Manejo del **Pastoreo**

PROYECTO FIA

GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA INNOVACION AGRARIA

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA REMEHUE

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
TEMUCO • CHILE

anasac
www.anasac.cl

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

COOPRINSEM
CHILE

Manejo del **Pastoreo**

Editores:
NOLBERTO TEUBER K.
OSCAR BALOCCHI L.
JULIAN PARGA M.

PROYECTO FIA

GOBIERNO DE CHILE
FUNDACION PARA LA
INNOVACION AGRARIA

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA REMEHUE

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
TEMUCO - CHILE

anasac
www.anasac.cl

LIBERTAS CAPTUR
UNIVERSIDAD AUSTRAL
CHILE

COOPRINSEM
CHILE

Editores:
Nolberto Teuber K., Ingeniero Agrónomo, Ph.D., INIA Remehue
Oscar Balocchi L., Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D., Universidad Austral de Chile
Julián Parga M., Ingeniero Agrónomo, D.E.A., INIA Remehue

Director Responsable:
Germán Stolzenbach M., Gerente General COOPRINSEM

ISBN Nº

Registro de Propiedad Intelectual
Inscripción Nº

Proyecto Adjudicado a:
COOPRINSEM

Ejecutor:
INIA Remehue
Universidad Austral de Chile
Universidad de La Frontera
Fundación para la Innovación Agraria

Empresa Asociada:
ANASAC

La presente publicación entrega resultados obtenidos en el marco del proyecto "Validación y difusión de mejores prácticas de pastoreo para el sur de Chile", desarrollado entre los años 2004 y 2007, con el apoyo financiero de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Diseño y Diagramación: Ayub Publicidad

Impresión: Imprenta América

Cantidad de ejemplares: 3.000

Osorno, Chile
Octubre de 2007

INDICE

CAPITULO 1
INTRODUCCION 5

CAPITULO 2
CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS FORRAJERAS Y SU ADAPTACION
AL PASTOREO 9

CAPITULO 3
DETERMINACION DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA DE
PRADERAS EN PASTOREO 23

CAPITULO 4
CALIDAD NUTRITIVA DE LAS PRADERAS 51

CAPITULO 5
COMPORTAMIENTO DEL ANIMAL EN PASTOREO 69

CAPITULO 6
METODOS Y CONTROL DEL PASTOREO 91

CAPITULO 7
CRITERIOS Y RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO
DEL PASTOREO 107

CAPITULO 8
BIBLIOGRAFIA 127

CAPITULO 1

INTRODUCCION*

En los últimos 25 años, tanto a nivel mundial como localmente ha ocurrido un substancial e importante incremento en el nivel de conocimiento y entendimiento de los procesos e interrelaciones relativas al manejo y utilización de las praderas en pastoreo. Tal es así, que hoy día se sabe más sobre la respuesta de las plantas a la aplicación de nitrógeno y las posibles pérdidas de este y otros nutrientes frente a errores de manejo; además, existe mayor y mejor conocimiento de las interacciones entre el suelo, las plantas y los animales.

Durante este período, también se ha generado un gran progreso con relación al mejoramiento del nivel de fertilidad del suelo y a la importancia que este concepto tiene en la productividad y persistencia de las praderas. Antiguamente, las praderas utilizaban el efecto residual de los fertilizantes aplicados en la siembra de cereales en mezcla con semillas de especies forrajeras, con el consiguiente deterioro en el rendimiento de materia seca y condición botánica de la mezcla forrajera luego del segundo año de su establecimiento.

Junto a los antecedentes previamente entregados, desde el final del siglo pasado y a partir del comienzo del presente, el mayor énfasis a nivel mundial se ha puesto en el cuidado del medio ambiente y en la aplicación de buenas prácticas agrícolas y ganaderas, con el objetivo final de lograr sistemas productivos rentables y sustentables.

La pradera es el recurso más utilizado en los sistemas de producción animal en el sur de Chile, principalmente entre las regiones de La Araucanía y de Los Lagos. Según las cifras entregadas por el VI Censo Nacional Agropecuario (1997), la superficie cubierta por praderas es de 1,35 millones de hectáreas en la Región de Los Lagos y de 1,05 millones en la Región de La Araucanía, totalizando 2,4 millones de hectáreas de praderas, aproximadamente.

En las regiones de Los Lagos y de Los Ríos alrededor del 50% de la superficie de praderas son naturalizadas, compuestas principalmente por especies forrajeras introducidas, que en el tiempo se han ambientado y desarrollado en condiciones de bajo nivel de nutrientes disponibles y normalmente con alta acidez del suelo. Aproximadamente el 40% corresponden a praderas mejoradas y tan solo el 10% de la superficie total, son praderas sembradas que se desarrollan en suelos sin limitaciones de fertilidad.

* Teuber, N.; Parga, J.; Balocchi, O.; Anwandter, V.; Canseco, C.; Abarzúa, A.; Demanet, R. y Lopetegui, J.

En la Región de La Araucanía, cerca del 80% de la superficie de praderas corresponde a aquellas naturalizadas, siendo la diferencia mayormente praderas sembradas con especies forrajeras de rotación corta que interactúan con cultivos anuales.

Actualmente, la superficie de las praderas mejoradas y sembradas ha aumentado con relación a las cifras entregadas por el VI Censo Agropecuario (1997), debido principalmente a la aplicación de un mejor balance entre dosis y nutrientes, tanto al establecimiento como en la fertilización de mantención de las praderas. Destacado efecto ha tenido la aplicación del Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD), promovido por el Ministerio de Agricultura de Chile a partir de la década de los 90.

