymorpha* (*M. hispida*)(Figura 3.15.)
- *Medicago nigra*
- *Medicago truncatula* ( Cultivar Cyprus y Jemalog)

Son plantas mediterráneas que crecen en invierno con las primeras lluvias y se secan en verano. Pueden proporcionar una buena veranada como heno en pie. Crecen bastante bien pero tienen el peligro de que timpanizan al ganado muy fácilmente, sobre todo en primavera.

#### Trifolium alexandrinum (Trébol alejandrino)

Es una planta erecta, con hojas largas, delgadas y pubescentes en ambas superficies. El borde de las hojas es dentado hacia el ápice. Las flores son amarillas y pálidas, agrupadas en un solo botón en el tope de los tallos. Posee un sistema radical medianamente profundo y sus tallos nacen de una

corona superficial (BANK OF NEW SOUTH WALES, 1961).



FIGURA 3.15. *Medicago polymorpha* (Hualputra) en Quilamapu (Fotografía: INIA Quilamapu)

El trébol alejandrino es una especie anual, incapaz de regenerarse por sí misma lo suficiente como para mantener su producción más allá del año de siembra. Por esta razón, sembrada en verano o temprano en otoño crece a fines de esta estación, en invierno y parte de la primavera (ÁGUILA, 1979).

#### Vicia atropurpurea (Vicia)

Es una especie de anual que tiene la capacidad de producir forraje en época de escasez (invierno). Su única limitante es que requiere de altos niveles de fertilidad en el suelo (ROMERO, 1994).

En general, son exigentes en cuanto a textura, fertilidad del suelo y humedad, aunque la variedad atropurpúrea ha dado muestras de extraordinaria resistencia a la sequía, aún en suelos pobres y veranos calurosos como es la zona de Cauquenes. En general son bastante resistentes a las temperaturas invernales, lo que las hace de gran valor si están asociadas a un cereal (CEPEDA, 1963).

Los rendimientos para la asociación de avena-vicia alcanzan niveles superiores a las 10 ton M.S/ha (DEMANET, 2002).

La vicia asociada con avena o triticale es utilizada para la elaboración de ensilaje y eventualmente henos de mala calidad (DEMANET, 2002).

### *Atriplex* sp.

En Chile, hay una serie de especies que aportan forraje para los animales por medio de tallos, hijas, semillas o frutos. Por sus características especiales destacan las Chenopodiáceas; entre ellas, *Atriplex coquimbensis* Phil., *Atriplex atacamensis* Phil., *Atriplex deserticola* Phil. y *Atriplex repanda* Phil. Esta última especie ha sido la más estudiada; está distribuida desde Vallenar hasta Chincolco. Se encuentra preferentemente en ambientes salinos húmedos, donde, al parecer, presenta ventajas competitivas, con clima desértico en el sector norte y zona de transición en clima mediterráneo por el sur (BADILLA, 1975).

Las plantas del género *Atriplex* son especies arbustivas o leñosas bajas. De acuerdo a la estratificación utilizada por ETIENNE y PRADO (1982), son plantas anuales y perennes, de flores unisexuales, las masculinas sin brácteas con envoltura floral y las femeninas con brácteas sin envoltura floral; tienen de uno a cinco estambres unidos en la base y hojas lanceoladas con pelos glandulares y estrellados. Las semillas están envueltas en dos brácteas formando una nuez, dura y difícil de romper en el caso de *Atriplex repanda* (MUÑOZ, 1959).

Los arbustos forrajeros son valorados esencialmente debido a la propiedad de ser fuente de forrajes de ovejas y cabras en períodos secos, cuando no existe otra fuente natural de forraje verde, lo que ocurre durante el período de verano-otoño (MENESES y SQUELLA, 1996).

El manejo adecuado del recurso, que permite la persistencia de una producción estable, es el resultado de la interacción de los factores productivos inherentes a la planta y los factores inherentes al animal, siendo importante el efecto del pastoreo sobre la planta y la aceptación o rechazo al pastoreo (MENESES y SQUELLA, 1996).

El principal efecto del animal sobre la planta es producto del pastoreo, que puede provocar la eliminación del área foliar a niveles mínimos. La recuperación de la planta, en su comienzo depende esencialmente de las reservas de elementos nutritivos; más tarde, en forma gradual, la planta comienza a implementar la asimilación y elaboración de estos productos, hasta que existe un excedente a sus

necesidades, que almacena para los períodos críticos (WIENMAN, 1961; SMITH y SILVA, 1969; DONART y COOK, 1970).

Como la utilización del recurso de ramoneo abarca el comienzo del crecimiento de la estrata herbácea, es importante realizar rotaciones de potreros con el objeto de utilizarlos en los diferentes estados iniciales de desarrollo de las especies herbáceas para minimizar el daño sobre ellas (MENESES y SQUELLA, 1988).

### *Chamaecytisus proliferus* (Tagasaste)

Es un arbusto leñoso, siempre verde que alcanza una altura de 1 a 5 metros con crecimiento vigoroso y longevidad de 14 a 15 años. Sus ramas son delgadas y decumbentes, de las cuales emergen hojas trifoliadas que miden de 5 a 30 mm. Los folíolos son ovalo-lanceolados con vellosidades en el haz y con envés glabro. Las ramas son de color verde grisáceo debido a las vellosidades. Las ramas de mayor edad y el tronco son de color verde claro con manchas amarillo claro. Las ramas menores de 6 mm son comestibles, pero las mayores de un año desarrollan estructura leñosa (GUEVARA, SUZÁN Y HERNÁNDEZ, 2000).

El Tagasaste (Figura 3.16.) es una planta resistente a la sequía sobre todo cuando llega a la madurez. El tagasaste no soporta terrenos inundables, aunque sea por períodos cortos de tiempo. Tampoco se considera que sea tolerante a suelos salinos. Aunque existen ejemplos de tagasaste creciendo en limos y arcillas, la productividad es menor que en suelos más ligeros. En sitios con lluvias en invierno y 365 mm de precipitación anual llega a producir de 1,8 a 2,8 ton de forraje comestible por hectárea. La eficiencia de uso del agua se ha estimado en 5 a 8 kg de follaje comestible por mm de precipitación. En parte, la persistencia del tagasaste está dada por sus profundas raíces pivotantes que llegan a más de 10 metros de profundidad, aunque también desarrolla raíces laterales fibrosas a profundidades menores de un metro (GUEVARA, SUZÁN Y HERNÁNDEZ, 2000).

Por lo general, el tagasaste es resistente a las heladas, pero existen algunas condiciones en las que puede ser susceptible. Se ha notado que las heladas son perjudiciales cuando el tagasaste se planta a densidades bajas, cuando recibe mucho fertilizante, con plántulas jóvenes menores de seis meses o recién pastoreado. Es posible que el tagasaste resista heladas repetidas con temperaturas mínimas de 8 a 9 grados bajo cero. El daño puede observarse como pérdida de

hojas y muerte de centros de crecimiento en la punta de las ramas (GUEVARA, SUZÁN Y HERNÁNDEZ, 2000).



FIGURA 3.16. *Chamaecytisus proliferus* (Tagasaste) en Cauquenes. (Fotografía: Alejandro Santibáñez)

pero con tallos más finos e inflorescencias pequeñas y sin aristas.



FIGURA 3.17. *Lolium perenne* (Ballica Inglesa) en Chillán. (Fotografía: Alejandra Poblete)

## Gramíneas

### Hemicriptófitas

#### *Lolium perenne* (Ballica Inglesa)

Es una poácea hemicriptófitas, que se utiliza en pasturas permanentes. En condiciones favorables y bien manejada, la persistencia es alta, durando entre 8 y 19 años (CATRILEO, 1983) (Figura 3.17.).

Es una planta glabra, con macollos achatados típicos y hojas de color verde oscuro con nervaduras en su cara superior, y la cara inferior brillante. Las aurículas son muy pequeñas y a menudo faltan. La lígula es corta y no visible. La inflorescencia es una espiga, con número variable de espiguillas (LANGER, 1981).

Requiere altos niveles de fertilidad, no soporta la inundación, requiere temperaturas no muy altas y veranos húmedos.

Es la más productiva de este tipo de gramíneas. Se puede cultivar en la zona húmeda y en la zona centro-sur de Chile. Tiene gran producción en primavera e invierno (importante para la alimentación de corderos). Se asocia muy bien a *Trifolium repens* y a *Trifolium subterraneum*. Hay variedades de corta vida (2 o 3 años) y otras mejoradas que pueden vivir permanentemente. Es parecida a *Lolium multiflorum*

Su principal problema es que no soporta altas temperaturas, en verano no se adapta a las épocas de sequía (sistema radical de 15 a 20 cm de profundidad). Es usual su mezcla con *Trifolium repens*.

En el mercado nacional existe en la actualidad una oferta superior a 40 cultivares de ballica perenne y más de 15 mezclas que además incluyen ballicas híbridas y de rotación. Esta situación hace necesario tener el conocimiento necesario de las diferentes alternativas, dado que un error en la elección puede tener como consecuencia una disminución importante en la rentabilidad del negocio lechero (DEMANET, 2002).

Las variedades más usadas en Chile son Nui, Ruanui, Ariki, Santa Elvira y Corriente (SOTO, 1986).

#### *Festuca arundinacea* (Festuca)

Es una gramínea perenne robusta, generalmente erecta, sin rizomas y de sistema radical fibroso y profundo. Las hojas nacen en su mayoría de la base de la planta y consisten en dos porciones, una vaina foliar y una lámina foliar. La lámina foliar es glabra, estriada en el haz, de bordes oscuros y áspera. La lígula, ubicada entre la vaina y la lámina, es membranosa poco visible. Las aurículas pueden ser cortas y prominentes o bien pueden estar ausentes. En la axila de cada hoja existe una yema que en condiciones favorables genera un macollo de forma redondeada (ORTEGA y ROMERO, 1992).

Planta conflictiva ya que los nutricionistas la consideran de pobre calidad. Planta alta de caña gruesa y hoja ancha con alto contenido en fibra. Es más resistente que el *Lolium* a la salinidad y la sequía.

Se ha trabajado mucho para encontrar variedades más palatables. Con riego puede proporcionar buenas otoñadas e invernadas. Es un buen pasto para engordar y criar pero no para producción de leche. Se mezcla bien con *T. repens* y *T. subterraneum*.

La dosis de siembra de *Festuca arundinacea* es de 15 kg/ha o bien 7 kg *Festuca arundinacea* - 1kg *Trifolium repens*. Es una planta versátil que puede resultar interesante para la zona húmeda y centro norte de riego de Chile.

La productividad de *Festuca arundinacea* es muy variada. La información indica rangos entre 5,3 y 17 ton m.s/ha. La razón de esta variabilidad, radica en las diferentes condiciones edafoclimáticas que se están comparando, pues si bien se adapta a una amplia condición, su productividad se ve afectada (ZULETA, 1991).

#### *Dactylis glomerata* (Pasto Ovillo)

Es una gramínea perenne de crecimiento erecto (Figura 3.18.). Su sistema radical es fibroso, similar al de la Ballica perenne. Sus tallos son elevados. La inflorescencia es una panícula comprimida, la cual produce gran cantidad de semillas (SILVA y LOZANO, 1982).

Esta especie hemicriptófita, se usa preferentemente en pasturas permanentes o de rotación intermedia, donde las condiciones agroecológicas lo permitan (SILVA y LOZANO, 1982).

La zona de mejor adaptación según, serían aquellas de clima fresco y nuboso. Agregando que temperaturas bajas y altas provocarían cierta paralización del crecimiento (BERENGUER, 2003).

La productividad de esta especie durante el primer año es baja, producto de un lento crecimiento. Posteriormente, es una especie que compite bien con el resto, pudiendo alcanzar rendimiento de 11,5 ton M.S/ha y más (ZULETA, 1991).



FIGURA 3.18. *Dactylis glomerata* (Pasto Ovillo) (Fotografía: Carol Wijnant)

#### *Phalaris aquatica* (Falaris)

Falaris (Figura 3.19.) es una planta forrajera de origen mediterráneo, con hojas anchas verdes-grisáceas o verde azuladas, sin aurículas, pero con lígula visible. Crece en champas con rizomas cortos que salen de la base. La panícula es angosta y sin ramificaciones. Posee un sistema radical bien desarrollado, cuyas raíces pueden penetrar en el suelo hasta 2 m, aún durante el año de establecimiento (LANGER, 1981; SILVA y LOZANO, 1982 y ROMERO y BONERT, 1979).



FIGURA 3.19. *Phalaris aquatica* (Falaris) (Fotografía: Carol Wijnant)

Es una planta perenne recomendada para praderas de larga duración (LÓPEZ, 1988).

Gramínea interesante para veranos secos, ideal para cañadas con algo de inundación, buen crecimiento en período frío y verano en latencia. Tienen una raíz perenne que crece bien en invierno y se seca en verano. Puede crecer hasta 1-1,2 m de estatura. Tiene

un difícil establecimiento pero una vez logrado crece muy bien (zonas de 400-500 mm). Produce una buena otoñada y esto permite el manejo del verano, ya que el animal entraría a pastorear en la época de escasez (otoño) y permitiría el crecimiento de los restantes pastos anuales.

#### Agropyrum sp

Al tener rizomas y un fuerte sistema radical es apropiada para la fijación de taludes. El principal inconveniente para su utilización es la baja calidad del forraje, hojas fibrosas y tallos muy lignificados, que se endurecen rápidamente al momento de formarse la espiga (MUSLERA y RATERA, 1991).

La planta es de fácil identificación por su color azulado y tacto rígido y áspero. Forma macollas con facilidad y la espiga es muy típica similar a la del trigo.

#### **Terófitas**

#### Lolium multiflorum (Ballica Italiana)

Comparada con la ballica perenne, esta especie es más erecta, con macollos de mayor tamaño y hojas más anchas. En la base de la hoja existen dos aurículas bien desarrolladas que se abrazan, lo cual permite claramente su diferenciación. La inflorescencia es similar a la ballica perenne pero con mayor número de flores (LANGER, 1981). Estrictamente hablando la ballica italiana es anual, pero suele durar hasta dos a tres años (LANGER, 1981; SILVA y LOZANO, 1982).

La Ballica italiana (Figura 3.20.), de acuerdo a los resultados experimentados existentes en suelos degradados de la zona mediterránea central, evidencia un gran crecimiento primaveral y un brusco descenso en verano (LÓPEZ, 1996).

Junto con las otras especies es la mejor gramínea que se puede encontrar en el clima mediterráneo. Si existen en una pradera la condición de ésta será buena.

Las variedades más usadas en Chile son Tama, Tetrone y Sabalan (SOTO, 1986).



FIGURA 3.20. *Lolium multiflorum* (Ballica Italiana)  
(Fotografía: Carol Wijnant)

La rapidez de establecimiento y el vigor de la plántula es una ventaja de la ballica italiana y, en general, de las ballicas de corta duración, especialmente cuando se requiere forraje temprano en invierno. Sin embargo, pueden transformarse en agresoras dentro de la mezcla y afectar el establecimiento de especies más perennes (SILVA y LOZANO, 1982).

#### Lolium rigidum (Ballica Wimmera)

Esta ballica posee hojas planas y largas. La lígula es membranosa y corta, sin aurículas. Sus tallos son delgados y ascendentes. Su raíz es fibrosa. Posee una espiga larga, estrecha y lanceolada (SILVA y LOZANO, 1982).

Es una ballica anual, consistente y vigorosa, de alta resiembra, a diferencia de la ballica italiana, que raramente persiste en el segundo año (BANK OF NEW SOUTH WALES, 1961).

Se puede usar directamente con animales en pastoreo y bajo corte.

Después de producida la floración, la materia seca acumulada sufre una disminución al sobrevenir una fase de senescencia. Este pasto seco, según ACUÑA *et al.* (1982), puede ser usado como heno en pie por los animales durante el verano y parte del otoño, hasta el comienzo del período de lluvias (LÓPEZ, 1996).

ACUÑA *et al.* (1982) obtuvieron rendimientos promedios en seis años de observaciones de 3,4; 3,8 y 3,5 ton m.s/ha/año en praderas de ballica Wimmera

asociadas a *Trifolium subterraneum*, *Vicia dasycarpa* y *Trifolium pratense*, respectivamente.

Su corto período de crecimiento y su cuidadoso manejo al final de temporada para asegurar su

resiembra, constituyen sus principales limitaciones. La variabilidad de la precipitación entre años hace que las praderas anuales a base de ballica Wimmera tengan una disponibilidad de forraje también variable entre años, con lo cual la carga animal es difícil de establecer con exactitud (LÓPEZ, 1996).

#### 4. DINÁMICA DEL PASTIZAL

##### INTRODUCCIÓN

El ecosistema está variando continuamente. El pastizal, como tal ecosistema, puede evolucionar de distinta forma según el modo de actuación. Para definir mejor la estrategia será necesario conocer la dinámica del pastizal: sucesión primaria y clímax, por un lado, y la subsere y el disclímax (equilibrio antrópico) por otro.

##### SISTEMOGÉNESIS

Los recursos naturales son el producto de la integración ordenada de diversos componentes del más variado origen. Pueden agruparse en dos grandes categorías que incluyen al medio abiótico y a la biocenosis. Cada uno de ellos ejerce su acción sobre el otro e interactúan simultáneamente. La resultante final de estas relaciones, luego de transcurrido el tiempo necesario, es el establecimiento de un estado de equilibrio entre el componente biótico o biocenosis y el ambiente abiótico o ecotopo donde la comunidad se desarrolla (GASTÓ, 1980).

La singenética estudia la dinámica de los ecosistemas, considerando especialmente desde un punto de vista de su origen, evolución, potencialidad de desarrollo y de los factores abióticos reguladores de las sucesiones, donde simultáneamente se modifica, tanto por el número de organismos que integran las poblaciones como el tamaño individual de ellos. La transformación autógena o exógena del sistema ecológico, sometido al proceso singenético, es de naturaleza holocenósica. Todos los componentes tienden a ajustarse en su estructura y funcionamiento al modelo general, cada vez mejor adaptado al medio abiótico (GASTÓ, 1980).

Cuando el origen de la transformación es ajeno al sistema natural corresponde a modificaciones exógenas. El estímulo inicial de la sucesión, en sistemas silvoagropecuarios, es frecuentemente exógeno, pero las etapas siguientes son autógenas (GASTÓ, 1980).

El estudio singenético de los ecosistemas naturales cambiados parcialmente o destruidos bajo la acción del hombre, permite predecir la tendencia de las transformaciones internas del sistema. Bajo la acción

del hombre el sistema puede estar mejorado o empeorado, la tasa de cambio puede ser elevada o baja, la composición taxonómica puede ser adecuada o inadecuada. Las recomendaciones de tratamientos antropogénicos para mejorar los sistemas ecológicos, deben considerar un análisis singenético de la unidad en estudio y de su potencialidad de transformación (GASTÓ, 1980).

Existe una génesis continua de suelos y una sucesión vegetal consecuencia de los principios anteriores. El ecosistema evoluciona porque existen mecanismos que alteran el equilibrio. A los procesos de sucesión ecológica se le denomina, actualmente, sistemogénesis o génesis del sistema, que constituyen una serie de procesos graduales, direccionales y ordenados.

Para ejemplificar el significado se puede decir que el clímax constituye el "ser" del ecosistema; a las distintas etapas hasta llegar al clímax se las puede considerar el "estar", con toda su connotación de temporalidad que el verbo implica. El ser lo dará el material parental y el clima, el estar se puede alterar mediante una actuación directa.

Al proceso desde la primera etapa de material parental hasta el clímax se le denomina "sere" o "serie": prisere o sucesión primaria. Según se parte de la roca o del agua se denominará, xerosere o hidrosere, respectivamente. Se trata de un proceso que ocurre en períodos muy lentos que generalmente son de carácter direccional y gradual. En cada una de las etapas entra y sale información y el ecosistema la va acumulando.

Cuando el hombre crea la agricultura, se destruye el clímax, eliminando toda la información biocenósica y dejando sólo el suelo desnudo y su información. Aparece entonces la "subsere" o Sucesión Secundaria.

Las sucesiones secundarias resultan como consecuencia de la perturbación del complejo; son más rápidas que las priseres y pueden ser manipuladas al manejar la biocenosis, produciendo resultados deseables en un período razonable de tiempo. Cuando los cambios son tan extremos como para destruir la integridad del complejo por erosión acelerada u otras causas, el término sucesión ya no es apropiado y se emplea lo que se conoce como cambios destructivos (GASTÓ, 1980).

Las transformaciones silvoagropecuarias en pro del mejoramiento de la productividad sacrifican algunos

de los atributos más valiosos de los ecosistemas. En sistemas antropogénicos de cultivos, la simbiosis interna y la conservación de nutrientes se reduce, al igual que la estabilidad y la información (GASTÓ, 1980).

Empiezan a aparecer plantas pioneras que son organismos catastróficos, éstas aprovechan toda catástrofe, en este caso la destrucción del proceso de sucesión ecológica, para sobrevivir (estrategia catastrófica de Thous). Estas plantas pueden ser cereales forrajeros, *Brassica sp*, *Beta vulgaris* (remolacha), *Medicago sativa* (Alfalfa), *Trifolium pratense* (T. Rosado), *Trifolium subterraneum* (T. Subterráneo). Si se deja de actuar sobre la sucesión secundaria se tendería de nuevo al clímax aunque generalmente se tiende a un manejo que permite llegar a diferentes estados dentro de la dinámica del ecosistema.

Dentro de los agrosistemas priserales, entre los grupos principales están las praderas perennes en clímax bosque. Este grupo de praderas representa un área relativamente pequeña en relación al área total donde la etapa sucesional constituida por pradera perenne se manifiesta durante el desarrollo evolutivo de la sere cuyo clímax es bosque perennifolio o caducifolio y cuyos componentes principales son árboles de hoja ancha (GASTÓ, 1980).

La razón de la reducción de la importancia de este grupo de praderas, se debe a la corta duración en relación al tiempo que se demora la sere en llegar al clímax y la duración del clímax mismo. La pradera priseral de pastos perenne pasa casi inadvertida dentro del conjunto evolutivo de la sere y constituye una transición escasamente delimitada. Además, cuando ella se manifiesta, los demás factores del medio donde la sere se desarrolla evolucionan rápidamente y ofrecen condiciones favorables para hierbas altas gigantes y frecuentemente, también de arbustos y otras plantas leñosas que pueden normalmente vegetar en esas condiciones. La etapa sucesional representada por hierbas perennes de poco desarrollo, que como productora primaria ofrece tejido vegetal útil para el ganado y otros organismos, es en esta forma reemplazada por otras etapas sucesionales más avanzadas. Esta evolución progresiva en el desarrollo seral de la biomasa significa, por lo tanto, una aproximación al clímax. En relación a la bioma *pratense* constituye sin embargo, una evolución retrogresiva o regresión, por cuanto indica un alejamiento de la etapa óptima, y por ello de la pradera. La etapa seral óptima es aquella en la cual se obtiene el máximo de tejido útil, en un sentido

*pratense*, de cultivo, pecuario o algún otro objetivo del uso antropogénico del recurso (GASTÓ, 1980).

Las praderas de plantas perennes, constituidas de xeroseres primarias en los climaxes de bosques templados de lluvia, son sólo de escasa importancia debido a la pequeña superficie que ellas ocupan. La pradera sucesional anual en clímax de matorral es otro ejemplo de *prater*. Representan un área mayor que la anterior y su existencia se debe a una duración más larga de las etapas sucesionales en las cuales las plantas constituyen el mayor componente entre los productores de tejido vegetal útil. Los organismos vegetales anuales endémicos del sitio respectivo se encuentran a menudo invadidos y mezclados con organismos exóticos y naturalizados, los cuales en conjunto son las especies residentes. Resulta a menudo difícil, encontrar praderas anuales sucesionales pues la mayor parte de ellas representa algún tipo de clímax. El mayor desarrollo de este grupo de praderas ocurre en la zona mediterránea del centro de Chile, especialmente en la zona del Norte Chico y provincias centrales (GASTÓ, 1980).

Los agrosistemas sucesionales son biocenosis intermedias desarrolladas después que las poblaciones que forman las etapas serales anteriores han sido eliminadas con anterioridad al establecimiento de las biocenosis silvoagropecuarias que invaden y reemplazan a la biomasa original (GASTÓ, 1980).

Un grupo de biomasa sucesional está constituido por subseres no climácicas de las sucesiones secundarias. Uno de los grupos más característicos de fitocenosis pertenecientes a esta categoría se halla representado por cultivos y praderas derivadas de la alteración de la cubierta vegetal con implementos que modifican el medio edafotópico, tales como arados, rastras, rotovator, cultivadoras y otros. Este grupo ha sido denominado *cultiseres* prístinas postalteración mecánica del medio (GASTÓ, 1980).

El éxito de los cultivos desarrollados en etapas serales pioneras de las sucesiones secundarias, depende de la interrupción del proceso singenético natural que continúa a no ser que, por la acción antropogénica se le detenga y se retroceda a la etapa inicial. Los cultivos se practican en ambientes pioneros, sobre suelos evolucionados que se mantienen estabilizados. El fracaso conservacionista del manejo del edáfotopo conduce a la reducción de la productividad y, eventualmente a la destrucción del agrosistema. (GASTÓ, 1980).

Del concepto analizado emana la determinación de la capacidad de uso del ecotopo. Bajo ciertas condiciones macroclimáticas, no es posible desarrollar agrosistemas pioneros de las sucesiones secundarias, donde el edafotopo es constantemente alterado, aumentándose al máximo su inestabilidad. Los ecotopos más inestables deben mantenerse en etapas serales más avanzadas que son, a la vez, más estables (GASTÓ, 1980).

Las especie sucesionales y pioneras, a pesar de estar ausentes en la etapa final o clímax, deben ser consideradas dentro de la sere. La evolución de las especies sucesionales características de la etapa pionera de la sucesión secundaria, se ha orientado hacia su adaptación al medio alterado repetidamente por el hombre (GASTÓ, 1980).

La importancia de las especies y comunidades pioneras en la recuperación de biocenosis degradadas o destruidas debe ser adecuadamente evaluada. La introducción y el mejoramiento de sistemas deteriorados sólo puede lograrse si se dispone de las especies pioneras ajustadas a los nichos disponibles (GASTÓ, 1980).

La intervención del hombre sobre los recursos naturales renovables tiene frecuentemente común denominador, cual es la degradación de etapas serales avanzadas y su transformación en una etapa pionera. La agricultura de cultivo está basada en el mantenimiento de condiciones pioneras subserales, lo cual significa la intervención rutinaria del hombre para evitar que el proceso natural ordenado de las sucesiones que normalmente tiene lugar, se interrumpa sucesivamente en la etapa inicial, pues los cultivos domesticados por el hombre necesitan del ambiente pionero para subsistir (GASTÓ, 1980).

Los factores que influyen las sucesiones en fitocenosis pratenses manejadas antropogénicamente, se pueden agrupar de acuerdo a LIIV (1970) en tres categorías. En la primera considera la composición botánica inicial de la pradera, especialmente de aquellas especie adaptadas a un alto nivel de fertilidad. El segundo factor importante es el nivel de fertilidad edafotópica y la tasa de recirculación biogeoquímica. Por último, los demás factores ambientales que se encuentran a niveles máximos o mínimos limitando el desarrollo sucesional de la biocenosis. El nivel de equilibrio en la etapa disclímax está regulado por lo favorable que sean las condiciones para mantener la biomasa y la productividad (GASTÓ, 1980).

La inducción de sucesiones secundarias en áreas naturales, previamente alteradas por agentes antropogénicos, significa generalmente avance fitocénosico. Caminos abandonados, cortes de terreno y otros movimientos de tierra se manifiestan originalmente descubiertos de vegetación (WELLS, 1961). El cese de la acción humana significa un lento acercamiento sucesional progresivo hacia la pradera, el matorral o el bosque y, por consiguiente, un aumento en la productividad. Ocasionalmente, luego que la etapa sucesional óptima ha sido lograda ocurre posteriormente un alejamiento progresivo hacia el clímax. Esto significa, en muchos casos, el desarrollo de una cubierta vegetal más favorable desde el punto de vista de conservación del suelo, en especial respecto a cortes del terreno u otras áreas susceptibles de erosión, que son sucesivamente ocupadas por matorral y bosque (GASTÓ, 1980).

La remoción de vegetación arbórea o arbustiva por medios mecánicos, sin la adición de otros recursos bióticos, significa también inducción de sucesiones vegetales. Algunas de las etapas sucesionales intermedias suelen representar formas fisonómicas características de praderas, matorral o bosque cuyo tejido vegetal producido es, a menudo, utilizado directa o indirectamente por el hombre (GASTÓ, 1980).

La fitocenosis postdisclímax son aquellas en las cuales se manifiestan sucesiones, pero éstas son inducidas por el cese de factores limitantes temporales que han dejado de actuar, los cuales previamente han mantenido un disclímax por un período prolongado de tiempo (GASTÓ, 1980).

Finalmente, puede mencionarse entre las subseres a las fitocenosis postdisclímax fertilizantes o fertiseres. Son aquellas etapas serales retrogresivas que se manifiestan en biocenosis postclímax que han sido mantenidas en dicho estado debido a la adición periódica de elementos fertilizantes aportados desde fuera del ecosistema. Cuando la adición de fertilizantes se interrumpe, se produce una retrogresión hacia el clímax natural, o bien, hacia el otro disclímax. Algunas prácticas frecuentes de manejo de fitocenosis están orientadas hacia el desarrollo de comunidades sucesionales intermedias, de transición desde el disclímax al clímax u otras formas de disclímax (GASTÓ, 1980).

Los agrosistemas sucesionales son de una naturaleza tal que por muy bien que se les maneje deben finalmente auto destruirse. La razón de ello es que por

no estar en equilibrio se encuentran constantemente produciendo modificaciones en su balance hídrico, energético y ciclos biogeoquímicos. (GASTÓ, 1980).

La exclusión del ganado de áreas pastoreadas normalmente, es un agente causal de sucesiones de mucha importancia en regiones ganaderas. COSTELLO y TURNER (1941) estudiaron algunos de estos cambios y llegaron a la conclusión que la diferencia más evidente entre las áreas pastoreadas y rezagadas, es la densidad vegetacional. El pastoreo continuado induce a sucesiones que tienden a una reducción de la cubierta vegetal; además, ocurren cambios importantes en la composición botánica (GASTÓ, 1980).

En las praderas no utilizadas existe un mayor número de especies de gramíneas y hierbas que en las pastoreadas, lo cual se debe a que las especies arbustivas de la zona no son utilizadas intensamente por el ganado. La remoción del ganado en forma directa, sólo afecta levemente a las especies que no se utilizan (GASTÓ, 1980).

Los sistemas en equilibrio, al contrario de los sucesionales que se encuentran sometidos a un régimen de buen manejo, no deben ser sembrados ni regenerados ya que por su naturaleza no producen cambios que conduzcan, finalmente, a una nueva etapa sucesional. Se dividen en dos grupos principales: el primero de ellos se refiere al equilibrio natural o clímax, que significa que los factores físicos y biológicos son de tal magnitud que mantienen indefinidamente a la bioma en un mismo estado. El segundo grupo representa a las biomas disclímax, o en equilibrio inducido artificialmente por mecanismos directa o indirectamente antropogénicos (GASTÓ, 1980).

La productividad máxima del sistema, tanto en su relación a su potencial biológico como a las implicaciones económicas que de ella derivan, pueden ser mayores a medida que se logre un acercamiento climácico. Sin embargo, en forma práctica, a menudo no es posible mantener el clímax natural por lo que es necesario un manejo antropogénico para modificarlo de manera que directa o indirectamente se altere el ecosistema natural (GASTÓ, 1980).

El concepto de condición ha sido tradicionalmente aplicado a la comparación de biomas en etapa clímax con etapa real. La definición tradicional del concepto así lo indica, ya que ha sido definido como el

porcentaje de plantas clímax (DYKSTERHUIS, 1949). Esta definición supone que lo mejor debe ser la etapa en equilibrio o clímax, lo cual no es una realidad, puesto que algunas etapas sucesionales diferentes al clímax pueden producir mayor biomasa neta de tejido útil (GASTÓ, 1980).

## CONDICIÓN Y TENDENCIA

Una de las definiciones más generales y que indica lo que es la Condición, corresponde a la definición planteada por Humphrey. En términos generales es preferible definir Condición en la siguiente forma: Es la proporción de tejido vegetal útil de la pradera en un momento determinado en relación a la productividad potencial del Sitio. Condición es, por lo tanto, una proporción entre dos cantidades: una que representa el valor actual de producción y la otra, el máximo absoluto del Sitio. La relación es en base a materia seca producida en ambas etapas sucesionales (GASTÓ, 1973).

Para la clasificación de la Condición de una pradera se pueden utilizar diversos elementos ecosistémicos indicadores, tal como microorganismos del suelo, insectos y otros grupos de animales inferiores edáficos, microflora, características físicas o químicas del suelo, plantas forrajeras y árboles o arbustos. DYKSTERHUIS (1949) determinó una técnica para clasificar Condición, basada en la proporción de plantas clímax presentes en la pradera en un momento determinado. Relativo a ello, planteó la teoría concepto de clímax-sitio (DYKSTERHUIS, 1949, 1958a), que se refiere a climaces climáticos, edáficos o fisiográficos y es usualmente sinónimo de vegetación original (INFANTE, GASTÓ y GALLARDO, 1989).

La determinación de la vegetación clímax del Sitio puede ser difícil para algunas áreas. SHIFLET (1973) propone cinco métodos para utilizar en la determinación de la vegetación donde ésta está ausente:

1. Evaluar vegetación clímax en suelos asociados sujetos a mínimos disturbios.
2. Comparar áreas que presentan varios grados de utilización con áreas similares que no tienen utilización.
3. Evaluar e interpretar la investigación relacionada con comunidades naturales de plantas y suelos.
4. Revisar literatura histórica y botánica reciente.

5. Extrapolar la información existente de vegetación a áreas de suelo, clima y microambiente similares.

Por tratarse de praderas, las cuales se caracterizan por tener una composición botánica variada de organismos vegetales en la estrata herbácea presente, las diversas especies han sido clasificadas en grupos (INFANTE, GASTÓ y GALLARDO, 1989).

Es conveniente clasificar a los organismos vegetales pratenses en cuatro grupos: decrecientes, acrecentantes, invasoras e indiferentes (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).

Las especies decrecientes son todas aquellas propias de la etapas climácicas, pero que al ser utilizadas por herbívoros ajenos al clímax, disminuyen su porcentaje en la composición botánica. Las especies acrecentantes son, también, propias del clímax, pero bajo condiciones de pastoreo y a medida que la Condición alcanza un cierto grado de deterioro, el incremento se invierte y ellas comienzan también a decrecer. Las plantas invasoras no son típicas del clímax, pero se encuentran presentes en áreas que han sido alteradas y degradadas. Las plantas indiferentes son aquellas que no son afectadas por la condición de la pradera. Algunos de estos grupos se subdividen en otros, que reaccionan con modalidades ligeramente diferentes (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).

Según FLORES Y BRYANT (1989) las especies acrecentantes se dividen en dos grupos diferentes, de acuerdo a su comportamiento, al igual que lo hacen las invasoras. En el caso de las especies que decrecen al deteriorarse la condición del pastizal, deben agregarse al grupo de las plantas de alta aceptabilidad o deliciosas (Figura 4.1.) (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).

Dos consideraciones debe tenerse en cuenta al utilizar la clasificación de los organismos vegetacionales para determinar la Condición. La primera de ellas es que cualquier organismo animal o vegetal puede utilizarse para determinar la Condición. Por esta razón, en lugar de utilizar el término de planta, debe reemplazarse éste, por organismo (INFANTE, GASTÓ y GALLARDO, 1989).

La segunda consideración implica la existencia de un grupo de organismos no indicadores de cambios sucesionales dentro de los límites de las etapas sucesionales pratenses. Este grupo, por no demostrar buena correlación con la producción real de la pradera no debe ser utilizado como una medida de la Condición. Los otros tres grupos de organismos indicadores, los decrecientes, crecientes e invasores, considerados tanto en forma aislada específica o en grupos de especies, pueden ser utilizados como indicadores (INFANTE, GASTÓ y GALLARDO, 1989).

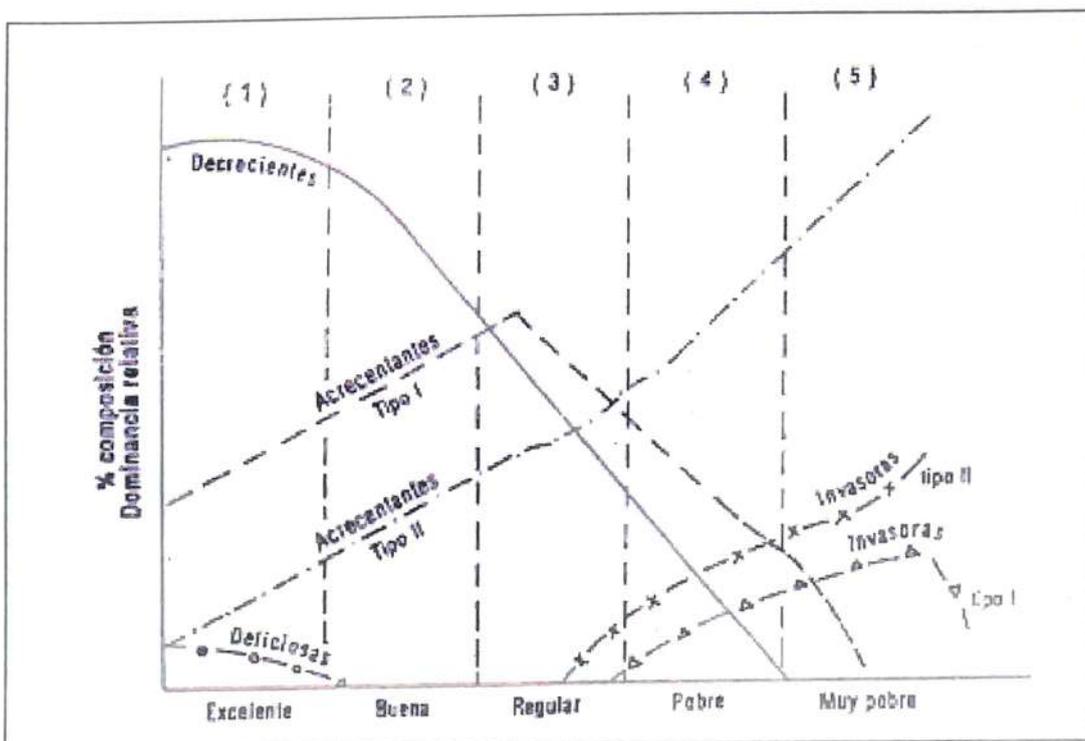


FIGURA 4.1 Porcentaje de composición botánica de los diversos grupos de organismos de acuerdo a la condición de la pradera (Fuente: Flores y Bryant, 1989).

La inclusión de praderas sucesionales, clímax y disclímax en la discusión de condición requiere además la generalización de algunos términos. En este sentido, deterioro de la condición debe ser definido más exactamente. Tradicionalmente, deterioro ha sido sinónimo de retrogresión sucesional de la pradera. Esto es válido para las praderas clímax por cuanto la única forma de deterioro de ellas es la evolución sucesional hacia etapas inferiores. Esto no es el caso en praderas sucesionales o disclímax, donde, tanto las sucesiones progresivas o retrogresivas pueden ser la causa de la degradación pratense (INFANTE, GASTÓ y GALLARDO, 1989).

La denominación y clasificación de los grupos de organismos que se encuentran en las diversas etapas sucesionales de importancia pratense no debe hacerse sólo en relación al clímax. El fitómetro de comparación debe ser la etapa sucesional óptima de producción pratense, sea ésta, clímax, subclímax o cualquier otra etapa de mayor productividad. En lugar de usarse retrogresión como un sinónimo de deterioro de la pradera, debe usarse los términos alejamiento progresivo y alejamiento retrogresivo, ya sea, que la pradera se deteriore efectivamente por avance sucesional desde la etapa óptima, o bien por un retroceso desde ella (INFANTE, GASTÓ y GALLARDO, 1989).

Las mejores plantas pratenses o forrajeras que se encuentran en una pradera se caracterizan según BLAIR (1947), por producir mayor cantidad de alimento para el ganado u otros animales útiles. Además, proveen a la pradera de la mejor protección del suelo contra la erosión y fuego, y producen la mayor ganancia de peso del ganado por unidad de superficie.