Además; se han incorporado especies y cultivares de plantas forrajeras con mayor potencial de rendimiento y calidad nutritiva, y se ha incrementado la eficiencia de utilización de la pradera en pastoreo, debido al aumento del número de productores que han incorporado el cerco eléctrico como herramienta para mejorar el manejo y la utilización de la pradera en pastoreo con bovinos.

El pastoreo es el proceso por el cual los animales retiran del potrero el forraje disponible en la pradera (producción primaria), para su transformación a producto vendible (producción secundaria).

El desarrollo productivo de las praderas se refleja en el sostenido incremento en la recepción de leche y en la producción de carne, desde el final de la década de los 80; principalmente en las regiones de Los Lagos y de Los Ríos, las que aportan el 70% de la leche y más del 50% de la carne bovina producida en el país, con sistemas productivos basados en la utilización de las praderas a pastoreo y desarrollados principalmente en el llano longitudinal y en la precordillera andina.

Entre los profesionales y técnicos del sector agropecuario que laboran en las zonas ganaderas del sur de Chile, existe consenso de que el menor avance tecnológico en la última década en el ámbito del manejo de las praderas permanentes, está en los aspectos relativos a su utilización con animales en pastoreo. Es aquí donde existe mayor espacio para el mejoramiento y crecimiento económico de los sistemas productivos, con el fin de aumentar la competitividad del sector agropecuario.

Con el propósito de generar más información sobre los aspectos prácticos y teóricos en relación con el manejo y utilización de las praderas, entre las regiones de La Araucanía y la de Los Lagos se desarrolló el proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) denominado “Validación y difusión de mejores prácticas de pastoreo para el sur de Chile”. Este proyecto se ejecutó entre los años 2004 a 2006, con el objetivo de evaluar las herramientas y procedimientos que permitan optimizar la utilización de las praderas permanentes en pastoreo con

bovinos, y mejorar la eficiencia productiva de los sistemas pecuarios, a través de un mayor control de los diferentes factores involucrados en el proceso productivo.

Como consecuencia de los resultados obtenidos en el proyecto indicado, se plantea el presente Manual Técnico, cuyo principal objetivo es poner a disposición de los profesionales, técnicos, productores y trabajadores del sector agropecuario, los antecedentes técnicos que permitan mejorar el manejo integral del sistema productivo, especialmente en lo relativo a la utilización de las praderas permanentes.

En este Manual, se abordan los diferentes aspectos relativos a mejorar la transformación del forraje disponible de las praderas permanentes de pastoreo, en un producto pecuario de alta calidad para su procesamiento industrial (leche, carne o lana). Para ello, en la forma más didáctica y sencilla posible, se describen diferentes temáticas con relación a las plantas y a los animales, como la fisiología y morfología de las especies gramíneas y leguminosas componentes de la pradera, su valor proteico y energético a través del año, las características y el comportamiento de los animales en pastoreo, los métodos de evaluación productiva de la pradera y los sistemas de pastoreo; además de los diferentes criterios y recomendaciones de manejo a tener en cuenta en el pastoreo rotativo.

Se agradece muy especialmente el importante apoyo financiero del FIA para la ejecución del proyecto y en la elaboración e impresión del presente documento de divulgación tecnológica. Además; se agradece la activa participación de las universidades involucradas en el proyecto (La Frontera de Temuco y Austral de Chile de Valdivia), al Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Remehue), quienes tuvieron la responsabilidad de elaborar, ejecutar y analizar los resultados del proyecto. También se agradece a las empresas comerciales COOPRINSEM y ANASAC, que facilitaron la participaron de sus profesionales en el desarrollo de este proyecto.

Finalmente, se agradece en forma muy especial la importante participación de los profesionales de las diferentes instituciones que estuvieron involucrados en la elaboración, ejecución, discusión y análisis de los resultados del proyecto mencionado; como también en la discusión, redacción y revisión del presente Manual Técnico.

CAPITULO 2

CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS FORRAJERAS Y SU ADAPTACION AL PASTOREO*

Las plantas forrajeras que componen una pradera tienen la capacidad de sobrevivir y crecer bajo un sistema de defoliación permanente. Esta habilidad está dada por la ubicación de sus "puntos de crecimiento" o yemas que se encuentran muy cercanos al suelo y protegidas del daño directo del pastoreo animal o del corte mecánico.

Los principales grupos de plantas que conforman la pradera son las gramíneas, las leguminosas y especies de hoja ancha. En este manual se describe el crecimiento usando como referente en el grupo de las gramíneas a la ballica perenne y en las leguminosas el trébol blanco.

2.1. GRAMINEAS FORRAJERAS: LA BALLICA PERENNE

La estructura básica de una gramínea forrajera es el macollo, consecuentemente una planta está formada por un conjunto de macollos. Cada macollo está constituido por hojas, tallo y raíces, teniendo la capacidad de producir nuevos macollos a partir de yemas ubicadas en la axila de las hojas. La vaina de las hojas forma una estructura tubular que corresponde a un pseudo-tallo (Figura 2.1).

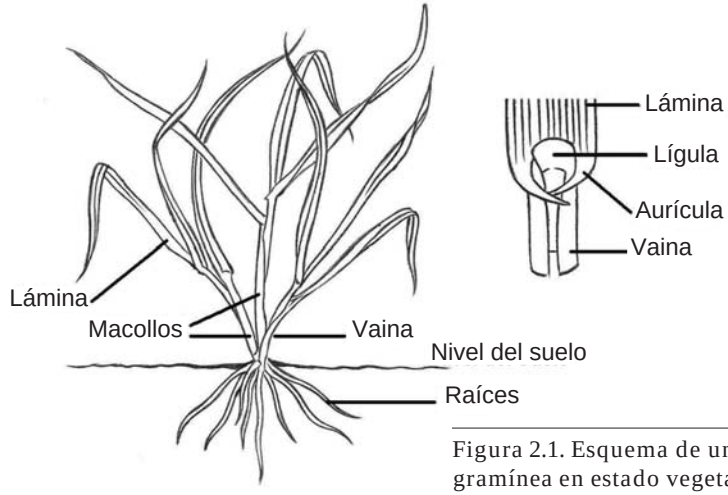
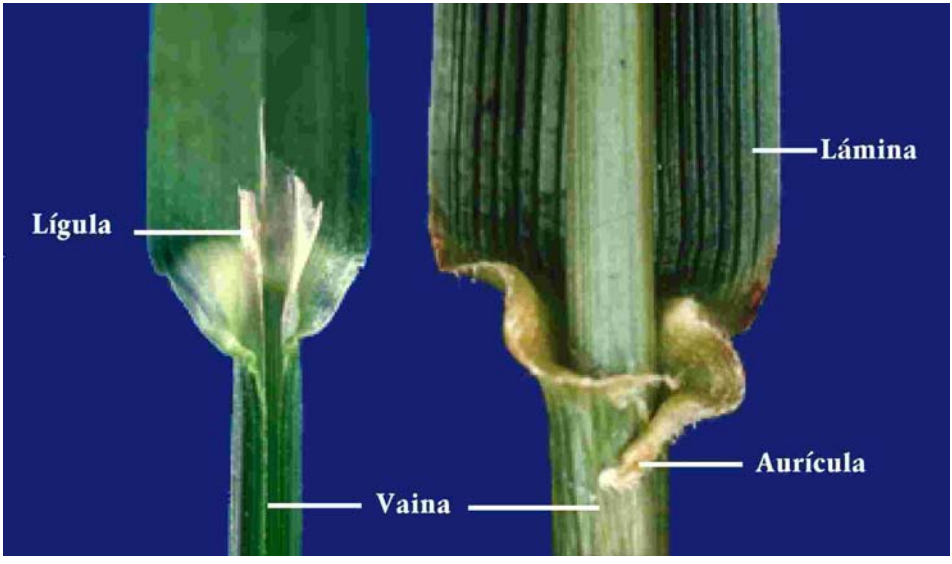


Figura 2.1. Esquema de una planta de gramínea en estado vegetativo.

* Balocchi, O.; Teuber, N.; Parga, J.; Demanet, R.; Anwandter, V.; Lopetegui, J.; Canseco, C.; Abarzúa, A.

Cuando la planta se encuentra en estado vegetativo, el tallo verdadero se ubica a nivel del suelo, es de tamaño muy pequeño y corresponde a una serie de nudos y entrenudos no elongados.

La hoja de una gramínea está formada por lámina, vaina, lígula y aurícula. Las características morfológicas de estas estructuras permiten el reconocimiento de muchas gramíneas en estado vegetativo (Fotografía 2.1).



Fotografía 2.1. Hoja de una gramínea.

Las raíces nacen de los nudos ubicados en la base del tallo de cada macollo, éstas se denominan raíces adventicias o secundarias para distinguirlas de las raíces seminales que nacen del embrión al momento de germinar la semilla.

2.1.1. Origen y crecimiento de las hojas

Durante la fase de crecimiento vegetativo de una gramínea, el tallo posee unos pocos centímetros de extensión y está ubicado dentro de la vaina de las hojas en la base del macollo, a nivel del suelo (Figura 2.2).

Las hojas nacen en el ápice del tallo o punto de crecimiento, primero como protuberancias microscópicas que se ubican alternadamente en el tallo, aumentando en edad y tamaño en la medida que se alejan del ápice. La producción de nuevas hojas es un proceso continuo durante la vida de un macollo.

Durante el desarrollo de una hoja, el tejido meristemático que genera el crecimiento,

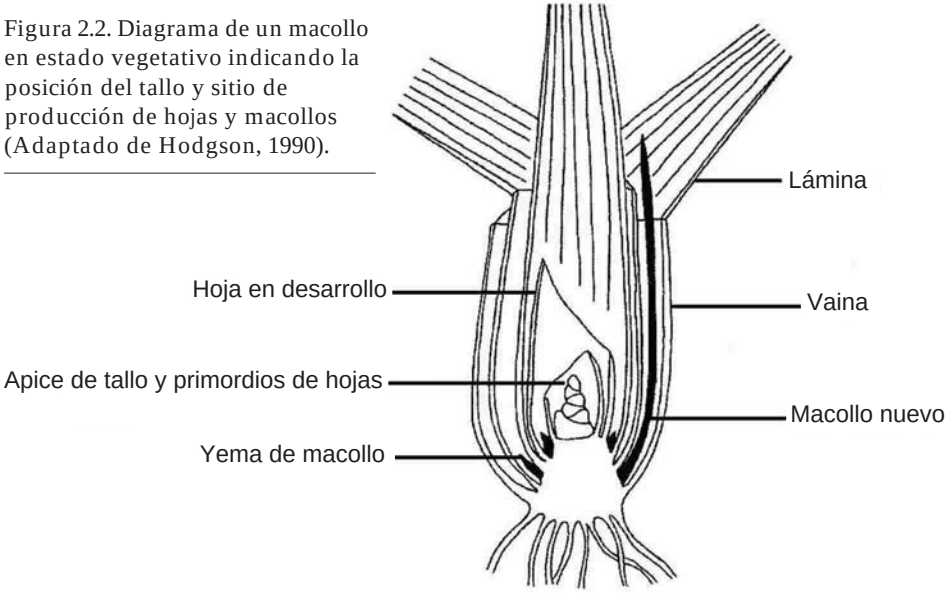
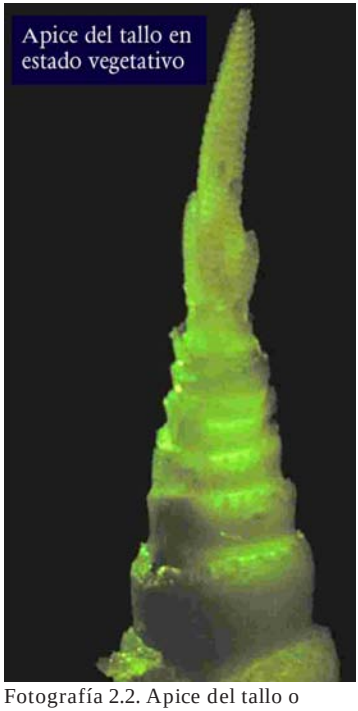