Las características más sobresalientes que, en general, deben tener las plantas pratenses para pertenecer a cada grupo son, según BLAIR (1947), las siguientes:

#### **Plantas pratenses decrecientes o deseables**

- Aceptables por el ganado
- Altamente nutritivas
- Libres de sustancias tóxicas agudas u otras características morfológicas poco deseables
- Altos rendimientos
- De más larga vida y con un periodo de utilización más prolongado
- Buenas protectoras y mejoradoras de suelo
- Abundantes en praderas utilizadas adecuadamente
- Disminuyen a medida que la condición se deteriora

#### **Plantas pratenses acrecentantes o intermedias**

- Consumidas por el ganado o por la fauna silvestre
- Utilizables con menor preferencia que otras especies
- Sólo moderadamente buenas como mejoradoras del suelo y desarrolladoras de estructura
- Con aristas duras u otras características inconvenientes para el ganado o vida silvestre útil
- Con sistema radical superficial
- De vida más corta
- Anuales y deben provenir de semillas cada año, o bien, de menor longevidad, cuando se trata de praderas de plantas anuales (Terófitas).
- Peligro de fuego después de secas (en el caso de praderas de especies perennes)
- Aumentan temporalmente a medida que la condición se deteriora y luego disminuyen

#### **Plantas pratenses invasoras o menos deseables**

- No consumidas preferentemente por el ganado
- Pobres mejoradoras de suelo y desarrolladoras de su estructura
- Crecen densamente en suelos pobres
- Tóxicas o causan daño mecánico
- Proporcionan buen alimento sólo por un período muy corto
- Producen sólo pequeña cantidad de forraje
- Valor nutritivo bajo
- No se encuentran presentes en la pradera óptima, aumentan posteriormente y luego continúan aumentando con un mayor deterioro de la pradera.

Las especies que se encuentran en cada Sitio y en las más variadas Condiciones deben ser clasificadas considerando alguna de estas características en los grupos respectivos. Además, debe considerarse al cuarto grupo formado por aquellas especies no afectadas en su densidad y cubierta en praderas de variadas condiciones (INFANTE, GASTO y GALLARDO, 1989).

Algunas de las más importantes características relacionadas con una mayor persistencia de los diversos componentes de la pradera están vinculadas con características fisiológicas y anatómo-morfológicas de los individuos. Las características más sobresalientes que han sido determinadas como directamente relacionadas con la persistencia de las especies son, de acuerdo a NEIL Y CURTIS (1956) y otros autores, las siguientes:

- Incremento del retardo en la elevación y elongación del meristema apical sobre la altura mínima de pacimiento.
- Disminución de la tasa de crecimiento de los individuos.
- Hábito rizomatoso.
- Producción de tallo y macollos laterales sin la influencia del corte o pacimiento.
- Retardo en la época de germinación y rebrote.
- Disminución de la estatura y hábito de crecimiento.
- Proporción de tallos florales/vegetativos alta.
- Ubicación de los lugares de almacenamiento de carbohidratos no estructurales bajo el suelo o bajo la altura de pacimiento.

Cualquiera que sean las categorías de organismos que se utilizan para calificar la Condición no significa como resultados diferencias básicas en el método. La relación fundamental se logra determinar sólo después de conocer la relación que existe entre productividad potencial y producción real de la pradera con la composición botánica, densidad, abundancia, importancia relativa o cualquier otra característica de una o varias especies que presentan una alta correlación y regresión con la producción de la pradera (GASTO, COSIO y PANARIO, 1993).

### Clasificación de la Condición

Diversos puntos de vista han sido utilizados para clasificar la Condición de la pradera. La Condición de cualquier Sitio pratense está basada principalmente en dos grupos de factores: vegetales y edáficos. Diversos autores han establecido clases de Condición en un gradiente de deterioro y con diferentes indicadores o criterios de agrupamiento (COSTELLO y TURNER, 1944; DYKSTERHUIS, 1949; HUMPHREY, 1947; ELLISON *et al.*, 1951). En general, si la pradera está compuesta principalmente, de plantas decrecientes y algunas crecientes, pero muy pocas o ninguna invasora, la Condición debe calificarse como excelente. Condición buena, regular, pobre y muy pobre son los calificativos corrientemente usados para describir diferentes grados de deterioro de la Condición de la pradera. La categoría en que se clasifica la pradera indica la relativa proporción en la composición botánica de plantas decrecientes, crecientes o invasoras y la cantidad de erosión y mantillo presente (INFANTE, GASTO y GALLARDO, 1989).

Las praderas de excelente condición (Figura 4.2.) son aquellas que producen aproximadamente todo el

forraje que el ecosistema es capaz de producir bajo el mejor manejo práctico (INFANTE, GASTO y GALLARDO, 1989).



FIGURA 4.2. Pradera de Excelente Condición de *Trifolium michelianum* en Cauquenes. (Fotografía: Alejandra Poblete)

Las praderas en buena condición (Figura 4.3.) tienen, generalmente un porcentaje más alto de especies crecientes. Los organismos representativos de especies crecientes son, generalmente, menos vigorosos que aquellos encontrados en praderas en Condición excelente. Praderas de buena Condición son consideradas por los ganaderos como el óptimo que se puede obtener bajo el mejor manejo práctico. A medida que se deteriora, se observa que las mejores especies han sido reemplazadas por otras de inferior calidad y que, además, no tienen el vigor necesario para producir de acuerdo a su capacidad potencial. La pradera produce sólo tres cuartos de los que el Sitio es, potencialmente capaz de producir (INFANTE, GASTO y GALLARDO, 1989).



FIGURA 4.3. Pradera de Buena Condición en Chillán. (Fotografía: Alejandra Poblete)

Las praderas en Condición regular (Figura 4.4.), producen solamente la mitad del rendimiento posible,

mientras que aquellas en pobre Condición (Figura 4.5.) producen solamente un cuarto del rendimiento máximo posible. Finalmente, las praderas en Condición muy pobre producen solamente tejido vegetal útil mediante el crecimiento de especies invasoras y sus rendimientos son, generalmente, inferiores a un cuarto del máximo que se podría obtener bajo el mejor manejo práctico (INFANTE, GASTO y GALLARDO, 1989).



FIGURA 4.4. Pradera de Regular Condición en Ritoque. (Fotografía: Mary Negrón)

La erosión del suelo está íntimamente asociada con una Condición pobre y muy pobre. Plantas en pedestal, pequeñas cárcavas, pavimento de erosión y movimiento de suelo, acumulación de ripio y arena, todo esto indica condición no satisfactoria de la pradera (INFANTE, GASTO y GALLARDO, 1989).

Las características del suelo son también indicadoras de la Condición. Un suelo de buena estructura es blando y esponjoso, absorbe agua y está asociado con una condición satisfactoria, mientras que un suelo duro y compacto está generalmente asociado con praderas en condición pobre o muy pobre (INFANTE, GASTO y GALLARDO, 1989).

El mantillo es aquella fracción de la materia orgánica vegetal presente en la pradera sobre la superficie del suelo y que está separada de las plantas vivas. Al juzgar la Condición de la pradera es importante medir la cantidad y distribución del mantillo. Cuando se trata de praderas de buena condición el mantillo se encuentra uniformemente bien distribuido y proporciona protección a la totalidad de la superficie del suelo (BLAIR, 1947).



FIGURA 4.5. Pradera de Pobre Condición en Puerto Natales. (Fotografía: Fernando Cosio)

Las praderas de muy pobre condición (Figura 4.6.), generalmente, exhiben un modelo de características vegetales, edáficas y de erosión que le permiten al ganadero experimentado determinar el grado de destrucción y la solución para recuperar el área o sector (RANGE DIVISION, 1942).

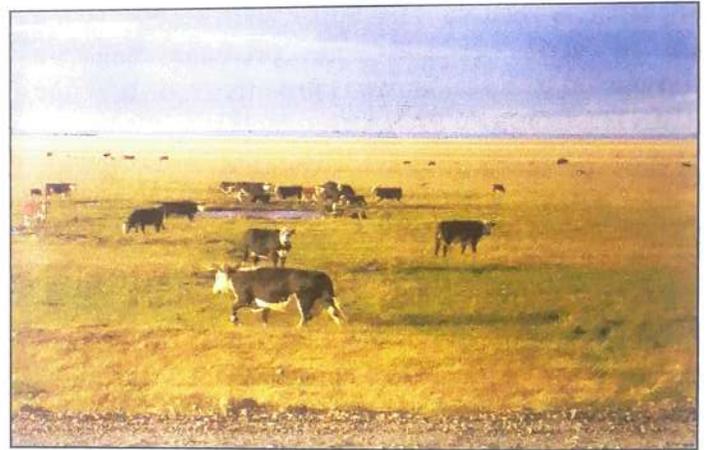


FIGURA 4.6. Pradera de Muy Pobre Condición en Tierra del Fuego. (Fotografía: Alejandra Poblete)

Las áreas deterioradas necesitan especial cuidado y manejo para su recuperación, el cual depende, primeramente, del control del movimiento del ganado y otros consumidores primarios y de la reducción de la intensidad de utilización (RANGE DIVISION, 1942).

En RANGE DIVISION (1942) se han puntualizado las características generales del suelo, relaciones hídricas y de erosión de praderas en Condición muy pobre:

- Falta de residuos vegetales consistentes en áreas secas o muertas de plantas. La recuperación se observa solamente cuando la acumulación de residuos se hace evidente.

- Falta de suficiente cantidad de suelo orgánico superior, tal como el que, normalmente, prevendría la compresión y sellado del suelo contra una rápida infiltración de agua.
- Deficiente en humus y nutrientes.
- Extensas áreas de suelo desnudo, sin cubierta vegetal
- El suelo se remueve y vuela durante la estación seca, si se altera o pisotea.
- Los suelos pesados exhiben la apariencia de ser duros, desecados y arenosos; los livianos son sueltos.
- Excesivo escurrimiento superficial del agua de lluvia y de derretimiento de nieve, lo que generalmente, le ocasiona un alto contenido de limo y arcilla.
- Fluctuaciones extremas del caudal fluvial y de vertientes.
- Lenta penetración de la humedad en el suelo y baja capacidad de retención hídrica.
- Vertientes que, corrientemente, fluyen interrumpidamente durante la estación o todo el año, se transforman en ocasionales durante cortos períodos de tiempo.
- Severa erosión de la capa superior de suelo.
- Pequeñas piedras y ramas son visibles desde gran distancia.
- Caminos y senderos se transforman rápidamente en cárcavas, debido a la acción acelerada del viento y agua.
- En lugares fríos, excesiva penetración del hielo en el suelo.
- La nieve invernal se vuela y acumula fuera de áreas desnudas; así en esta forma, reduce la humedad proveniente del derretimiento de la nieve y aumenta, por lo tanto, la deficiencia hídrica.

No es necesario valorar el estado de la pradera determinando su condición en relación a su estado climático, pues con frecuencia, el estado climático corresponde a bosque, estepa sabana o cualquier otro (SVEJCAR y BROWN, 1971). El estado ideal puede ser tal, como el de una pradera disclimática fertilizada intensamente y regada regularmente en un clímax forestal, siendo, en ese caso, el estado de una etapa intermedia de la sistemogénesis e, incluso, alejada de ésta por la adición de inputs y por la roza regular para evitar la invasión de leñosas. A pesar de ello, también, es posible determinar su condición basándose en principios ecológicos y agronómicos (Figura 4.7.) (GASTO, COSIO y PANARIO, 1993).

Dado que las características de cada sitio varían entre rangos marcados de acuerdo al Reino, Dominio,

Provincia y Distrito donde se presentan, los indicadores valorativos de la Condición, difieren entre extremos amplios. En cada caso, y de acuerdo al estado ideal que se establezca, los especialistas en pastizales, deben determinar los indicadores específicos de la condición. Haciendo uso de estos indicadores, luego de determinado el Sitio, puede determinarse su Condición a través de la aplicación de las tablas respectivas, elaboradas *ad hoc* previamente. Con esta información, se establecen las relaciones entre la condición y la capacidad sustentadora del sitio en esa condición (GASTO, COSIO y PANARIO, 1993).

En ecosistemas cuyo clímax sea el bosque, el matorral o algún otro diferente del pastizal, el estado óptimo pascícola no es el clímax, sino que algún estado disclimático mantenido en forma artificial. En este caso, los centros experimentales deben preparar pautas con indicadores *ad hoc* para determinar la condición, que son diferentes a los relativos al clímax natural (GASTO, COSIO y PANARIO, 1993).

De acuerdo a las circunstancias, puede ser ideal, adicionar inputs que permitan modificar el estado y la calidad y cantidad de outputs. El estado óptimo en este caso debe ser referido al nivel de input. En esta forma se tiene que, para cada tipo e intensidad de input, el estado óptimo será diferente (GASTO, COSIO y PANARIO, 1993).

### Determinación de la Condición

#### **Método de los tres pasos de Parker**

El método fue desarrollado en 1951 por la División del U.S. Department of Agriculture (PARKER, 1951). El propósito de llevar a cabo este estudio de condición y Tendencia, fue desarrollar un método que requiriera de escasa inversión de tiempo y que fuera razonablemente simple, práctico, preciso y con una buena fundamentación técnica que permitiera medir objetivamente la Condición y determinar la Tendencia del pastizal (GASTO, COSIO y PANARIO, 1993).

En la primera etapa, se ubica la cinta de medir en el lugar correspondiente a la muestra, seleccionado al azar o sistemáticamente randomizado. En praderas extensivas, lo normal es utilizar una cinta de 50 m de longitud y extenderla, fijada tensamente entre sus extremos con estacas clavadas en el terreno. Cada cincuenta centímetros de distancia se hace una

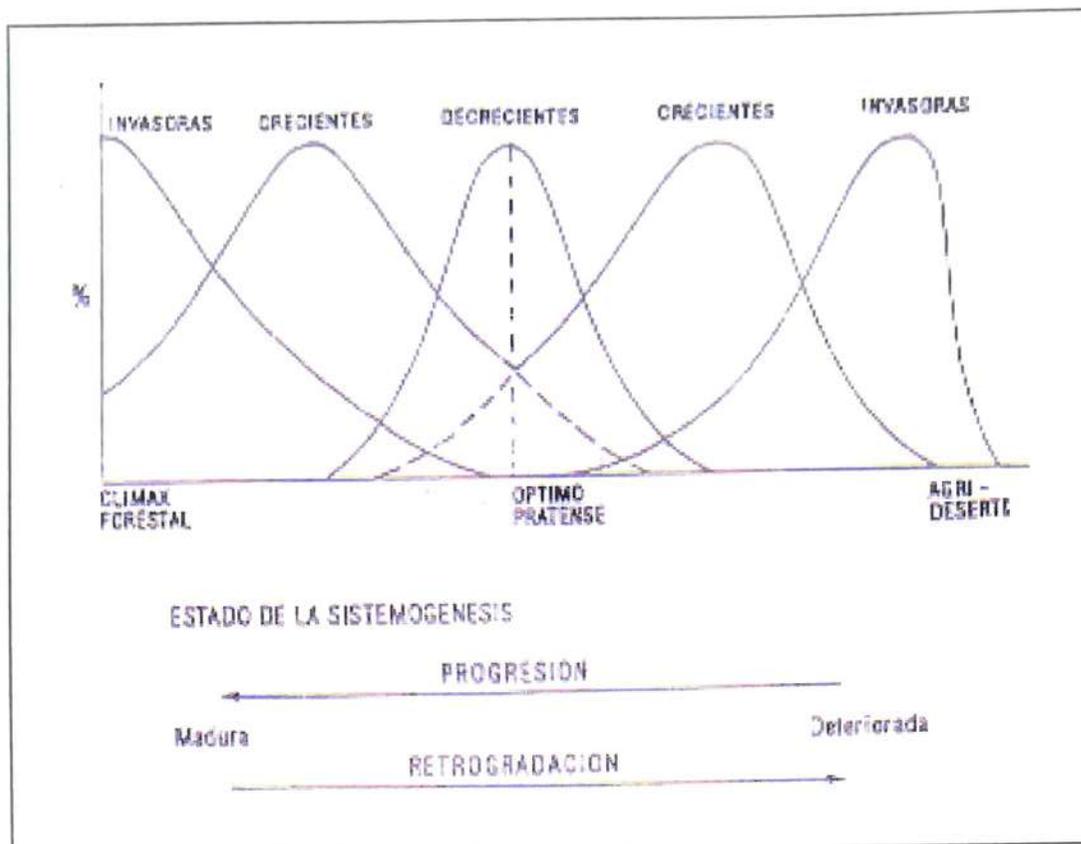


FIGURA 4.7. Alejamiento de la condición óptima de la pradera en sistemogénesis, cuya etapa climática difiere del estado pratense, tal como un bosque que recibe inputs de fertilización, riego, rozadura o siembra (Fuente: Infante, Gastó y Gallardo, 1989).

medición de la cubierta edáfica y vegetal, con una aguja en cuyo extremo se tiene un anillo horizontal de  $\frac{3}{4}$  de pulgada (19mm). En total, se hacen 100 mediciones en la línea. La lectura de la vegetación requiere sólo de la decisión de si el interior del anillo está ocupado por una parte de la corona permanentemente de raíces, en el caso de los pastos y de las hierbas, o bien, en el caso de arbustos y árboles, de la proyección de la corona aérea perenne. La lectura del mantillo y, del suelo desnudo, requiere de una estimación y decisión de cual es la dominante dentro del anillo (Figura 4.8.) (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).

patrón característico de cada clase, lo cual permite determinar definitivamente la Condición. La contrastación con los resultados de mediciones de temporadas anteriores, permite establecer la Tendencia de la Condición (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).

En la segunda etapa, se concentra la información proveniente de las mediciones de la línea de Parker. Las especies se clasifican en sus categorías respectivas de: deliciosas, decrecientes, acrecentantes, invasoras. Se determina el total de puntos correspondiente a cada especie y a la cobertura del suelo, los cuales se registran en el formulario de terreno (Cuadro 4.1.). En el caso que haya más de una repetición, los resultados de cada línea se suman y promedian (Cuadro 4.2.). Finalmente, para determinar la Condición del pastizal, se contrastan los resultados de las mediciones con el

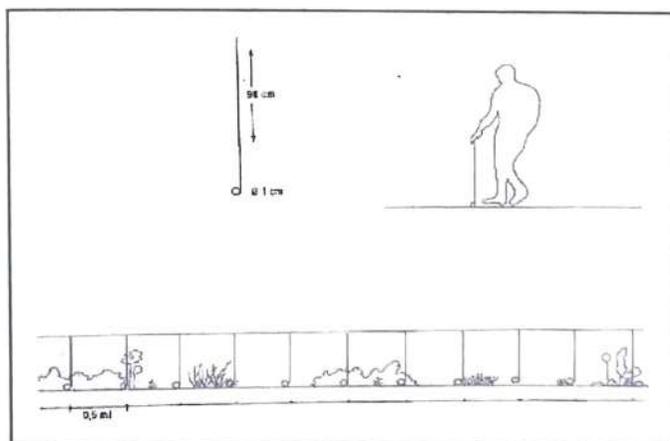


FIGURA 4.8. Esquema del anillo de muestreo y de la posición de la línea de Parker en las mediciones del Pastizal por el método de los tres pasos y por el transecto de pasos (Fuente: Gastó, Cosio y Panario, 1993).

En la tercera etapa, se procede a hacer fotografías del pastizal en "close up" desde puntos permanentes de tomas. Según PARKER y HARRIS (1958), la contrastación de este material entre años sucesivos permite evaluar visualmente la evolución del tapiz vegetal y determinar la tendencia.

Según DAGET y POISSONET (1971), el largo de la línea de Parker y la distancia entre los puntos de muestreo de los anillos, varía de acuerdo a las características del tapiz vegetal. En praderas de secano árido y semiárido, cincuenta centímetros es normalmente una distancia adecuada. En praderas templadas húmedas de características uniformes, el

largo de la línea puede ser de 2 m y hacerse una medición cada 2 cm.

Debe destacarse que el método de la condición requiere modificaciones de los órganos permanentes del pastizal, por lo cual es independiente de si éste ha sido utilizado o no por el ganado, pues mide la cubierta basal de los pastos y hierbas y la cubierta permanente de los arbustos y árboles. Esto es comparativamente diferente del método para calcular el valor pastoral que mide las hojas y otros elementos efímeros del pastizal, por lo cual los resultados son diferentes cuando las mediciones se hacen antes o después de la utilización por el ganado (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).





## Determinación de la Tendencia

Complementariamente a la determinación de la Condición, debe determinarse la Tendencia. La tendencia del pastizal indica el cambio instantáneo de la condición. No es suficiente determinar la condición del pastizal; su caracterización debe implementarse con la tendencia al cambio de condición que presenta al instante de la evaluación (Figura 4.9.).

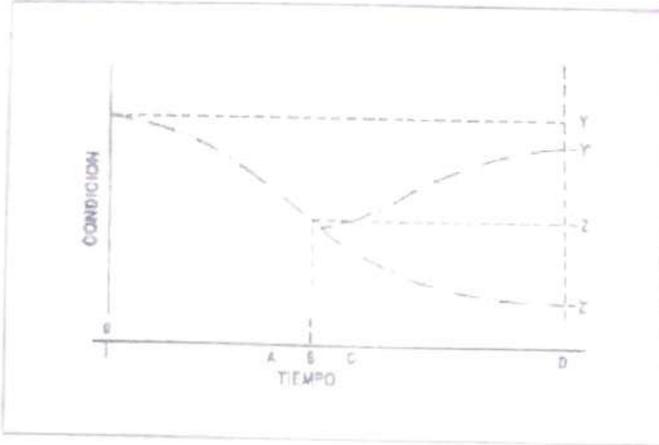


FIGURA 4.9. Diagrama que representa varios elementos en la tendencia del pastizal. Y es la condición en estado virgen, BZ es la condición, luego de una cierta cantidad de deterioro, DY', DZ y DZ' son las posibles condiciones del pastizal en algún tiempo futuro D. (Fuente: Ellison, 1949)

La tendencia de la condición del pastizal puede manifestarse en tres formas diferentes. Una de ellas es la que se produce cuando las fuerzas de degradación del ecosistema están en equilibrio de las fuerzas de mejoramiento. Se indica entonces que el sistema se encuentra o que su tendencia es estable ( $\rightarrow$ ). En caso contrario, su tendencia puede ser a mejorar ( $\uparrow$ ) o a degradar ( $\downarrow$ ). Tendencia, por lo tanto, se define como el cambio instantáneo que se produce en un ecosistema hacia una nueva condición, y en relación a la condición más deseable. En el cuadro 4.3 se presenta un formulario que permite determinar la Tendencia de la Condición. Como resumen de este cuadro, se debe calificar la tendencia de la vegetación y del suelo de acuerdo a lo indicado en la figura 4.10.

<u>Tendencia</u>	<u>Vegetación</u>	<u>Suelo</u>
Mejorante	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Estable	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Degradante	<input type="text"/>	<input type="text"/>

FIGURA 4.10. Resumen de la calificación de la tendencia. (Fuente: Gastó, Cosío y Panario, 1993).

CUADRO 4.3. Formulario-tipo para determinar la Tendencia y la Condición del pastizal en un sitio dado.

**TENDENCIA DE LA CONDICIÓN DEL SUELO**

Haga un círculo al ítem pertinente y calcule el resultado

Más	Menos
-----	-------

**Condición excelente y buena**

- La cubierta normal de mantillo es reemplazada cada año	3	
- Erosión acelerada no visible	2	
- No se observa desplazamiento del suelo debido a pisoteo	1	
- Actividad de roedores normal o menos que normal	1	
- Mantillo no se acumula		3
- Cubierta vegetal interrumpiéndose y exponiendo pequeños sectores de suelo desnudo		2
- Se observa desplazamiento debido a pisoteo		1
- La actividad de roedores en aumento		1

**Condición regular**

- Acumulación de mantillo, el cual cubre espacios desnudos entre arbustos, árboles y pasto	2	
- Cárcavas, cuando están presentes y cicatrizando, con los costados bien cubiertos de pastos perennes	2	
- Riachuelos y depósitos aluviales estabilizados con pastos Perennes	2	
- Desplazamiento por pisoteo insignificante	1	
- Pedestales de especies deseables cicatrizantes en los costados	1	
- Mantillo no se acumula y la superficie del suelo se expone		2
- Cárcavas no cicatrizantes con pastos perennes		2
- Riachuelos y depósitos no estabilizados con pastos perennes		1
- Desplazamiento por pisoteo notable		2
- Pedestales de especies deseables con costados abruptos		2

**Condición pobre y muy pobre**

- Especies secundarias, malezas anuales, musgos aumentando y cubriendo superficies desnudas al suelo		2
--	--	---

**TENDENCIA DE LA CONDICIÓN DE VEGETACIÓN**

Haga un círculo al ítem pertinente y calcule el resultado

	Más	Menos
<b>Condición excelente</b>		
- Stand de especies deseables reproduciéndose	2	
- Utilización no excesiva para un stand en condición excelente	1	
- Arbustos notables con buen vigor	1	2
- Sobresaliente mortalidad o destrucción de plantas deseables		2
- Especies intermedias y menos deseables invadiendo		1
- Utilización excesiva de especies deseables y muy apetecidas		1
- Arbustos moldeados y muriendo		
<b>Condición buena</b>		
- Especies deseables invadiendo espacios desnudos y reemplazando especies menos deseables o intermedias	2	
- Utilización no excesiva para un stand en condición buena	1	
- Arbustos notables recuperándose de daño causado por el ramoneo en el pasado	1	
- Especies menos deseables reproduciéndose notoriamente		2
- Utilización excesiva de acuerdo a estándares para condición buena		1
- Arbustos moldeados, muriendo, muertos y especies inferiores cuando presentes, utilizadas intensamente		1
<b>Condición regular</b>		
- Especies deseables invadiendo espacios desnudos y reemplazando otras especies menos deseables	2	
- Utilización no excesiva para un stand de condición regular	1	
- Arbustos recuperándose de daño causado por el ramoneo en el pasado	1	
- Especies menos deseables y anuales reproduciéndose notoriamente		2
- Utilización excesiva de acuerdo a los estándares para condición regular		1
- Arbustos moldeados, muriendo y especies inferiores, cuando presentes, utilizadas intensamente		1
<b>Condición pobre</b>		
- Especies secundarias estableciéndose	2	
- Utilización no excesiva por ganado y vida silvestre	1	

(Fuente: Gastó, Cosio y Panario, 1993).

## 5. SIEMBRA Y ESTABLECIMIENTO

### INTRODUCCIÓN

Para poder obtener buenos rendimientos a nivel de cosecha en un sistema de pastizales es fundamental realizar una correcta labor de siembra y establecimiento de éste. Son numerosos factores los que regulan el establecimiento de una pastura los cuales deben analizarse para evitar pérdidas o fracasos posteriores.

Este capítulo tiene por objetivo dar a conocer los factores y manejos que determinan una buena siembra, la que influirá en la arquitectura y funcionamiento del pastizal.

### PREPARACIÓN DE SUELO

La preparación del suelo para pasturas es muy especial y muchas veces no va a corresponder a las labores habituales de preparación de suelo. Esto se debe al hecho de que la mayoría de las semillas forrajeras o pratenses son de pequeño tamaño; y además, en estado de plántulas son débiles y poco vigorosas, presentando menos defensa contra los accidentes climáticos y malezas. De esta manera, se explica entonces que los fracasos derivados de malas siembras sean más comunes entre las especies forrajeras que en otros cultivos.

La función del suelo es dar asiento a las semillas y transmitir la necesaria humedad para su germinación, facilitar la fijación de las raíces y suministrar la humedad y los más diversos nutrientes que la planta necesita (HYCKA, 1993).

La preparación del suelo tiene como objetivos principales:

- Desmote y desbroce del matorral
- Control de malezas (Figura 5.1.)
- Preparación de la cama de semillas (Figura 5.2.)

#### Desmote y desbroce del matorral

Los métodos mecánicos deben armonizar las exigencias de fuertes labores para el definitivo desarraigo de las especies arbustivas, con los criterios

de conservación de suelos, que exigen mantener en lo posible una capa superficial rica en materia orgánica (MUSLERA y RATERA, 1991).



FIGURA 5.1. Control de malezas con 2,4 DB. (Fotografía: Fernando Cosio)



FIGURA 5.2. Preparación del suelo con Brillion. (Fotografía: Fernando Cosio)

El tratamiento mecánico más adecuado son los arados pesados de discos (generalmente, de más de 3.000 kg y 10-12 discos, de no menos de 70 cm. de diámetro), arrastradas por tractores. Una labor de este tipo a la máxima profundidad posible elimina perfectamente el material vegetal de las especies arbustivas, incluso con parte de sus raíces, enterrándolo, incorporándolo al suelo. Los arados sucesivos, ya con implementos normales, deben dejar el terreno listo para la siembra de la pastura.

Otra técnica mecánica muy utilizada es el uso de las desbrozadoras accionadas por la toma de fuerza del tractor. Estas máquinas trozan y desmenuzan totalmente las partes aéreas de la vegetación arbustiva, incorporando sus restos al terreno. Posteriormente se debe realizar las labores de preparación de suelo necesarias para el establecimiento.

## Control de malezas

Las malezas significan una seria competencia por agua, luz y nutrientes para las plantas forrajeras o pratenses. Esta competencia es aún más seria cuando la planta forrajera está establecida, ya que la plántula es poco vigorosa, débil y, por lo tanto, crece lentamente.

En el caso del agua, se puede tomar las praderas de secano como ejemplo. En el secano de Rinconada, Maipú, Chile, con 350 mm de agua al año, se pueden establecer determinadas especies pratenses que responden adecuadamente a ese requerimiento hídrico. Si no se realiza previamente un control de malezas, éstas van a utilizar gran parte del agua que es necesaria para el crecimiento y desarrollo de la planta pratense. Al respecto, es interesante destacar que, tanto las malezas como los cereales, que los agricultores acostumbran a asociar con forrajeras, tienen raíces que presentan la característica de poseer una rapidez de crecimiento o de profundización mayor, limitando la absorción de agua por parte de la pastura.

Por otra parte, y en especial bajo condiciones de secano, la preparación del suelo tiene por objetivo conservar el agua del suelo. Esta conservación se puede realizar de dos formas: eliminando las malezas que pueden ocupar el recurso hídrico y permitiendo la infiltración del agua para que ésta se acumule en el suelo. Un ejemplo lo constituye *Sorghum vulgare var. Sudanense* (Pasto Sudán), que es un cultivo de verano, por lo tanto, se siembra cuando ya no llueve; sin embargo, crece y produce gracias al agua que hay almacenada en el suelo, mientras mayor sea la cantidad de agua acumulada, mayor será la producción; por este motivo lo más recomendable es realizar un barbecho en invierno, el cual consiste en eliminar toda la vegetación que pueda aprovechar parte del agua de lluvia y mantiene el suelo en una condición tal que permita la infiltración.

En relación a la competencia por luz es conocido que existen especies tolerantes y no tolerantes a la sombra. Entre las primeras se encuentran *Dactylis glomerata* (Pasto ovillo), *Trifolium pratense* (Trébol rosado) y algunas variedades de *Medicago sativa* (Alfalfa); y en las segundas *Phalaris sp.* (Falaris), *Trifolium repens var. Latum* (Trébol ladino), *Lotus sp.* (Lotería) y *Festuca sp.* (Festuca).

Por último las malezas compiten con las forrajeras por los nutrientes. En el establecimiento de praderas, ésta

competencia no tiene mayor relevancia, no así en la etapa de producción donde los nutrientes cumplen un rol importante.

En las labores de control de malezas previas al establecimiento del cultivo es necesario agotar las semillas de malezas que se encuentren superficialmente en el suelo, para ello se deben realizar labores superficiales, evitando el uso del arado, lo cual va a depender de varios factores como presencia de algún horizonte impermeable, textura del suelo, etc.

Lo ideal para preparar el suelo es la rastra de discos, la cual es útil en suelos de textura arenosa o franco. Para suelos arcillosos es necesario romper superficialmente con arados y luego continuar las labores con la rastra anteriormente mencionada.

Un implemento de bastante utilidad es la rastra off-set (Figura 5.3), se puede complementar su acción con un arado subsolador o arado de cincel, los cuales trabajan en suelos completamente secos y sirven para modificar la estructura del suelo, quebrando y agrietando horizontes cementados, arcillas densas, "pie de arado", toscas, etc., facilitando con ello la infiltración del agua y aireación del suelo permitiendo un mayor desarrollo radicular.



FIGURA 5.3. Preparación de suelo con rastra off-set en suelo trumao. (Fotografía: Fernando Cosío)

En ningún caso es recomendable utilizar un arado de vertedera, ya que al hacerlo se llevan nuevas cantidades de semillas de malezas a la superficie del suelo desde los horizontes inferiores en los cuales se encuentran las semillas estratificadas.

## **Preparación de la cama de semillas**

La mayoría de las especies forrajeras poseen semillas pequeñas, para que éstas puedan germinar y tener un buen establecimiento, es necesario que queden enterradas superficialmente. Para conseguir esto hay que contar con un suelo firme ya que en uno suelto la semilla tiende a profundizar, y se ha demostrado que a medida que se va aumentando la profundidad de siembra, va disminuyendo el porcentaje de plantas que se establecen.

Otro factor bastante importante y determinante en la germinación y emergencia de las plántulas, es la presencia de terrones, piedras u otros parecidos. Se debe tener un suelo firme, mullido, libre de terrones y sin malezas. Los terrones no deben ser de más de 0,5 a 1,0 cm, ya que en caso contrario la semilla que quede bajo un terrón será planta perdida.

La firmeza se obtiene mediante el uso de los rodillos. Existen muchos tipos de rodillo y cada cual tiene un objetivo. Por su peso, deshacen terrones, eliminando los espacios de aire, permiten un mayor contacto entre semillas y humedad del suelo y, además, facilitan el trabajo de la sembradora.

Como norma general, mientras más liviana es la textura del suelo, más pesado debe ser el rodillo; a la inversa, en suelos de textura pesada el rodillaje debe hacerse antes que el terrón pierda la humedad que le permita desgranarse por la presión del rodillo.

En suelos arenosos "Trumaos", no importa la pérdida de humedad; en cambio, es fundamental un rodillo de 1000 kg de peso por metro lineal, y un diámetro mínimo de 80 cm; en caso contrario, se acumula exceso de tierra en la parte delantera y no puede rodar libremente.

Existen diferentes tipos de rodillos, tales como: de madera, de cemento, corrugados (Brillion), flexible, combinados, mullicompactador, corrugado de gran peso (para suelos vírgenes y expuestos a violentas erosiones cálicas, como es el caso de Magallanes; pesa 2000 kg o más kilos por cuerpo), y, por último cualquier implemento que tienda a compactar el suelo como un tronco bien redondo y labrado, etc.

En la práctica, un suelo firme es aquel en que al entrar al potrero y pisar sobre él, no se hunde más allá de la

suela del zapato. Es una medición bastante práctica que indica cuando un suelo está suficientemente firme como para sembrar forrajeras.

Otro factor de gran importancia, es nivelar y emparejar el terreno a sembrar. Esto favorece el posterior riego especialmente en los semilleros, donde se necesita una aplicación eficiente del riego, con el objetivo de tener una producción uniforme.

## **Sistemas de preparación de suelos**

En general, existen dos sistemas de preparación de suelo: para terrenos regados, o de una textura liviana y con buena precipitación, que sean susceptibles de prepararse en cualquier estación; y para suelos de secano de pobre precipitación que al momento de perder la humedad, no permiten la penetración del arado.

### **Preparación de suelos de riego**

Un método que ha dado excelentes resultados en el control de abundantes malezas agresivas, como Chépica, Pasto cebolla y Margarita, es el siguiente:

1. Roturar superficialmente con un "cultivador de campo" o una rastra off-set en el mes de octubre.
2. A fines del mismo mes, realizar la misma labor pero en sentido perpendicular con cualquiera de los dos implementos.
3. Utilizar rastra off-set o Standard de discos, para soltar la tierra de las raíces.
4. Durante los meses de noviembre en adelante, pasar rastras de resortes, que llevarán las malezas a la superficie para exponerlas al sol.
5. Cuando el material expuesto al sol esté seco, roturar profundamente con arado para incorporar esta materia orgánica.
6. Las labores posteriores de rastra de discos, alisamiento y rodillado, y siembra en el otoño, varían de acuerdo a las condiciones del terreno.

## Preparación de suelos de secano

Para suelos de secanos que no son posibles de roturar con arados convencionales sin la humedad necesaria, los mejores resultados se han obtenido con el sistema de "preparación de suelo en seco", que consiste en:

1. En el terreno completamente seco, entre los meses de noviembre a enero, dependiendo de la zona, roturar con arado cincel o cultivador de campo, si la textura lo permite.
2. Cruzar con arado cincel o cultivador de campo, para modificar aún más la estructura del suelo.
3. Realizar uno o dos rastrajes con rastra off-set. Si se dispone de una barra porta implemento, se puede utilizar un trozo de riel detrás de la barra el que hace el efecto de rastrón "quiebra terrones".
4. Realizar las labores de rastraje, alisamiento y rodillazos posteriores convencionales de acuerdo a las condiciones del terreno.

En el caso de suelos arcillosos con horizontes cementados o toscas, de gran dureza, es necesario usar el arado subsolador en una o dos direcciones, previamente al uso del arado de cincel. La distancia a la que se debe pasar el arado subsolador, se debe determinar en el terreno.

## ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS

Existen distintos métodos de establecimiento de pastizales, para lo cual, la elección de cada uno de ellos va a depender principalmente de la ubicación del terreno y del tipo de cultivo que se trate. Para establecer pasturas en zonas bajo riego, el procedimiento será diferente al de las zonas de secano, lo mismo ocurre si se trata de mezclas de especies o asociaciones con otros cultivos como cereales.

### Establecimiento de pasturas de riego

#### Época de siembra

En riego, es posible realizar la siembra en dos épocas:

- Principios de Otoño (desde el 01 de Abril y no más allá del 15 de Mayo)

- Fines de Invierno (entre el 15 de Julio y el 30 de Agosto)

En lo posible, no se debe pasar de estas fechas, ya que entre el 15 de mayo y el 15 de julio, las bajas temperaturas producen una germinación lenta, manteniendo las plántulas débiles y chicas durante el invierno quedando susceptibles al daño por heladas y al descalce. Pasado el 30 de agosto, la humedad es desfavorable, debido a la gran evaporación.

La siembra en otoño presenta varias ventajas tales como: utilización más rápida; (por ejemplo, la siembra de *Trifolium repens* var. *Latum* en abril puede ser utilizada a mediados de septiembre), y mejores condiciones de humedad para una mejor germinación de las semillas.

La decisión entre una u otra época de siembra debe tomarse fundamentalmente, basándose en las condiciones de enmalezamiento del terreno. Si el control de las malezas no ha sido adecuado, es preferible postergar la siembra hasta la primavera siguiente. Ésta sería entonces, la mayor ventaja de las siembras de primavera.

En lo posible, el terreno debe prepararse de tal forma que se pueda sembrar en otoño.

Existen algunas especies forrajeras que se utilizan como praderas suplementarias; entre estas tenemos las que crecen durante el invierno y otras que requieren un clima cálido para desarrollarse. Entre las primeras se encuentran *Trifolium alexandrinum* (Trébol alejandrino), *Vicia sp* (Vicia), *Avena sativa* (Avena), *Secale cereale* (Centeno), etc., que se utilizan hasta Curicó. La época de siembra más recomendada para este tipo de especies es a principios o fines de febrero, en que el establecimiento debe realizarse en base a riegos. Todos los problemas que se pueden presentar al sembrar en el mes de febrero, se ven compensados con la utilización, época de aprovechamiento y producción de éstas especies, ya que crecen en un periodo que es crítico para la alimentación de los animales.

En cuanto a las especies que crecen en la época calurosa, como *Sorghum vulgare*, la época de siembra más adecuada es aquella en que el suelo está caliente y no haya peligro de heladas.

## Métodos de siembra

La siembra de forrajeras puede hacerse al voleo o en líneas.

La siembras al voleo permite una distribución uniforme de las semillas pero es difícil regular la profundidad a que éstas se ubican en suelo, lo cual disminuye el porcentaje de establecimiento; por lo tanto, es necesario utilizar dosis de semillas más altas (ACUÑA, 1996).

Al voleo puede sembrarse a máquina o a mano. La principal desventaja de la siembra al voleo es que la aplicación del abono contribuye un mejor crecimiento de las malezas.

La siembra al voleo y a mano, consiste en distribuir la semilla y taparla con una rastra liviana (rastra de ramas), cuidando que las semillas no queden a una profundidad mayor de 1 a 1,5 cm.

La siembra al voleo con máquina puede realizarse con una máquina de pecho (tipo ciclón), la cual asegura una distribución más uniforme de las semillas, o bien, como se observa en la Figura 5.4. con una sembradora de rodillo (tipo Brillion), ésta consta de dos rodillos entre los cuales va cayendo la semilla, de tal forma que las estrías del rodillo posterior van cerrando los surcos formados por el rodillo anterior (Figura 5.5.). De esta forma la semilla va quedando tapada y al mismo tiempo comprimida al suelo. Esta máquina generalmente no tiene anexos para aplicar los fertilizantes, de manera que éstos deben incorporarse al suelo antes de la siembra y con el último rastraje.

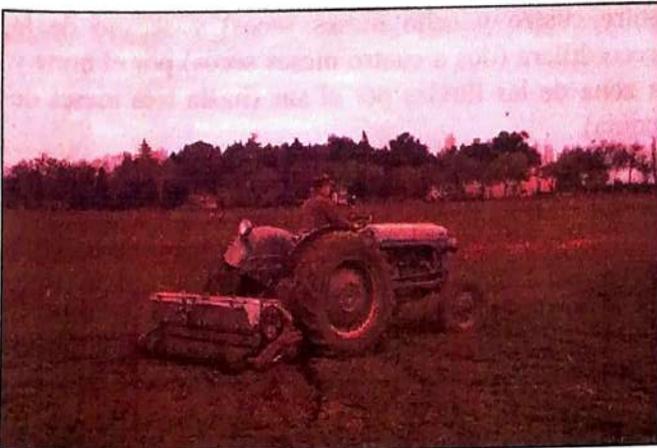


FIGURA 5.4. Uso de sembradora Brillion en establecimiento de pastura en Chillán. (Fotografía: Fernando Cosio).

También es posible realizar siembras al voleo con máquinas sembradoras de cereales, para lo cual se eliminan los tubos de bajadas y se les acopla una rastra de ramas, sacos, un tablón o un rodillo para enterrar la semilla y compactar el suelo.



FIGURA 5.5. Rodillos y cilindros de sembradora Brillion. (Fotografía: Fernando Cosio)

La siembra en líneas (Figura 5.6.) o en hileras distanciadas es muy recomendable porque presenta las siguientes ventajas: necesita menor cantidad de semillas, mayor control de malezas, simplifica el riego, mejor utilización de fertilizantes, mejor polinización, lo que asegura mayores rendimientos; cosecha fáciles de realizar y la semilla queda a una profundidad adecuada y más uniforme.

La siembra en líneas más recomendable es la de “en bandas”, la que puede realizarse con la máquina de cereales con anexo forrajero, o con máquinas especializadas para éstos objetivos. En este tipo de siembra, el fertilizante queda en un surco cercano a la semilla, pero no en contacto directo con ella, con lo cual se consigue un eficiente uso.

Para siembras pequeñas o de tipo experimental, se puede recurrir a sembradoras especiales para ello, como lo es, por ejemplo la “Haka”, que permite sembrar en línea y abonar al mismo tiempo. A la vez, puede regularse la profundidad y la cantidad de semilla a sembrar.

Inmediatamente después de la siembra debe rodillarse, para eliminar las bolsas de aire y poner en íntimo contacto a la semilla con la humedad del suelo. Esta labor, lógicamente no es necesaria al sembrar con la Brillion.

Por último, cualquier sistema de siembra a emplear puede dar buenos resultados, siempre que la cama de semilla haya sido preparada correctamente.



FIGURA 5.6. Siembra en líneas de maíz para ensilaje en Lautaro. (Fotografía: Fernando Cosio).

### Dosis de siembra

Las dosis de siembra utilizadas en nuestro país en general, son elevadas. Es así como en *Medicago sativa* (Alfalfa) la dosis media es de 40 kg/ha llegando en algunos casos hasta 70 y 80 kg/ha. *Trifolium pratense* (Trébol rosado) se siembra a razón 20 kg/ha. Esta costumbre de usar altas dosis hace que se aplique la misma tendencia en especies de reciente introducción.

El uso de dosis altas se debe más que nada a una preparación inadecuada del suelo. El error más frecuente es el de preparar mal el suelo lo que hace que la semilla quede muy profunda y no en íntimo contacto con la humedad del suelo. Sin embargo, gracias a las nuevas técnicas, es posible bajar a un mínimo la dosis de siembra en forrajeras. Esto se consigue preparando adecuadamente el suelo, sembrando en época oportuna, uso de semillas puras (certificadas), utilizando especies y variedades adecuadas para cada zona, etc.

La dosis de siembra está relacionada con el número de semillas por kg, que poseen las distintas especies. En el cuadro 5.1. se presentan las dosis de siembra más recomendables para diferentes especies, como también, el número de semillas por kg y por m<sup>2</sup>.

Como se puede ver en el cuadro, la siembra de alfalfa en dosis de 10 kg/ha da una densidad de 500 sem/m<sup>2</sup>. Algo parecido ocurre con T. Rosado y T. Ladino. Así

también, la mezcla de T. Ladino con Festuca en las dosis indicadas para mezclas de una densidad de 594 sem/m<sup>2</sup>. Esta densidad es varias veces mayor a la necesaria para obtener alrededor de 50 plantas/m<sup>2</sup>.

CUADRO 5.1. Dosis de siembra y número de semillas por kg y por m<sup>2</sup>.

ESPECIE	NÚMERO DE SEMILLAS POR KG	SOLA		MEZCLA	
		Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
Alfalfa	500.000	10	500	6	300
T. rosado	627.000	8	501	4	250
T. ladino	1.883.000	3	564	2	376
Pasto ovillo	1.170.000	-	-	6	702
Festuca K-31	436.000	-	-	5	218
Ballica inglesa	500.000	-	-	3	150

(Fuente: Apuntes de Clases Fernando Cosio).

Una mayor dosis de semilla, cuando las condiciones son las más apropiadas, no presenta ninguna ventaja en el establecimiento ni en la productividad posterior de la pradera.

### Establecimiento de pasturas en secano

El secano podemos dividirlo en dos grupos, desde el punto de vista de las pasturas: secano con más de tres meses de sequía y secano con menos de tres meses de sequía. La línea de separación entre éstas dos zonas se encuentra en la zona que se ha denominado de "transición", y que recibe ese nombre precisamente porque es la zona intermedia entre el secano de la costa (sequía entre tres y diez meses), secano interior (entre cuatro y ocho meses secos) y secano de la precordillera (dos a cuatro meses secos) por el norte y la zona de las lluvias por el sur (hasta tres meses de sequía).

Por estas razones el establecimiento de praderas es diferente. Las zonas de secano con más de tres meses secos, están cubiertas por una pradera natural anual, compuesta por plantas invasoras de bajo valor nutritivo. Esta pradera natural constituye el primer problema al tratar de establecer una pradera artificial, ya que junto con las malezas, las plantas invasoras van a ser las principales competidoras por el agua, luz y nutrientes del suelo. Es por ello, que la preparación del suelo es muy importante.

La preparación del suelo para pasturas de secano, debe hacerse en la temporada en que la vegetación nativa está creciendo y existe la humedad necesaria que permita la germinación de la semilla. El mejor resultado se ha obtenido preparando el suelo el año anterior a la siembra, durante la estación lluviosa. Este barbecho de invierno controlará las malezas y servirá para acumular el agua necesaria para el cultivo a establecer. Este barbecho puede ser de dos tipos: descubierto, o sea, manteniendo libre de vegetación con labores periódicas de control; o barbecho cubierto, aprovechando para ello cultivos de temporadas, tales como *Sorghum vulgare var. Sudanense* (Pasto Sudán).

Este cultivo de verano tiene la gran ventaja que además de servir como alimento para el ganado durante los meses secos, obliga al agricultor a preparar el suelo y a controlar malezas, con lo que se tendrá posteriormente un suelo adecuado para el establecimiento de la pradera.

### Época de siembra

La siembra de pasturas de secano puede realizarse en el otoño y; en el mes de junio o julio, pudiendo postergarse ésta última fecha a medida que se avanza hacia el sur y el período de sequía se acorta. O sea, la época de siembra, es variable. Cuando el período seco o la sequía es mayor que los tres meses, la mejor época de siembra es la más temprana en otoño. Lo importante es obtener una planta de cierto vigor al empezar el invierno que pueda resistir las bajas temperaturas, la competencia con las malezas y el descalce ocasionado por las heladas.

La siembra de otoño tiene la ventaja de permitir un mayor desarrollo radicular de las plantas, dando una mayor resistencia a la sequía durante el año de establecimiento.

Es preferible, cuando no ha sido posible preparar el suelo en el año anterior, la siembra para el mes de junio-julio, época en que aún la superficie del suelo se encuentra húmeda, lo que permite hacer un mejor control de las malezas.

Un ejemplo de que la época de siembra es variable se observa en la costa central, con 500 mm de precipitaciones en terrazas marinas cercanas a Llo-Lleo. En esa zona se hicieron siembras asociadas de Falaris-Alfalfa en distintas épocas: temprano en otoño y en junio. En el segundo caso, se pudo comprobar

que Falaris después de formar un buen stand y alcanzar una altura media de 0,2 m entró en latencia de verano y creció recién en el verano siguiente, ya que sus raíces no alcanzaron la humedad de las capas más profundas del suelo. La alfalfa, en cambio, por poseer una velocidad de crecimiento radicular mayor, pudo sobrevivir a la sequía en muy buena condición, siendo esto la causa de la pérdida de Falaris, por alcanzar sus raíces capas más profundas. La siembra asociada efectuada temprano en otoño no tuvo problema ya que la humedad fue suficiente para ambas especies.

### Métodos de siembra

La siembra de plantas forrajeras en secano, puede realizarse en hileras distancias, en líneas y/o al voleo.

La siembra en hileras distanciadas, consiste en una siembra en líneas cuyas hileras están separadas entre 0,4 y 1,0 m. Su finalidad es entregar a las plantas un cubo de tierra suficiente, donde puedan extraer el agua necesaria para su crecimiento. Este sistema supone un buen control permanente de malezas para obtener su beneficio, ya que un crecimiento abundante de malezas producirá la misma competencia que en los otros sistemas de siembra.

La elección del método de siembra a emplear, depende de la zona, cultivo, pluviometría y período seco. Es así, como el Pasto Sudán por ejemplo se recomienda sembrarlo en hileras distanciadas a 0,8 a 1,0 m en zonas de 400-600 mm. Con el agua acumulada en el cubo de tierra resultante puede esta planta formar una vegetación productiva.

Cualquier gramínea o leguminosa perenne puede también sembrarse con ventaja, en hileras distanciadas, cuando la caída pluviométrica es menor de 600 mm y la sequía mayor a tres meses. En la zona de la costa de Santiago, se ha podido comprobar un mayor crecimiento y supervivencia a través de la sequía de Falaris sembrado a 0,8 m, que con otro tipo de siembra.

En la elección del sistema de siembra uno de los factores más importantes es la pluviometría. Importa conocer la cantidad de agua que cae, la textura del suelo y el escurrimiento, ya que así se sabe cuanta agua se está almacenando. Por ejemplo en la costa de Santiago con suelos arenosos, fértiles y profundos, y con una precipitación anual de mas o menos 300 mm, prácticamente toda el agua que cae se infiltra en el

suelo. En este caso se puede tener Alfalfa a distancias de 60-70 cm en la hilera. En cambio, en Cauquenes, donde caen 500-600 mm existe un alto escurrimiento, y textura pesada, lo que hace que la infiltración en el suelo sea baja y por ende sea baja también la disponibilidad de agua para las plantas forrajeras. Por esta razón se recomienda aumentar la distancia entre hileras.

No existe ventaja alguna, salvo determinados casos, en utilizar el método de hileras distanciadas en especies anuales que vegetan durante el período lluvioso, tales como *Trifolium incarnatum*, *Trifolium subterraneum* y *Lolium multiflorum*.

La siembra en líneas puede efectuarse con la máquina sembradora de cereales, con anexo forrajero o mezclando las semillas con cáscara de arroz u otras materias para colocarlas en el cajón de cereales. La "renovadora de praderas" es otra máquina que siembra en líneas, la ventaja de ésta máquina es la de sembrar y establecer una pradera artificial directamente sobre la pradera natural. Esto, como ya hemos visto, no es exacto porque en ésta forma se permite totalmente la competencia de la pradera natural anual con la forrajera, con lo cual, seguramente esta última no podrá establecerse en buena forma. Sin embargo, esta máquina posee una gran ventaja, que es la de sembrar en bandas.

La siembra en líneas puede también realizarse con sembradoras de rodillo (Tipo Brillion) a la que se ajustan tubos que permiten bajar la semilla hasta el suelo.

Las siembras al voleo pueden efectuarse a mano, con máquina pectoral tipo ciclón, o con sembradora de rodillos tipo Brillion. En algunos casos, es imposible la utilización de maquinaria en la siembra, debido a la topografía, a los troncos, a las piedras y las rocas. En estos casos, se justifica la siembra con la sembradora de ciclón, ya que efectúa un trabajo mejor que la siembra a mano, o bien, mediante el uso del avión, que está tomando gran importancia.

Con respecto a la siembra superficial existe un ensayo en USA de la Est. Experimental de Wooster, Ohio, con siembras a distintas profundidades (Cuadro 5.2.).

Se ve claramente que la siembra de forrajeras, con algunas excepciones deben ser superficiales, no mayor de 1 a 1,5 cm.

CUADRO 5.2. Porcentaje de emergencia con distintas profundidades de siembra.

ESPECIE	PROFUNDIDAD DE SIEMBRA EN CM					
	0	0.6	1.25	2.5	3.75	5.0
Alfalfa	42	75	63	48	7	1
T. rosado	40	44	39	25	1	1
Pasto ovido	37	58	59	40	9	3
	Buena emergencia			Mala emergencia		

(Fuente: Est. Experimental de Wooster, Ohio, USA.)

### Dosis de siembra

Las dosis más recomendables en el establecimiento de praderas de secano, se exponen en el cuadro 5.3.

CUADRO 5.3. Dosis de siembra en kg/ha.

ESPECIE	DOSIS	
	SOLA	MEZCLA (1)
Alfalfa	10-15	6-8
(2)T. subterráneo	12-15	10
(3)T. encarnado	5-20	5-10
Falaris	7-8	5
(4) Fromental Tualatín	15	8
Fromental corriente	30	18
Festuca K-31	10-15	5-6
Ballica italiana	20-25	8-10
(5) Pasto Sudán	10-15	-
Pimpinela	30	-

(Fuente: Apuntes de Clases Fernando Cosio).

- (1) Mezcla simple de una gramínea y una leguminosa
- (2) El T. Subterráneo puede sembrarse en dosis menores pero demora en establecerse.
- (3) En T. Encarnado con trigo; dosis mínima (zona de lluvias mayor de 1000mm).
- (4) Tualatín: semilla desnuda; corriente: semilla envuelta.
- (5) Siembra en hileras distanciadas a metro.

Las dosis señaladas suponen un terreno bien preparado y siembra adecuada.

### Establecimiento de pasturas asociadas a un cereal en zonas de riego

En la siembra de forrajes asociados con cereales, éstos, al igual que las malezas, compiten por agua, luz y nutrientes. En condiciones de riego, el agua y los nutrientes pueden ser aplicados al suelo; reduciéndose entonces la competencia, a la luz. Las plantas tienen una mayor o menor tolerancia a la sombra,

característica que es necesario considerar cuando se planea una siembra asociada con un cereal. Es así, como *Trifolium pratense* (Trébol rosado) (Figura 5.7.), *Dactylis glomerata* (Pasto ovillo) y en menor grado *Medicago sativa* (Alfalfa), soportan asociaciones con cereales. En cambio otras plantas forrajeras como el *Trifolium repens var. Latum* (Trébol ladino), *Phalaris sp.* (Falaris) y *Festuca sp.* (Festuca) no toleran la sombra, con lo cual la asociación con el cereal hace más difícil su establecimiento.

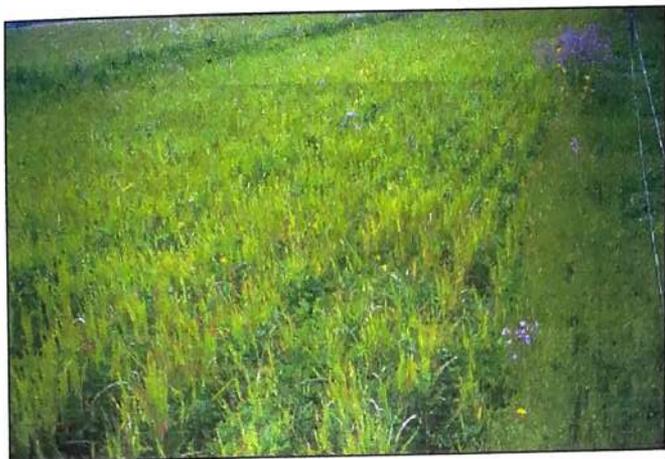


FIGURA 5.7. Asociación de Trébol Rosado con avena, Fundo El Alazán, Chillán. (Fotografía: Fernando Cosío).

Una de las desventajas de las siembras asociadas con cereales, es que se retrasa la utilización de la pradera en cuatro o cinco meses, para lo cual debemos disponer de forraje reservado.

Otra desventaja es la dificultad que se presenta para el control químico de las malezas. Generalmente en siembras de trigo sólo se emplea el 2,4 D pero, en siembras asociadas con forrajeras, éstas son afectadas por dicho ácido. Existen otros productos, como el MCP que en dosis adecuadas no afectan a algunas leguminosas, como *Trifolium pratense* (Trébol rosado), *Trifolium alexandrinum* (Trébol alejandrino), pero en cambio afectan a otros como *Medicago sativa* (Alfalfa). Si no se controlan las malezas la producción de trigo va a ser muy pobre y de baja pureza, y por su parte la alfalfa no va a poder establecerse en debida forma. Por otro lado, si realizamos un control químico de malezas para asegurar la producción de trigo, vamos a afectar la alfalfa.

Otro problema que es común en Chile, es el de preparar el suelo para siembras asociadas de cereal y forrajeras, en la misma forma que si fuera cereal solo. Ya se vio el papel que la preparación del suelo desempeña en el establecimiento de la pradera, por lo tanto, es mejor que en casos de asociaciones con

cereales se prepare el suelo como si éste se fuera a utilizar sólo con praderas. Esto significará un mejor establecimiento, una mayor producción y una utilización más rápida.

Por ejemplo, una pradera de *Trifolium repens var. Latum*, sembrada en abril sola, puede aprovecharse a mediados de septiembre. Suponiendo que el Trébol ladino tolerara la sombra, o que la densidad del cereal se disminuye en tal forma que pudiese establecerse el trébol; éste no podrá aprovecharse hasta después que se haya retirado el trigo, y con un primer aprovechamiento con alto % de paja. Esta paja debe retirarse para que mediante riegos se recupere el trébol y tener así una pradera limpia.

Algo parecido sucede con la alfalfa para henificar. Sembrada en abril sola, puede empezar a cortarse antes de la florecencia, es decir, en la primera quincena de septiembre, mas o menos. Este corte es muy recomendable ya que permite controlar las malezas que en esa época se encuentran en pleno apogeo. Posteriormente, podemos obtener tres cortes limpios, los cuales serán pagados con mejor precio.

Si se siembra alfalfa con cereal, se debe cosechar primero el cereal, luego dar un riego para que se recupere la alfalfa y posteriormente dar el primer corte, el que tendrá un alto % de paja, o sea, al igual que en el caso del Trébol ladino, la iniciación del aprovechamiento es muy diferente en una siembra sola que en una asociada.

### Manejos de establecimiento

Agrupar a las diferentes labores o prácticas que se realizan desde la emergencia de las plantas forrajeras hasta su utilización. Dentro de estas prácticas se tiene:

#### Riego de establecimiento

Es distinto al riego que se realiza para una pradera en producción. Cuando se debe regar para favorecer la germinación de la semilla, estos riegos deben ser frecuentes, cada tres o cinco días, con el fin de evitar el encostramiento del suelo y el consiguiente "gateo" de las plántulas; esto es común en siembras de forrajeras de verano (febrero-marzo). En siembras realizadas en una época tal que las lluvias sean insuficientes para el establecimiento de las plantas (Por Ej. A fines de invierno), es necesario realizar

riegos frecuentes y superficiales para permitir el desarrollo radicular a medida que las plantas van creciendo y van desarrollando más sus raíces, se debe regar más lentamente a fin de humedecer la zona del perfil del suelo ocupada por las raíces.

No se debe olvidar que las posibles malezas en este período de establecimiento, están también aprovechando parte del agua disponible, de ahí la necesidad de mantener una humedad adecuada del suelo.

### Control de las malezas

Es otra labor importante en el establecimiento de una pradera de riego. Este control puede ser mecánico o químico. Mecánicamente mediante cortes, lo que significa un control de malezas bastante eficiente, especialmente si es realizado cuando las malezas se encuentran en pleno apogeo, y, químicamente mediante el empleo de herbicidas.

Por último, en forma muy general y una vez que la pradera alcanza 20-25 cm de altura, puede iniciarse su utilización, ya que a esa altura, el daño que puede producir el pastoreo, es mínimo. Esta altura varía según la especie; es así como la alfalfa no debe pastorearse antes de tener 35 cm, aún cuando lo más recomendable será evitar el pastoreo, ya que es una planta de henificación. En cambio, *Trifolium repens* (Trébol blanco) por su hábito rastrero se puede pastorear cuando alcanza los 10 cm de altura.

Todo esto difiere con otro concepto que dice que es necesario dejar un año la pradera para su establecimiento, para en el segundo año comenzar a aprovecharla con el ganado. O sea, se debe manejar adecuadamente la pradera para obtener el máximo de producto animal con el menor perjuicio del recurso pastizal.

### Establecimiento de pasturas asociadas a un cereal en zonas de secano

Existe la posibilidad de establecer praderas de secano asociadas con cereales. Se ha dado bastante énfasis a la competencia que existe entre los cereales y las plantas forrajeras. El cereal tiene un sistema radicular profundo, que agota el agua del suelo antes de que las raíces de las plantas forrajeras lleguen a la humedad. Este hecho impide que se obtenga un buen

establecimiento de praderas de secano cuando se les asocia con cereales.

Por excepción algunas especies pueden asociarse con cereales cuando la lluvia sea superior a 600 mm y sean resistentes a la sombra. Entre estas especies se encuentra *Trifolium incarnatum* (Trébol encarnado)(Figura 5.8.) y *Lolium multiflorum* (Ballica italiana). En cambio *Phalaris sp* (Falaris) no resiste a una competencia por luz, produciéndose una planta muy débil.



FIGURA 5.8. *Trifolium incarnatum* y *Lolium multiflorum* (Trébol encarnado con Ballica Tama) en Lautaro. (Fotografía: Alejandro Santibáñez)

### Manejo de establecimiento

Lo fundamental en el manejo de establecimiento de una pradera, es el control de malezas, para lo cual se utilizan los métodos descritos anteriormente.

El primer año, en que la pradera permanente se está estableciendo, no se debe pastorear. Es necesario permitir a las plantas el almacenaje de reservas en sus raíces para que soporten la sequía y empiecen a producir abundantemente en el segundo año.

### Mezclas forrajeras

Una buena pradera debe estar formada por una mezcla de gramíneas y leguminosas. Esto tiene una limitante cuando se desea producir semillas. Para poder realizar una mezcla, se deben tomar en cuenta varios factores:

1. Adaptación similar de las especies a asociar a los factores suelo, clima y uso.
2. Las especies deben coincidir en su madurez si tienen el mismo uso. Por ejemplo, una mezcla de Festuca con Trébol Ladino. La primera tiene una madurez muy anterior a la del trébol, lo cual obliga a disminuir el lapso de rezago para evitar que espigue nuevamente.
3. Palatabilidad semejante para evitar el pastoreo selectivo.
4. Dosis de siembra mayor que siembras solas.
5. Agresividad de las especies. Según esto se tienen especies agresivas, menos agresivas y no agresivas. Agresivas son aquellas plantas que tienen una rapidez de establecimiento, gran crecimiento y, por lo tanto, gran competencia con otras plantas. Precisamente por esto, tienen la tendencia a eliminar a las especies, por lo que hay que tener cuidado. Para ello, lo más recomendable es no asociarlas, en caso contrario, rebajar al mínimo la dosis de siembra.
6. Riego adecuado para las especies a mezclar. Existen especies que necesitan riegos frecuentes y superficiales; en cambio, otras necesitan riegos profundos y distanciados. En mezcla de ambos, al regar en una forma vamos a perjudicar a la especie asociada y lo mismo a la inversa.
7. Asociar, por lo menos, una gramínea y una leguminosa.



FIGURA 5.9. Mezcla de Falaris (*Phalaris sp*), Trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*) y Trigo (*Triticum aestivum*) en secano. (Fotografía: Fernando Cosio)

Por último las ventajas que una mezcla forrajera tiene, se pueden agrupar en:

En la formación de mezclas existen dos escuelas, una que preconiza el empleo de mezclas simples (Figura 5.9.) y otra que recomienda las mezclas complejas. La primera posee como máximo dos especies de gramíneas y dos de leguminosas. En cambio, la mezcla compleja tiene más de cuatro especies. Los americanos la llaman "tiro de escopeta", ya que colocan 8-10-12 especies con el fin de procurar el establecimiento de una pradera; pero, a la larga, la tendencia de ésta mezcla compleja es la de transformarse en una pradera formada de una gramínea y de una leguminosa, o sea, lo que se persigue al sembrar la mezcla simple.

1. El riesgo de perder la pradera, por razones de suelo, clima o manejo, se reduce por cuanto existen diferencias específicas con relación a esos factores.
2. Una mezcla de gramíneas y leguminosas tiene mayor valor nutritivo que cualquiera de ellas separadas, a excepción de la alfalfa, que da un mayor rendimiento de proteínas por hectárea cuando se siembra sola (Cuadro 5.4.).
3. En mezclas, generalmente se obtienen mayores rendimientos que en siembras solas (Cuadro 5.5.).
4. Las gramíneas reducen el efecto del descalce en las leguminosas. Esto es común en siembras de invierno, donde por ejemplo la avena defiende al trébol alejandrino del frío de las heladas y del descalce que éstas producen, ya que crece más rápido y es más resistente.
5. Las mezclas permiten a las leguminosas resistir mejor la competencia por las malezas, ya que las gramíneas ocupan todos los espacios que las leguminosas dejan libres.
6. Las gramíneas tienen la ventaja sobre las leguminosas de mejorar la estructura del suelo, ya que poseen un sistema radicular fibroso, las raíces finas tiene la facultad mecánica de juntar las partículas del suelo y formar agregados.
7. La mezcla elimina en parte el riesgo de meteorismo que produce una pradera de leguminosas sola.

8. El período productivo se hace más amplio debido a la composición de la pradera. Por ejemplo las ballicas tienen crecimiento invernal, en cambio las alfalfas crecen en verano.
9. Las gramíneas que crecen junto a las leguminosas, se benefician con los excedentes de nitrógeno, lo que se traduce en un incremento en proteínas.
10. El peligro de erosión se reduce al mínimo, por la cubierta vegetal densa que se obtiene.
11. La mezcla es, al parecer, más palatable que los componentes separados.

CUADRO 5.4. Rendimiento en materia seca y proteína en diferentes cultivos forrajeros:

Especie	Materia seca kg/ha	Proteína %	Proteína kg/ha
<b>T. Ladino</b>	3.825	27	1.026
<b>Pasto Ovillo</b>	2.392	12.3	231
<b>Mezcla</b>	2.931	16.5	1.174

(Fuente: Apuntes de Clases Fernando Cosio).

CUADRO 5.5. Ensayo Trébol Alejandrino con Avena. Rendimientos Rinconada (1960-1961).

Especie	Rendimiento ton m.s /ha
Avena	7.18
Trébol Alejandrino	9.40
Mezcla	11.6

(Fuente: Apuntes de Clases Fernando Cosio).

## 6. MANEJO DE LA FERTILIDAD

### INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las plantas se realiza principalmente por la transformación del CO<sub>2</sub> del aire y agua del suelo en hidratos de carbono, por medio de la función de la clorofila que realiza la planta utilizando la energía solar. Los minerales, además de participar en los procesos metabólicos de la asimilación, pasan a formar parte de los compuestos orgánicos esenciales para el crecimiento de la planta, en cantidades variables según el tipo de elemento y planta. La producción de un pastizal está, por lo tanto, condicionada a la obtención del agua y minerales que necesita.

La utilización de fertilizantes en las praderas tiene gran interés, ya que es una práctica rentable que permite transformar suelos con bajo potencial productivo en suelos fértiles con grandes oportunidades de ser cultivados, donde se pueden obtener altas producciones desde el punto de vista ganadero.

A lo largo de este capítulo se analizarán las bases de la fertilización en praderas considerando las diferencias entre las diferentes especies (leguminosas y gramíneas), que interactúan con el suelo modificando el contenido de nutrientes de éste y por ende la disponibilidad. Se explicarán los manejos de fertilización utilizando los macro y microelementos, aplicados como productos químicos o como residuos de otros sistemas ganaderos o agrícolas.

### CICLO DE NUTRIENTES EN SISTEMAS GANADEROS

En todos los sistemas agrícolas existe una cierta cantidad de nutrientes "Pool" que se recicla entre el suelo y las plantas (Figura 6.1). Las plantas toman los nutrientes desde el suelo, lo distribuyen a la parte aérea y raíces. Generalmente, antes de la cosecha, las plantas en estado de madurez devuelven una parte de los nutrientes al sistema radical y al suelo. Luego en el proceso de cosecha, sólo una parte del cultivo es retirado del potrero, y el remanente vuelve al suelo donde algunos de algunos de los nutrientes que se encuentran en formas orgánicas estabilizados junto al carbono, son liberados por los organismos del suelo para quedar disponibles para los cultivos siguientes (RUZ y CAMPILLO, 1996).

En praderas pastoreadas, las plantas no alcanzan su estado máximo de madurez, sino que son cosechadas antes por medio del pastoreo en un estado donde la concentración de nutrientes es muy alta. La mayoría de los nutrientes, cerca del 70%, vuelven a ser incorporados al suelo a través de las deyecciones y de la orina. De esta manera los animales cumplen un rol fundamental en la fertilidad de los suelos en praderas bajo pastoreo, por lo tanto es de vital importancia manejar la carga animal, la presión de pastoreo y el tiempo de éste para obtener altas producciones.

En los sistemas pastoriles los nutrientes se mueven entre los distintos componentes; suelo-planta-animal, pero al mismo tiempo existen pérdidas de nutrientes que salen por diferentes vías como también existen aportes de diversas fuentes (Figura 6.2.) (RUZ y CAMPILLO, 1996).

Una importante fracción de los nutrientes de las plantas que ha sido ingerida por los animales es devuelta como se explico anteriormente por medio de las heces y de la orina. Las heces entregan un importante aporte de Ca, P orgánico abiótico y Mg y la orina por su parte aporta N, S y K.

Otros aportes lo hacen el agua de lluvias que entrega S y N y el subsuelo que también hace una entrega significativa de nutrientes.

La fertilización artificial en las etapas de desarrollo y crecimiento del cultivo se realiza principalmente en casos en que exista alguna deficiencia que pueda interferir en el correcto funcionamiento del sistema o para mejorar los rendimientos. Los nutrientes son incorporados artificialmente al momento de la preparación del suelo previo al establecimiento del cultivo. Cuando se requieren en etapas posteriores se utilizan fertilizantes químicos y los nutrientes incorporados con más frecuencia son N, P y K.

Dentro de las pérdidas, las más destacables son las producidas en el momento en que los nutrientes son reincorporados por las heces y orinas al suelo. El N, necesita carbono para poder ser movilizado y así reutilizado. Como las cantidades devueltas al suelo son altas, no existe una reserva suficiente de C para poder movilizar el N, por lo tanto ocurre una pérdida.

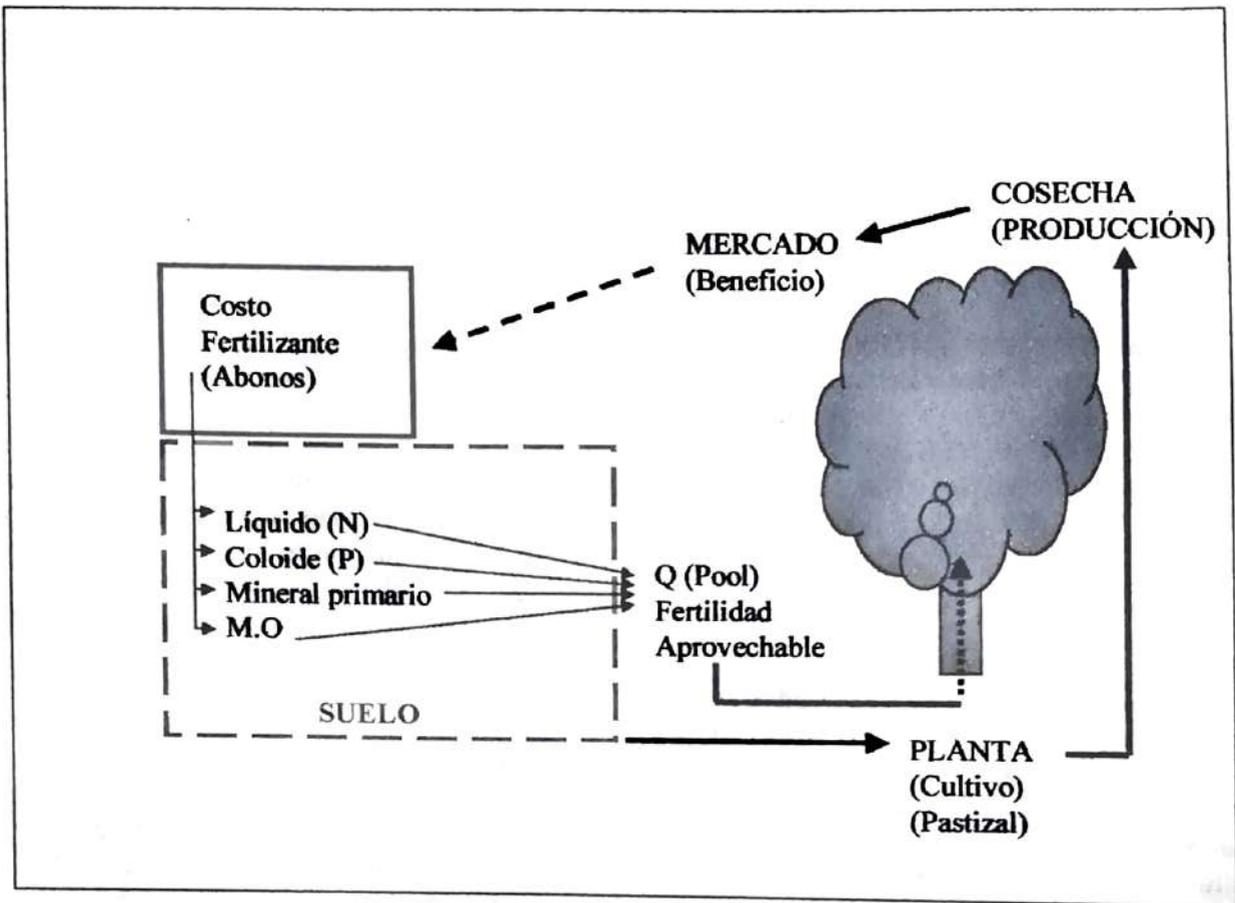


FIGURA 6.1. Esquema general del aprovechamiento de nutrientes (del suelo e incorporados) por parte de las plantas y su utilización. (Fuente: Norero, 1978.)

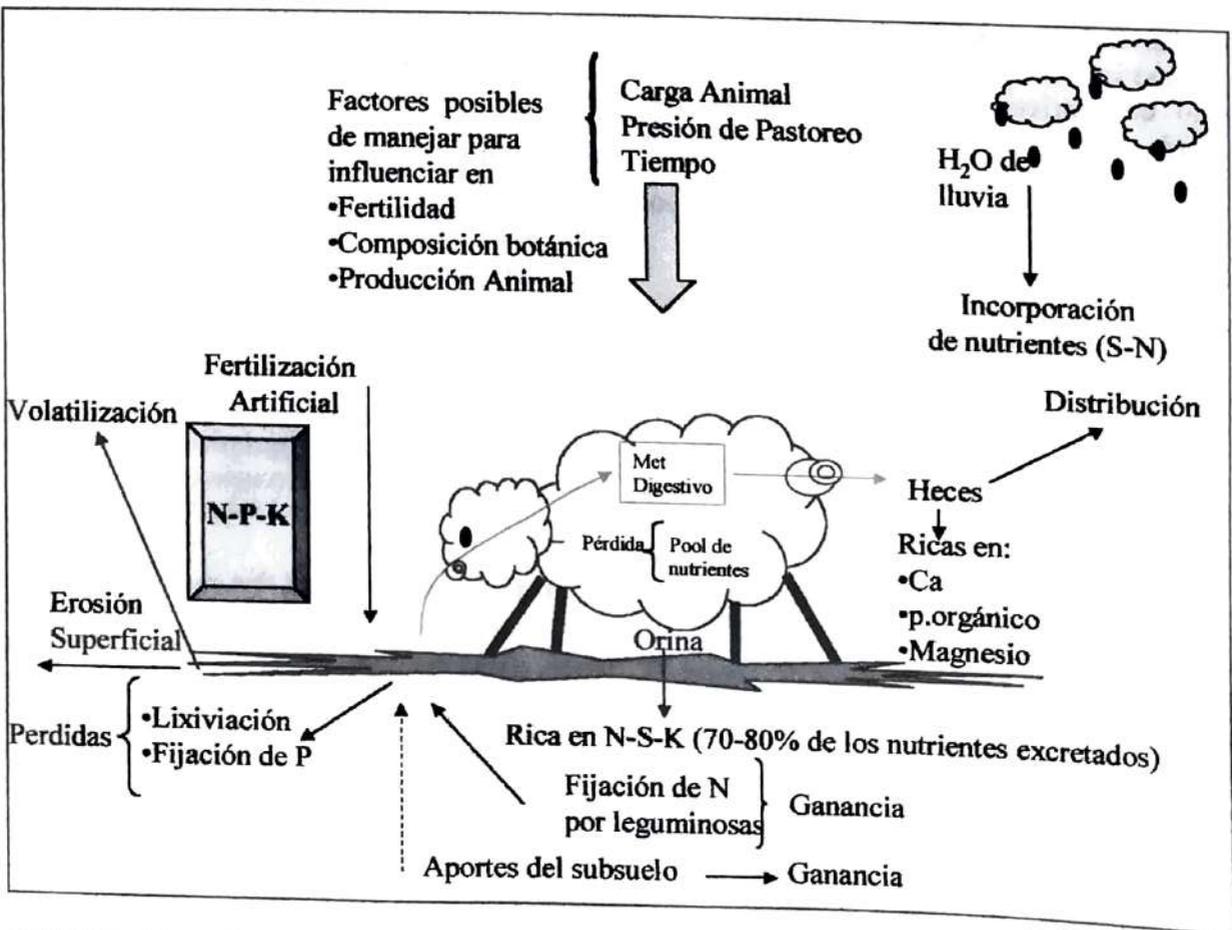


FIGURA 6.2. Esquema de aportes y pérdidas de nutrientes en sistemas bajo pastoreo. (Fuente: Apuntes de clases Fernando Cosio)

Las principales vías de pérdidas se refieren a: volatilización ( $\text{NH}_3$ ); lixiviación ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ); desnitrificación ( $\text{N}_2$  y  $\text{N}_2\text{O}$ ) (RUZ y CAMPILLO, 1996).

Otras pérdidas ocurren por erosión de nutrientes superficial, por exportación de heces a otros sistemas y por la fijación de P en el subsuelo en zonas que poseen suelos de pH ácido.

En praderas de leguminosas y gramíneas, es de vital importancia el aporte externo de N a través de la fijación simbiótica de las leguminosas. Este elemento que se utiliza en grandes cantidades para la producción vegetal, requiere ser constantemente restituido al suelo para balancear las pérdidas. De no aprovechar la fijación simbiótica de N, este elemento debe ser restituido en formas fácilmente asimilables vía fertilizantes nitrogenados (RUZ y CAMPILLO, 1996).

### CICLO DEL NITRÓGENO EN EL ECOSISTEMA PRATENSE

Las plantas necesitan el Nitrógeno más que cualquier otro elemento, especialmente en las épocas de crecimiento activo. Las posibilidades de suministro de nitrógeno por el suelo son limitadas y no siempre suficientes para atender las necesidades de las plantas. De esta incapacidad surge la necesidad de la fertilización (MUSLERA y RATERA, 1991).

En las praderas hay que tener en cuenta la presencia de leguminosas, cuya contribución al suministro de nitrógeno a la asociación es muy importante. También hay que considerar al animal que aprovecha las praderas y que colabora con sus heces y orina al abastecimiento de nitrógeno de la pradera (MUSLERA y RATERA, 1991).

El Nitrógeno del suelo debe considerarse como parte de un sistema que incluye al suelo, planta y animal, cuyas relaciones mutuas están representadas con claridad en la Figura 6.3.

La descomposición de la materia orgánica produce el nitrógeno mineral que asimilan las plantas, siendo ésta la principal fuente de N del suelo. La cantidad de

nitrógeno asimilable depende de contenido de materia orgánica y del ritmo de mineralización, estando éste controlado por la actividad de los microorganismos agentes de la descomposición y a su vez regulada por la temperatura, humedad, aireación, nutrientes y vegetación del lugar (MUSLERA y RATERA, 1991).