Figura 2.2. Diagrama de un macollo en estado vegetativo indicando la posición del tallo y sitio de producción de hojas y macollos (Adaptado de Hodgson, 1990).



Fotografía 2.2. Apice del tallo o punto de crecimiento de una gramínea en estado vegetativo.

permanece en su base. Por una continua división y elongación de las células, la vaina y la lámina se desarrollan por el interior de las vainas correspondientes a las hojas más viejas; a su vez éstas, encierran a otras hojas más jóvenes que están iniciando su crecimiento. Cuando la nueva lámina foliar emerge de entre las vainas de las hojas más viejas, se inicia su actividad de fotosíntesis.

La tasa de aparición de hojas varía con la época del año. En invierno el período entre la aparición de las hojas puede ser de tres semanas (21 días); sin embargo, en primavera puede ser menos de una semana (7 días). La tasa de aparición de hojas está positivamente relacionada a la temperatura y la radiación solar a la cual la planta está expuesta. En las ballicas, la temperatura óptima para el crecimiento está entre 22 y 25ºC. Las hojas sucesivas que produce cada macollo van aumentando en tamaño, como lo muestra la Figura 2.3.

En las ballicas perennes que crecen en una pradera existen normalmente tres hojas vivas por macollo, por lo cual, el largo de vida máximo de una hoja

individual es de cuatro a cinco semanas en verano (28 a 35 días) y alrededor del doble de tiempo en invierno (56 a 70 días). La senescencia comienza en la punta de la hoja más vieja. Mayor senescencia y muerte de hojas ocurre en condiciones de sombreamiento en una pradera con gran cantidad de follaje disponible.

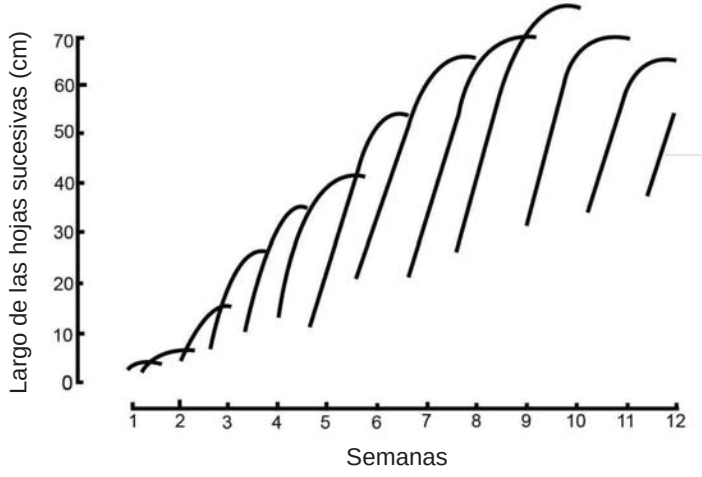


Figura 2.3. Curvas de crecimiento de hojas sucesivas de un macollo de ballica perenne. El largo de cada hoja se comienza a medir cuando ésta emerge de entre la vaina de la hoja precedente (Hodgson, 1990).

El suministro de nutrientes a través de la fertilización, particularmente el nitrógeno, produce un incremento en el tamaño de las hojas (Figura 2.4), aunque tiene poca influencia sobre la tasa de aparición de hojas por macollo.

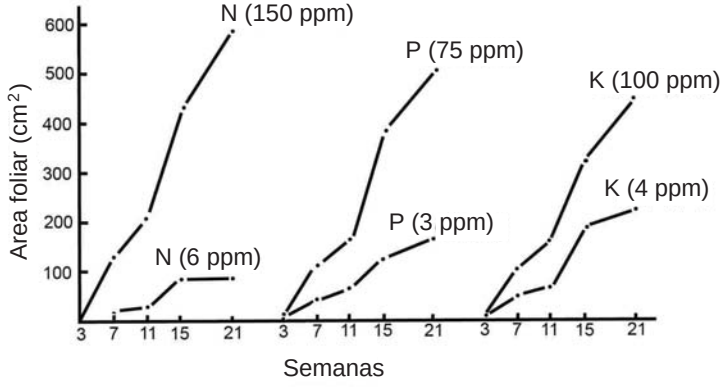


Figura 2.4. Efecto del nivel de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) sobre el crecimiento de las hojas (Langer, 1966).

2.1.2. Origen y crecimiento de los macollos

Los nuevos macollos nacen de yemas ubicadas en la axila de cada hoja. En el tallo y ubicado en la axila de cada hoja existe una yema, la que en condiciones favorables puede dar origen a un nuevo macollo. Potencialmente un macollo puede producir tantos nuevos macollos como hojas produzca.

La tasa de macollamiento es altamente dependiente de las condiciones ambientales. En general, un aumento en la temperatura incrementa el macollamiento, pero la temperatura óptima está alrededor de 15ºC y es menor que para la aparición de hojas. La intensidad luminosa tiene un marcado efecto sobre la tasa de macollamiento. El sombreamiento reduce la tasa de macollamiento. Plantas que pasan de una condición de sombra a una de mayor luminosidad aumentan inmediatamente la tasa de macollamiento.

El aporte de nutrientes del suelo, especialmente un incremento del nitrógeno, fósforo y potasio, aumentan la tasa de macollamiento mostrando el nitrógeno una interacción positiva con los otros dos elementos.

En las gramíneas perennes, el macollamiento es el mecanismo que les permite perpetuarse en el tiempo. Las plantas gramíneas producen nuevos macollos a través de todo el año y su vida está limitada normalmente a no más de un año. Durante la primavera el tallo puede elongarse y producir una inflorescencia (espiga o panoja), cambiando a una etapa de crecimiento reproductivo. Como consecuencia de este estado de crecimiento, se detiene la formación de nuevas hojas en ese macollo. No todos los macollos de una planta perenne producen inflorescencia, muchos permanecen en estado vegetativo. El sistema de defoliación a que se somete la planta afecta el número de macollos y su sobrevivencia.

Aunque cada macollo tiene una vida finita, su producción continua le confiere perennidad a las gramíneas ya sea como plantas individuales o como comunidad vegetal o pradera. La mantención de condiciones que conduzcan a favorecer una continua y permanente producción de nuevos macollos es esencial para lograr praderas de larga duración.

2.1.3. Crecimiento reproductivo

El momento en que una planta de gramínea pasa de estado vegetativo a reproductivo está regulado por la longitud del día. La mayoría de las gramíneas perennes son plantas de día largo y el cambio de su estado de desarrollo se produce como respuesta a un estímulo foto-luminoso transferido desde las hojas al ápice del tallo. Sin embargo, antes que el ápice del tallo comience su crecimiento reproductivo, las plantas deben ser inducidas por días cortos y bajas temperaturas. La satisfacción

del requerimiento de baja temperatura (entre 0 y 10ºC), es conocido como vernalización.

Existen diferencias entre especies, incluso entre variedades de una misma especie en el nivel de baja temperatura requerida para la vernalización. Por ejemplo, en ballica perenne los requerimientos de baja temperatura son mayores en variedades de floración más tardía.

El paso de estado vegetativo a reproductivo genera cambios en el tallo del macollo. Comienza con la formación de la espiga o panoja en el ápice del tallo y posteriormente con la elongación de los internudos ubicados inmediatamente bajo la inflorescencia. Este proceso eleva la espiga a través de las vainas hasta su emergencia de entre la vaina de la hoja superior, la cual es conocida como hoja bandera (Figura 2.5).

Después de algunas semanas de la emergencia de la inflorescencia, el proceso reproductivo continúa con la apertura de las flores, antesis, polinización y la formación de semillas.

En los macollos que pasan a estado reproductivo, el ápice del tallo o punto de crecimiento se eleva (va junto con la espiga) y por lo tanto al ser pastoreado o cortado, no tiene capacidad de rebrotar. En este caso la recuperación de la planta y de la pradera depende del crecimiento de nuevos macollos que permanecieron en estado vegetativo, que son los responsables de continuar con la vida o perennidad de la planta.

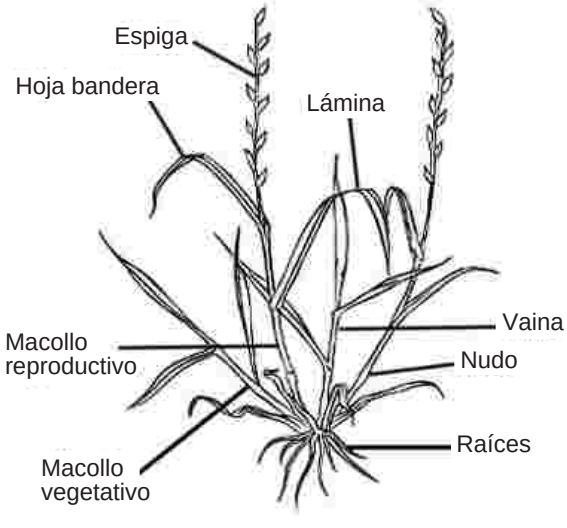
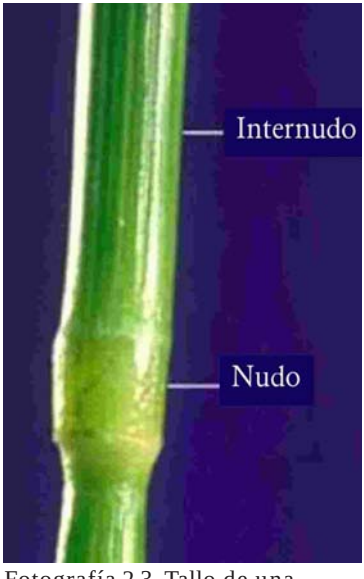


Figura 2.5. Planta de ballica perenne con macollos en estado reproductivo (con espiga) y en estado vegetativo.