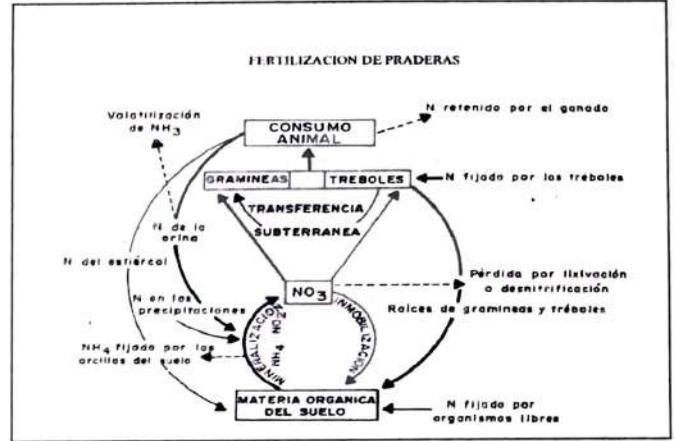


FIGURA 6.3. El ciclo del nitrógeno en una asociación de gramíneas y tréboles bajo pastoreo. (Fuente: Muslera y Ratera, 1991).

El nitrógeno en la materia orgánica se presenta en forma de compuestos hidrogenados cuya base es  $\text{NH}_2$  mientras que el producto final de la nitrificación es el ión nitrato, para cuya formación hace falta solamente oxígeno.

El nitrógeno inorgánico del suelo puede ser incorporado en parte en formas orgánicas, por la acción de microorganismos, pero no es éste el principal destino de los excesos de nitrógeno en el suelo. Todas las formas inorgánicas presentes en el suelo son solubles: nitratos, nitritos y amonio. Excepto el amonio que puede ser fijado en las arcillas, las otras son fácilmente arrastradas cuando hay exceso de agua a capas más profundas. En una pradera las pérdidas por lavado son elevadas, aunque la presencia de raíces de las plantas recupera parte de este nitrógeno (MUSLERA y RATERA, 1991).

También se producen pérdidas por volatilización o desnitrificación, descomposición de Nitritos y nitratos a nitrógeno elemental, cuando ocurren condiciones anaerobias, encharcamientos estacionales, etc (MUSLERA y RATERA, 1991).

## Fijación simbiótica por las leguminosas

La fijación de nitrógeno por la asociación *Rhizobium*-leguminosa depende de las condiciones ambientales: humedad, temperatura, intensidad lumínica y duración del día. Estos factores condicionan el nivel de hidratos de carbono producidos por la planta. Como la fijación de nitrógeno se realiza por una simbiosis en que la planta suministra la energía (hidratos de carbono) que el nódulo utiliza para fijar el nitrógeno, todos los factores que influyen directamente afectan la fijación de nitrógeno (MUSLERA y RATERA, 1991).

Las plantas también desarrollan mecanismos de defensa contra la sequía, realizando la fijación en capas más profundas en donde hay más humedad, aunque siempre con menor actividad, pues en los primeros 8-10 cm del suelo se desarrolla más del 70% de la fijación (MUSLERA y RATERA, 1991).

En praderas de leguminosas y gramíneas, en los primeros años de desarrollo, donde el contenido de nitrógeno disponible en el suelo es normalmente bajo, existe un alto potencial para la fijación de nitrógeno atmosférico alcanzando valores tan altos como 350-400 kg/ha/año de N (LEVY, 1970). Mientras que en praderas mixtas estabilizadas y de alta producción, con un buen porcentaje de trébol, la fijación simbiótica de N puede fluctuar entre 100 y 180 kg/ha/año de N (BALL y CRUSH, 1986; RUZ *et al* 1995), lo que indica que para una producción de 12 ton/ha con una demanda de 456 kg/ha de N, una buena parte debe ser suministrada por el "pool" de N mineral (amonio y nitrato) del suelo. Por esta razón, la mayoría de las praderas mixtas que dependen sólo de la fijación simbiótica, difícilmente pueden alcanzar el potencial de producción de una determinada zona, aún cuando los otros nutrientes se encuentren en un nivel adecuado, ya que el sistema, en general, opera bajo una deficiencia crónica de N (BALL, 1982).

Por otra parte, en leguminosas de corte, como alfalfa y trébol rosado de alta producción, la fijación simbiótica es mayor que en praderas mixtas de pastoreo, y proporcionalmente dependen más del N atmosférico que del N del suelo (RUZ y CAMPILLO, 1996).

La evolución del nitrógeno del suelo disponible para los tréboles, aumenta con los años, interfiriendo en la fijación de nitrógeno. En una pradera muy evolucionada, la fijación de nitrógeno debe compensar las pérdidas por extracciones, lavado del suelo y

volatilización. El incremento de la materia orgánica en el suelo con la edad de la pradera puede ocasionar una reducción de la fijación de nitrógeno por las leguminosas que utilizan el nitrógeno mineral del suelo, o bien por el efecto de competencia de las gramíneas, que al disponer de nitrógeno abundante compiten por luz y nutrientes con las leguminosas (MUSLERA y RATERA, 1991).

Esta claro que la disminución de la fijación de nitrógeno en las praderas más antiguas no es la eficiencia de los tréboles, sino la disminución de la cantidad de tréboles, como consecuencia del deterioro de la pradera, y un aumento de la competencia por las especies asociadas (MUSLERA y RATERA, 1991).

Los efectos de la defoliación sobre la reducción de la fijación de nitrógeno se atribuyen a un menor suministro de hidratos de carbono a los nódulos. Sin embargo, al mismo tiempo se producen otros hechos a considerar; la demanda de nitrógeno por la planta es menor y el nitrógeno mineral del suelo aumenta debido a esa menor demanda, pudiendo las leguminosas tomar más nitrógeno y demandando menos a la asociación. La planta, por economía de energía también reduce en número de nódulos (MUSLERA y RATERA, 1991).

## Aportes por deyecciones y material vegetal

La mayor parte del nitrógeno utilizado por los animales es devuelto a la pradera en forma de deyecciones: heces (30%) y orina (70%), que se distribuyen irregularmente sobre el terreno. La orina tiene más de dos tercios del nitrógeno en forma de urea, que rápidamente se transforma en nitrógeno mineral asimilable para las plantas. En las heces el nitrógeno es orgánico y tarda más en descomponerse, dependiendo de la fauna del suelo y condiciones ambientales (MUSLERA y RATERA, 1991).

La descomposición del material vegetal por debajo de la altura de defoliación, especialmente cuando los cortes se hacen con retraso o en pastoreo cuando la utilización de forraje es menor, también es una fuente de restitución del nitrógeno (MUSLERA y RATERA, 1991).

El lavado de nutrientes de las hojas por el agua de lluvia no es un concepto importante en las plantas verdes, pero en la hojas senescentes del trébol subterráneo puede alcanzar cifras considerables en

condiciones de clima mediterráneo (MUSLERA y RATERA, 1991).

La descomposición de nódulos y raíces de leguminosas también libera nitrógeno que es utilizado por las plantas de la pradera. Este proceso de descomposición es continuo, con variaciones estacionales. Cualquier accidente de manejo o climatológico que produzca la descomposición del nódulo, favorece la liberación de nitrógeno (MUSLERA y RATERA, 1991).

Teniendo en cuenta que el contenido de nitrógeno de los nódulos es del 6%, aunque su peso no sea muy grande, se transfieren al suelo cantidades considerables de nitrógeno que son aprovechables por otras plantas (MUSLERA y RATERA, 1991).

### Fertilización nitrogenada

La principal respuesta a la fertilización se produce en las gramíneas. La respuesta a la fertilización en este tipo de plantas es lineal, por lo que es recomendable aplicarlo en forma fraccionada si el forraje será utilizado en un corto tiempo luego de ser fertilizado, ya que las plantas podrían hacer un consumo de lujo que hace que el nitrógeno sea exportado y por lo tanto no aumenten los rendimientos (Figura 6.4.)

Si el forraje será utilizado después es recomendable fertilizar con nitrógeno al comienzo del período, ya que la absorción por las gramíneas disminuye las pérdidas por lixiviación utilizándolo para su crecimiento.

En praderas asociadas, al fertilizar las gramíneas se pueden producir reducciones en la cantidad de leguminosas ya que estas alcanzan un mayor desarrollo, esto puede afectar a la pradera, ya que al existir una menor proporción de leguminosas habrá una menor fijación de nitrógeno y por ende una menor producción de ambas especies.

La falta de nitrógeno limita el crecimiento de las gramíneas a finales de otoño, principios de primavera y verano. La aplicación de nitrógeno en esas épocas aumenta la producción media, diaria y total, en cantidades variables según composición de la pradera y condiciones ambientales (humedad y temperatura, principalmente). Las respuestas expresadas en kg de M.S por kg de nitrógeno aplicado, dependen de la

cantidad de nitrógeno fundamentalmente (MUSLERA y RATERA, 1991).

### **EL FÓSFORO EN EL ECOSISTEMA PRATENSE**

El P disponible en el suelo proviene tanto de la fracción orgánica como inorgánica, y, en general, se encuentra en muy bajas cantidades en los suelos del sur del país (trumaos), siendo imprescindible su aplicación mediante fertilizantes (RUZ y CAMPILLO, 1996).

El fósforo en el suelo puede encontrarse bajo las siguientes formas:

- Fósforo orgánico.  
Se encuentra formando compuestos de la materia orgánica existente en el suelo.
- Fósforo inorgánico  
Se encuentra como fosfatos minerales resultantes de la descomposición del material originario del suelo y de aportes de fertilizantes, como fosfatos fijados superficialmente al complejo arcillo-húmico y fosfatos solubles presentes en la solución del suelo.

El potencial de suministro de fósforo por el suelo depende de estos componentes, fundamentalmente de la descomposición de los minerales y materia orgánica y de la liberación del fósforo fijado superficialmente en las arcillas (MUSLERA y RATERA, 1991).

Cuando se aplican fertilizantes fosfatados, muy poco fosfato permanece soluble en la solución del suelo. Los iones fosfato son rápidamente absorbidos por los coloides del suelo o precipitados como fosfatos de calcio, aluminio o hierro (MUSLERA y RATERA, 1991).

La fijación depende de las características del suelo, siendo los principales factores condicionantes de la misma el pH, arcillas presentes y materia orgánica. El porcentaje de fósforo fijado es menor al aumentar la cantidad de fosfato aplicado al suelo, pero el poder de retención o capacidad de fijación es una característica del tipo de suelo (MUSLERA y RATERA, 1991).

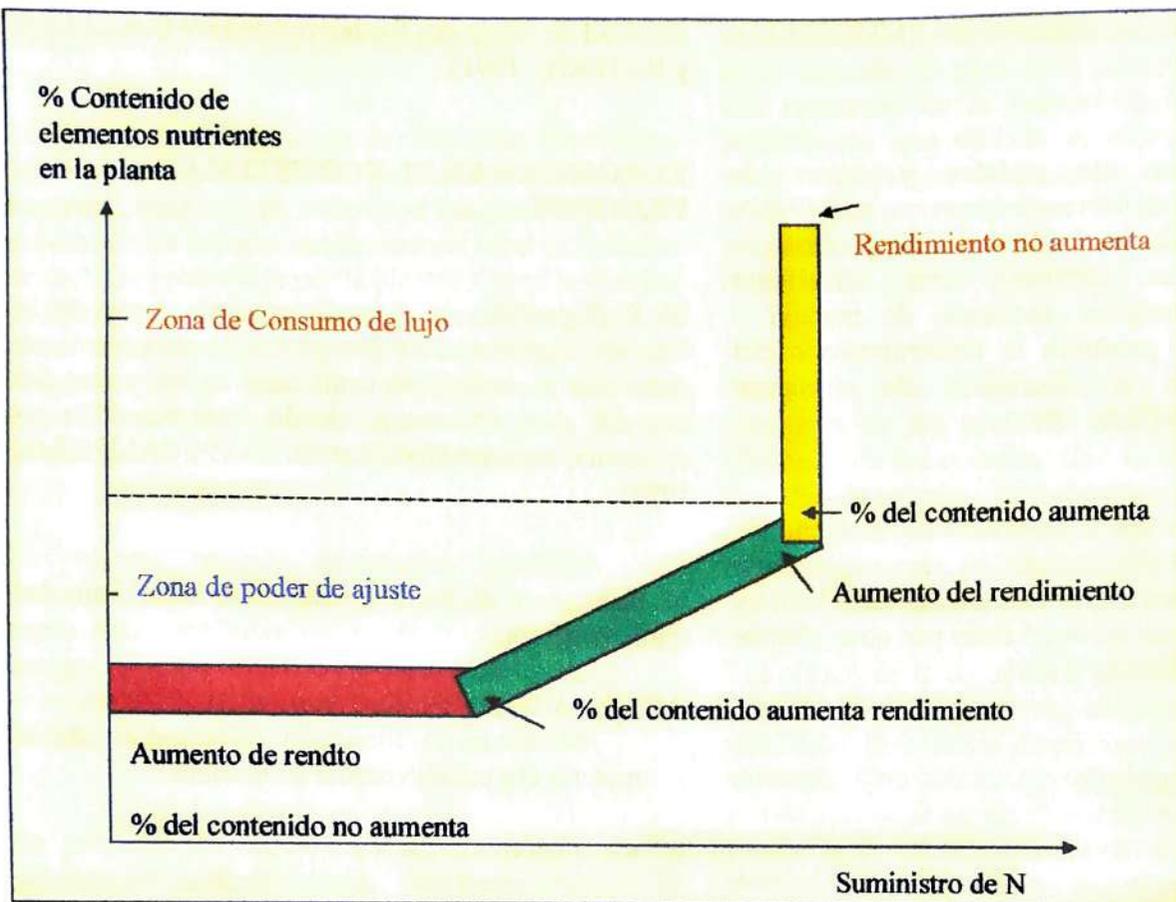
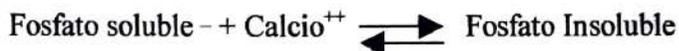


FIGURA 6.4. Cambios mineralógicos y del contenido de planta, según aporte de elementos nutritivos. (Fuente: Silva, 1977)

La solubilidad del fósforo disminuye al aumentar el pH en los suelos alcalinos. El fósforo soluble de los fertilizantes en un suelos alcalino se encuentra en forma de fosfato monocálcico hidratado  $(\text{PO}_4\text{H}_2)_2\text{Ca}$ , principalmente, y fosfato dicálcico dihidratado  $(\text{PO}_4\text{HCa} \cdot \text{H}_2\text{O})$  que en presencia de abundante carbonato cálcico del suelo precipitan en forma de fosfato octocálcico que es muy poco soluble. Como el equilibrio de una reacción química esta definido por la concentración de los elementos reaccionantes, cuando la concentración de uno de los componentes aumenta, la reacción se desplaza en sentido contrario (MUSLERA y RATERA, 1991).



Al aumentar la cantidad de calcio presente en la solución precipitarán fosfatos de calcio poco solubles, disminuyendo la cantidad de fosfato asimilable por las plantas. (MUSLERA y RATERA, 1991).

Este proceso se produce en suelos calizos e incluso en suelos ácidos cuando se realizan enmiendas calizas en dosis muy altas. La relación entre los diferentes

compuestos de fósforo antes mencionados está regulada por las constantes de solubilidad de cada producto, que dependen de la temperatura, presión del  $\text{CO}_2$ , humedad, etc (MUSLERA y RATERA, 1991).

Por lo tanto, en los suelos calizos el fósforo aplicado en forma de fertilizantes precipita en forma de octofosfato. Esta precipitación está limitada por la absorción de los fosfatos solubles en la superficie de las arcillas quedando de esta forma, al menos, durante algún tiempo, en forma asimilable para las plantas (MUSLERA y RATERA, 1991).

Sin embargo, la solubilidad de los compuestos fosfatados originarios del suelo, es mucho menor que la de los compuestos que se producen por precipitación, lo cual indica que un suelo que no haya recibido fertilizantes con anterioridad, minerales u orgánicos, está muy lejos de poder suministrar el fósforo que un cultivo o una pradera productiva necesitan. Prácticamente sólo en suelos aluviales recientes, suelos de origen lacustre o mares anteriores, se puede esperar un abastecimiento adecuado de fósforo a las plantas (MUSLERA y RATERA, 1991).

En los suelos ácidos la presencia de iones aluminio y hierro, principalmente, reducen la disponibilidad de fósforo (MUSLERA y RATERA, 1991).

El aumento de la materia orgánica en el suelo incrementa la capacidad de cambio del complejo arcillo húmico y una acidificación del medio. Al mismo tiempo la materia orgánica es una reserva de elementos entre los que se encuentra el fósforo, y, por tanto, un suministrador potencial de este elemento para la planta (MUSLERA y RATERA, 1991).

La absorción del fósforo esta limitada por el movimiento de este en el suelo, de ahí su limitación en los suelos trumaos del sur de Chile, ya que estos tienen una elevada retención del elemento. Otro factor importante a considerar es el sistema radicular de la planta, ya que al poseer ésta un mayor número de raíces tiene una mayor facilidad para captar el fósforo del suelo.

Importante es destacar que la absorción del fósforo es diferente en gramíneas y leguminosas, éstas últimas son menos eficientes en captarlo desde el suelo debido a la diferente capacidad de cambio de sus raíces.

### **Fertilización fosfatada**

Para el cálculo de las necesidades de mantenimiento de pastos y praderas no se puede utilizar el principio de restitución, debido a la complejidad del proceso del fósforo en el suelo; pero un desglose de las diferentes fuentes de pérdida de fósforo permite un cálculo más aproximado de las necesidades de fertilización. El balance del fósforo en el suelo es:

- Extracciones de las plantas
- Consumo de forraje por animales
- Pérdidas por extracciones en productos animales
- Pérdidas por transferencia de excrementos fuera del área de pastoreo
- Inmovilización o fijación del fósforo en el suelo y pérdida por arrastre a capas más profundas, principalmente de las áreas con heces.
- Restitución por excrementos y orina del ganado
- Aportes de fertilizantes orgánicos y minerales

El contenido de fósforo en las praderas permanentes varía estacionalmente con contenidos máximos a final de otoño y comienzos de primavera. También varía el contenido en las diferentes partes de la planta; así por ejemplo, es más alto en semillas y hojas jóvenes y más bajo en tallos y hojas viejas (MUSLERA y RATERA, 1991).

Las pérdidas en superficie dependen del tipo y número de animales, de la pendiente y sistemas de pastoreo. La pendiente en las praderas influye ya que al ser la mayoría del fósforo reciclado en las heces en forma orgánica, es más fácilmente arrastrado por las aguas de lluvia (MUSLERA y RATERA, 1991).

Hay que considerar las dosis de fertilizante en función de la producción potencial de la pradera, deducida de las características del suelo, clima y experiencia de la región. Si solo se fertiliza según la producción presente o por debajo de la posible, nunca se alcanzará todo el potencial productivo de la pradera (MUSLERA y RATERA, 1991).

El manejo de la pradera también influye en las necesidades de mantenimiento. Un sistema de pastoreo rotacional distribuye mejor las deyecciones que un sistema de pastoreo continuo. Una mayor carga mejora la utilización de la producción, pero el pastoreo excesivo reduce la producción y las praderas degeneradas y mal manejadas necesitan más cantidades de fósforo que las de la misma producción en buen estado, ya que las plantas tendrán un menor desarrollo radicular y menor capacidad de obtener el fósforo (MUSLERA y RATERA, 1991).

### **EL AZUFRE EN EL ECOSISTEMA PRATENSE**

El azufre presente en el suelo puede ser inorgánico, orgánico y atmosférico. El azufre inorgánico se origina por la descomposición de la roca madre, yeso, etc.

La adsorción de los iones sulfato está relacionada a la presencia de hidróxidos de aluminio y hierro, al tipo de arcillas existentes en el suelo y a la existencia de calcio y fósforo.

La presencia de compuestos y sesquióxidos de hierro y aluminio en el suelo está relacionada con la mayor o menor acidez del suelo y, por lo tanto, el encalado (Figura 6.5.) influye en la adsorción del sulfato. La

aplicación de calcio aumenta la disponibilidad de sulfato asimilable, pero asimismo si las condiciones son favorables, lo hace fácilmente lavable del perfil del suelo (MUSLERA y RATERA, 1991).

Los fosfatos eliminan la fijación de los sulfatos, pero se ha comprobado que la fijación del fósforo no se ve influenciada por la presencia de sulfatos.

El tipo de arcillas también ejerce una influencia en la adsorción de sulfatos, las arcillas tipo montmorillonita fijan menos sulfatos que las arcillas tipo caolinitas



FIGURA 6.5. Aplicación de cal en ensayo en Cauquenes. (Fotografía: Fernando Cosio)

Como la aplicación de azufre se hace normalmente en forma de superfosfato que tiene una relación S/P=1, la retención en las capas superficiales del suelo es muy reducida, pasando a capas más profundas donde tiene menos posibilidades de ser captado por las plantas.

El azufre orgánico proviene de la materia orgánica del suelo, y depende en gran parte del ciclo del nitrógeno.

El ciclo del azufre en el suelo es un ciclo continuo de mineralización e inmovilización. En la fase o etapa inicial de establecimiento de las praderas en la que aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo, parte de ese azufre mineral va a ser utilizado en formar las reservas orgánicas del suelo y se establece una competencia entre el suelo y las plantas por ese elemento (MUSLERA y RATERA, 1991).

## Fertilización con azufre

La deficiencia a de azufre en las leguminosas reduce su crecimiento y la fijación de nitrógeno. Esto último como consecuencia de una menor demanda de nitrógeno por parte de la planta y rechazo de la infección por el *Rhizobium*, más que como un efecto directo del azufre sobre la nodulación (MUSLERA y RATERA, 1991).

El animal, al ingerir forraje, retiene el azufre de este en alrededor de un 5 a 30%. El resto del azufre es devuelto al sistema por medio de las deyecciones, principalmente en la orina en forma de sulfatos. En las heces se encuentra en forma orgánica. Una pequeña parte de esta azufre devuelto se pierde por volatilización y el resto es aprovechado por la pradera.

En caso de existir deficiencias importantes es necesaria la aplicación de azufre al suelo, éstas deficiencias se corrigen principalmente con yeso (sulfato de calcio) o con azufre elemental.

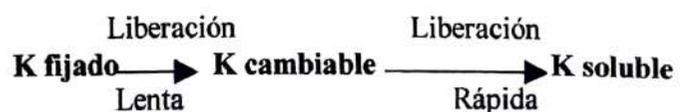
## **EL POTASIO EN EL ECOSISTEMA PRATENSE**

Los suelos tiene por lo general bastante potasio, pero las plantas utilizan anualmente grandes cantidades de este elemento que es necesario restituir mediante la fertilización (MUSLERA y RATERA, 1991).

El potasio se encuentra en el suelo principalmente formando parte de minerales como silvinita, carnalita, kainita y de las rocas igneas metamórficas y sedimentarias.

Las micas y feldspatos son los principales minerales que suministran potasio al suelo. La descomposición de estos minerales da origen a arcillas, cuyas características afectan al comportamiento del potasio y determinan su nivel en el suelo (MUSLERA y RATERA, 1991).

Con respecto a la nutrición de potasio por las plantas hay que considerar que existen tres categorías de potasio en el suelo: Fijado, cambiabile o soluble.



El suministro de potasio a la planta depende, por lo tanto, de la cantidad de potasio que puede pasar de un estado a otro (MUSLERA y RATERA, 1991).

Las gramíneas tienen mayor contenido que las leguminosas de potasio, y éstas últimas un mayor contenido de calcio y magnesio que las primeras. Esta diferencia responde a las distintas capacidades de cambio que tienen las raíces de ambas especies, las raíces de las leguminosas tienen una mayor capacidad de cambio que les permite captar cationes bivalentes como lo son el calcio y el magnesio. Debido a estas diferencias se establece una competencia constante entre gramíneas y leguminosas por captar el potasio desde el suelo.

### Fertilización potásica

La nutrición potásica está relacionada con otros elementos, en especial el nitrógeno, con el crecimiento de las plantas, y ambos con las condiciones ambientales. Las gramíneas crecen a temperaturas más bajas que las leguminosas y, por lo tanto, en primavera empiezan a crecer antes. Como en esta época del año el nitrógeno disponible en el suelo es escaso, se aplican fertilizantes nitrogenados favoreciendo el desarrollo de las gramíneas y acentuando la competencia por el potasio (MUSLERA y RATERA, 1991).

La aplicación temprana de potasio reduce este problema de nutrición de las leguminosas, pero también facilita un consumo de lujo de potasio por las gramíneas, que puede producir consecuencias en la alimentación animal provocando enfermedades al ganado.

Las pérdidas de potasio desde el suelo se producen principalmente por extracciones de productos vegetales y animales, por el lavado del suelo y por transferencia dentro y fuera del potrero. Los aportes de potasio son realizados por la descomposición de los minerales del suelo, lo reciclado por las plantas y animales y por la fertilización.

Los animales recogen el potasio de toda una zona y lo concentran en numerosas áreas pequeñas, distribuidas por todo el potrero, en donde cae la orina con gran parte del potasio ingerido. Como consecuencia, se produce el empobrecimiento de unas mientras que otras se enriquecen en exceso. La superficie en la cual se realiza la restitución se estima entre el 17 y 25% del área de pastoreo en el caso de pastoreo continuo (MUSLERA y RATERA, 1991).

Los animales tienden a descansar en ciertas zonas de dormida o acampada, en donde la acumulación es constante y más elevada. En un sistema de pastoreo continuo se estima que el 90% del potasio ingerido por los animales retorna al suelo, pero también el 20% se concentra en áreas de dormida perdiéndose para el resto de la pradera (Figura 6.6.) (MUSLERA y RATERA, 1991).

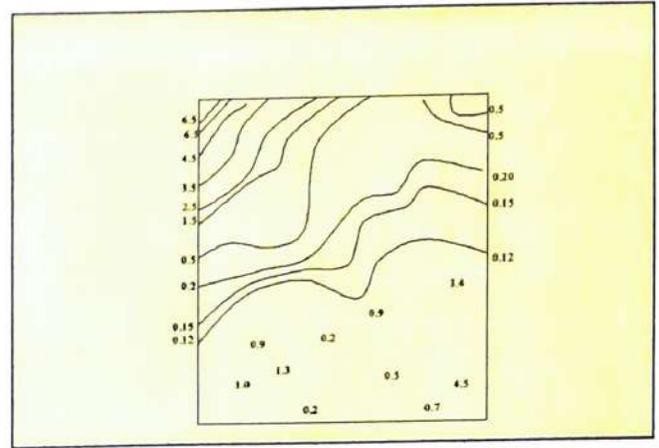


FIGURA 6.6. Diferencias de Potasio Intercambiable en un potrero de 2 ha de *Dactylis glomerata* con *Trifolium repens*. (Fuente: Hilder, 1966)

Hay que recordar que una deficiencia de potasio en el suelo afecta principalmente a las leguminosas, que fijarán menos nitrógeno y tendrán un menor desarrollo, afectando el valor nutritivo de la pradera, ya que en lugar de ellas comenzaran a aparecer especies de mala condición.

A continuación se muestra un cuadro con los rangos de dosis recomendadas de N, P y K para algunas especies forrajeras indicativas.

CUADRO 6.1. Fertilización NPK recomendada en las principales especies forrajeras pratenses a la siembra y para mantención anual, en kg/ha.

Especie	Siembra			Mantención anual		
	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)	N (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)
<b>Solas:</b>						
<b>Alfalfa</b>	0-30	90-320	0-150	-	40-120	30-120
<b>Trébol rosado</b>	0-30	90-300	0-150	-	50-100	50-100
<b>Trébol subterráneo</b>	0-20	75-300	0-90	-	20-80	20-90
<b>Ballica italiana</b>	40-80	75-280	0-120	100-120	50-120	30-90
<b>Mixtas3</b>						
<b>Trébol blanco/gramíneas</b>	20-40	75-250	0-120	0-80	30-120	0-90
<b>Trébol subterráneo/gramíneas</b>	15-30	60-180	0-70	0-80	20-70	0-40
<b>Gramíneas corte</b>	40-80	75-250	0-150	200-300	30-90	100-250

(Fuente: Ruiz, 2001)

## 7. MANEJO DEL AGUA

### INTRODUCCIÓN

El agua tiene gran influencia en el desarrollo de la planta, ya que la mayor parte de los procesos fisiológicos están controlados por ella. Un buen manejo del agua en pastizales asegura una buena producción de forraje ya que disminuyen o se eliminan todos los problemas que pueden ocurrir frente a un déficit hídrico.

En Chile, los pastizales se encuentran bajo dos tipos de condiciones diferentes: en seco y en zonas de riego. Para ambas zonas los manejos son diferentes, ya que en una la fuente principal de agua son las lluvias y en la otra existen o se han implementado sistemas de riego que abastecen de agua a los cultivos.

En los pastizales ubicados en zonas de seco, el manejo del agua es muy importante, se deben utilizar prácticas ganaderas que aseguren la disponibilidad del agua durante la mayor parte del año ya que un mal manejo del recurso puede causar numerosas pérdidas al ecosistema pratero.

Por otra parte, en zonas de riego está la inquietud de cómo manejar el recurso de la mejor manera posible y con los menores costos. Afortunadamente la tecnología a hecho posible cumplir este objetivo, ya que cada vez se emplean nuevos recursos para poder regar las praderas o pasturas ubicadas en esta zona.

### MANEJO DEL AGUA EN ZONAS DE SECAÑO

La fuente de agua en las zonas de seco son exclusivamente las precipitaciones. El agua de precipitación se genera en el mar para luego caer en parte a la tierra. En general se producen las precipitaciones en lugares donde hay cadenas montañosas o choques de frentes polares con masas tropicales. Cuando el agua cae en una zona existen distintos niveles hasta su aprovechamiento:

- Cuenca de captación
- Elementos de conducción
- Almacenadores
- Mecanismos de distribución
- sector de aplicación (sector regado)

El pastizal por lo tanto, debe organizarse de forma que puede retener el agua para su posterior reparto, esto se hace principalmente con cosechas de agua (Figura 7.1a,b y c).



FIGURA 7.1a. Cosecha de agua vertiente en Alicahue. (Fotografía: Fernando Cosio).

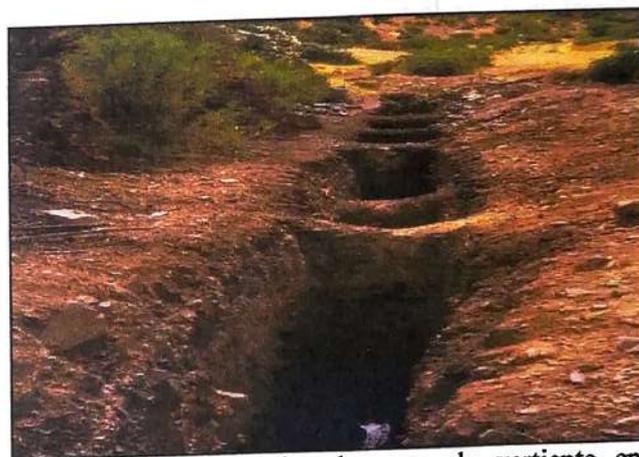


FIGURA 7.1b. Cosecha de agua de vertiente en Illapel. (Fotografía: Fernando Cosio)

FIGURA 7.1. Cosecha de agua

La cantidad y distribución de las precipitaciones son los factores que más afectan la producción forrajera. A lo largo de Chile, el período de déficit de humedad y de sequía en primavera, verano y otoño oscila desde uno a dos meses hasta siete o más; en consecuencia, las especies forrajeras anuales aptas para ésta situación deben ser capaces de completar su ciclo fenológico en el período con humedad suficiente; y las perennes deben resistir o tolerar el período de aridez, deteniendo su crecimiento para permanecer en latencia total o parcial (AVENDAÑO, 1996).

Dentro de las especies anuales, el *Trifolium subterrâneo* (Trébol subterrâneo) es una de las leguminosas más importantes en la zona de los secanos costero e interior. Dentro de las gramíneas, las ballicas anuales son las más adaptadas a estas

zonas, se encuentran en los suelos bajos con menor disponibilidad de agua y en las zonas de mayor pluviometría. *Phalaris sp.* (Falaris) es otra gramínea cultivada ampliamente en esta zona, ya que resiste a la sequía de primavera y verano. Otras especies que se pueden encontrar formando parte de praderas son *Festuca sp* (Festuca), *Lolium perenne* (Ballica inglesa) y *Dactylis glomerata* (Pasto Ovillo).

El ganado afecta negativamente a la modificación de la cuenca hidrográfica mediante:

- Pisoteo
- Reducción de la cubierta vegetal e incremento de la cantidad de costra debido al impacto del agua sobre suelo desnudo
- Descenso de la tasa de infiltración e incremento de la tasa de erosión

Interesa manejar la pradera para que se produzca la mayor infiltración posible. El pastoreo en suelo mojado y la falta de vegetación, produce gran compactación con el consiguiente descenso de la tasa de infiltración.

La histéresis de una cuenca sería el retardo que se produce desde el instante que cae una gota hasta que llega al final de la cuenca. Si este tiempo es menor a 24 horas, está indicando una cuenca con mal manejo. Por el contrario, una cuenca bien manejada, tendría una histéresis de más de tres meses. Habrá que distinguir también entre dos tipos de escurrimientos: el superficial y el profundo. Para un buen manejo habría que evitar el escurrimiento superficial.

El escurrimiento del agua en el suelo viene afectado por los siguientes factores:

- Tipo de cultivo: Una pradera de larga vida con raíces fibrosas es la que más agua retiene. A medida que se aumenta el suelo desnudo, se incrementa el escurrimiento
- Longitud de la pendiente: Factor de gran importancia, más que la pendiente en sí. Es necesario acortar la longitud de la pendiente mediante **curvas de nivel** (Figura 7.2.) o cultivos en fajas en laderas (faja de cereal que infiltra poco y faja de pastizal que retiene gran cantidad de agua)

Como consecuencia del escurrimiento superficial del agua se produce gran erosión. Los factores que afectan

a la erosión serán los mismos que afectan al escurrimiento.

a) Intensidad de utilización (pastoreo)

b) Pendiente. La erosión depende también del tipo de suelo: Suelos frágiles con poca pendiente son muy erosionables; suelos no frágiles con gran pendiente tienen poca erosión.

c) Tipo de cultivo y densidad de la cubierta vegetal

En relación a la lluvia, se deben calcular las probabilidades de precipitación a posteriori y a priori, puesto que la irregularidad de las precipitaciones es una regularidad climática.

Hay que conocer la distribución de las precipitaciones tanto anuales como en períodos de años. Se ha de planificar la ganadería en zonas áridas, teniendo en cuenta los años lluviosos y los períodos secos, por lo tanto se ha de pensar en una ganadería flexible.

Si la distribución de precipitaciones se acerca a años normales, no se tendrá que hacer una ganadería flexible. Si la lluvia anual, por el contrario, a lo largo de períodos muy largos de años se distribuye muy irregularmente, se debe pensar en una ganadería flexible.

En zonas áridas se adecua la carga animal sobre un 30% menos la capacidad sustentadora media obtenida a lo largo de los años.



FIGURA 7.2. Curvas de nivel en *Atriplex numularia* en Los Vilos. (Fotografía: Fernando Cosío)

## MANEJO DEL AGUA EN ZONAS DE RIEGO

El riego es la aplicación artificial de agua a los cultivos, a fin de suplir el déficit que se produce entre los requerimientos del vegetal y los aportes naturales a través de la lluvia, niveles freáticos, etc. Así, en áreas donde las precipitaciones son de una magnitud equivalente a los requerimientos de las plantas y se encuentran distribuidas de acuerdo al crecimiento de estas, el riego no producirá un aumento en los rendimientos (JEREZ y ORTEGA, 1996).

La práctica del riego produce aumentos considerables en la producción de materia seca en las praderas, aumentando la calidad, la digestibilidad y el valor nutritivo del forraje.

Trabajos desarrollados entre 1988 y 1993 en la IX Región (Cuadro 7.1.), han demostrado un significativo efecto del riego en la producción de una pradera de *Trifolium repens* y *Lolium perenne*. En este trabajo se encontró que la pradera bajo condiciones de riego, sobrepasó tres veces la producción de la que sólo recibió agua lluvia. Además se observó que el Trébol Blanco, en la tercera temporada, había desaparecido en un alto porcentaje, afectando la calidad nutricional de la pradera. Este trabajo llevó a concluir que praderas de rotación larga para pastoreo, requieren necesariamente establecerse bajo riego en la IX Región (JEREZ y ORTEGA, 1996).

Los principales objetivos para implementar el riego en una pradera son obtener mayores rendimientos en forraje y una mejor calidad de éste, para así asegurar al ganado alimento durante todo el año y de buena calidad, disminuyendo las variaciones nutricionales que sufre la pradera a lo largo del período de crecimiento.

La frecuencia y cantidad de agua a aplicar dependen de la época del año, del tipo y clase de la pradera y del sistema de su utilización. En invierno, si son necesarios, los riegos pueden distanciarse veinte días o más días; en verano hay que regar incluso cada ocho

días. En invierno, cuando la evaporación no es intensa, puede ser suficientes 200-300 m<sup>3</sup>/ha por riego; en primavera, debido al activo ritmo de crecimiento de la pradera y en verano, por causa de la intensa evaporación, se utiliza casi el doble (HYCKA, 1993).

Cuando la pradera esta destinada a pastoreo, los riegos deben combinarse con el sistema de pastoreo; para ello hay que tener en cuenta que después del riego deben pasar varios días, generalmente de tres a cinco, según pradera y época del año, antes de que los animales puedan volver a entrar al potrero (HYCKA, 1993).

Para implementar un buen sistema de riego es importante conocer los requerimientos hídricos del cultivo a regar y la disponibilidad de agua con la que se cuenta. Es muy importante implementar un eficiente sistema que proporcione agua al menor costo posible.

Se debe considerar la densidad de siembra del cultivo que en el caso particular de las praderas, presentan una alta densidad, por lo cual se debe escoger entre los métodos de riego que mojan toda la superficie del suelo (JEREZ y ORTEGA, 1996).

En relación al suelo se debe considerar el distrito (topografía) en el que se encuentra la superficie a regar y la capacidad de éste de infiltrar el agua y de eliminar aquella que no sea utilizada por la pradera.

La topografía del terreno indicará la magnitud y sentido de la pendiente del terreno. Los métodos de riego gravitacionales, requieren, en general, suelos planos con pendientes uniformes e inferiores al 2%.

Cuando estas condiciones no existen, se puede evaluar la posibilidad de nivelar los suelos o recurrir a métodos de riego presurizados que no son afectados por las condiciones topográficas del terreno (JEREZ y ORTEGA, 1996).

CUADRO 7.1. Producción de pradera de Trébol Blanco-Ballica (Ton m.s/ha). Carillanca. Temporada 90/91

Producción Ton M.S/ha	Sin riego	Total agua aplicada				
		234	437	520	704	764
Total	2,39	4,85	7,25	9,73	10,23	9,88
Trébol Blanco	0,25	1,27	2,33	3,00	2,99	3,60
Ballica	1,84	2,85	3,86	6,09	6,35	5,41

(Fuente: Jerez y Ortega, 1996).

## **Riego Gravitacional en Pastizales**

Dentro de los métodos de riego gravitacionales utilizados para regar praderas, los más utilizados son el riego por tendido, por acequias en contorno y el riego por bordes.

Los sistemas de riego gravitacional se pueden utilizar en terrenos con problemas de salinidad. Riegos frecuentes y abundantes en esas zonas arrastran las sales hacia los horizontes más profundos o hacia los drenes ayudando a la desalinización.

### **Riego por Tendido**

Este sistema consiste en dejar escurrir el agua desde los canales o acequias ubicados en sectores altos hacia los sectores bajos. Su eficiencia es menor al 30%, por lo que es necesario aplicar más agua de la que realmente se necesita y provoca en muchos casos erosión, afectando la sustentabilidad del recurso pratero. A pesar de todas estas desventajas, es uno de los sistemas más usados para regar praderas.

Es importante regar el tiempo adecuado para asegurar el suministro de agua a las plantas, un menor tiempo de riego no permite que ingrese al suelo la cantidad de agua requerida por el cultivo, en el caso contrario existe una pérdida de agua, ya que se infiltra más de lo requerido.

También es muy importante utilizar este sistema en suelos parejos, es decir, suelos que no presenten problemas al momento de distribuir al agua, ya que pueden producirse anegamientos en algunos sectores y falta de agua en otros.

### **Riego por acequias en contorno**

Este método es conocido como el “riego en curvas de nivel” (Figura 7.3.), el agua es conducida por medio de las curvas de nivel del terreno. Este método disminuye la erosión provocada por el escurrimiento superficial de aguas provenientes del riego, no requiere hacer nivelaciones ya que se aprovecha la topografía por lo cual además es el único sistema de riego que se puede utilizar en zonas con pendientes altas.

En el diseño del método interesa conocer dos aspectos. Primero, se debe considerar el espaciamiento entre las curvas, el que está determinado por la pendiente y por las características del suelo y en segundo lugar el trazado de las curvas, las cuales deben ser alineadas con la ayuda de un método que permita obtener un desnivel uniforme (caballetes de manguera o nivel topográfico).