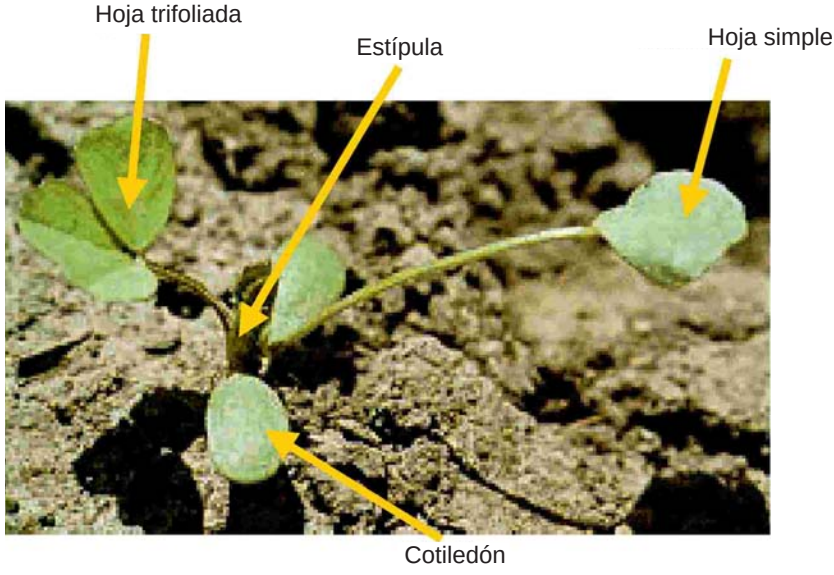
Fotografía 2.3. Tallo de una gramínea en estado reproductivo.

2.2. LEGUMINOSAS FORRAJERAS: EL TREBOL BLANCO

El trébol blanco es la leguminosa más común en las praderas permanentes del sur de Chile. Es una planta de crecimiento postrado que se desarrolla en base a tallos rastreros denominados estolones que cumplen una función equivalente a los macollos en las gramíneas.

2.2.1. Crecimiento vegetativo

En el trébol blanco, luego de la germinación de la semilla aparecen los dos cotiledones, emergiendo la primera hoja verdadera. Esta es una hoja simple o unifoliada, a la que continúan las hojas trifoliadas o verdaderas, que son típicas de todos los tréboles (Fotografía 2.4), razón por la que los tréboles pertenecen al género *Trifolium*.

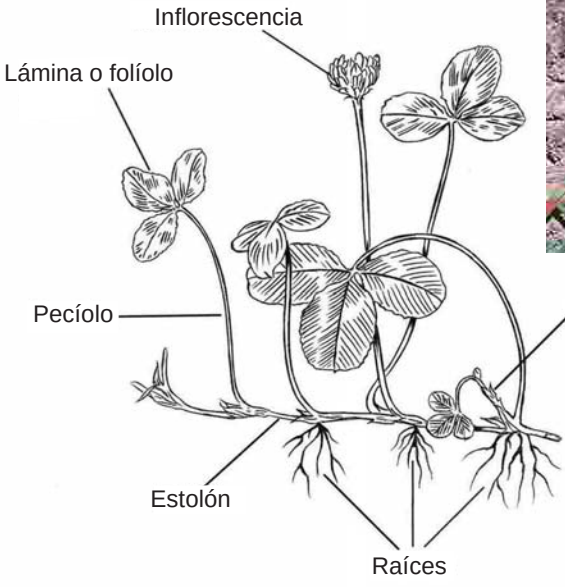


Fotografía 2.4. Planta de trébol blanco en sus primeros estados de desarrollo.

El tallo primario que se origina a partir de la primera hoja alcanza escaso crecimiento debido a que casi no ocurre elongación de los entrenudos. El ápice del estolón genera hojas alternas soportadas por un pecíolo.

A partir de las yemas axilares de las hojas del tallo primario, se generan los estolones que crecen en forma radial y rastrera. En el ápice de cada estolón se generan las

hojas, las que nacen de los nudos y cada una posee una yema axilar. De estas yemas axilares posteriormente pueden nacer estolones secundarios, de ellos estolones terciarios y así sucesivamente (Figura 2.6 y Fotografía 2.5); pudiendo llegar a 5 o más categorías a partir de una planta original.



Fotografía 2.5. Estolón de trébol blanco.

Figura 2.6. Esquema de la morfología del trébol blanco (Adaptado de Hodgson, 1990).

Los estolones poseen la capacidad de elongarse considerablemente y pueden enraizar en todos o algunos de sus nudos; produciendo en ellos raíces adventicias. Eventualmente después de un tiempo los estolones secundarios o terciarios, etc., pueden adquirir vida independiente de la planta madre.

El hábito de crecimiento postrado y estolonífero le otorga al trébol blanco una movilidad que la ballica no tiene y explica su éxito como especie constituyente de praderas de pastoreo que otras leguminosas de crecimiento erecto no tienen y son más sensibles al pastoreo (Ej: trébol rosado, alfalfa).

Debido a la morfología del trébol blanco, una alta proporción de la materia seca se encuentra en los estolones, los cuales no son normalmente consumidos por los animales.

2.2.2. Crecimiento reproductivo

El inicio del desarrollo reproductivo y la formación de flores están regulados por la longitud del día y la temperatura ambiental. En general, estas leguminosas pasan

al estado reproductivo cuando se alcanza una determinada longitud del día u horas-luz. El número de flores aumenta a medida que las horas-luz se incrementan. Las flores nacen de las yemas axilares de las hojas en el ápice del estolón, por esta razón la planta de trébol blanco puede producir simultáneamente nuevas hojas y flores. Esto se puede ver en la Fotografía 2.5.

Durante el período de crecimiento reproductivo, a diferencia de los macollos en las gramíneas, los puntos de crecimiento del trébol blanco permanecen en el estolón a nivel del suelo y la producción de nuevas hojas trifoliadas no es inhibida por el desarrollo reproductivo.

2.3. REBROTE DE LA PRADERA Y UBICACION DE LOS PUNTOS DE CRECIMIENTO

La principal característica de las gramíneas y algunas leguminosas como el trébol blanco, que las hace tan apropiadas para su utilización en pastoreo y le permite sobrevivir a una defoliación frecuente e intensa, es la posición de sus puntos de crecimiento los que frecuentemente no son removidos o dañados por el pastoreo.

En el caso de las gramíneas en estado vegetativo el punto de crecimiento (ápice del tallo) está ubicado a nivel del suelo, permaneciendo bajo la altura de utilización.

El pastoreo permite un incremento en la penetración de luz a la base de los macollos y de los estolones, manejo con el cual se estimula el macollamiento en las gramíneas y se incrementa la población de puntos de crecimiento en el trébol blanco.

La recuperación de la pradera en el caso indicado se produce por la generación de nuevos macollos y por el crecimiento de hojas jóvenes, las cuales continúan su desarrollo originado en los puntos de crecimiento ubicado en la base de la planta (Figura 2.7).

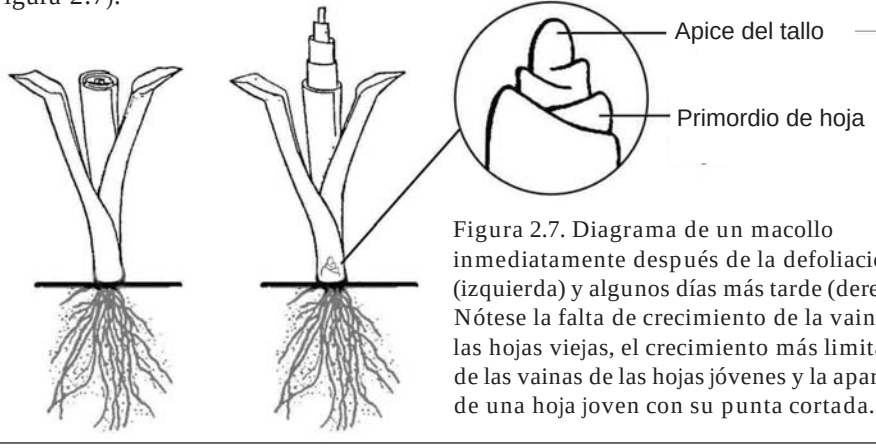


Figura 2.7. Diagrama de un macollo inmediatamente después de la defoliación (izquierda) y algunos días más tarde (derecha). Nótese la falta de crecimiento de la vaina de las hojas viejas, el crecimiento más limitado de las vainas de las hojas jóvenes y la aparición de una hoja joven con su punta cortada.

En el caso de un macollo en estado reproductivo la elongación del tallo eleva el ápice del tallo sobre el nivel de corte o pastoreo. Esto significa que durante esta etapa cada macollo que es cortado no puede recuperarse y muere. En este caso el rebrote proviene de nuevos macollos que se generan de yemas axilares en la base del macollo reproductivo que ha sido cortado, o de macollos que han permanecido en estado vegetativo.

En un período de rezago de la pradera para conservación de forraje, se puede maximizar el rendimiento retrasando el corte de manera de permitir la elongación de una mayor proporción de tallos; esto debe ser compatible con la calidad nutritiva del forraje conservado que exige el sistema productivo. En cambio cuando la pradera es utilizada en pastoreo, se debería evitar la elongación de los tallos y la floración por medio de pastoreos sucesivos; lo que evita el efecto de dominancia apical y posibilita un rebrote más rápido y consecuentemente mayor tasa de macollamiento.

En leguminosas de crecimiento postrado como el trébol blanco, después del pastoreo en el residuo permanecen los estolones, los cuales poseen los puntos de crecimiento y las yemas axilares que son sitios donde se produce el nuevo crecimiento.

En el trébol blanco, la nueva producción de hojas trifoliadas ocurre de los puntos de crecimiento que no han sido dañados y del desarrollo de nuevos estolones generados en las yemas axilares de las hojas más viejas. Durante la etapa reproductiva el proceso es similar, excepto que las yemas axilares pueden dar origen a inflorescencias en vez de nuevos estolones.

2.4. EL AREA FOLIAR Y SU RELACION CON EL CRECIMIENTO DE LA PRADERA

El crecimiento de las plantas está condicionado por la cantidad de energía que aportan los azúcares (glucosa) que son el producto del proceso de fotosíntesis que ocurre en las hojas verdes expuestas a la radiación solar. La transformación de la energía solar a energía útil para las funciones fisiológicas de la planta es un proceso relativamente ineficiente, puesto que sólo el 2 a 5% de la energía solar que es interceptada por el follaje, se convierte en energía útil para la planta.

La cantidad de azúcares (energía) que puede sintetizar una planta como producto de la fotosíntesis es función de:
a. La cantidad de luz interceptada por el follaje y
b. La eficiencia fotosintética de las hojas.