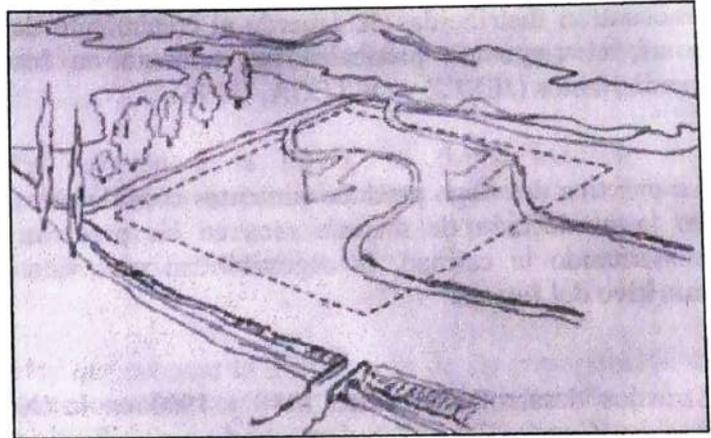


FIGURA 7.3. Riego por contornos o curvas de nivel. (Fuente: Jerez y Ortega, 1996)

El espaciamiento entre las regueras será menor en suelos de textura pesada que en suelos de textura media.

La pendiente de las regueras puede variar entre un 0,2 y 0,5%, dependiendo del relieve del terreno. La longitud debe fluctuar como máximo entre 150 y 250 metros utilizando la distancia mayor para suelos arcillosos.

Según FUENTES (1977), con éste método bien diseñado trabajando con caudales adecuadamente determinados, es posible obtener eficiencias comprendidas entre un 65 y 75%. De igual forma, ARANGUIZ (1975) reporta eficiencias totales entre un 60 y 66% con este sistema. (JEREZ y ORTEGA, 1996).

### **Riego por Bordes**

Este método consiste básicamente en dividir el potrero en una serie de fajas delimitadas por pretilos o camellones paralelos (JEREZ y ORTEGA, 1996).

En ellas, el agua se aplica como una lámina de escurrimiento lento que produce una inundación temporal (Figura 7.4.). Dependiendo del suelo, las

platabandas o bordes pueden tener un ancho variable entre 3 y 30 metros y un largo entre 100 y 300 mt. El método puede ser muy eficiente si se consigue un buen diseño; el requisito fundamental es una buena nivelación (JEREZ y ORTEGA, 1996).

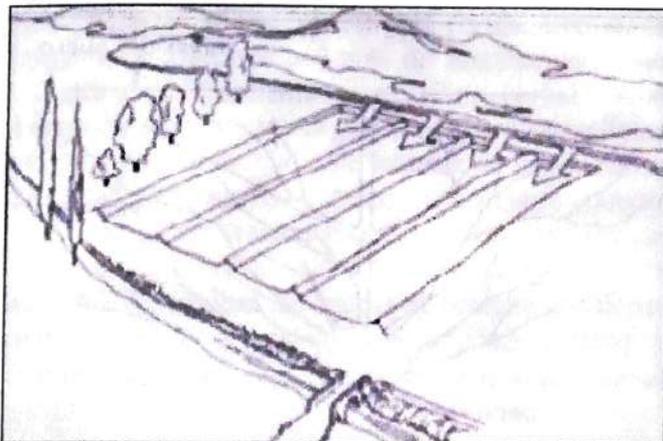


FIGURA 7.4. Riego por bordes. (Fuente: Jerez y Ortega, 1996)

En general este método, como consecuencia de la nivelación, requiere suelos profundos, de textura media y permeables. En el caso de cultivos con enraizamiento superficial, el método puede ser utilizado en suelos menos permeables (JEREZ y ORTEGA, 1996).

La determinación de los caudales, pendientes, largos y anchos de los bordes dependen principalmente de la capacidad del suelo de poder infiltrar el agua, del caudal disponible y del tipo de suelo.

Las ventajas del método son varias; la eficiencia de aplicación es buena llegando fácilmente a cifras del orden del 60 a 75%, si los bordes han sido diseñados y construidos correctamente, y el manejo del agua es adecuado. Requiere pocas labores y en áreas donde el drenaje superficial es crítico, los bordes proveen un excelente mecanismo para evacuar rápidamente el exceso de agua precipitado (JEREZ y ORTEGA, 1996).

### Riego Presurizado en Pastizales

El riego presurizado es aquel que conduce y distribuye el agua desde una fuente al potrero por medio de tuberías y elementos de distribución. Para praderas el único método presurizado es el de aspersión.

El riego por aspersión es muy útil para provocar una rápida nascencia de las praderas recién sembradas; no arrastra la semilla y con poco gasto de agua mantiene húmedo el ambiente; por ello la germinación se hace rápida y la nascencia uniforme. No hay que olvidar, no obstante, que el ambiente húmedo y refrescante, provocado por la lluvia de aspersión, puede sensibilizar la planta al ataque de hongos.

Dentro de los métodos por aspersión utilizados en praderas los más utilizados son los de equipos móviles (Figura 7.5.), es decir, que pueden ser trasladados de un potrero a otro.



FIGURA 7.5. Riego de alfalfa con pivote central en Casablanca. (Fotografía: Alejandra Poblete)

### **DRENAJE EN PRADERAS**

Es muy importante eliminar el exceso de agua en los suelos dedicados a la producción de praderas, ya que se pueden producir problemas graves en el desarrollo de las plantas al estar éstas en un ambiente sin oxígeno provocado por el exceso de agua que impide que se desarrollen los procesos fisiológicos con normalidad.

Los problemas de drenaje en las capas superficiales se producen al no poder ser eliminada el agua por escurrimiento superficial o precolación profunda. Los problemas de drenaje subsuperficiales son comunes en lugares donde existe una napa freática que impide el movimiento del agua hacia zonas más profundas.

Al solucionar los problemas de drenaje es posible alcanzar un mayor nivel tecnológico de los sistemas de producción prediales, e incluso, llegar a diversificar la producción. Específicamente, una condición mejorada

de drenaje permite la incorporación de cultivos en rotación, y en sistemas ganaderos, posibilita un aumento de la carga animal, con la consecuente mayor producción pecuaria (JEREZ y ORTEGA, 1996).

En la zona sur de Chile, el problema de drenaje es tipo superficial, es decir, se produce una sobresaturación del suelo por causa de una recarga superficial de origen pluvial, y escurrimiento de áreas adyacentes a las depresiones del terreno (JEREZ y ORTEGA, 1996).

El conocimiento actual del problema permite distinguir claramente dos áreas donde se concentran mayoritariamente los problemas de drenaje: los suelos ñadis y los trumaos de lomaje de la depresión intermedia (JEREZ y ORTEGA, 1996).

En los suelos ñadis, el sistema de drenaje más utilizado es el de drenes topos (Figura 7.6.), que son galerías subterráneas construidas al interior del suelo de aproximadamente 7,5 cm de diámetro, las cuales están rodeadas de fisuras periféricas, para lograr la recolección de los excedentes hídricos que se acumulan en la zona radical (JEREZ y ORTEGA, 1996).

Para construir este tipo de drenes, el implemento utilizado se conoce como "arado topo". Generalmente éste es un implemento de tiro, que puede ser accionado mediante tracción mecánica o animal. Consta de básicamente de una barra de tiro, una mancera doble, una hoja subsoladora, un cilindro de penetración o topo, y un balón expandidor de mayor diámetro que el cilindro de penetración (JEREZ y ORTEGA, 1996).

Para el drenaje de zonas localizadas se utilizan las zanjas, "drenes en V", o drenes de tubería enterrada.

Los "drenes en V" (Figura 7.7.) poseen taludes amplios, que fluctúan entre 8:1 y 10:1, lo cual permite el libre tránsito de maquinaria y ganado (JEREZ y ORTEGA, 1996).

Los drenes de tubería tapada (figura 7.8.) consisten en una tubería de drenaje enterrada en una zanja y revestida por un material filtrante. Las tuberías de drenaje se encuentran disponibles en diversos materiales, como plástico, arcilla y hormigón. Los materiales filtrantes más recomendables son los de tipo

pétreo (bolones y gravas), ya que los materiales orgánicos como rastrojos, pajas, medaras y virutas, tiene una corta duración por su descomposición, y provocan serios problemas de taponamiento (JEREZ y ORTEGA, 1996).

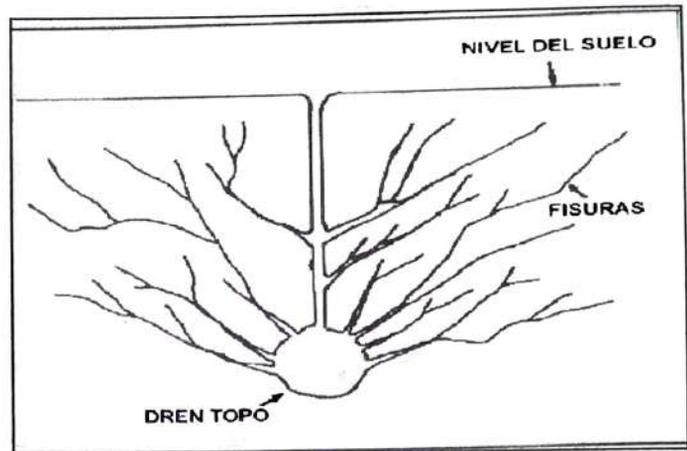


FIGURA 7.6. Drenes topo. (Fuente: Jerez y Ortega, 1996)

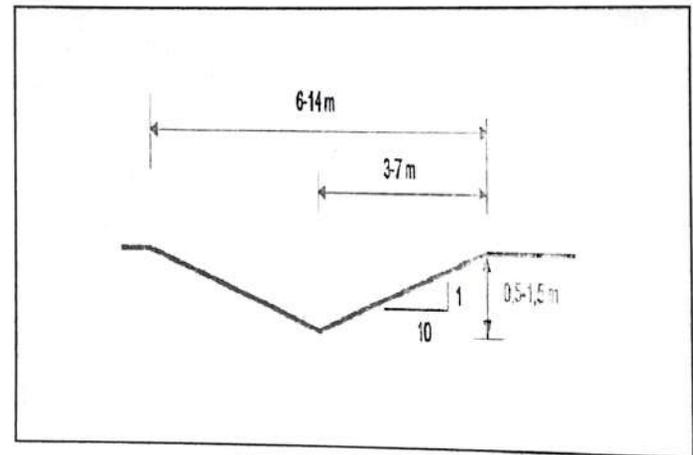


FIGURA 7.7. Drenes en "V". (Fuente: Jerez y Ortega, 1996)

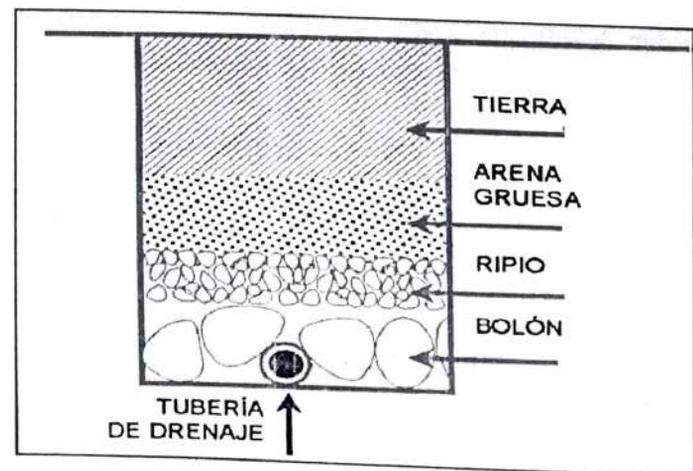


FIGURA 7.8. Drenes de tubería tapada. (Fuente: Jerez y Ortega, 1996)

## 8. PRODUCTIVIDAD DEL PASTIZAL

### INTRODUCCIÓN

Los pastizales al ser cultivos que permanecen en la mayoría de los casos por más de año, requieren ser utilizados correctamente para así no perjudicar su permanencia en el sistema ganadero. Para lograr hacer un correcto uso de ellos, de manera de organizar su explotación sin provocar daños, es necesario conocer la fisiología de crecimiento y la forma en que se acumulan las reservas nutritivas. Conociendo esto es más fácil determinar las épocas de cosecha adecuadas para así poder combinar las variables calidad y cantidad de forraje que interesan para alimentar el ganado.

Es importante buscar alternativas u opciones de forrajes de manera que mantengan el consumo y la calidad a través de la mayor parte del período y proponer y validar sistemas de producción y manejos que aporten cantidad y calidad para todo el año.

### FACTORES QUE CONDICIONAN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE UN PASTIZAL

#### Índice de área foliar (IAF)

Las reacciones bioquímicas que tiene lugar en los órganos verdes de la planta transforman las materias primas inorgánicas simples en compuestos orgánicos de gran complejidad. La más sencilla de estas reacciones, pero al mismo tiempo, la más importante es la de la fotosíntesis. Su perfecta realización depende de muchos factores entre los que la luz, la temperatura, la humedad y los nutrientes son los más importantes y determinantes (HYCKA, 1993).

La cantidad de luz interceptada está íntimamente relacionada con el área foliar de la planta o de la pradera, o mejor dicho, con su índice (HYCKA, 1993).

Se conoce como índice de área foliar (IAF) la relación entre el área foliar por unidad de superficie que ésta ocupa. El índice de área foliar, para las máximas tasas de crecimiento, difiere entre especies y depende del ángulo de las hojas, latitud y estación del año (ROMERO, 1996).

El índice de área foliar depende fundamentalmente de número, tamaño de las hojas y de la situación y disposición de las mismas sobre la planta y, por lo tanto, depende de la especie y de la variedad. Tal como puede verse en el cuadro 8.1, el IAF de las gramíneas (*Lolium perenne*, *Phleum pratense*), de hojas estrechas y en posición más o menos vertical, es superior al de las leguminosas (*Trifolium repens*), de hoja de mayor tamaño y con tendencia a situarse en posición más bien horizontal (Figura 8.1). La mezcla de gramíneas y leguminosas ocupa, como es lógico, un lugar intermedio (HYCKA, 1993).

CUADRO 8.1. Índice óptimo del área foliar de algunas especies pratenses y de sus mezclas

Especie o mezcla	Índice óptimo
<i>Lolium perenne</i>	7,1
<i>Phleum pratense</i>	6,5
<i>Trifolium repens</i>	3,5
Mezcla entre gramíneas y tréboles	4,5

Fuente: Hycka, 1993.

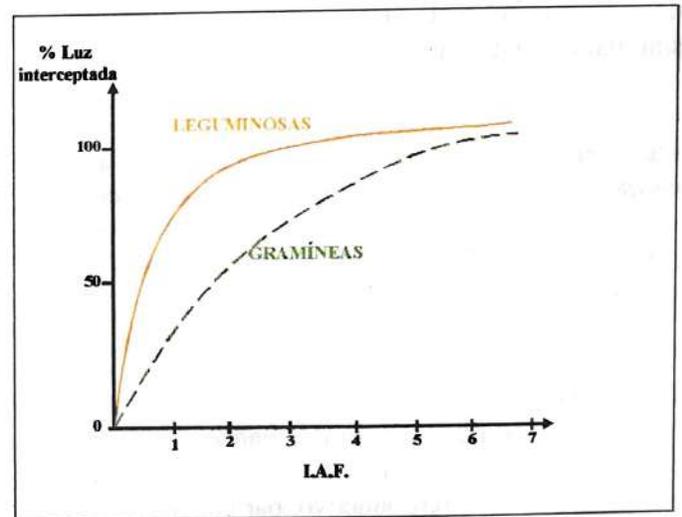


FIGURA 8.1. Diferencias entre leguminosas y gramíneas en % de luz interceptada e I.A.F. (Fuente: Blazer, 1978)

Se trata de obtener un IAF que acepte el 95% de luz incidente. Por cada  $m^2$  de superficie de suelo un óptimo sería tener 3 o  $4 m^2$  de superficie de hojas. Si el IAF es menor desperdiciamos la luz, si es mayor tendremos el problema de las hojas parásitas.

#### Fertilidad del suelo

De los macroelementos que la planta recibe del suelo, del agua y del aire, los más importantes son el fósforo,

el potasio y el nitrógeno. Entre otras muchas funciones, el fósforo desempeña el papel de almacenador de energía, el potasio condiciona el metabolismo de los azúcares y el nitrógeno participa en la estructuración de todos los tejidos y órganos de la planta. El nitrógeno mejora, además la calidad del forraje, ya que aumenta el contenido de proteínas (HYCKA, 1993).

Las necesidades nutritivas de la pradera dependen básicamente de su composición. Constituyen la suma de necesidades de sus componentes. Dado que los requerimientos de estos últimos son muy variados y hasta contrapuestos (las gramíneas consumen mucho nitrógeno, las leguminosas prefieren fósforo y potasio, etc), es muy importante que entre las necesidades sumarias de todos ellos y el contenido de nutrientes en el suelo exista perfecto equilibrio (HYCKA, 1993).

### Reservas nutritivas

Un ecosistema tiene estacionalidad, por lo tanto se han de sincronizar a lo largo de todo el tiempo y simultáneamente una serie de procesos.

Las plantas tienen períodos de escasez o stress y épocas de abundancia. Es importante, por lo tanto, la acumulación de reservas que permitan aprovechar períodos favorables para posteriores épocas de escasez.

Los acumulados orgánicos son aquellos hidratos de carbono y componentes nitrogenados, elaborados y almacenados en los órganos más persistentes del sistema vegetativo-reproductivo, para ser usados (en el mantenimiento de la planta) durante períodos de stress y desarrollo futuro de crecimiento de raíces y parte aérea. Un carbohidrato no estructural puede seguir dos vías en la planta: incorporarse a la arquitectura o almacenarse. La reserva de acumulados es necesaria para: iniciar el crecimiento después del corte, iniciar el crecimiento después de un período de sequía, producción de calor a través de la respiración, resistencia al frío y promoción de la floración y fructificación.

El período de máxima acumulación de reservas es el de la floración. Aparece un conflicto entre la calidad de alimento y la reserva de carbohidratos: a mayor reserva (más próximo a la floración) menor calidad de alimento y viceversa. Por lo tanto, se debe elegir qué que se necesita y en que momento. Si el estado de

pastizal es malo, se deberá dejar desarrollar hasta su máximo estado fenológico para que la planta alcance una buena reserva, en sacrificio eso sí, de la calidad del pasto.

Estudios indican que el área foliar y los carbohidratos de reserva están íntimamente relacionados entre sí, ya que la acumulación de carbohidratos depende del proceso de fotosíntesis, y éste a su vez de la superficie foliar de la planta (ROMERO, 1996).

### Relación hoja:tallo

Las hojas tienen mayor valor nutritivo que los tallos. En ciertas épocas, probablemente por efecto de la temperatura u horas de sol, la planta tiende a mantenerse en estado vegetativo, con alto porcentaje de hojas. Además de por sí la temperatura elevada tiende a aumentar el contenido de carbohidratos estructurales y a disminuir el contenido de carbohidratos no estructurales (RUIZ, 1996).

### Condición del pastizal

La condición del pastizal determina también la producción y calidad de éste. Cuando hay pastizales de excelente condición hay especies de alto valor nutritivo y muy apetecibles por el ganado, por lo que habrá una mayor ganancia por parte del animal. Al disminuir la condición de un pastizal, este producirá menor cantidad de M.S por ha, existirán especies de menor calidad nutritiva y por ende bajará el consumo de energía y proteína existiendo una baja producción de animales por ha.

### Digestibilidad del pastizal

La relación entre la cantidad total de nutrientes ingeridos con el forraje y la realmente asimilada por el animal a lo largo de su tracto digestivo constituye lo que se llama el coeficiente de digestibilidad (HYCKA, 1993).

Este coeficiente depende, en primer lugar, de la especie vegetal, las distintas especies pratenses y forrajeras muestran diferentes coeficientes de digestibilidad en sus estructuras y hay que añadir que estos dependen también de la fase de desarrollo de la planta o de la pradera (Figura 8.2.) y de la relación hoja/tallo de sus componentes florísticos.

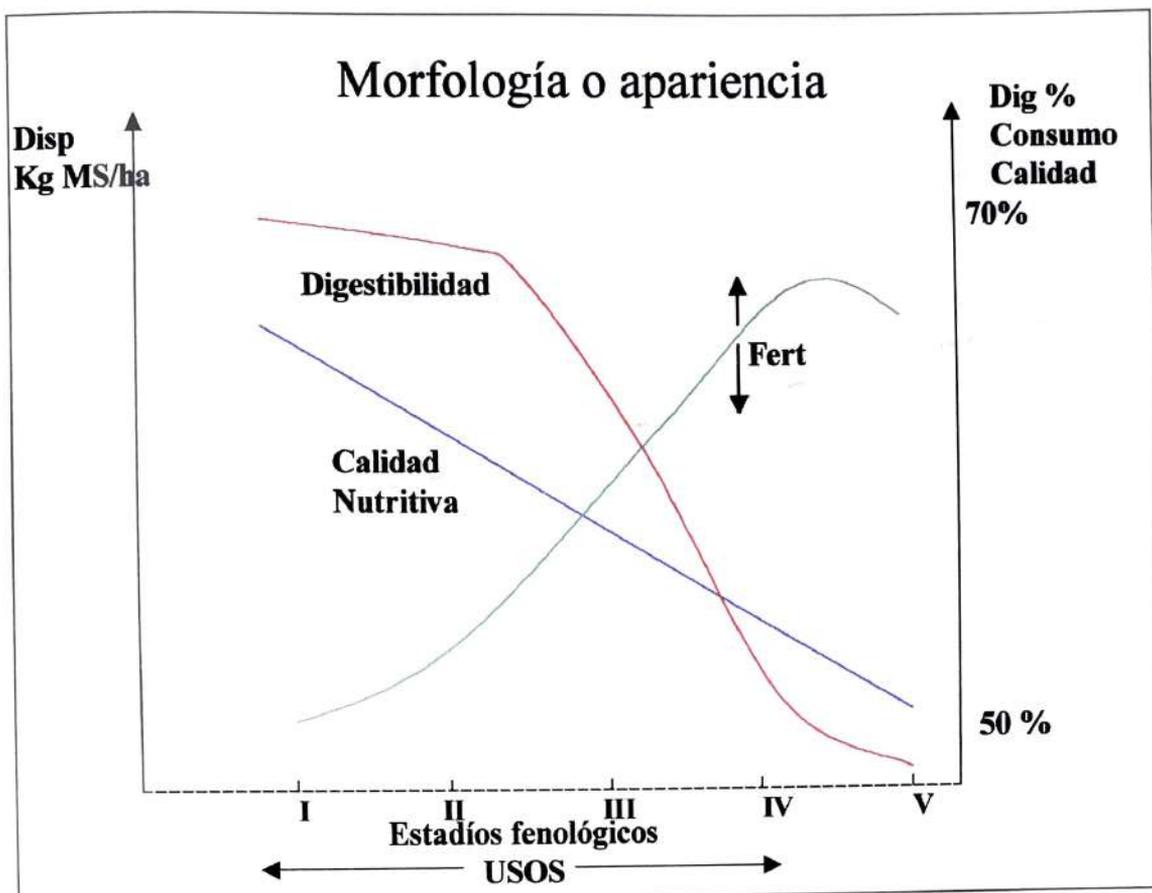


FIGURA 8.2. Relaciones entre producción, digestibilidad y calidad nutritiva del pastizal. (Fuente: Blazer, 1978)

Plantas o praderas jóvenes, conteniendo poca celulosa presentan más altos índices de digestibilidad que plantas o praderas maduras (HYCKA, 1993).

### Estado de madurez

Basado en la morfología (índice fenológico), se habla por ejemplo de plantas en estado vegetativo, prebotón, botón, floración (diferentes grados). Normalmente, la máxima producción de forraje en la temporada se logra utilizando la vegetación en estado relativamente avanzado de madurez (RUIZ, 1996).

Por otra parte, cuando se pastorea una pradera muy madura, se puede producir una apreciable pérdida de forraje por dos razones principales: tendidura (Figura 8.3.) del forraje y aumento de la selectividad del forraje por parte del ganado, el cual rechaza las partes más maduras de las plantas, como los tallos (RUIZ, 1996).

Los valores alimenticio y nutritivo de la pradera tienden a seguir una tendencia opuesta a la que sigue la producción de materia seca, o sea, disminuyen al pasar desde un estado tierno a otro maduro. Disminuye

el consumo y la digestibilidad, tanto de la materia seca como de la proteína, energía, etc (Figura 8.4.). Aumenta el porcentaje de los componentes estructurales (celulosa y hemicelulosa) y lignina y disminuye la relación hoja/tallo (Figura 8.5.); como se sabe, la hoja es más rica en nutrientes que el tallo (RUIZ, 1996).



FIGURA 8.3. Tendidura de la pastura de *Lolium multiflorum* en Villarrica. (Fotografía: Alejandra Poblete)

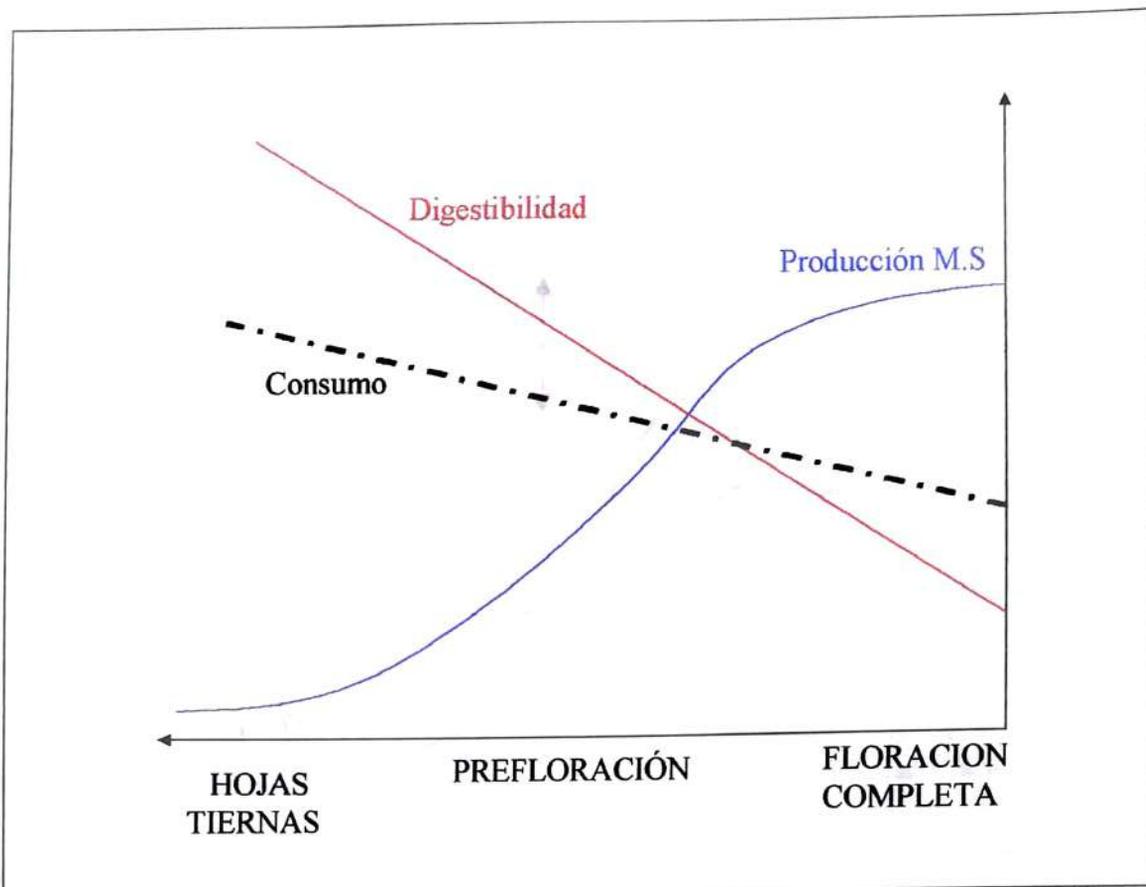


FIGURA 8.4. Relación entre producción de M.S, digestibilidad y consumo en diferentes estados de madurez. (Fuente: Blazer, 1978)

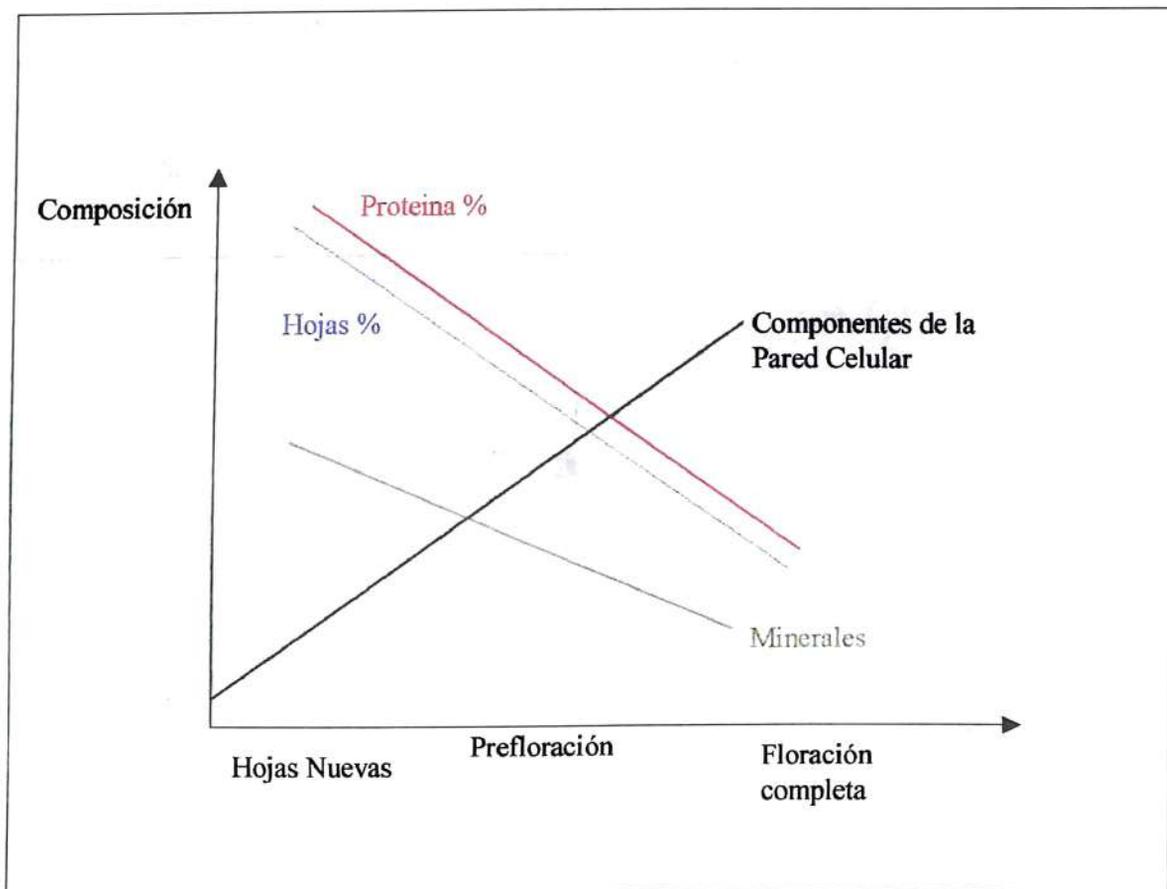


FIGURA 8.5. Relación entre diferentes estados de madurez y estructuras y componentes de la planta. (Fuente: Blazer, 1978)

## **IMPORTANCIA DEL REMANENTE EN LA PRODUCCIÓN DE LA PRADERA**

Dejar un remanente en la pradera luego del pastoreo o corte fundamental, la altura de este remanente es muy importante ya que influye en la recuperación y posterior producción de materia seca de la pradera.

Puede afectar la cantidad de reservas basales que son utilizadas por las plantas para reiniciar un próximo crecimiento después de ser desfoliada.

Ello es especialmente válido para las especies que acumulan apreciable cantidad de reservas en la base del tallo. Tal es el caso del Pasto Ovillo (*Dactylis glomerata*), Falaris (*Phalaris sp*) y Bromus (*Bromus sp*). En cambio, otras especies acumulan sus reservas en la raíz-corona como la Alfalfa (*Medicago sativa*) y Trébol Rosado (*Trifolium pratense*), en los estolones como el Trébol Blanco (*Trifolium repens*) o en rizomas; en tal situación, y desde este punto de vista, deja de ser importante mantener mucho residuo (RUIZ, 1996).

Influye también en la cantidad de hojas residuales que pudieran continuar realizando fotosíntesis una vez efectuada la cosecha. Esto cobra mayor importancia en aquellas especies como Lotera (*Lotus corniculatus*) que acumulan baja cantidad de reservas en las raíces y tallos, de modo que un nuevo crecimiento se realiza principalmente sobre la base del área foliar remanente (RUIZ, 1996).

Según Ruiz (1996) los residuos más adecuados son los siguientes:

**Alfalfa y Trébol rosado:** 2 a 3 cm si la cosecha no es muy temprana o muy tardía (rebrotos altos se afectan con madurez avanzada).

**Trébol blanco:** 2 a 3 cm si es pastoreo rotacional.

**Lotera:** 7 a 8 cm; varía con el tipo de crecimiento; variedades de crecimiento bajo pueden cosecharse con menor residuo.

**Trébol alejandrino:** 7 a 10 cm

**Ballica perenne y Festuca:** 3 a 5 cm

**Pasto ovillo, Bromus y Falaris:** 5 a 8 cm

## 9. UTILIZACION DEL PASTIZAL

### INTRODUCCIÓN

Mott (1960) analizó los factores que interfieren en la producción de ganado a base de alimentación con praderas (Figura 9.1.). La disponibilidad de materia seca de un pastizal determina la cantidad de días que este puede permanecer en una pradera y la ganancia de peso que el animal puede obtener alimentándose de ella, ambos cálculos se deben hacer tomando en cuenta el valor nutritivo de la pradera, la capacidad de consumo del animal y las características fisiológicas de éste.

La utilización que se le da a los pastizales puede dividirse en dos: pastoreo y corte. En la primera el ganado interviene directamente sobre la pradera y en la segunda se realiza un corte y el forraje es entregado al animal en alguna de las siguientes maneras: heno, soiling o ensilaje.

Las distintas especies tienen hábitos de crecimiento diferentes; así, algunas tendrán crecimiento rastrero (*Trifolium repens*), otras erecto (*Phalaris sp.*, *Agropyrum sp.*) o intermedio, por otra parte, algunas poseen corona superficial, otras bajo la superficie del suelo, etc, dependiendo principalmente de esta característica se toma la decisión de utilizar el pastizal para pastoreo o corte.

Por ejemplo, la alfalfa que se utiliza en Chile es una planta de corona superficial y hábito de crecimiento erecto, por ello se presta para ser cortada pero no pastoreada, ya que el pisoteo de los animales afecta la corona produciendo la destrucción de ellas. El caso opuesto a este lo constituye el trébol blanco que tiene crecimiento rastrero y produce estolones, por lo cual puede resistir al pisoteo, pero el rendimiento de heno es pobre.

En este capítulo se analizan las distintas opciones que tienen los pastizales de ser utilizados, tomando en cuenta los factores que interfieren en su desarrollo sustentable a través del tiempo.

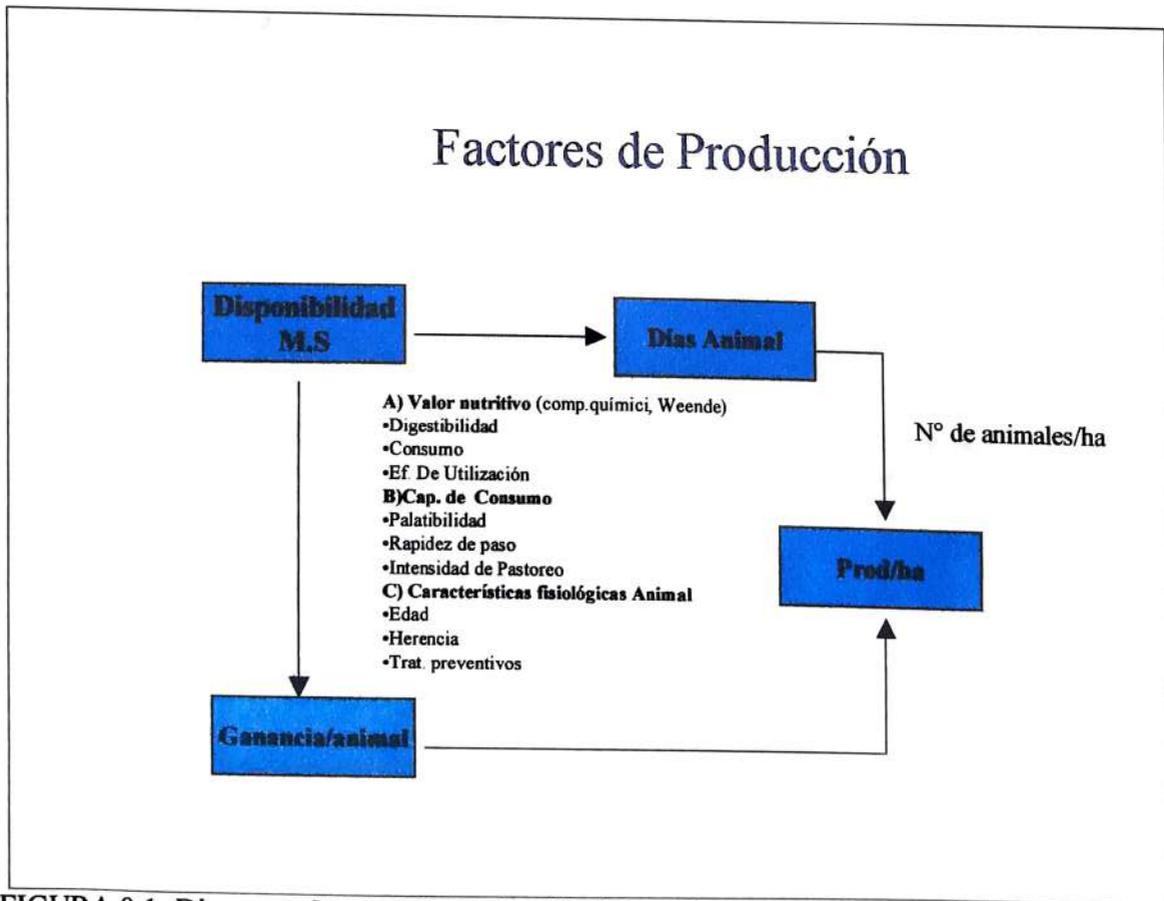


FIGURA 9.1. Diagrama factores de Producción (Fuente: Mott, 1960).

## CALIDAD DEL PASTIZAL

El valor del pasto viene determinado por el contenido en nutrientes que tenga, de la cantidad de pasto consumido voluntariamente y del trabajo requerido para ser cosechado.

$$\text{Valor del Pasto} = \left( \frac{\text{Contenido en Nutrientes}}{\text{Cantidad Consumida}} \times \text{Costo Ecológico de Cosecha} \right)$$

## CONTENIDO DE NUTRIENTES

La concentración de nutrientes es función de la edad de la planta, grado de madurez o desarrollo fenológico, tipo de tejido y por último de la especie. Se podría ordenar la utilización del pastizal de forma que pueda producir diferente tipo de tejido.

Un animal tiene requerimientos de mantenimiento y de producción. Los primeros son proporcionales al peso metabólico y cuanto menor es la producción, mayor es la proporción de estos requerimientos. Es por ello, que interesa un animal que pueda consumir la mayor cantidad de alimentos posible para que la eficiencia de producción se incremente.

Dentro de una misma planta existen tejidos con diferentes valores nutritivos. Por ejemplo, en gramíneas podemos ordenar de mayor a menor valor nutritivo los siguientes tejidos: lámina, vaina, culmo e inflorescencia.

En leguminosas se puede establecer el siguiente orden: hojuelas, peciolo, tallos e inflorescencias. A la hora de la recolección del forraje también se puede seleccionar el tipo de tejido. El valor del pasto cambia con el tiempo.

Hay dos tipos de tejido fundamentales:

El parénquima, de paredes celulares delgadas y el esclerenquima o tejido conductor de paredes celulares gruesas y alargadas. La proporción parénquima/esclerenquima se hace mayor cuanto mayor es la edad de la planta.

Dentro de las células que forman los tejidos debemos distinguir dos componentes: el contenido celular con el núcleo, citoplasma y cloroplastos con alto contenido

en proteínas, hidratos de carbono solubles, etc; y la pared celular con sustancias pécticas de unión entre las células, celulosa, hemicelulosa y otros componentes de bajo valor nutritivo. Conforme madura la planta se incrementa el contenido de lignina y las sustancias menos aprovechables por el animal (Figura 9.2.) ya que provocan una menor ingestión y tienen una menor digestibilidad. Hay un deterioro de la calidad del pasto.

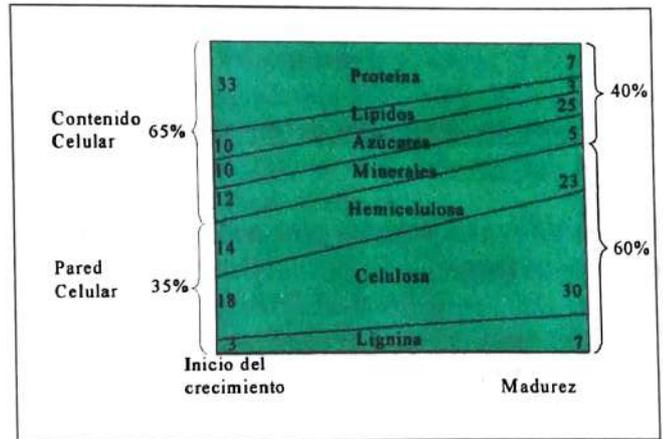


FIGURA 9.2. Proporción de contenido celular y pared celular según la edad en el caso de una gramínea. (Fuente: Van Soest, 1994)

Hay una relación entre contenido celular y digestibilidad del pasto: a menor contenido menor digestibilidad (Figura 9.3.)

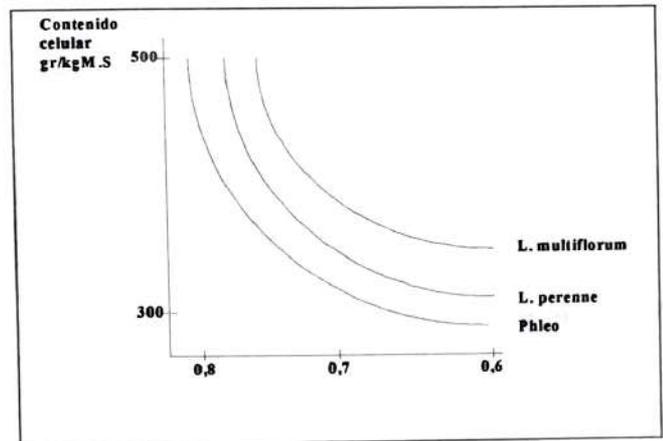


FIGURA 9.3. Relación entre el contenido celular y digestibilidad de distintas especies. (Fuente: Van Soest, 1994)

## CONSUMO VOLUNTARIO DE FORRAJE

El consumo voluntario de forraje está determinado por el apetito del animal, la ingestibilidad y la manera de presentación del alimento.

El apetito está en función del estado fisiológico del animal, cambio climático, etc. La manera de presentación esta relacionada con la cantidad de forraje que se ofrece. Ya que por ejemplo el animal consume mucho menos cuando la altura de la planta es menor a 5 cm.

El principal problema que se plantea es cómo determinar el consumo de forraje que voluntariamente realiza un animal.

### Métodos de determinación del consumo

Existen diferentes métodos para poder determinar el consumo de forraje:

#### **Consumo "Ad libitum"**

Se deja al animal que consuma, sin restricciones durante 7-10 días, un alimento; luego se restringe la cantidad y se mide.

#### **Ofrecido y rechazado**

Se ofrece una cierta cantidad de alimento a consumir y se evalúa el rechazo. Se sitúan jaulas de exclusión o bien se evalúa la cantidad de pasto antes y después del pastoreo mediante cortes a nivel del suelo antes y después, la diferencia entre cortes será el consumo de pasto. Es un buen método en pastoreo rotativo y aunque el error es alto se desprecia ya que el consumo es importante.

#### **Marcadores**

Técnica del óxido de cromo  $Cr_2O_3$ . La ingestión se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I = F / 1 - D$$

Donde:

**I:** ingestión

**F:** cantidad de sustancia en heces ( $Cr_2O_3$ )

**D:** digestibilidad del alimento

#### **Jaulas**

Se sitúan jaulas de distintos tamaños en un sector. Cada cierto tiempo (7,14,28 días) se corta y se compara con zonas similares donde no hay jaulas (también por corte). Se pueden ir cambiando las jaulas y permite medir además productividad, utilización, rebrote y rechazo. Buena técnica para el pastoreo rotativo.

### Regulación del consumo

El consumo que pueda realizar un animal está en función del apetito, de la anatomía del consumidor e ingestibilidad del pasto.

Los animales jóvenes tienen un mayor consumo, también algunos estados fisiológicos como después de la esquila, lactancia, último tercio de gestación, etc., provocan un aumento del consumo. A igual apetito, cuanto mayor es la calidad del pasto hay un mayor consumo por parte del animal.

La velocidad de tránsito y la digestibilidad determinan a su vez el consumo en un animal. La presentación del forraje al animal también puede alterar el consumo, la disminución del tiempo de comidas o utilización de comederos estrechos disminuye la ingestión. Otras causas que determinan el consumo son la cantidad de forraje ofrecido, el tamaño del pasto (si este es menor de 5 cm se produce descenso del consumo) y la presión de pastoreo (cuando la relación entre el forraje disponible y la carga animal es desfavorable hay un descenso del consumo).

El animal tiene capacidad de seleccionar el alimento que ingiere, tanto mayor cuanto menor es el tamaño de la boca. La oveja y la cabra seleccionan más que el vacuno, que come a bocado lleno.

El animal ha desarrollado estrategias de pastoreo que le permiten un mayor índice de cosecha. Entre ellas las más importantes serían el desarrollo del rumen como almacén de alimento y la digestión celulolítica que en él se produce, lo que permite un mayor aprovechamiento del alimento. Otras estrategias podrían ser la ingestión en las horas frescas del día (7 a 11 horas) y la posterior rumia del alimento (5 a 9 horas dependiendo de la calidad del forraje). Otras conductas son: rutinas de desplazamiento (de 10 a 12 km a 1 km/hora); eliminación de heces fecales (13 veces al

día) durante la noche preferentemente; orina cuatro o cinco veces al día y bebe agua de dos a cuatro veces. Es importante la localización de un sistema de cañerías y abrevaderos para el reparto del agua en las distintas zonas del predio.

## Descarga del pastizal

### Ecuación de descarga

El proceso de descarga de un pastizal (Figura 9.4.) puede compararse con una reacción química que necesita una energía de activación, en este caso es el animal en pastoreo el que libera toda la energía acumulada en el pastizal en un período de tiempo determinado. En la literatura existen las descripciones de procesos (degradación de capa de mantillo en un bosque, disminución del número de salmones en el pacífico, paso de alimentos por el rumen de un animal) que se adaptan a una función exponencial del tipo:

$$Q = (Q_0 - Q_c) * e^{-kv} + Q_c$$

Donde  $Q_0$  es la cantidad inicial y  $Q_c$  la cantidad remanente de pasto.  $V$  la intensidad de pastoreo en  $Tm$  de zoomasa por hora/ha y  $K$  es una constante que depende del tipo de pasto.

La cantidad de pasto cosechado por el animal depende de la intensidad de pastoreo, de la cantidad inicial y también del rechazo.

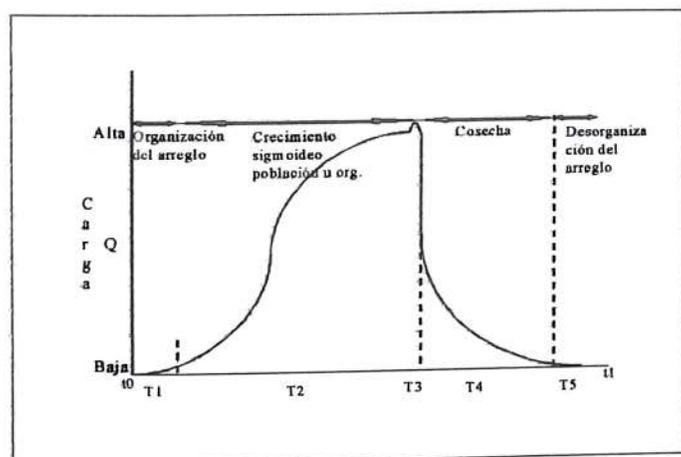


FIGURA 9.4. Carga y descarga del Pastizal. (Fuente: Gastó, 1982)

### Flujo de cosecha

Si derivamos la ecuación anterior, se tendrá la expresión del flujo de pasto:

$$\frac{dQ}{dv} = -K (Q_0 - Q_c) * e^{-kv}$$

El animal cuando entra en un campo comienza a ingerir gran cantidad de pasto en los primeros momentos. Luego, el flujo disminuirá, de tal forma que el trabajo que realiza para seguir comiendo será mucho mayor ya que la cantidad de pasto ha disminuido. Al incrementar la intensidad de pastoreo  $v$ , se produce un aumento de la descarga (incremento negativo  $Q$ ). El significado físico sería el de una tasa de descarga que se hace cada vez menor al aumentar la intensidad de pastoreo, ya que cada vez hay menor cantidad de pasto para consumir.

Según el tipo de pastizal, la descarga será más o menos rápida. Los pastos buenos son de fácil y rápida descarga mientras que en los de mala calidad la descarga es lenta. Tanto la ecuación de descarga como la de flujo nos permite decidir según la intensidad de pastoreo, el tipo de animal y la carga posible.

### Intensidad de utilización

Es la relación entre el pasto utilizado por el ganado y el pasto ofrecido inicialmente y se expresa en porcentaje (GASTÓ, COSIO y ARANGUIZ, 2002).

La intensidad de utilización depende de la relación entre la carga ganadera y la capacidad sustentadora. Esta intensidad no debe sobrepasar el factor de uso apropiado. La producción no utilizada por el animal es el rechazo, producción residual o materia seca residual. Se requiere dejar una cierta cantidad de rechazo, de acuerdo con las características del ecosistema, para mantener su estado de conservación, lo cual corresponde al factor de uso apropiado (GASTÓ, COSIO y ARANGUIZ, 2002).

### Costo ecológico de cosecha

Es la energía invertida en el proceso de cosecha dividido por la zoomasa por tiempo y por superficie.

$$q = \frac{\text{Energía invertida en cosecha} \times \text{ha}}{\text{Zoomasa y tiempo} \times \text{ha}}$$

En relación a esto se calcula que caminar requiere una energía de 2 a 2,6 KJ/kg/m y de 28 KJ/kg/m cuando se

sube. Por ejemplo una vaca de 500 kg requiere 1MJ EM por km caminado más 1,4 MJ por 100 m ascendidos que aproximadamente son de 3 a 7 MJ/día. Los requerimientos diarios para este animal son por lo tanto de 100 a 200 MJ/día.

El costo ecológico representa del 1,5 al 3% de los requerimientos totales. Este gasto de energía es muy importante cuando el animal se alimenta de praderas de pobre condición, por lo tanto al momento de hacer cercados es un concepto que hay que tener en cuenta.

### **Eficiencia de cosecha**

Es la relación entre la energía cosechada y el costo ecológico de cosecha. A medida que aumenta la intensidad de pastoreo, la eficiencia de cosecha disminuye.

### **Uso adecuado del pastizal**

Como se mencionó anteriormente, la utilización es la relación entre lo que consumió el animal y lo que queda, expresado en porcentaje.

Hay un factor que habría de calcularse en los pastizales. Es el llamado "Proper Use Factor" o factor de uso adecuado (F.U.A), el cual es un índice de la utilización que debe hacerse de una pradera que mantiene las especies en forma indefinida y logra la mejor productividad sostenida. El F.U.A está relacionado con la curva de productividad en relación con la intensidad de pastoreo.

El factor de uso es la relación entre la carga ganadera y la capacidad sustentadora (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).

Cuando la carga ganadera es igual a la capacidad sustentadora se tiene el factor de uso apropiado. Por otra parte, cuando la carga ganadera es mayor a la capacidad sustentadora se tiene una sobreutilización del pastizal. La situación inversa se observa cuando la carga ganadera es inferior a la capacidad sustentadora, lo que indica que estamos frente a una situación de subutilización del recurso (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).

### **Determinación de la utilización**

Hay diferentes métodos para determinar el grado de utilización de una pradera. Uno de ellos es la medición antes y después del uso de la cantidad de forraje que existe. Esto se realiza utilizando el método del cuadrante.

Otro método utilizado como indicador del grado de utilización es el método de las especies indicadoras. Hay especies que cuando empiezan a desaparecer indican sobrepastoreo o agotamiento de la pradera.

### **Conceptos de manejo y utilización**

Son dos los conceptos a tener en cuenta: Carga Animal y Capacidad Sustentadora.

### **Carga animal**

Es la cantidad de animales de una clase determinada de ganado que se mantiene por unidad de superficie durante un cierto período; se expresa en Unidades Animal Año (UAA) o en su equivalente mes (UAM), correspondiente a la especie animal que la utiliza (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).

La carga ganadera la asigna arbitrariamente el productor, de acuerdo a algún criterio que considere adecuado. Este parámetro, por lo tanto, no indica ni buena ni mala utilización o manejo del pastizal, sino que expresa, simplemente, una decisión del productor, que puede ser acertada o no, de acuerdo a la capacidad sustentadora del campo (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).

La carga animal se debe determinar en base a :

- La perpetuación de la pradera (condición del pastizal)
- Bienestar del ganado
- Sostenimiento económico del productor

Después de una sobreutilización del pasto, se produce un descenso de producción hasta que se comienza a producir adecuadamente nuevamente. Este descenso de producción es el que determina que un ganadero comience a realizar un buen uso del pasto, ya que la recuperación es realmente lenta.

La carga animal correcta está entre la máxima producción por animal y el máximo retorno inmediato por superficie.

Hay ciertos indicadores de carga animal elevada como son:

- a) Registros de producción
- b) Conducción
- c) Erosión
- d) Invasión de arbustos no palatables
- e) Proliferación de veredas por donde pasa el ganado
- f) Cambios en la textura, estructura, etc del suelo
- g) Aguas turbias en los arroyos
- h) Decremento de la productividad del pasto
- i) Crecimiento de cárcavas
- j) Desarrollo de plantas en pedestas
- k) Pavimento de erosión

La carga ganadera debe ser equivalente a la capacidad sustentadora de manera de lograr un pastoreo moderado (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).

### Capacidad sustentadora

Fernández (1995), después de hacer una detallada revisión del concepto y su evolución y aplicabilidad, define capacidad sustentadora del ecosistema como la intensidad de utilización que puede soportar el ecosistema, sometido a una acción determinada y, a la vez, mantiene su estado (GASTÓ, COSIO y ARANGUIZ, 2002).

Otra definición corresponde a la carga animal óptima que puede soportar un pastizal conservando su estado o condición. Se expresa en unidades animal año (UAA), o en su equivalente mes (UAM), correspondiente a la especie que la utiliza (GASTÓ, COSIO y PANARIO, 1993).

En la elaboración de los planes de manejo ganadero, la determinación de la capacidad sustentadora de la pradera es la medida prioritaria que permite llevar a cabo las acciones complementarias de utilización por el ganado (GASTÓ, COSIO y ARANGUIZ, 2002).

La capacidad sustentadora de la pradera es la medida de mayor relevancia en la elaboración de los planes de manejo, pues integra a un alto número de variables

climáticas, edáficas, vegetacionales y faunísticas, por lo cual es de difícil determinación, pero de gran significado (GASTÓ, COSIO y ARANGUIZ, 2002).

Un pastizal bien manejado debe: proporcionar pasto nutritivo en época de escasez, alimento a bajo costo, evitar desperdicio de forraje y mantener una productividad según cantidad y calidad de forraje, número de animales, producción potencial de ganado y eficiencia de utilización.

### Productividades

Un pastizal puede producir entre 2.000 y 25.000 kg MS/ha/año. Se calcula un contenido de Energía Digestible (ED) por kgMS entre 6 y 13 MJ. Los datos máximos de producción de un pastizal son: 31 l de leche/vaca/día; 1,25 kg P.V./día/cabeza en bovino y 400 gr P.V/día/cabeza en ovino.

Por ejemplo, si se tiene un pastizal que produzca 15.000 kg M.S. con 11 MJ/kgM.S. de E.M, con una eficiencia de utilización de 90% y con un ganado de potencial 2/3 de su nivel productivo, se tendrá un rendimiento de 150 GJ E.M. por ha, que son aproximadamente 20.000 l de leche/ha/año o 1.100 a 1.600 kg de peso vivo/ha/año. Este sería un prado tipo inglés u holandés. Visualmente una buena producción consideraría la mitad de estas cifras.

Estos datos pueden tener grandes variaciones según la especie animal y la calidad del pastizal (Cuadro 9.1.)

CUADRO 9.1. Producciones de distintos tipos de animales según la digestibilidad del pasto y su contenido en E.M.

	Digestibilidad (%)	62	68	75
	MJ E.M./kg M.S	10	11	12
<b>Vacas</b>				
<b>Lecheras</b>				
Jersey		9	12	15
Holandés		22	27	31
<b>Bovino carne</b>				
200 kg		0,75	0,9	1
500 kg		0,75	1	1,25
<b>Cordero</b>				
20 kg		200	250	300
40 kg		300	350	400

(Fuente: Apuntes de Clases Juan Gastó)

## Estación de uso

El clima tiene variaciones estacionales más o menos marcadas según la latitud. El pastoreo depende de la estación del año y de los requerimientos del animal. La ganadería en general se complementa con la agricultura, además hay posibilidad de rastrojeras y suplementación.

En las épocas de abundancia debería almacenarse pasto, pero esto no es tan simple y es necesario hacerlo en condiciones adecuadas (silos, torre para conservar pasto, etc). Hay que tener en cuenta que el período más desfavorable es el otoño.

Existen cuatro estaciones que coinciden con épocas de utilización y necesidades y dan nombre a cuatro diferentes tipos de pastizales:

- Invernada: Sectores con crecimiento del pasto en invierno ya que generalmente coinciden con las tierras bajas. (con menos nieve)
- Otoñada: Ambientes donde el pasto crece salidas del verano. Son buenas otoñadas los matorrales, campos de *Phalaris* en semirriego y pastos tempranos, ballicas anuales o avenas sembradas durante el verano.
- Primavera: Son los pastizales de mejor calidad.
- Veranada: En climas mediterráneos se localizan en los sectores altos y en los sectores de vega.

## **Variabilidad en la producción**

En un pastizal en riego (Figura 9.5a.) a mediados de verano se produce un descenso de producción.

Para evitar descensos bruscos de productividad se debe hacer bien movimientos de ganado o bien una acumulación de alimento, se deben buscar mecanismos para cubrir vacíos en la producción de pasto según la estación del año.

Otras opciones son la conservación de alimento y la buena complementación entre seco y regadío, teniendo en cuenta que el costo de guardar el pasto es de 50% aprox. del valor del éste.

La curva de producción en el caso del seco vendría dada por la curva de la Figura 9.5b. Se observa la gran cantidad de heno en pie, el cual ha granado y está seco, habiendo perdido gran cantidad de su valor nutritivo (se podría utilizar para el mantenimiento de vacas y ovejas secas).

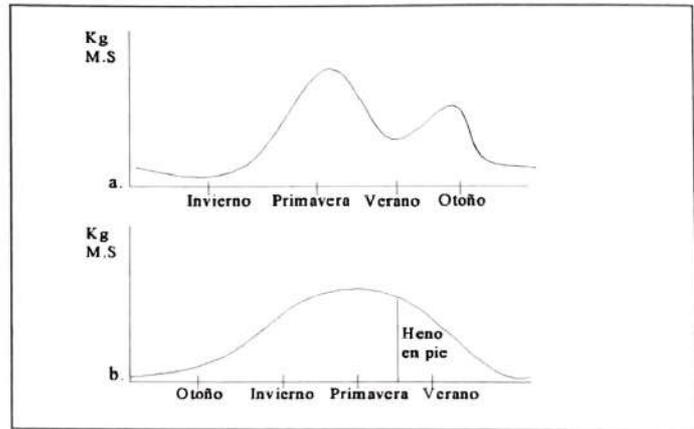


FIGURA 9.5. Curvas de producción de pastizal en zona de riego y en seco. (Fuente: Apuntes de Clases Fernando Cosio)

## Conservación de forraje

Las praderas naturales y sembradas se caracterizan por una marcada estacionalidad de su tasa de crecimiento, lo que se traduce en que la disponibilidad de alimento para el ganado en pastoreo sea alta en algunas estaciones del año, y escasa en otras. Cada tipo de pradera, naturalizada o sembrada, posee su propio ciclo productivo, definido, en gran medida, por las condiciones ecológicas imperantes (suelo, fertilidad, clima, agua, manejo) (ELIZALDE, HARGREAVES y WERNLI, 1996).

Según los mismos autores, al contactar la entrega de alimento por la pradera con las necesidades del rebaño que forma parte del sistema suelo-planta-animal durante el año, es frecuente que se distingan épocas en que la productividad de forraje excede a las necesidades en recursos alimenticios de los animales, y otras en que la pradera dista mucho de poder cubrir sus requerimientos nutricionales. Este caso se observa por ejemplo en la producción de leche en la zona de riego de nuestro país (Figura 9.6.).

Las épocas básicas en que se utiliza el forraje conservado son invierno y verano, cuando, por causas de frío o calor, las praderas y/o cultivos forrajeros presentan un lento crecimiento y una baja producción. También se pueden utilizar en días de lluvias, agua-

nieve, etc, cuando los animales se ven forzados a permanecer bajo techo.

La conservación de forraje puede también tener otra finalidad: las condiciones climáticas de las regiones áridas fluctúan grandemente no tan sólo dentro del año, estación por estación, sino también año por año en su totalidad. En estas zonas se suceden, con gran frecuencia, años muy secos y años de pluviometría algo mejor y, por lo tanto, años de gran escasez de forraje y años de cierta abundancia del mismo; todo

esto crea, como es lógico, problemas. Para evitarlos conviene preparar reservas no tan sólo para ciertos días o estaciones del año, sino también de un año para otro: es la manera más cómoda y económica de prevenir las posibles crisis de falta de forraje y asegurar una alimentación racional del rebaño durante todos los años (HYCKA, 1993).

Los métodos de conservación de forraje más utilizados en Chile son la henificación y el ensilado.

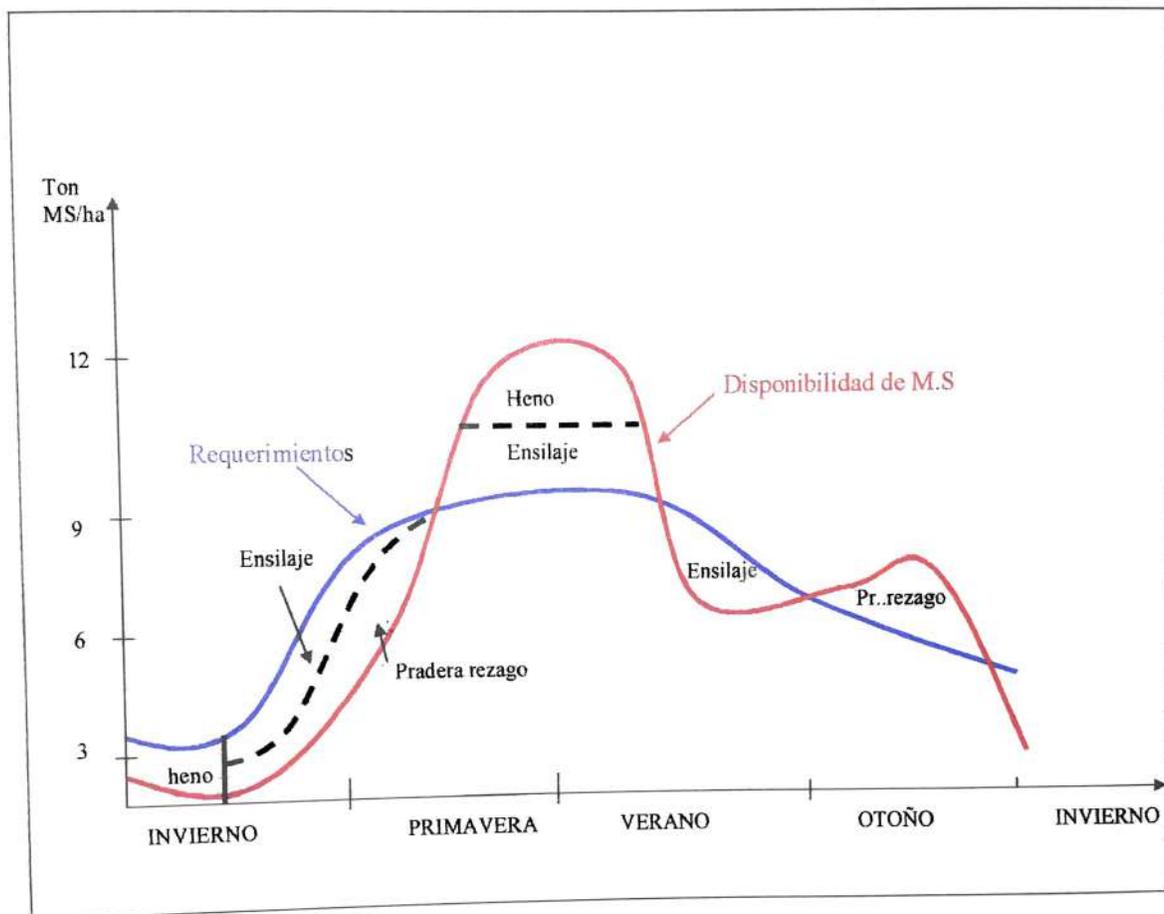


FIGURA 9.6. Crecimiento de pasturas de riego y requerimientos de vacas de lechería. (Fuente: Adaptación de Mc Meekan, 1952)

### Henificación

El Heno se define como el forraje que está lo suficientemente seco como para almacenarse sin problemas de descomposición en un área protegida de la humedad (Figura 9.7.) (ELIZALDE, HARGREAVES y WERNLI, 1996).

La obtención de un heno de buena calidad depende principalmente de tres factores: Estado de madurez de las plantas al momento del corte, método de corte, secado y recolección y clima al momento de ser cosechado el forraje (MUSLERA y RATERA, 1991).

El momento de cosecha es sin duda un factor de gran incidencia en la calidad final del forraje. La Alfalfa en mezcla con Bromus sp, cortada en tres estados fenológicos (10% floración, 50% floración o floración completa) registró notorias diferencias en digestibilidad y consumo medidos con novillos (Cuadro 9.2.). La digestibilidad de la materia seca y de la proteína disminuyen y, consecuentemente, el consumo voluntario es afectado al avanzar la maduración (ELIZALDE, HARGREAVES y WERNLI, 1996).

El método de corte puede ser con segadora de barra o alternativa o con segadora rotativa. La segadora de

barra es más lenta y requiere de un terreno nivelado. Es utilizada para cosechar plantas que rebrotan posteriormente, ya que no causan daños. La segadora rotativa cortan por impacto sobre el tallo de varias cuchillas que giran con mucha velocidad, pueden producir daños en las plantas por lo que el rebrote de éstas será más tardío. Existen maquinas que realizan también un acondicionamiento del forraje, que consiste en facilitar la pérdida de agua de la planta para así acortar el proceso de henilado.



FIGURA 9.7. Heno de alfalfa en Olmué. (Fotografía: Fernando Cosio)

CUADRO 9.2. Momento de cosecha de alfalfa para heno y su calidad para producción de carne bovina.

	Momento de Cosecha (% de floración)		
	10	50	100
Proteína Cruda, % base M.S	15,8	10,7	9,2
Fibra detergente ácido, % base M.S.	33,2	36,5	39,3
Digestibilidad in vitro de M.S., %	70,7	67,0	58,0
Digestibilidad proteína cruda, %	70,8	66,4	53,3
Consumo, (g M.S./kg <sup>0,75</sup> )	127,9	128,1	114,0

(Fuente: Steacy *et al*, 1983)

El secado puede ser al aire libre, donde se deja la planta al sol por un período de tiempo moviéndola de vez en cuando para así secarla más rápido o en galpón, donde la planta es secada con la ayuda de algún sistema que emita aire y calor al mismo tiempo. La elección de uno u otro sistema depende principalmente de las condiciones climáticas del lugar.

Otro sistema menos empleado es la deshidratación artificial con unidades de secado o cámaras, con fuentes de calor a muy elevadas temperaturas. También se pueden utilizar productos químicos que aceleran el proceso de deshidratado.

El momento de recolección más oportuno es cuando la humedad no es superior al 14%. Luego de este proceso continúa el empaclado y por último el almacenaje.

El agua de lluvia es responsable de grandes pérdidas del valor nutritivo de henos expuestos sobre el potrero, debido a las pérdidas de materia seca digestible. (ELIZALDE, HARGREAVES y WERNLI, 1996).

Las células de las plantas medio secas que han perdido su turgencia e impermeabilidad permiten la entrada del agua hacia su interior y está al evaporarse, arrastra hacia fuera importantes elementos nutritivos (sales y azúcares). Además el prolongado contacto del forraje con la humedad del ambiente y con el suelo facilita el desarrollo de hongos que afectan la calidad e incluso pueden ser tóxicos para los animales (HYCKA, 1993). Por lo tanto la cosecha debe realizarse sin lluvia, ojalá con calor y en un momento de la mañana en que ya no exista el rocío.

### Ensilado

La conservación del forraje por fermentación acidificante constituye una modalidad muy recomendable, particularmente donde las condiciones climáticas impiden la adecuada elaboración de heno (Figura 9.8.) (ELIZALDE, HARGREAVES y WERNLI, 1996).



FIGURA 9.8. Ensilaje de maíz. (Fotografía: Fernando Cosio)

Para el buen desarrollo de las reacciones bioquímicas responsables del ensilado es necesario: mantener un alto grado de anaerobiosis comprimiendo bien el forraje y expulsando el aire y favorecer las fermentaciones lácticas, impidiendo el desarrollo de fermentos contraproducentes (butíricos y putrefacción) (MUSLERA y RATERA, 1991).

El proceso consta de las siguientes fases:

**Fase de Respiración:** donde hay consumo de oxígeno y producción de CO<sub>2</sub>, que favorece el posterior desarrollo de las bacterias lácticas.

**Fase de fermentación:** donde se produce ácido acético y ácido láctico.

El ensilaje es guardado en una estructura llamada silo. Existen diferentes tipos de silos (Figura 9.9, 9.10, 9.11 y 9.12), la elección entre uno y otro depende de factores como tipo de explotación ganadera, recursos económicos disponibles, topografía del terreno y otros.

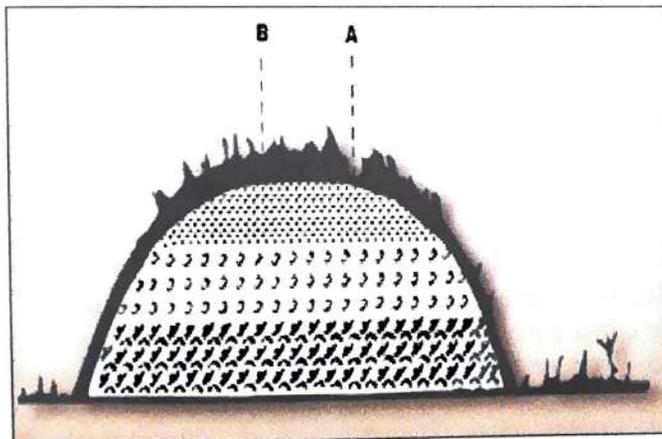


FIGURA 9.9. Silo Parva. Corte de un silo parva sellado con plástico (A) y luego con tierra y otros materiales (B). (Fuente: Apuntes de Clases PUC)

La presencia de un alto contenido de hidratos de carbono solubles es esencial para la obtención de un buen ensilado. En principio se puede asegurar que la calidad de un forraje para ser ensilado está relacionada con el contenido de hidratos de carbono solubles, lo que a su vez depende del estado de madurez de la planta y de la especie vegetal. Por esta razón las gramíneas son más fáciles de ensilar que las leguminosas (MUSLERA y RATERA, 1991).

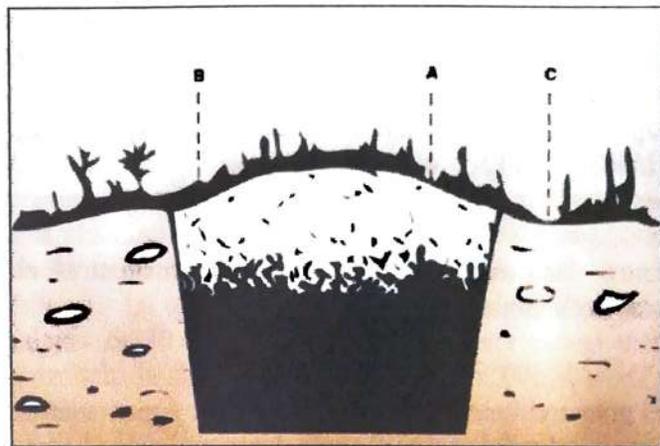


FIGURA 9.10. Silo Trinchera o Zanja. Corte de un silo trinchera o zanja. (A) Cubierto de plástico, (B) Capa de tierra, (C) Canaleta de escurrimiento del agua de lluvia. (Fuente: Apuntes de Clases PUC)

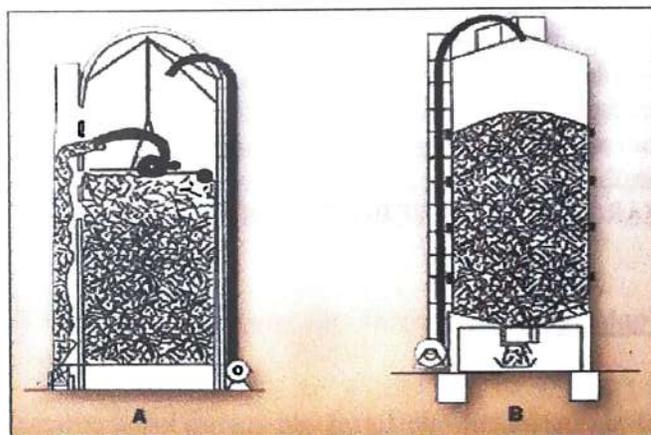


FIGURA 9.11. Silo Torres. Corte de dos silos torres. (A) Con carga y descarga lateral, (B) Con carga superior y descarga inferior. (Fuente: Apuntes de Clases PUC)

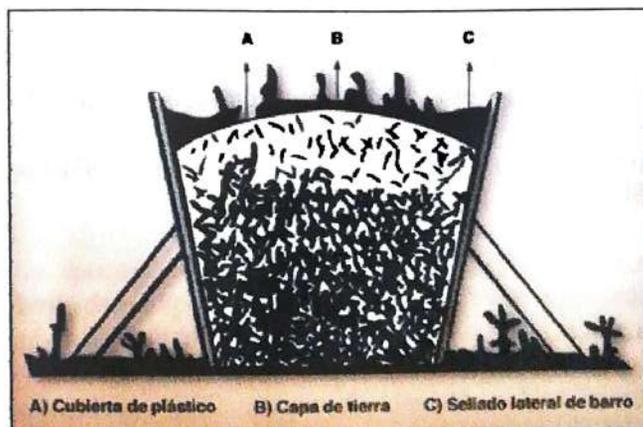


FIGURA 9.12. Silo Canadiense. Corte de un silo canadiense. (A) Cubierta de plástico, (B) Capa de tierra, (C) Sellado lateral de barro. (Fuente: Apuntes de Clases PUC)

Teniendo presente los fundamentos básicos del proceso de ensilado, es factible modificar artificialmente su curso, para lograr una mejor y más rápida conservación ácida del material (ELIZALDE, HARGREAVES y WERNLI, 1996).

Entre las técnicas empleadas, se encuentra el premarchitamiento y el uso de aditivos.

El premarchitamiento consiste en cortar y mantener el forraje extendido sobre el suelo durante algunas horas, con el objetivo de conseguir su deshidratación parcial, para luego recolectarlo y ensilarlo, esto ayuda a tener una fermentación más favorable, menores pérdidas totales de materia seca en silo, y mejorar su valor nutritivo (ELIZALDE, HARGREAVES y WERNLI, 1996).

El uso de aditivos constituye una alternativa para conseguir mejorar las condiciones de fermentación y conservación del forraje, entre ellos los principales son las fuentes de carbohidratos, los aditivos acidificantes, los aditivos biológicos, inhibidores del deterioro aeróbico, nutrientes y absorbentes (ELIZALDE, HARGREAVES y WERNLI, 1996).

### Suplementación

El abastecimiento de forraje en los períodos críticos puede lograrse mediante distintas prácticas que permitan una mejor utilización de los recursos forrajeros del predio (SOTO, 1996).

Las prácticas más usadas son las siguientes: Conservación del exceso de producción primaveral de forraje, rezago de la producción a fines de verano y principios de otoño, prolongación del período de crecimiento de la pradera mediante el uso de fertilizantes y la siembra de praderas suplementarias (SOTO, 1996).

Los cultivos suplementarios tiene por objetivo producir forrajes abundantes y succulentos en épocas de bajo crecimiento de la pradera, los que pueden ser suministrados a los animales como soiling o pastoreo o bien, almacenados como heno o ensilaje (DEMANET, 1988).

Además sirven como complemento de la calidad de la dieta de los animales alimentados en base a forrajes

conservados; disminuyen o reemplazan el uso de concentrados y evitan, en parte, el sobrepastoreo durante el período invernal (DEMANET, 1988).

Los cultivos suplementarios de invierno son principalmente avena, col forrajera, remolacha forrajera, vicia y zapallo forrajero (DEMANET, 1988).

Por otra parte, los cultivos suplementarios de verano son lupino, maíz, sorgo, arveja forrajera, nabor y colinabor (DEMANET, 1988).

### **Avena (*Avena sativa*)**

La Avena es el cereal más usado en el país para producción de forraje verde en el período invernal. Los cultivares de avena que se han utilizado en el país son numerosos pero el único que reúne las características forrajeras es *Avena strigosa* (DEMANET, 1988).

La época de siembra está directamente relacionada con el objetivo que se persiga. Para producción de forraje invernal la siembra es conveniente realizarla con el inicio de las lluvias de marzo o bien, antes en terrenos que tengan acceso al riego. El retraso de la siembra provoca una disminución en la producción de forraje debido a que el cultivo se ve enfrentado a condiciones de clima adverso y además, del punto de vista del uso, se produce un retraso a la primera utilización (DEMANET, 1988).

Cuando el objetivo de la avena es cosechar forraje para ensilaje, la época de siembra debe ser junio, con lo cual es posible lograr una alta cantidad de forraje en el período de cosecha, esto es, el mes de noviembre (DEMANET, 1988).

La siembra de avena para producción de grano debe realizarse en el período comprendido entre mediados de marzo y fines de agosto (DEMANET, 1988).

El rendimiento de una pradera suplementaria de avena que es utilizada durante el período invernal, depende en gran medida de la época de utilización, altura de las plantas o estado fenológico, altura de residuo post pastoreo, tiempo de pastoreo y período de rezago (DEMANET, 1988).

La altura de utilización más apropiada para realizar el corte o pastoreo debe ser entre 25 y 30 cm, lográndose una buena recuperación si se deja una altura de residuo post pastoreo entre 7 y 10 cm (DEMANET, 1988).

En relación al momento apropiado en que se debe realizar el corte de la avena para ensilaje, DUMONT y LANUZA (1987), concluyen que cuando la avena se cosecha directamente para ensilaje, es recomendable realizar la labor en grano pastoso.

La avena sembrada en mezcla con leguminosas anuales tiene por objetivo ofrecer raciones más equilibradas a los animales, debido a que la leguminosa permitiría aumentar el contenido de nitrógeno de la pastura, además de elevar la cantidad de nitrógeno del suelo (DEMANET, 1988).

Diversos estudios han demostrado la conveniencia de la asociación de avena con la leguminosa anual cuando su objetivo es producir ensilaje. La especie que más se ha utilizado en mezcla con Avena es *Vicia atropurpurea*, la cual provoca incrementos de hasta un 50% en el rendimiento de forraje al compararla con avena sembrada sola. Además la vicia provoca un incremento en la producción de proteína bruta (DEMANET, 1988).

### Col Forrajera (*Brassica oleracea* var. *acephala*)

La col forrajera corresponde a uno de los cultivos suplementarios de mayor difusión en el sur del país. Puede ser utilizada como forraje suplementario de invierno, verano o en ambas estaciones realizando una doble utilización en la temporada (DEMANET, 1988).

La época de siembra más apropiada se encuentra entre el 15 de septiembre y 30 de octubre, considerando que las siembras tempranas son preferibles, debido a que pequeños períodos de sequía afectan al cultivo (DEMANET, 1988).

La col puede ser utilizada bajo tres modalidades distintas, esto es, pastoreo invernal, pastoreo de verano e invernal y soiling (DEMANET, 1988).

Cuando la col se pastorea en invierno se recomienda que el pastoreo se efectúe en otoño o a principios de

invierno para evitar el exceso de barro y pisoteo que hacen disminuir su utilización (DEMANET, 1988).

La utilización de la col en verano es factible, principalmente cuando la siembra se realiza temprano. Las plantas para ser talajeadas deben tener una altura de 40 a 80 cm, lo cual se logra a fines de enero y febrero. La altura de residuo que se debe dejar post-talajeo es 20 cm, cuidando dejar 2 a 3 yemas que permitan la recuperación del cultivo (DEMANET, 1988).

Cuando es utilizada como soiling el corte se puede realizar en forma manual o con chopper. El uso de chopper sólo es eficiente cuando las plantas poseen tallos delgados, debido a la densidad de plantas. Además, el picado de la col debe ser fino (2,5 cm) para evitar la selección del forraje por el ganado (DEMANET, 1988).

El valor nutritivo de la col depende de la relación hoja:tallo y de la época del año. Se debe considerar que el valor nutritivo del follaje es superior al del tallo, por lo cual la relación hoja:tallo alta supone una mejor calidad del forraje (DEMANET, 1988).

### Remolacha Forrajera (*Beta vulgaris*)

La remolacha forrajera es un cultivo de alto potencial de producción que requiere de suelos con buena fertilidad y alta mano de obra, sobre todo en el período de limpia, raleo, cosecha y picado (DEMANET, 1988).

Este cultivo se encuentra poco difundido producto de las exigencias que presenta, pero sin embargo, su alto rendimiento (20-23 ton MS/ha) y un buen aporte en proteína y energía lo hacen ser un cultivo atractivo para la ganadería intensiva (DEMANET, 1988).

La época de siembra es similar a la de las coles forrajeras, esto es entre el 15 de septiembre y el 15 de octubre (DEMANET, 1988).

En relación a la utilización, esta especie puede ser consumida por los animales en el potrero, sin embargo, la forma habitual de consumo es en los corrales de alimentación (DEMANET, 1988).

## **Lupino** (*Lupinus albus* y *Lupinus luteus*)

El Lupino se adapta a una amplia época de siembra, sin embargo, siembras tardías traen como consecuencia una disminución en el rendimiento. De acuerdo a lo anterior la siembra debe realizarse entre agosto y octubre (DEMANET, 1988).

La utilización del lupino puede realizarse a través de: Pastoreo, soiling o ensilaje. El pastoreo de lupino se debe realizar en el período de verano cuando las vainas de la primera floración se encuentren en grano lechoso. Para elaborar ensilaje de lupino se deben utilizar semillas de tipo dulce para evitar el exceso de alcaloides; la época de corte más adecuada es al término de la floración con las primeras totalmente formadas; el corte es necesario realizarlo con una chopper con repicados y el material ensilado debe ser compactado suficientemente (DEMANET, 1988).

## **Arveja Forrajera** (*Pisum sativum*)

La arveja es una especie que puede ser utilizada para producir forraje verde en verano o bien ensilaje para ser utilizado en invierno (DEMANET, 1988).

La arveja cultivada corresponde a variedades de mayor altura y desarrollo que las utilizadas para consumo verde, con hábito de crecimiento trepador que requiere de un soporte para su tendidura. Debido a este efecto en el país se ha evaluado la siembra de arveja asociada a avena cuyo hábito de crecimiento es erecto (DEMANET, 1988).

Dicha mezcla forrajera puede ser utilizada para pastoreo y corte (soiling o ensilaje), resultando un forraje de buena calidad, dado el elevado tenor proteico de la arveja, que fluctúa entre 18 y 22% (DEMANET, 1988).

Las arvejas forrajeras son plantas de ciclo vegetativo largo y necesitan 12 a 14 semanas de crecimiento para alcanzar el estado de consumo como forraje. De acuerdo a lo anterior, la siembra debe realizarse a fines de agosto-septiembre (DEMANET, 1988).

## **Maíz** (*Zea mays*)

En los últimos años ha existido una tendencia en la zona sur de aumento del cultivo de forrajes que poseen un alto valor energético. El maíz es uno de éstos cultivos, sin embargo, su uso masificado está limitado debido a que requiere de maquinaria especializada, la inversión por hectárea sembrada es alta y además se encuentra expuesto a problemas climáticos (déficit hídrico y heladas) que hacen que su comportamiento sea impredecible (DEMANET, 1988).

La época de siembra más apropiada para el maíz va desde el 30 de octubre al 10 de noviembre, debido a que en dicha época existe una menor probabilidad de ocurrencia de heladas que afectan el desarrollo inicial del cultivo (DEMANET, 1988).

El momento de cosecha apropiado para cosechar el maíz para ensilaje se produce cuando el grano tiene consistencia pastosa con una concentración de 27-32% de materia seca (DEMANET, 1988).

La cosecha del maíz con los niveles de materia seca antes mencionados, permite obtener el máximo rendimiento de materia seca y nutrientes por hectárea, mejora el proceso de fermentación en el silo, disminuyendo las pérdidas por efluentes y por fermentación y maximiza el consumo por parte del animal (DEMANET, 1988).

## **Sorgo** (*Sorghum vulgare*)

El sorgo es un importante recurso de verano y en general se puede señalar que sus híbridos toleran en mejor forma que otros cereales condiciones adversas de suelo y humedad (DEMANET, 1988).

La época de siembra más apropiada es entre el 25 de octubre y el 5 de noviembre, una vez que se hayan desaparecido los peligros de heladas (DEMANET, 1988).

El sorgo puede ser utilizado a través de pastoreo, soiling o ensilaje. El pastoreo debe realizarse cada vez que la planta alcanza una altura de 60-70 cm, ya que el desarrollo foliar es máximo en ese momento. En dicho estado la planta entrega al animal un adecuado aporte proteico (10-12%), superior al que se obtiene en estados de madurez más avanzados. En relación a la

intensidad de pastoreo o residuo que debe quedar en el potrero al momento de sacar los animales, SOTO, FIGUEROA y MARTINEZ (1984) determinaron una mayor producción de forraje con altura de residuo de 2,5 cm (DEMANET, 1988).

Una posible desventaja del uso del sorgo en pastoreo o soiling es el contenido de un glucósido (durrina) que puede provocar envenenamiento en los rumiantes. Este glucósido se localiza en las hojas jóvenes, que al descomponerse dejan en libertad productos tóxicos como el ácido prúsico o ácido hidrocianico. El ensilaje de sorgo disminuye las cantidades potenciales de ácido prúsico debido, al parecer, a la solubilidad de la durrina en el agua del ensilaje y a su eliminación a la forma de gas (DEMANET, 1988).

El corte para ensilaje se realiza con chopper y siguiendo un manejo similar al ensilaje corriente. El estado mas adecuado de corte para ensilaje es después de la emisión de la panoja, hasta grano lechoso; en ese momento la planta presenta adecuado contenido de humedad para facilitar el proceso de compactación y fermentación posterior (DEMANET, 1988).

En la zona sur, algunos estudios señalan que el sorgo puede ser cortado al menos dos veces con rendimiento total de materia seca que fluctúa entre las 9 y 13 toneladas de materia seca por hectárea, lo que se traduce en aproximadamente 35 a 50 ton de forraje verde por hectárea (DEMANET, 1988).

## 10. SISTEMAS DE PASTOREO

### INTRODUCCIÓN

Cuando se habla de sistemas de pastoreo se piensa frecuentemente en las divisiones de potreros y en la carga animal, dejando de lado muchas veces parámetros importantes a tener en cuenta al momento de distribuir el ganado de manera eficiente como la disponibilidad de forraje, estacionalidad de la pradera, necesidades de los animales para mantención y producción, entre otros.

Es importante tener en cuenta al analizar los métodos de pastoreo que los objetivos de un buen aprovechamiento del forraje disponible, no deben comprometer la productividad y duración de la pradera. En este sentido hay que considerar los efectos beneficios de las restituciones de orina y estiércol realizadas por los animales (MUSLERA y RATERA, 1991).

Como se menciona anteriormente, es necesario tomar en cuenta algunos principios básicos que ayudarán a tomar decisiones como los factores fisiológicos de las plantas (reservas orgánicas, IAF) y los factores propios del manejo (intensidad de pastoreo, frecuencia, estación de pastoreo, mezcla de animales, distribución del pastoreo, etc). Al analizar estos factores se elegirá un método apropiado, el cual debe formar parte de un plan integral del uso de la tierra para llegar a determinadas metas.

Este capítulo entrega las bases para organizar espacios que permitan hacer un uso adecuado del pastizal. Se estudiarán los sistemas de pastoreo continuos y rotativos, además de los diferentes manejos de cada uno de sus subsistemas.

### ORGANIZACIÓN DEL ESPACIO

Al momento de comenzar a organizar el espacio, hay que tener en cuenta que se necesita un instrumento que combine todos los aspectos anteriormente estudiados de racionamiento, fertilización, trabajo, etc. Y que permita un máximo aprovechamiento de los recursos disponibles.

El pastizal tiene diversas utilidades para el animal además de servir como alimento, en él puede

asolearse, ejercitarse, beber, reproducirse, parir, defecar, orinar, nacer, morir, descansar, caminar, etc.

Se habrá de crear un sistema que organice todas estas actividades. Los sistemas de organización varían de acuerdo con el grado de control que se quiera ejercer sobre el animal, las necesidades de trabajo que se tengan y el comportamiento animal y la utilización que se quiera dar. Será necesario equilibrar el suministro del pasto con las necesidades que tenga el animal en cada momento.

Las diferencias entre los diferentes sistemas de pastoreo serán mínimas y sólo las distintas cargas animales que se apliquen tendrán importancia real a la hora del manejo.

Hay que diferenciar claramente entre manejo de pradera y utilización de la pradera. En el caso de sistemas de pastoreo el cerco fijo, por ejemplo, sería para el manejo del pastizal mientras el cerco eléctrico sería para la utilización.

### SISTEMAS DE PASTOREO

El pastoreo tiene efectos directos e indirectos sobre la pradera. Dentro de los efectos directos está la defoliación de las plantas y la compactación del suelo por el pisoteo. Los efectos indirectos son las alteraciones entre las relaciones competitivas entre plantas, la formación de "cerros islas" por la redistribución de las heces, entre otras.

Hay que tener en cuenta los siguientes factores al momento de elegir un sistema de pastoreo:

**Frecuencia de Pastoreo:** Se tienen que analizar los intervalos de frecuencia entre los eventos de pastoreo, considerando dejar un tiempo de recuperación de la pradera.

**Época de Pastoreo:** La época va a depender del crecimiento de la vegetación.

**Intensidad de Pastoreo:** Que es el grado de remoción de las plantas.

Todos estos factores interactúan entre si influyendo en el pastizal y en el animal, por lo tanto hay que hacer un análisis completo previamente.

Existen principalmente dos sistemas de manejo del pastoreo, continuo y rotativo.

## **Pastoreo continuo**

Significa aprovechamiento a diente de pequeñas o grandes superficies de pastos o prados, por rebaños de animales en total libertad, sin ningún tipo de limitaciones ni de ordenamientos. Sus ventajas son pocas y muchos los inconvenientes. Uno de los primeros es el continuo y continuado pisoteo de la pradera, que conduce hacia una fuerte compactación del horizonte superior del suelo (HYCKA, 1993).

Consiste en mantener en forma permanente a los animales en un mismo potrero, ya sea durante todo el año o durante la estación de crecimiento. Dentro de sus ventajas está que es más económico y es más fácil de manejar.

### **Pastoreo continuo con carga constante**

En este sistema, se tiene un solo cercado y el ganado permanece en él durante toda la estación de pastoreo. Se utiliza en ganadería extensiva donde productividad es baja y hay poca disponibilidad de mano de obra.

Existe el peligro de sobrepastoreo en algunas ocasiones o subutilización en otras.

El manejo se realiza en base a la distribución de sales y el cierre y apertura de los abrevaderos.

### **Pastoreo continuo con carga intensiva constante**

Es similar al anterior salvo en que el tamaño del área pastoreada se hace variar según sea la estación de escasez de producción. Requiere poco trabajo, En las épocas de abundancia se reduce el sector a pastorear y en las épocas de escasez se amplía.

El manejo se basa en tres mecanismos: Aumentar la superficie, bajar la carga animal y fertilizar

Este sistema se utiliza en explotaciones de lechería, ovejas y vacuno de carne.

## **Pastoreo continuo con sistema de integración pastoreo-conservación**

El terreno se divide en dos partes: la primera será un tercio de la superficie y la segunda los 2/3 restantes. El primer tercio se utilizará en primavera, el resto de la superficie se deja crecer y se conserva (en forma de heno) el pasto producido. Sobre mediados de diciembre a mitad de febrero el ganado pasa a la segunda zona, mientras el pasto producido en el primer tercio se siega y se guarda. Finalmente se abre el cercado y se mantiene el ganado en todo el terreno hasta que de nuevo llegue la primavera. En este sistema se tiene pastoreo directo y conservación y junto con los dos sistemas anteriores son propios de zonas templadas y lluviosas.

Es un sistema simple que requiere poco costo, permite conservar pasto y que haya además una recuperación del mismo por acumulo de reservas.

Se utiliza para ganado en crecimiento, vacas lecheras y terneros. El campo mientras permanece vacío se desparasita de insectos. No se utiliza con ovejas pero los corderos pueden utilizar el rebrote.

Se puede hacer un manejo de la fertilización subdividiendo en cuatro sectores y fertilizando alternativamente.

## **Pastoreo rotativo**

Existen varios cercados y el ganado va pasando sucesivamente de uno a otro. Proporciona un mayor grado de control sobre el pasto y el ganado. La superficie se subdivide en un número de cercados de tamaño similar.

Es necesario introducir tres nuevos conceptos en relación a este tipo de sistema:

- **Ciclo de Pastoreo** (rapidez de avance): período que transcurre desde el comienzo de un ciclo al siguiente. El Ciclo de pastoreo comprende el período de pastoreo y el período de descanso

- **Período de Pastoreo**: Número de días o lapso durante el cual el ganado permanece dentro del cercado.

- **Periodo de descanso:** Tiempo que transcurre desde que se retira el ganado hasta que se inicia el nuevo ciclo.

El sistema rotativo ofrece una utilización más completa del forraje (menor selección y pisoteo) (Cuadro 10.1), hay una mejor mantención de la población vegetal, mejor distribución de las fecas y orinas, mejor control de malezas, menor incidencia al meteorismo, menor gasto energético en la cosecha de forraje y al tener dos o más divisiones se facilita la conservación del forraje. Sus desventajas son que posee un mayor costo (cercados, bebederos), hay que tener mayor preocupación y en algunos casos se presentan problemas de madurez en la primera rotación.

### Pastoreo rotativo rígido

En este sistema se tiene preestablecido en número de días del período de pastoreo y de descanso, en definitiva el ciclo de pastoreo. El ganado pasa de un cercado a otro independientemente de que sobre o no pasto. En este sistema se puede aplicar la fertilización una vez ha sido retirado el ganado.

### Pastoreo rotativo alternado

Sistema de pastoreo rotativo poco intenso, se tienen dos divisiones y se mueven los animales de uno a otro lugar cada cierto tiempo (dos a tres meses).

### Pastoreo rotativo corriente

En éste sistema el potrero se divide en un número variable de sectores (entre cuatro y siete), en cada uno de los cuales el ganado pastorea uno o más días. Cuando los animales pastorean la última división, retornan a la que fue usada en primer lugar.

### Pastoreo rotativo en franjas

Sistema de pastoreo rotativo donde el ganado dispone de una o más franjas por días. El terreno se divide en dos y luego se hacen franjas de utilización mediante un cerco eléctrico móvil.

### Pastoreo rotativo en grupos

Se divide el terreno de tal manera que el ganado más exigente vaya adelante utilizando el pasto de mejor calidad y el resto del ganado le siga, repasando. Para ello se han de tener en cuenta las necesidades del seguidor. Este tipo de pastoreo se aconseja cuando se hace la explotación de dos tipos de animales por ejemplo ovinos con bovinos.

### Creep grazing

Consiste en permitir a los animales jóvenes, pastorear áreas que no están al alcance de sus madres. Es una forma de evitar la competencia de estas últimas y ofrecer a las crías un forraje de mejor calidad (MUSLERA y RATERA, 1991).

CUADRO 10.1. Comparación entre los diferentes sistemas de pastoreo.

Tipo Pastoreo	Selección	Producción/animal /día	Pérdidas forraje	Producción/ha
Continuo	Alta	100		
Rotativo corriente	Media	95	+50 35	100 125
Rotativo en grupos				
1.	Muy Alta	125		
2.	Muy Baja	75	25	145
Ración Diaria	Baja-Media	90	25 o <	
Soiling	Muy Baja	85	25	150
Dry-lot	Muy Baja	80	5-15	160
			20-100	130

(Fuente: Apuntes de Clases de Manejo de Pastizales PUCV, Fernando Cosio)

## **Creep feeding**

Es el sistema de alimentación de terneros o corderos con sus madres, en el que las crías tienen acceso a concentrados. Se utiliza para ello comederos especiales o bien pequeños cercados dotados de puertas de tamaño reducido para la entrada solamente de terneros o corderos, dentro de los que se sitúa el comedero con concentrados (MUSLERA y RATERA, 1991).

## **Otros sistemas de pastoreo**

### **Pastoreo cero (Zero grazing, soiling)**

Sistema de explotación de la pradera mediante siega de la hierba, que se utiliza para la alimentación de los

animales en otro lugar, en general en estado fresco (MUSLERA y RATERA, 1991).

Se corta el pasto en el campo y se lleva al corral donde está el animal. Se justifica este tipo donde la pradera está muy lejos del animal o bien donde el terreno es frágil y puede haber deterioro.

### **Pastoreo almacenado**

Se cosecha pasto y se almacena en forma de ensilado o heno que luego se dará al animal como alimento. Este sistema tiene un costo de conservación y una pérdida de gran cantidad de alimento.

## 11. BASES TEÓRICAS

### INTRODUCCIÓN

El pastizal es considerado un ecosistema por interactuar con el suelo, clima, plantas y animales formando un todo. Estas interacciones determinan sus propiedades y estado en un momento dado. Cada vez que el ecosistema experimenta algún cambio este influye en la fisiología del pastizal modificando su comportamiento. En este capítulo se analiza desde un marco teórico el ecosistema pastizal, lo que permite comprender y actuar frente a cualquier cambio que éste experimente.

### ECOSISTEMA

La interacción del hombre con los recursos naturales puede ser analizada desde lo más simple hacia lo más complejo, siendo necesario establecer un nivel de partida llamado ecosistema origen. Este concepto es la unidad ecológica básica, en la que se articulan cinco subsistemas; biogeoestructura, socioestructura, tecnoestructura, entorno y sistemas incidentes, los que

en su interrelación determinan el estado del ecosistema para un tiempo y espacio definido (RODRIGO, 1980).

El comportamiento del ecosistema está determinado por su anatomía, morfología y funciones, que determinan junto con los estímulos, la respuesta del sistema. Cualquier proceso que altere este comportamiento y presente una tendencia destructiva, con causas específicas y síntomas característicos, es denominado "enfermedad ecológica" (GASTÓ, 1980).

### FENÓMENO E IMAGEN

En la resolución de problemas ecosistémicos deben buscarse las variables y vectores de estado que permitan establecer las relaciones propias de los elementos y conexiones del mundo empírico, dentro del cual se encuentran los recursos naturales. Es decir, al pasar desde el ecosistema-fenómeno o recurso natural al ecosistema-imagen o modelo, representación general del fenómeno (Figura 11.1.), debe eliminarse la información de ínfima relevancia a la imagen (GASTÓ, 1980).

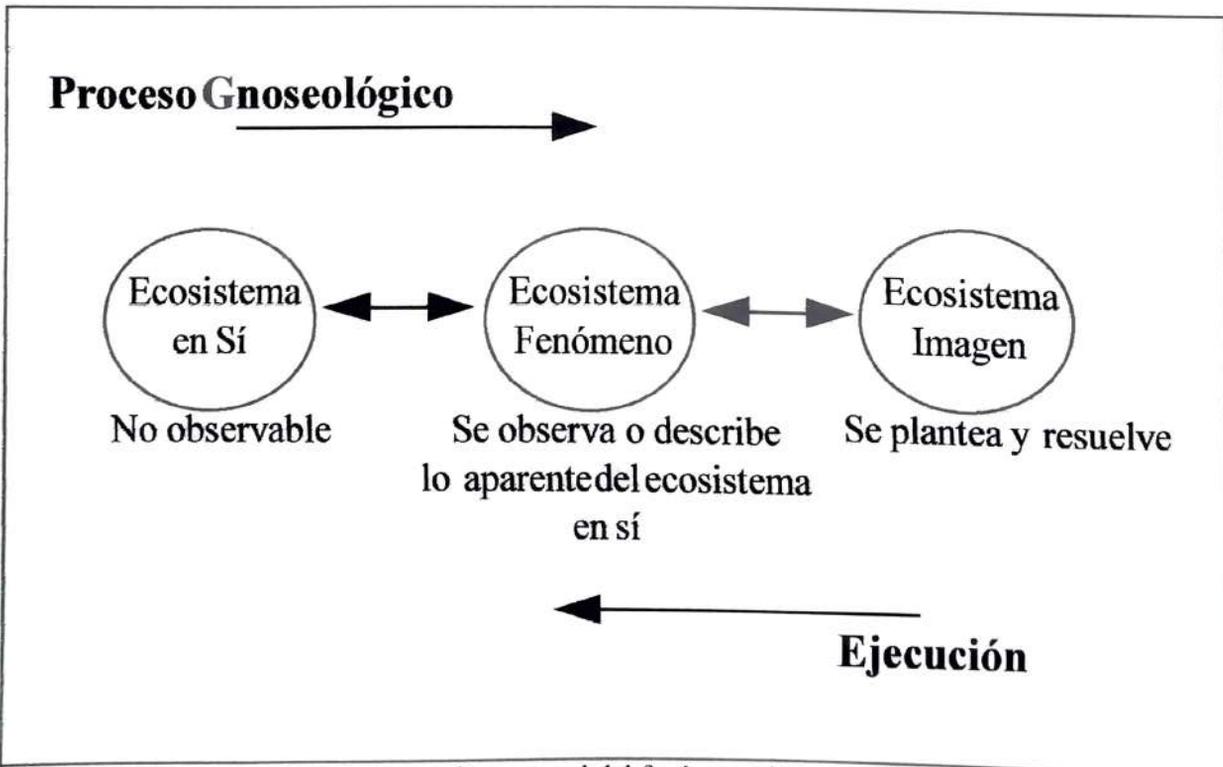


FIGURA 11.1. Modelo de representación general del fenómeno (Fuente: Apuntes de Clases Juan Gastó).

La imagen ecosistémica permite resolver los problemas de los recursos naturales, ya que en ésta se comprende, plantea y se resuelve el fenómeno, tal como se presenta en la naturaleza. La transformación del fenómeno en imagen requiere establecer una relación que permita desarrollar una imagen fiel del fenómeno y así poder realizar una contrastación entre imagen y fenómeno.

Hay tres modelos para resolver problemas en un ecosistema:

- a escala
- Isomórfica
- Homomórfica

### **Modelo a escala**

Tiene una apariencia similar al fenómeno observado pero en dimensiones de espacio y tiempo más convenientes: planos, esquemas, etc.

### **Modelo Isomórfico**

Existe una relación biunívoca entre los elementos del fenómeno y los de imagen, aunque no tiene por qué ser visual. (a=árbol, b=pasto, c=animal). Tiene el problema de que plantea exceso de información.

Se hace una imagen para poder describir, conocer, comprender, plantear y resolver un fenómeno como se presenta en la realidad.

### **Esquema Homomórfico**

Existe una relación, alguno de sus elementos se corresponde con grandes partes del sistema real y en los que falta la correspondencia real entre elementos del modelo y del fenómeno. En estos casos se hace una simplificación y reducción del fenómeno.

La resolución de los problemas del ecosistema es optimizada al realizar un análisis desde un enfoque holístico, en el cual el ecosistema es estudiado como una caja negra, no se conoce su comportamiento interno pero se infiere a partir de las relaciones existentes entre los estímulos y respuestas.

## **Variables de Estado**

El estado del ecosistema está determinado por dos variables:

### **Arquitectura o apariencia física del ecosistema**

Constituida por el conjunto de componentes topológicos agrupados en variables de: recursos abióticos, hábitat, organismos fotosintetizadores y organismos consumidores. La arquitectura corresponde al ordenamiento o arreglo topológico de los componentes del ecosistema, materia y energía, en cierto nivel de información. Representa lo físicamente ponderable del ecosistema; es decir, cada componente de la arquitectura presenta dimensiones de tiempo, masa, espacio y carga (GALVEZ, 2000).

### **Funcionamiento o transformación de la materia, energía e información**

El comportamiento del ecosistema va a estar determinado por el tipo de estímulo y su forma de fluir. La utilización de estrategias de mejoramiento de la respuesta del sistema, como cambio de estímulo y cambio del comportamiento, permiten aumentar la respuesta de cualquier ecosistema (GALVEZ, 2000).

Estas variables, al ir variando e interactuando el uno con el otro, inducen a un proceso de cambio ordenado en el estado y funcionamiento del ecosistema. Para conocer el grado de estos cambios morfológicos, se debe considerar el estado del ecosistema, definido por la arquitectura y funcionamiento de las variables naturales y el cambio de estado (GASTÓ, 1980).

El pastizal es un ecosistema con componentes bióticos y abióticos interrelacionados con un cierto orden y que funciona con una determinada anatomía y fisiología. Podemos actuar sobre este ecosistema, modificando la arquitectura o el funcionamiento. Si mejoramos la arquitectura (cambio de estructura, especies, etc) el ecosistema tenderá a un funcionamiento determinado. Si actuamos sobre el funcionamiento (riegos, fertilizaciones, etc) deberemos de mantener siempre dicha actuación para lograr la respuesta deseada. Por ejemplo, en climas áridos se tiende a mejorar la primera y en suelos con mucho potencial se mejora el segundo.

## Estado y cambio de Estado

La naturaleza es el escenario natural donde se hace la agricultura y se localiza en predio. La imagen o modelo de la naturaleza representada como fenómeno es el ecosistema (GALVEZ, 2000).

El ecosistema, al estar en estado óptimo, presenta la mejor combinación posible de las variables de estado, y para lograr tal objetivo se debe planificar y administrar con el criterio de toma de decisiones, sobre la base de objetivos múltiples (RODRIGO, 1980).

El estado y cambio de estado del sistema ecológico, permiten conocer la situación actual del ecosistema y cómo éste se ha ido modificando a través del tiempo (GALVEZ, 2000).

Los márgenes en que puede variar el estado del ecosistema son muy amplios, por lo que el proceso de transformación requiere de un estudio detallado del estado inicial, y se debe realizar un manejo y organización del ecosistema con criterio para lograr el estado óptimo. El proceso de cambio de estado que ocurre en el tiempo, denominado génesis, depende de la arquitectura definida que se aproxime al óptimo y de la ruta a seguir, sin embargo, lo más relevante es que una vez logrado tal objetivo es necesario mantenerlo (GASTÓ, 1980).

## Grados de libertad

Según GASTÓ (1980), en el paso del fenómeno real a una imagen, los componentes y las conexiones de poca relevancia deben ser obviados; es decir, el ecosistema estará definido por las variables y vectores de estado que constituyan la esencia de sus componentes y conexiones.

A partir de lo anterior, se determinarán los grados de libertad del fenómeno acorde al nivel de complejidad del sistema ecológico. Para una descripción óptima, se requiere de una cantidad mínima, ya que una imagen muy redundante no es eficiente para la obtención y manejo de la solución (GALVEZ, 2000).

La elaboración de imágenes redundantes, lejos de contribuir a resolver los problemas ecosistémicos, origina una nueva fuente de complejidad que

incrementa la variabilidad no contenida dentro del marco de las relaciones generales de estímulo-respuesta (GASTÓ, 1980).

## Armonía, Estilo y Periodicidad

En el ecosistema existen tres atributos esenciales: armonía, estilo y periodicidad. La armonía y la periodicidad son atributos naturales y su modificación no depende de los objetivos del hombre, sino que de la alteración de los componentes y conexiones. Por el contrario, el estilo sí depende de la finalidad que el hombre tiene sobre los recursos naturales (GASTÓ, 1980).

La armonía es definida por los componentes y conexiones que determinan el estado de un ecosistema en determinado espacio y tiempo y éstos se deben encontrar en una proporción adecuada para permitir un ajuste y adaptabilidad del sistema ecológico. Un ecosistema, al no estar en armonía o balance ecosistémico, presentará una desorganización en el proceso de transformación de materia, energía e información (GALVEZ, 2000).

De acuerdo al objetivo a perseguir, será el estilo del sistema ecológico, el cual podrá transformar su estado en otro sin quebrantar la armonía, pero concluirá en otro estado con su estilo de componentes y conexiones representativos (GALVEZ, 2000).

La Periodicidad es el rango de tiempo que transcurre entre el acontecimiento de un evento y otro. Es el ritmo que tiene el ecosistema para ir cambiando su estado, el que puede ser en forma cíclica o direccional, y su origen es por causa natural o por intervención del hombre (GALVEZ, 2000).

## **EL HOMBRE Y LA NATURALEZA**

Los distintos elementos que componen el sistema ecológico constituyen la base de subsistencia de la vida humana. Ciertos recursos naturales son de utilidad directa, otros los utilizan para modificar su hábitat, y de otros recibe el beneficio en forma indirecta, ya que cumplen funciones específicas en el sistema (GASTÓ, 1980).

El hombre, en la medida que ha ido evolucionando, a aumentado su control sobre la materia y energía del

sistema, de manera de poder satisfacer sus necesidades. Esto provoca un conflicto entre el hombre y la naturaleza, puesto que hay elementos que son extraídos en forma desproporcionada, que son de vital importancia para el funcionamiento del sistema (GALVEZ, 2000).

La cosecha que se haga del ecosistema debe estar basada en el valor que se le asigna a cada recurso natural y es deber del hombre respetar este principio para asegurar el funcionamiento del ecosistema, lo que por ende se traducirá en una mejor calidad de vida (GALVEZ, 2000).

## **SUBSISTEMAS**

Un ecosistema cuatro subsistemas en los que se puede descomponer: Biogeoestructura, Hidroestructura, Socioestructura y Tecnoestructura. Además del entorno y los Sistemas externos incidentes.

### **Biogeoestructura**

La Biogeoestructura corresponde al recurso natural propiamente tal, donde se conjugan los componentes abióticos del sustrato y atmósfera en un solo sistema, al integrarse con los componentes bióticos de la fitocenosis y zoocenosis (GASTÓ, CONTRERAS, COSIO y DEMANET, 1986).

### **Socioestructura**

La Socioestructura, en cambio, corresponde al hombre organizado en estructuras sociales, culturales y labores definidas. No es posible aislar al hombre dentro del contexto de la naturaleza, por lo cuál intrínsecamente es una parte de ella. La naturaleza, a su vez, está contenida en el hombre como unidad socioestructural. Las situaciones dinámicas que gobiernan la evolución de los fenómenos naturales son básicamente las

mismas de las que gobiernan la evolución del hombre y las sociedades (GASTÓ, CONTRERAS, COSIO y DEMANET, 1986).

### **Tecnoestructura**

La Tecnoestructura es el componente del ecosistema origen caracterizado por los elementos tecnológicos generados por el hombre en base a la transformación de elementos naturales bióticos y abióticos, provenientes de la biogeoestructura. Esta transformación es, por lo tanto, fruto de la intervención entre socioestructura y biogeoestructura (GASTÓ, CONTRERAS, COSIO y DEMANET, 1986).

El subsistema entorno representa al medioambiente externo del sistema, el cual incide necesariamente sobre éste. Sus atributos más obvios se refieren al deterioro ambiental provocado por contaminación, lo cual incide sobre los sistemas circundantes (GASTÓ, CONTRERAS, COSIO y DEMANET, 1986).

Los sistemas externos incidentes corresponden a las conexiones de flujo entre un sistema dado y los demás. Ningún ecosistema puede ser cerrado, es decir, no tener flujos de masa, energía e información desde o hacia otros sistemas. De acuerdo a la magnitud de las conexiones externas en relación a las internas se tiene el grado de apertura del sistema (GASTÓ, CONTRERAS, COSIO y DEMANET, 1986).

En la resolución de problemas prediales hay que complementar todos estos subsistemas, de manera que la solución a un problema ubicado en uno no interfiera o perjudique a otro. De esta manera, se resolverá el problema tomando al ecosistema como un todo, y no analizando por separado sus componentes.

## **12. EVALUACION, CONTROL Y PLANIFICACION DEL PASTIZAL**

### **INTRODUCCION**

No hay que olvidar que los resultados finales de la producción animal bajo alimentación de pastizales dependen de la cuantía del forraje o pasto producido por unidad de superficie, de su valor nutritivo o, mejor dicho, de una perfecta armonía entre la cantidad y calidad del producto final y, además, de las decisiones que se adopten en cuanto a un manejo racional y sustentable de los recursos.

El conocimiento detallado de la vegetación y de las condiciones ambientales de un lugar es la base para definir un plan de manejo que permita mejorar y asegurar la producción futura, como también constituye una herramienta que permite, a través de indicadores indirectos (especies indicadoras o elementos indicadores) evaluar la calidad de manejo aplicado en un período determinado en la pradera, por lo que es necesario manejar aquellas variables en la pradera que responden de manera más sensible a cambios de manejo

En este capítulo se analizarán sistemas de evaluación de los sistemas de manejo del pastizal. Se entregarán antecedentes del control de los posibles problemas en su utilización. Se proponen, además, estrategias de planificación del pastizal con el fin de utilizar el recurso de manera que se asegure un desarrollo sostenido.

### **EVALUACION DE LA UTILIZACION DEL PASTIZAL**

El problema básico del manejo consiste en lograr el equilibrio entre la oferta de pasto disponible en el campo y la demanda por el forraje que necesitan consumir los animales. La oferta de pasto es la capacidad talajera y la demanda es definida por la carga animal. El equilibrio entre oferta y demanda es el balance forrajero, y aún cuando sea un concepto teórico muy sencillo de entender, en la práctica resulta bastante difícil de definir, por el desconocimiento general de las productividades de los diferentes tipos de praderas, más aún si se considera que existe una variabilidad de producción interanual, dependiendo exclusivamente de las características climáticas (SAG, 2003).

Si falta forraje, los animales consumen en exceso la planta, de manera que se comen las estructuras de acumulación de reservas de la planta, las que son indispensables para asegurar un rebrote adecuado en la próxima temporada y por ende, una buena recuperación de la planta, determinando así su acción protectora del suelo. El sobrepastoreo (Figura 12.1.) trae consigo tres respuestas en la pradera que se dan en forma consecutiva, aunque a veces es tan rápido que pareciesen simultáneas y que son:

- Desvigorizamiento de especies palatables
- Enmalezamiento o proliferación de especies no deseadas
- Aumento del porcentaje del suelo desnudo

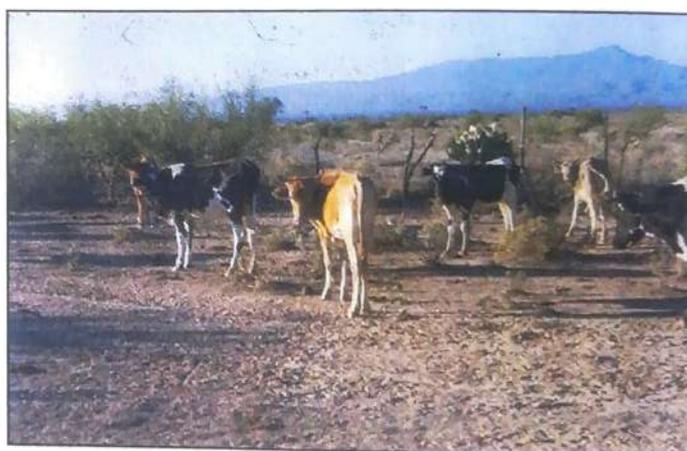


FIGURA 12.1. Sobrepastoreo de un pastizal. (Fotografía: Juan Gastó)

Por el contrario, si sobra forraje, el pasto madura y envejece, pierde valor nutritivo y si no es consumido, termina pudriéndose o entorpeciendo el crecimiento de la próxima primavera, decreciendo por tanto la capacidad talajera (SAG, 2003).

Si en un sistema de pastizales aparecen cualquiera de las respuestas mencionadas anteriormente, hay que analizar el sistema de manejo utilizado y mejorar la condición del pastizal para poder utilizarlo posteriormente.

Para conseguir el equilibrio buscado, entre la capacidad talajera y la carga animal, hay que saber cuanto pasto se produce por hectárea (disponibilidad de materia seca para un año normal), en que época hay más crecimiento (curva de disponibilidad), cuanto pasto necesita cada tipo de animal y cómo y cuándo pastorear para no dañar la pradera (sistema de pastoreo).

## Disponibilidad de materia seca

El método más sencillo para determinar la productividad cuantitativa actual es el que se llama "método del cuadrante", que consiste en extraer una cantidad de pastizal desde un sector determinado por un cuadrante de área conocida. La cantidad extraída debe ser pesada y posteriormente secada en un horno, para ser pesada nuevamente. El valor pesado corresponde a la cantidad de materia seca existente en el pastizal. Esto debe hacerse en un sector representativo de la pradera y se sugiere realizar la medición varias veces y obtener finalmente un promedio.

Desde hace algunos años se utilizan "medidores" automáticos, entre ellos los que se basan en los principios eléctricos (radiofrecuencias y capacitancia), y otros denominados "aforadores de hierba", que constan de un disco circular horizontal de determinado peso y diámetro que gira en espiral sobre un eje vertical graduado. Colocado en un punto de la pradera se deja que el disco descienda libremente sobre el eje hasta que se pare sostenido por el césped, situado debajo del mismo y entonces se lee, sobre la escala adosada al eje, la altura real del césped y la marcada por el disco en su caída; multiplicada por un coeficiente, da directamente la productividad en kg/ha de materia seca. El valor de los coeficientes está relacionado con la composición florística de la pradera. Antes de su utilización estos aparatos suelen someterse a un proceso de calibración en las mismas praderas o similares a las que se pretende evaluar. Suelen ser caros y algo complicados, así que se utilizan casi exclusivamente en los centros de investigación (HYCKA, 1993).

## Evaluación cualitativa de la pradera

Además de medir la cantidad, muchas veces se presenta la necesidad de evaluar la calidad del forraje, ya que la perfecta correlación entre la primera y la segunda es la única que determina su auténtico valor alimenticio (HYCKA, 1993).

Uno de los métodos y quizás de los más sencillos que pueden utilizarse para evaluar el forraje en su momento dado de desarrollo podríamos denominar método "visual". Se consulta cualquier tabla de composición química del forraje en estado de desarrollo similar al de la pradera en cuestión, se determina la producción cuantitativa de esta última por métodos mencionados antes y en base a estos datos se

determina el valor nutritivo del forraje por unidad de peso; éste, multiplicado por el total obtenido o que se espera obtener en la pradera, da el valor nutritivo global del forraje disponible (HYCKA, 1993).

El método más preciso es el análisis completo del forraje realizado en laboratorios. Los más confiables son el análisis proximal de Weende o últimamente el de Van Soest, estos analizan el contenido celular y de pared celular. Tienen el inconveniente de su tardanza; hay que tomar muestras de forraje, ponerlas en bolsas de plástico y llevarlas al laboratorio. Los resultados pueden tardar varios días y, a lo mejor, cuando llegan ya no interesan o interesan poco. Sin embargo, cuando se trata de explotaciones agrarias con importantes extensiones de praderas, un análisis químico periódico de forraje en sus distintas fases de desarrollo puede resultar muy conveniente, ya que pueden contribuir a sentar bases para una racional explotación y aprovechamiento de la pradera y su producto (HYCKA, 1993).

## Utilización del pastizal

Para ver si una pradera está siendo sub o sobre utilizada, se compara la carga animal real existente en el predio ( $n^{\circ}$  de animales por ha), con la carga animal calculada en base a valores de productividad de la pradera considerando los factores que en ella influyen y los requerimientos del animal.

Si la carga animal existente en el predio es mayor al valor calculado (Figura 12.2.), se habla de una sobreutilización, la que si no es controlada terminará por deteriorar el pastizal, haciendo más lenta y difícil su posterior recuperación.

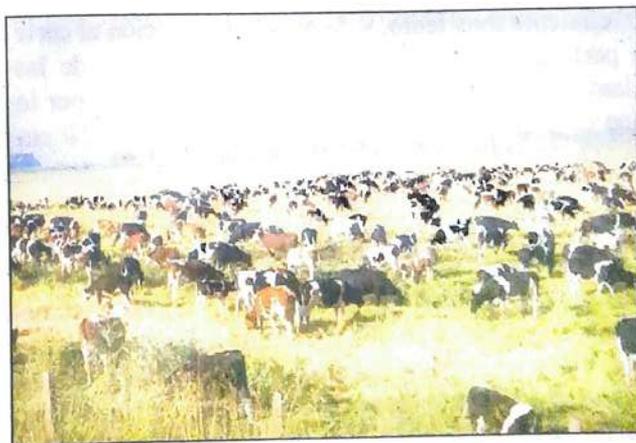


FIGURA 12.2. Carga animal mayor a la capacidad sustentadora. (Fotografía: Fernando Cosio)

Si la carga animal existente es menor al valor calculado, se habla de la situación inversa, que es una subutilización, produciéndose una pérdida de la calidad nutritiva de la pradera, al estar ésta en estado de sobremaduración.

## **CONTROL DE LOS POCOS MANEJOS**

En las zonas de pastizales naturales donde predomina la ganadería extensiva, las herramientas de manejo más efectivas son la frecuencia y la intensidad de pastoreo, lo que involucra conceptos de manejo asociados al período de rezago y recuperabilidad de la pradera natural, que está directamente determinado por la productividad potencial del sitio. La decisión más importante, en este tipo de ecosistemas frágiles, es la determinación de la carga animal, la que debe estar asociada a períodos de utilización alternada, con períodos de descanso de la pradera, situación que resulta más compleja dada la necesidad de manejar conceptos fisiológicos del grupo de especies que componen la cubierta vegetal herbácea (SAG, 2003).

### **Manejo de la altura del remanente**

Hay algunos lugares donde la materia seca disponible se puede consumir totalmente sin dañar a las plantas. Esto es así cuando las plantas son anuales y crecen todos los años a partir de la semilla, como en el secano de la costa en la Zona Central. En otras partes los pastos deben ser talajeados hasta una altura de 2,5-10 cm, que son suficientes para permitir su máxima eficiencia de recuperación, como en las mezclas de trébol blanco (*Trifolium repens*) con ballica (*Lolium perenne*) en la Zona Sur. En otros lugares como en Magallanes, las plantas son en general perennes, de crecimiento muy lento, y de poca recuperación al corte o pastoreo, si se corta repetidamente la base de las plantas, éstas pueden dañarse irreversiblemente por lo que es necesario dejar un remanente mayor a 10 cm (SAG, 2003).

Esto explica el concepto práctico recomendado en la literatura para pastizales naturales conocido como "Ley del 50%: usar la mitad y dejar la mitad", preservando así sobre todo la base de los tallos, que es donde se acumulan las reservas de CHO de las plantas (SAG, 2003).

## **Manejo de la carga animal y sistema de pastoreo**

La carga animal y el sistema de pastoreo son los elementos más importantes en la estrategia de manejo. La carga animal tiene que estar calculada de manera que nunca los potreros sean sobrepastoreados. El sistema de pastoreo debe tener descansos programados en el período del inicio del crecimiento. Esto involucra inversiones en cercos para subdividir los campos en forma permanente o temporal.

## **PLANIFICACIÓN DEL PASTIZAL PARA SU UTILIZACIÓN**

Para evitar los problemas antes mencionados, se debe tener en cuenta un plan de manejo predial que abarque los siguientes puntos:

### **Descripción del terreno**

Hay que conocer mapas y cifras que describan vegetación, topografía, ubicación y tamaño de potreros, ubicación de las fuentes de agua, ubicación de caminos, etc (SAG, 2003).

### **Ubicación adecuada de alambrados y bebederos**

Hay que lograr un consumo homogéneo o pastoreo parejo de toda la superficie, esto se logra con la correcta ubicación de cercos, bebederos y saleros, pensando en obligar al ganado a distribuirse por todo el terreno (SAG, 2003).

### **Evaluación del estado de la vegetación**

Hay métodos para estimar la condición y tendencia del pastizal. Puede tenerse un terreno sin pastoreo sin años, que muestre lo que sería la vegetación sin animales (potrero en exclusión) y comparar, otra opción puede ser comparar con un terreno con buenos resultados productivos durante años.

### **Ajuste de la carga animal**

Se debe calcular la carga animal tomando en cuenta la disponibilidad de materia seca (considerando el

remanente) y los requerimientos del animal. Esta carga animal deberá como se ha dicho anteriormente ser igual a la capacidad sustentadora para no deteriorar la pradera y asegurar su permanencia.

### Diseño de la estrategia de pastoreo

El objetivo es mantener y aumentar las especies más apetecibles. El sistema de pastoreo en sí mismo no aumenta la producción animal, pero sí favorece el tipo de vegetación más nutritiva que va a aumentar eventualmente la producción animal (SAG, 2003).

Hay algunos aspectos a tomar en cuenta: si el pastizal está en una situación de degradación estabilizada, puede que no responda a medidas simples de manejo del pastoreo. Es decir, puede no recuperarse sólo porque se retiren animales. En estos casos son necesarias otras medidas de rehabilitación de praderas. Si la situación no está estabilizada, la vegetación podrá recuperarse eventualmente (SAG, 2003).

### Considerar medidas de mejoramiento de praderas

Aunque la intensidad y la frecuencia de pastoreo son las herramientas esenciales del manejo, no pueden dejarse de lado medidas complementarias de mejoramiento y recuperación como fertilización, regeneración de praderas, control de malezas, etc.

### Seguimiento y evaluación de la estrategia de pastoreo

Es importante fijar metas que se puedan medir. Idealmente, estas metas debieran considerar la condición y tendencia de la vegetación, la productividad animal y el potencial del sitio. Lo más sencillo y efectivo son los registros por potrero, donde se anotan la cantidad y tipo de animales, las fechas de uso y los resultados en producto animal. Si esto se acompaña de fotografías tomadas al pastizal desde el mismo punto y con el mismo ángulo, la información es bastante objetiva (SAG, 2003).

### 13. GLOSARIO DE TERMINOS

A continuación se describen los principales términos de uso frecuente en el manejo y utilización de pastizales. La información fue recopilada de un glosario elaborado por Osvaldo Paladines (1982) para la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA).

**Ad libitum:** Consumo a libre voluntad. Cantidad de alimento ingerido por el animal cuando la oferta de alimento es ilimitada a lo largo del día.

**Alimento:** (feedstuff), es cualquier material consumible, no dañino, incluyendo el forraje, que al ingerirse es de valor nutritivo para el animal.

**Altura de la pradera:** (Sward height), promedio de altura de las plantas de la cubierta vegetal de una pastizal.

**Altura de corte:** (Cutting height), promedio de altura del residuo remanente luego del corte.

**Animal día:** (Animal day), un día de pastoreo de un animal.

**Animal día/ha:** (Animal day/ha), un día de pastoreo de un animal en una hectárea.

**Annual:** (Annual), planta forrajera que completa su ciclo de vida desde semilla en una temporada de crecimiento.

**Annual de invierno:** (Winter annual), planta que se siembra en otoño crece en invierno y muere luego de producir semilla en la siguiente estación.

**Balance forrajero:** Estimación de la capacidad de carga que puede soportar una pradera a partir de su producción de materia seca.

**Bianual:** (Biannual), planta que requiere normalmente dos años para completar su ciclo vegetativo. En el primer año produce hojas y crece, en el segundo semilla y muere.

**Caméfitas:** (Chamephytes), plantas con brotes aéreos pero cercanos al suelo.

**Capacidad de carga:** (Stocking capacity), carga animal que una pradera puede soportar durante una estación del año en forma productiva y sin deterioro del suelo o de la vegetación.

**Carga animal:** (Stocking rate or Stocking density), número de animales presentes en una hectárea de pastizal.

**Carga animal instantánea:** (Instant stocking capacity), número de animales por hectárea presentes en un momento determinado.

**Carga animal promedio:** (Average stocking rate), número de animales por hectárea que permanecen en una pradera durante un período determinado de tiempo.

**Cereal forrajero:** (Forage cereal), cereal seleccionado para elevar la relación parte vegetal; grano y que por tanto se adapta al consumo animal.

**Cereal para forraje:** Cereal que se siembra para usar en forma inmadura como forraje para los animales, puede usarse directamente para pastoreo, como forraje verde, heno o ensilaje.

**Climax:** (Climax), comunidad vegetal en completo desarrollo, correspondiente a la vegetación original.

**Composición botánica:** (Botanical composition), contenido porcentual de cada una de las especies de la pradera.

**Concentrado:** (Concentrate), alimento con bajo contenido de fibra y alto en energía metabolizable que es empleado para alimentación animal.

**Creciente:** (Increaser), planta forrajera que aumenta en la pradera bajo el manejo actual. Se aplica principalmente a la pradera nativa.

**Curva de Crecimiento:** Diagrama del aumento de masa de una pradera.

**Crecimiento Estacional:** Aumento de masa de una pradera en una estación del año.

**Creep grazing:** Término inglés que indica la práctica de permitir a los animales lactantes alcanzar un área de pradera que su madre no alcanza.

**Criptófitas:** (Chyptophytes), plantas con brotes en el suelo o sumergidos en el agua durante el período dormante.

**Cuadrante:** (Quadrat), anillo que se emplea para obtener muestras del material vegetal de una pradera. El anillo puede construirse de formas, tamaños y materiales diferentes.

**Cubierta vegetal:** (Sward), la vegetación presente sobre el suelo en un momento determinado, sin relación específica con los atributos de esa vegetación.

**Cultivo acompañante:** (Companion crop), cultivo con el cual se siembra un forraje, generalmente un cereal para grano. Cuando el cereal se siembra para uso forrajero no es cultivo acompañante sino integrante de una mezcla.

**Cultivo forrajero:** (Forage crops), es el cultivo de plantas destinadas a la alimentación animal. Además usualmente, estas plantas forrajeras se cosechan mecánicamente antes de ser proporcionadas al animal como heno, ensilaje o soiling.

**Decreciente:** (Decreaser), planta forrajera que es gradualmente desplazada por otras en la pradera. Se aplica principalmente a las praderas nativas.

**Defoliación:** (Defoliation), la acción de remover una parte o toda la parte aérea de una pradera por medios mecánicos o por pastoreo.

**Densidad de la pradera:** (Sward density), cantidad de masa contenida en la unidad de superficie y en un centímetro del perfil de la cubierta vegetal.

**Disponibilidad de forraje:** (Forage availability), cantidad de fitomasa disponible para ser usada como alimento para los animales. Generalmente expresada como kg de materia seca/ha.

**Efecto de borde:** (Edge effect), crecimiento diferente de los bordes de una parcela por efecto de las condiciones del suelo o ambiente.

**Eficiencia de utilización:** (Efficiency of utilization), forraje consumido expresado como porcentaje del forraje disponible.

**Empastada:** (Pasture), sinónimo de pastura.

**Ensilaje:** (Silage), forraje conservado en forma succulenta y parcialmente fermentado.

**Espiga:** (Spike), inflorescencia de gramínea en la cual las espiguillas sésiles están unidas directamente al raquis.

**Espiguilla:** (Spikelet), unidad de la flor de las gramíneas.

**Estepa:** (Steppe), pradera de clima templado con plantas forrajeras poco densas. Se reconocen tres tipos: estepa, que contiene solo especies herbáceas, estepa arbustiva, que contiene además arbustos y estepa arbórea, con árboles.

**Estolón:** (Stolon), tallo rastrero que puede enraizar y producir macollas en los nudos.

**Estructura del pastizal:** (Sward structure), distribución de las plantas y partes de las plantas en el plano horizontal del pastizal.

**Estruzado:** Alimento concentrado sometido a presión por vapor de agua y aceite, que se proporciona a los animales monogástricos.

**Evapotranspiración:** (Evapotranspiration), pérdida total de agua del suelo, por transpiración de las plantas y evaporación del agua de la superficie del suelo.

**Follaje:** (Herbage), son las hojas y tallos tiernos de las hierbas y pastos disponibles y aceptables para el consumo animal.

**Fanerófitas:** (Phanerophytes) plantas perennes con brotes sobre ramas apicales alejadas de la base.

**Formas de vida:** (Life forms)(Raunkier) categorías de plantas de acuerdo a los mecanismos desarrollados para mantenerse durante períodos de dormancia, reproducción y crecimiento.

**Forraje:** (Forage), es la parte de la vegetación pascícola que es aceptada y está disponible para ser consumida por el animal, para ser cosechada a diente o mecánicamente. Se proporciona verde, deshidratado o fermentado.

**Gestión del pastoreo:** (Grazing management), es la manipulación de los animales, de pastoreo para lograr los resultados esperados en términos de respuesta del animal, planta, terreno y economía del sistema.

**Gestión de pastizales:** (Grassland management, range management, pasture management), es el arte y ciencia de planear y dirigir el desarrollo, mantención y uso de las formas de pastoreo para obtener resultados óptimos y sostenibles, basado en los objetivos del propietario.

**Gramínea:** (Graminae), planta de la familia de las gramíneas constituyente de numerosos pastizales.

**Heces fecales:** (Feces, faeces), residuos sólidos excretados por los animales, resultantes de la digestión de los alimentos.

**Henilaje:** (Haylage), Ensilaje predeshidratado hasta obtener un 50% de m.s.

**Heno:** (Hay), planta forrajera secada para conservación y alimentación de los animales.

**Hemicriptófitas:** (Hemichryptophytes), plantas con brotes al nivel del suelo. Toda la parte aérea hasta el nivel de los brotes muere durante la época dormante.

**Herbicida:** (Herbicide), sustancia química fitotóxica usada para destruir o inhibir el crecimiento de las plantas poco deseables.

**Herbívoro:** (Hervibore), animal que subsiste principalmente o totalmente de plantas o sus productos.

**Humedad disponible:** (Available water), agua del suelo disponible para las plantas. Entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

**Humus:** Fracción orgánica del suelo en la cual la descomposición ha llegado a un grado de avance en la cual no es posible reconocer su constitución original.

**Índice de área foliar, IAF:** (Leaf area index, LAI), relación entre el área de hoja (un lado) y la superficie del suelo cubierta.

**Inflorescencia:** (Inflorescens), parte de la planta que contiene la flor.

**Inoculación:** (Inoculation), agregado de rizobios efectivos a una semilla de leguminosa para promover la fijación de nitrógeno.

**Labranza:** (Tillage), cualquier actividad que perturbe el suelo, realizada con el objetivo de establecer un cultivo.

**Labranza, cero:** (Cero tillage), implantación de especies forrajeras sin perturbación física del suelo, aunque se usen herbicidas.

**Labranza completa:** (Complete tillage), implantación de especies forrajeras con labores de arado, pero con algún nivel de perturbación del suelo.

**Labranza, mínima:** (Minimun tillage), implantación de especies forrajeras sin uso previo del arado.

**Leguminosa:** (Legume), planta de la familia *Leguminosae*, con la característica de vivir en simbiosis con rizobios fijadores del nitrógeno del aire.

**Leguminosa forrajera:** (Forage legume), leguminosa usada en alimentación animal.

**Mantillo:** (Mulch), material muerto que recubre el suelo que proporciona alimento de manutención al ganado .

**Materia orgánica:** (Organic matter), materia seca menos ceniza. Representa la sumatoria de todos los compuestos orgánicos del tejido. Es mayor al valor de materia seca.

**Materia seca:** (Dry matter), materia total menos humedad. Representa la sumatoria de todos los compuestos orgánicos y minerales del tejido.

**Mejoramiento de praderas:** (Pasture improvement), cualquier labor tendiente a aumentar la producción de una pradera. Se usa más frecuentemente para referirse a praderas naturales, pero no esta restringida a ellas.

**Meteorismo:** (Bloat), acumulación excesiva de gases en el rumen.

**Monocultivo:** (Monoculture), cultivo de una sola especie.

**Nutriente:** (Nutrient), elemento (plantas y animales) y compuestos (animales) esenciales para el desarrollo normal de plantas y animales.

**Orina:** (Urine), residuos líquidos excretados por los animales (excepto aves), resultante del metabolismo.

**Palatabilidad:** (Palatability), característica de una planta forrajera o un alimento animal que estimula su preferencia por sobre otro alimento. Se emplea como sinónimo de aceptación.

**Pastizal:** (Grassland), ecosistema capaz de producir tejido vegetal utilizable directamente por herbívoros de consumo humano.

**Pasto:** (Pasturage), alimento cosechado a diente por el animal a pastoreo desde la fitomasa en pie. Es el producto del pastizal.

**Pastoreo:** (Grazing), defoliación de las plantas prateras de una pradera por parte de los animales.

**Pastoreo alternativo:** (Alternating grazing), pastoreo rotativo de dos potreros.

**Pastoreo continuo:** (Continuous grazing), pastoreo ininterrumpido de una pradera por los animales por una estación o durante todo el año.

**Pastoreo diferido:** (Deferred grazing), utilización de un potrero que no ha sido utilizado por un período mayor al usual, guardando forraje para pastorear en una época de escasez.

**Pastoreo intermitente:** (Intermittent grazing), tipo de pastoreo rotativo en el cual los períodos de ocupación y descanso de los potreros no sigue un itinerario predeterminado.

**Pastoreo mixto:** (Mixed grazing), uso de ganado vacuno y ovino en el mismo sistema de pastoreo, ocupando las mismas áreas, aún cuando las dos especies no pastorean juntas.

**Pastoreo Rotativo:** (Rotational grazing), sistema de pastoreo en el cual la pradera es dividida en varios potreros y los animales se mueven de uno a otro potrero consumiendo el forraje disponible.

**Pastura:** (Pasture), pastizales coetáneos, establecidos artificialmente, roturados y sembrados en forma regular y, a menudo, alternados en forma intermitente con cultivos.

**Pasturas de rotación:** (Crop rotation pasture), son pastizales cuya duración en la rotación de cultivos es de 3 a 10 años. Requieren de prácticas culturales intensas como fertilización, riego, etc. Pueden pastorearse, cosecharse o producir semillas como cultivo secundario.

**Pasturas temporales:** (Cash crop, annual pasture), son pastizales establecidos para pastoreo durante un solo año o para un solo cultivo y luego reestablecidos. Son pastizales que pueden proporcionar pastoreo durante un breve período o cosecha de forraje.

**Pelletizar:** (Pelletizer), formación de cubos pequeños por presión de alimentos y vapor de agua previamente molidos. Es proporcionado principalmente a animales monogástricos.

**Período de descanso:** (Rest period), el tiempo que transcurre entre el fin de un período de pastoreo y el comienzo del próximo.

**Período de pastoreo:** (Grazing period), el tiempo que un potrero es pastoreado en forma discontinua.

**Pienso:** (Concentrate), granos, subproductos u otros alimentos derivados que contienen una alta proporción de nutrientes en relación a un volumen, usados en engorde de ganado.

**Pisoteo:** (Trampling), destrucción de las plantas de la pradera por acción de cascos de los animales.

**Potrero:** (Grazing plot), área o espacio de una pradera circundada por algún medio permanente o semipermanente que restringe el movimiento de los animales domésticos (cercos).

**Pradera:** (Grazing land, range land), pastizales donde predominan los elementos provenientes del sistema natural y no son roturados regularmente.

**Pradera nativa:** (Native pasture), pastizal en el cual no ha intervenido el hombre o cuya única intervención ha sido a través de los animales o las cercas de subdivisión.

**Pradera natural:** (Natural sward), pastizal que contiene especies nativas del área, sean estas climax o disclimax.

**Pradera naturalizada:** (Naturalized pasture), pastizal en el cual una parte importante de las plantas son "residentes", es decir plantas foráneas que a lo largo de los años han logrado una completa aclimatación, comportándose como nativas.

**Pradera mejorada:** (Improved pasture), pradera que recibió algún tratamiento en el suelo o la vegetación, sin cambiar la predominancia de especies nativas.

**Pradera permanente:** (Permanent pasture), pastura o pradera sembrada con especies perennes o anuales de abundante resiembra autónoma que persisten por largo tiempo.

**Predio:** (Farm, ranch), es un espacio de recursos naturales renovables conectados interiormente y limitados exteriormente, cuyo fin es hacer agricultura.

**Presión de pastoreo:** (Grazing pressure), número de kg de peso vivo animal que consumen en pastoreo 100 kg de M.S. de la pradera. Se define también como el número de kg de M.S. de la pradera disponibles para consumo de 100 kg de peso vivo; esta forma de expresión es más común aún cuando se refiere más bien a la definición de "disponibilidad de forraje".

**Ración:** (Ration), la dieta de un animal para 24 horas.

**Ramón:** (Browse), son las hojas y tallos de arbustos, lianas y árboles disponibles y aceptables para el consumo animal.

**Ramoneo:** (Browsing), consumo por parte de los animales de las hojas, brotes tiernos y otras partes de arbustos o árboles.

**Rastrojera:** (Strubbleland), son pastizales donde se producen remanentes de cultivos que pueden ser utilizados por el ganado, luego de cosecharse la porción utilizable directamente por el hombre.

**Rastrojo:** (Stubble), residuo de un cultivo que se usa para la alimentación del ganado, bajo pastoreo o corte.

**Resiembra:** (Reseeding), liberación espontánea de la semilla que permite la perpetuación de la especie.

**Rizoma:** (Rhizome), tallo subterráneo que puede enraizar y producir macollas en los nudos.

**Rizobios:** (Rhizobia), especie de bacterias fijadoras del nitrógeno del aire del suelo que vive en simbiosis con las leguminosas.

**Rumen:** (Rumen), primer compartimento del sistema digestivo de los rumiantes en el cual se realiza una extensa digestión bacteriana a pH neutro de los alimentos voluminosos.

**Selección (pastoreo):** (Selection), consumo de partes o fracciones de la planta o plantas de una pradera en preferencia sobre otras.

**Selección recurrente:** (Recurrent selection), método de mejoramiento genético por el cual los ciclos de selección y recombinación se repiten para aumentar la frecuencia de genes favorables.

**Semilla:** (Seed), parte del fruto que puede germinar.

**Semilla de fundación:** (Foundation seed), lote de semilla que mantiene su identidad genética específica y que sirve como fuente para la producción de semilla certificada. La semilla de fundación es generalmente producida por la Estación Experimental o alguna autorizada, en general se dispone de una baja cantidad de semilla.

**Semilla Registrada:** (Registered seed), Progenie que proviene de semilla de fundación que mantiene las características registradas por una entidad estatal (SAG). Se dispone de una baja o regular cantidad de semilla.

**Semilla certificada:** (Certified seed), progenie de semilla de fundación, que se mantiene con un grado de pureza para mantener su identidad genética y que ha sido registrada (certificada) por la autoridad respectiva.

**Simbiosis:** (Simbiosis), coexistencia de dos organismos no similares en forma conveniente para ambos.

**Sistema de pastoreo:** (Grazing system), sistema por el cual las praderas son utilizadas por los animales.

**Soiling:** Término inglés usado para indicar la acción de alimentar a los animales con forraje verde succulento, cortándolo, picándolo y llevándolo a un corral.

**Terófitas:** (Therophytes), especies que completan su ciclo de vida en una estación. Son anuales que se prolongan por semilla.

**Unidad animal:** (Animal unit), animal tipo usado como referencia para igualar todas las clases de animales dentro de una especie e igualar todas las especies. Corresponde al equivalente de una vaca de 500 kg.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a lo analizado en cada uno de los capítulos de la primera parte del libro Pastizales de Chile, se puede concluir lo siguiente:

Existen diversas clases y tipos de pastizales que pueden ser utilizadas en la alimentación animal, la elección de alguna de ellas depende de los objetivos que se desean conseguir en los sistemas ganaderos.

Es de vital importancia conocer los hábitos de crecimiento y desarrollo de las principales especies que componen el pastizal. Por esta razón se da a conocer una caracterización, de especies, según su forma vital, la cual esta determinada por las características morfológicas y fisiológicas.

Por otro lado, es importante conocer el origen de un pastizal para poder detectar y comprender los cambios que ocurren en él. Así se podrá detectar pastizales con pobres manejos y mejorar la condición.

Al incluir la utilización de pastizales dentro de un sistema ganadero, deben analizarse cada uno de los factores que influirán en la producción de materia seca y del ganado, tomando en cuenta todos los componentes del sistema.

La siembra es, sin duda, una de las actividades que más influyen en la producción de materia seca, por lo tanto, hay que realizarla de la mejor manera posible para evitar pérdidas posteriores.

Al momento de gestionar pastizales hay que tomar en cuenta el manejo del agua y de la fertilidad del suelo, ya que ambos son fundamentales para obtener buenos

rendimientos a nivel de cosecha. Hay que hacer un uso adecuado del recurso hídrico y aprovecharlo al máximo en los lugares donde es escaso mediante mecanismos como las cosechas de agua o curvas de nivel.

La productividad de un pastizal está determinada principalmente, por el proceso de la fotosíntesis, el cual a su vez, esta determinado por la fisiología de la planta. Hay que analizar minuciosamente las alternativas de uso que influyan en los procesos fotosintéticos para así asegurar las producciones posteriores del pastizal.

Existen diversos modos de ofrecer el pastizal al ganado para su alimentación. Cada uno de ellos difiere del otro en el contenido de nutrientes y en la digestibilidad. La utilización de uno u otro depende, principalmente de el tipo de explotación, clima, disponibilidad del recurso, etc.

Al pastorear praderas o pasturas se debe organizar el espacio de manera de asegurar la recuperabilidad del recurso al momento de ser abandonado éste por el ganado. Se deben tener en cuenta el tipo de pastoreo, la intensidad, la época, la capacidad sustentadora del pastizal y la carga animal adecuada.

Por último, para poder resolver problemas ganaderos hay que comprender el pastizal, desde el punto de vista ecosistémico, tomando en cuenta la socioestructura, la tecnoestructura y la biogeoestructura. Es más conveniente al momento de tomar decisiones de utilización optar por el uso racionado del recurso y así asegurar una productividad sostenida de éste a lo largo del tiempo, para esto lo más recomendable es hacer planes de manejo que regulen la utilización del pastizal considerando la capacidad sustentadora de éste..

## ABSTRACT

The following work is a compilation of information for the first part of the book "Pastizales de Chile".

This report will be the first part of the book entitled "Ecology, Management and Utilization," in which grassland is studied as an ecosystem, analyzing all of

the factors that influence its architecture, functioning and utilization.

There are thirteen chapters that analyze and interpret the grassland ecosystem from diverse points of view, principally considering the sustainable utilization of resources.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ACUÑA, H. 1996. Establecimiento de Praderas. In: Ruiz, I. ed. 2da ed. Praderas para Chile. Santiago, INIA. pp 171-186.
- ACUÑA, H. 1994. Trébol Blanco, leguminosa básica en praderas de pastoreo. Investigación y Progreso Agropecuario, Quilamapu. 60: 24-25.
- ACUÑA, H; AVENDAÑO, J; SOTO, P y OVALLE, C. 1982. Praderas de Secano para las regiones del Maule y Bio-Bio. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Quilamapu. 106p. (Boletín Técnico N° 54)
- AGUILA, H. 1981. Pastos y Empastadas. 5ª Ed. Santiago, Editorial Universitaria. 314p.
- AGUILA, H. 1979. Pastos y Empastadas. 4ta Ed. Santiago, Editorial Universitaria. 314p.
- ARANGUIZ, T.J. 1975. Comportamiento de tres métodos de riego en remolacha. Tesis Ing. Agr. Chillán, Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía. 68p.
- AVENDAÑO, J. 1996. Praderas sembradas en zonas mediterráneas. In: Ruiz, I. ed. 2da ed. Praderas para Chile. Santiago, INIA. pp 467-494.
- BADILLA, I. 1975. Características ecológicas y fisiológicas de *Atriplex repanda* Phil. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. 347p.
- BALOCCHI, L y CUEVAS, B. 1982. Regeneración de Praderas. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. Serie C 9:9
- BALL, P.R. 1982. Nitrogen balance in intensively managed pasture systems. In: P.W Gandar .ed. Nitrogen balances in New Zealand ecosystems. Palmerston North, DSIR. 367p.
- BALL, P.R and CRUSH, J.R. 1986. Prospect for increasing symbiotic nitrogen fixation in temperate grassland. Plants and Soil 76: 23-33.
- BANK OF NEW SOUTH WALES. 1961. Pasture legumes and grasses. A guide to the identification of selected species used in pasture improvement. Sydney, Waite and Bull Pty. Ltd. 67p.
- BECHT, G. 1974. Systems Theory. The key to holism and reductionism. Bio-Science 24: 569-579.
- BERENGUER, B. 2003. Atlas de Ganadería y Pastizales de Chile. Taller de Licenciatura. Ing. Agr. Quillota, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 91p.
- BLAIR, R.F. 1947. Range condition. A classification of the grass-sagebrush range in the Mayfield. Soil Conservation District. Mayfield, Dept. Agric. Soil Cons. Service. Mayfield Soil District. 22p.
- BLAZER, R. 1978. Curso Intensivo de Manejo y Utilización de pastos Tropicales para producción animal. Turrialba. (documento no publicado).
- BOULDING, K. 1956. General Systems Theory. The Skeleton of Science. Management Science 2 (3): 47-51.
- BRAUN BLANQUET, J. 1950. Sociología Vegetal. Estudio de las comunidades vegetales. Buenos Aires, Acme Agency. 420 p.
- CATRILEO, A. 1983. Praderas; aspectos generales y respuesta ganadera en la IX Región. Temuco, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Carillanca. 30p. (Boletín Técnico N°97).
- CEPEDA, J. 1963. Forrajeras. Curso de perfeccionamiento dictado para ingenieros agrónomos de corfo. Apuntes de Clases. Santiago, CORFO. 56p.
- COSTELLO, D.F y TURNER, G.T. 1941. Vegetation changes following exclusion of livestock from grazed ranges. J. Forestry 39: 310-315.
- DAGET, PH et POISSONET, J. 1971. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pasturages. Paris, Masson. 273p.
- DEMANET, R. 2003. Ballica perenne en pasturas para producción de leche. Temuco, Universidad de la Frontera. 15p. (documento no publicado)
- DEMANET, R. 2002. Forrajes Suplementarios. Temuco, Universidad de la Frontera. 22p. (documento no publicado)
- DEMANET, R. 1988. Cultivos Suplementarios. Temuco, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Carillanca. 32p. (Publicación Miscelánea N°23).
- DEMANET, R; CONTRERAS, R; GARCIA, J.C. y KOEBRICH, A. 1989. El trébol encarnado en el secano interior. Investigación y Progreso Agropecuario, Carillanca. 8(1): 24-26
- DISTEFANO, J; STEBBERUD, A.R. and WILLIAMS, I. 1967. Feedback and control systems. New York, Schaum Publishing Co. 89p.
- DONART, G.B. and COOK, W. 1970. Carbohydrate reserve content of mountain range plants following defoliation and regrowth. Journal of Range management 23(1):15-19.
- DUMONT, J y LANUZA, F. 1987. Producción y composición de la Avena (*Avena sativa*) en diferentes estados de desarrollo. Investigación y Progreso Agropecuario Remehue 6: 25-30.
- DYSKETERHUIS, E.J. 1949. Condition and management of range land upon quantitative Ecology. Journal of Range Management 2: 104-115.

- ELIZALDE, F; HARGREAVES, A y WERNLI, C. 1996. Conservación de Forrajes. *In:* Ruiz, I. ed. 2da ed. Praderas para Chile. Santiago, INIA. pp 395-428.
- ELLISON, L. 1949. The ecological basis for judging condition and trend on mountain rangeland. *Botanical Review* 26: 1-78.
- FLORES, A y BRYANT, F. 1989. Manual de pastos y forrajes. Programa colaboración de Apoyo a la Investigación Agraria y Agroindustrial. Davis, Universidad de California. 45p.
- FUENTES, G.T. 1977. Diseño y característica del riego en curvas de nivel. Tesis Ing. Agr. Chillán, Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía. 83p.
- GALVEZ, C. 2000. Determinación y Caracterización de sitios de la Provincia Secoestival Nubosa. Caso de la comuna Santo Domingo, Región de Valparaíso. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad Mayor. Facultad de Agronomía. 71p.
- GASTÓ, J. 1982. Dinámica de la descarga del pastizal por el herbívoro. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. 98p.
- GASTÓ, J. 1980. Ecología. El hombre y la transformación de la naturaleza. Santiago, Editorial Universitaria. 573p.
- GASTÓ, J. 1973. Evaluación sinecológica de praderas. Centro de Información de Zonas Áridas. México D.F, Esc. Sup. de Agricultura "Antonio Navarro". Universidad Autónoma de Coahuila. 106p.
- GASTÓ, J; COSIO, F y ARANGUIZ, I. 2002. Método Holístico-Empírico de cálculo de la capacidad sustentadora y de la productividad ganadera potencial de los sitios. Provincia Estepárica Muy Fría Tendencia Secoestival o Patagonia Occidental. *In:* Gastó, J; Rodrigo, P y Aránguiz, J. eds. Ordenación Territorial. Desarrollo de predios y comunas rurales. Santiago, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. pp 703-715.
- GASTO, J; COSIO, F; PANARIO, D. 1993. Clasificación de Ecorregiones y Determinación de Sitio y Condición. Manual de aplicación a municipios y predios Rurales. Quito, Red de Pastizales Andinos. 253p.
- GASTO, J; COSIO, F y SILVA, F. 1990. Sistema de Clasificación de Pastizales de Sudamérica. Sistemas en Agricultura. Santiago, Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. 92p.
- GASTO, J; GALLARDO, S; CONTRERAS, D. 1987. Caracterización de los Pastizales de Chile. Reinos, Dominios y Provincias. Sistemas en Agricultura. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 292p.
- GASTÓ, J; CONTRERAS, D; COSIO, F y DEMANET, R. 1986. Bases y Planteamientos Resolutivos. *In:* Contreras, D; Gastó, J y Cosio, F. eds. 1986. Ecosistemas Pastorales de la Zona Mediterránea Árida de Chile. I. Estudio de las Comunidades de Carquindaño y Yerba Loca del secano costero de la región de Coquimbo. Montevideo, CONICYT. pp 335-453.
- GUEVARA, A; SUZAN, H y HERNÁNDEZ, L. 2000. Tagasaste. Una leguminosa con potencial ganadero, (online), [www.uaq.mx/naturales/tagasaste/agronomia.htm](http://www.uaq.mx/naturales/tagasaste/agronomia.htm)
- HILDER, E.J. 1966. Rate of turnover of elements in soils: The effects of stocking rate. *Wool technology and sheep breeding*. 13(2): 11-16.
- HUMPHREY, R.R. 1949. Field comments on the Range Condition Method of forage survey. *J. Range Manage.* 2: 1-10.
- HYCKA, M. 1993. Praderas Artificiales, Su cultivo y Utilización. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 300p.
- INFANTE, R; GASTÓ, J y GALLARDO, S. 1989. Estado y opciones de estados pratenses de un sitio del distrito plano de la provincia de Mapocho. Estudio de caso y método de la condición. Santiago, Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. 109p.
- JEREZ, J y ORTEGA, L. 1996. Riego y drenaje en Praderas. *In:* Ruiz, I. ed. 2da ed. Praderas para Chile. Santiago, INIA. pp 239-265.
- LANGER, H. 1981. Las pastures y sus plantas. Montevideo, Hemisferio sur. 514p.
- LEVY, E.B. 1970. Grassland of new Zealand. Wellington, Government Printer. 344p.
- LIIV, J. 1970. Changes in botanical composition and yield of plant communities under intensive fertilization. *Proc. 11. Int. Grass. Cong. Surfers Paradise.* 93p.
- LÓPEZ, H. 1996. Especies Forrajeras Mejoradas. *In:* Ruiz, I. ed. 2da ed. Praderas para Chile. Santiago, INIA. pp 41-106.
- LÓPEZ, H. 1988. Especies Forrajeras Mejoradas. *In:* Ruiz, I. ed. Praderas para Chile. Santiago, INIA. pp 33-97.
- MC MEEKAN, C. P. 1952. From grass to milk. *Proc. Sixth International Grassland Congress.* 149p.
- MENESES, R y SQUELLA, F. 1996. Los Arbustos forrajeros. *In:* Ruiz, I. ed. 2da ed. Praderas para Chile. Santiago, INIA. pp 149-170.

- MOTT, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. Queensland, Proceedings. 8 International Grassland Congress. pp. 606-612.
- MUÑOZ, C. 1959. Sinopsis de la flora chilena, claves para la identificación de familias y géneros. Santiago, Ediciones de la Universidad de Chile. 840p.
- MUSLERA, E y RATERA, C. 1991. Praderas y Forrajes. 2da Edición. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 673p.
- NEIL, B and CURTIS, J. 1956. Differential responses to six prairie grasses in Wisconsin. Ecology 37: 355-365.
- NORERO, A. 1978. El Clima y la Producción de Cultivos. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Platina. 38p.
- ORTEGA, F y ROMERO, O. 1992. Ficha Forrajera para la Novena Región de la Araucanía, *Festuca arundinacea*. Investigación y Progreso Agropecuario, Carillanca. 11(4).
- PALADINES, O. 1982. Términos de uso frecuente en el manejo y utilización de praderas. Santiago, SOCHIPA. 22p.
- PARKER, K.W. 1951. Final technical report on the condition and trends study. Washington D.C., U.S. Forest Service. 42p.
- PARKER, K.W and HARRIS, R.W. 1958. The three method for measuring condition and trend of forest study: a resume of its history development and use. In: U.S. Dept. Agric. Techniques and methods for measuring understory vegetation. Proceeding of a Symposium at Tifton. Atlanta, U.S. Agr. Forest Service Exp. Station. 122p.
- RANGE DIVISIÓN. 1942. Some examples of depleted rangeland in the Pacific Northwest. Portland, U.S. Dept. Agric. Soil Conservation Service, 8p.
- RODRIGO, P. 1980. Desarrollo de un Planteamiento Metodológico Clínico de Ecosistemas para el Ecodesarrollo. Tesis Mg. Cs. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. 281 p
- ROMERO, O. 1996. Conceptos básicos relacionados con el crecimiento de plantas forrajeras y con el manejo de praderas perennes sembradas. In RUIZ, I. 2da ed. Praderas para Chile. Santiago. INIA. pp 199-208.
- ROMERO, O. 1994. Cultivos Suplementarios. Investigación y Progreso Agropecuario, Carillanca. 13(4):17-19.
- ROMERO, O. y BONERT, R. 1979. Especies y mezclas forrajeras para la IX región. Temuco, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Carillanca. 22p. (Boletín divulgativo N° 58).
- RUIZ, I. 2001. Forrajeras. In: Sociedad Química y Minera de Chile. ed. Agenda del salitre. 11ª Edición. Santiago, SOQUIMICH. Pp 759-778.
- RUIZ, I. 1996. Frecuencia de utilización y residuo post-utilización. In: Ruiz, I. ed. 2da ed. Praderas para Chile. Santiago, INIA. pp 209-218.
- RUIZ, I., CABALLERO, H. y JAHN, E. 1972. Producción de carne bovina en cuatro praderas de secano en la zona de riego del Llano Central de Chile. Santiago, Agricultura Técnica 32(2):71-78.
- RUIZ, E y CAMPILLO, R. 1996. Fertilización de Praderas. In: Ruiz, I. ed. 2da ed. Praderas para Chile. Santiago, INIA. pp 219-238.
- SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO. 2003. El Pastizal de Tierra del Fuego. Guía de Uso, condición actual y propuesta de seguimiento para determinación de tendencia. Punta Arenas, SAG. 117p.
- SHIFLET, T. 1973. Range sites and soils in the United States. Washington D.C., Range Management. 44p.
- SILVA, M. 1977. Apuntes de Clases del Magíster en Cs. Agropecuarias. Santiago, Universidad de Chile. (documento no publicado).
- SILVA, M. y LOZANO, U. 1982. Descripción de las principales especies forrajeras entre la zona mediterránea árida y la zona de las lluvias. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, veterinaria y Forestal. Depto. de Producción Animal. 139 p. (Publicación Docente N°9).
- SMITH, D y SILVA, J. 1969. Use of carbohydrates and nitrogen root reserves in the regrowth of alfalfa from greenhouse experiments under light and dark conditions. Crop Science 9(4): 464-467.
- SOTO, P. 1996. Forrajes Suplementarios de Invierno y verano. In: Ruiz, I. ed. 2da ed. Praderas para Chile. Santiago, INIA. pp 109-136.
- SOTO, P. 1986. Recomendación de especies y variedades forrajeras para diferentes zonas ecológicas del país. Santiago, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 26p. (Boletín Técnico N° 91).
- SOTO, L. y LÓPEZ, H. 1984. Ritmo de crecimiento de forrajeras, leguminosas y gramíneas. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Investigación y Progreso Agropecuario, La Platina 24: 7-10.
- SOTO, P; FIGUEROA, M y MARTINEZ, C. 1984. Frecuencia e intensidad de utilización de un híbrido de Sorgo x pasto Sudán en suelos arroceros (Ñuble). Santiago, Agricultura Técnica 44(3): 237-243.

- STEACY, G.M.; CHRISTENSEN, D.A.; COCHRAN, M.I. y HORTON, J. 1983. An evaluation of three stages of maturity of hay fed with two concentrate levels for lactating dairy cows. *Can. J. Animal Science* N°63:623-629.
- TORRES, A. 1996. Regeneración de Praderas. In Ruiz, I. ed. 2da ed. Praderas para Chile. Santiago. INIA. pp 187-198.
- VAN SOEST, P.V. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2da Edición. New York, Cornell University Press. 457p.
- WELLS, P. 1961. Succession in desert vegetation on streets of Nevada ghost town. *Science* 54(2): 134-670.
- WIENMAN, H. 1961. Total available carbohydrates in grasses and legumes. *Herbage Abstract* 31(4): 255-261.
- ZULETA, A. 1991. Estudio de pasturas bajo condiciones de riego en la Provincia Secoestival Nubosa. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 189p.