2.4.1. Intercepción de luz

La cantidad de luz interceptada por la pradera depende de la superficie de hojas

existentes por unidad de superficie, lo que se denomina índice de área foliar (IAF). El IAF es la relación entre superficie total de hojas y la superficie de suelo donde esa vegetación está creciendo. Se considera la superficie de hojas por una sola cara; por ejemplo, si una pradera tiene un IAF de 3, significa que existe 3 veces más superficie de hojas que de suelo.

El IAF en que el 95% de la luz incidente es interceptada, es denominado IAF óptimo y usualmente está en el rango de 4 a 6 en praderas mixtas de ballica con trébol blanco. El IAF óptimo para el trébol blanco es menor que para la ballica, debido a la posición más horizontal de las hojas de la leguminosa que de la ballica (Figura 2.8).

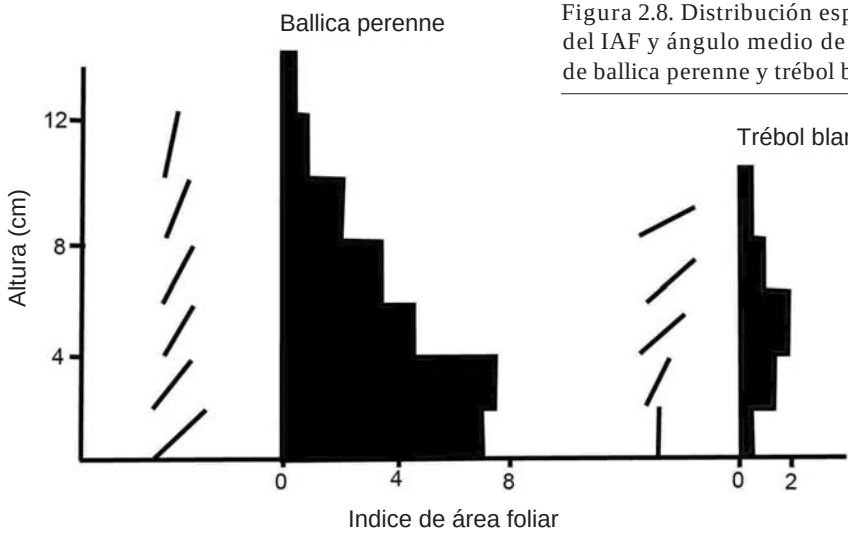


Figura 2.8. Distribución espacial del IAF y ángulo medio de hojas de ballica perenne y trébol blanco.

Si se incrementa el IAF sobre el óptimo, la tasa de crecimiento de la pradera no aumenta ya que las hojas basales no interceptan luz y actúan como hojas parásitas. Aunque la masa foliar de las plantas sigue en aumento, no ocurre lo mismo con la fotosíntesis neta. El incremento paralelo que sufre la respiración produce una asimilación neta menor y por consiguiente una menor tasa de crecimiento. Este hecho se explica gráficamente en la Figura 2.9.

2.4.2. Eficiencia fotosintética de las hojas

La eficiencia fotosintética de una planta o pradera es la proporción de la energía solar incidente que es convertida en material vegetal. La eficiencia del uso de la energía solar es en parte una característica inherente a la especie, pero las prácticas de manejo que afectan el área foliar de la pradera también influyen en la eficiencia de utilización de la energía.

E: estrato
F: fotosíntesis
R: respiración
A: asimilación neta

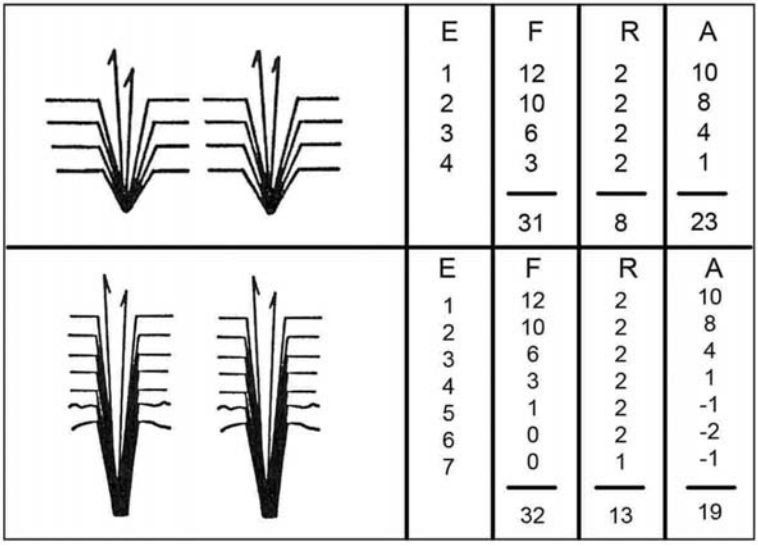


Figura 2.9. Crecimiento neto de praderas con distinto nivel de área foliar.

La eficiencia fotosintética de una planta o pradera es la proporción de la energía solar incidente que es convertida en material vegetal. La eficiencia del uso de la energía solar es en parte una característica inherente a la especie, pero las prácticas de manejo que afectan el área foliar de la pradera también influyen en la eficiencia de utilización de la energía.

La eficiencia con la cual la energía solar es convertida por las plantas depende de la actividad fotosintética de las hojas individuales. La eficiencia fotosintética de las hojas decrece con la edad, obteniéndose la máxima eficiencia entre los 10 y 20 días posteriores a su emergencia, seguido por una rápida disminución, como se muestra en la Figura 2.10.

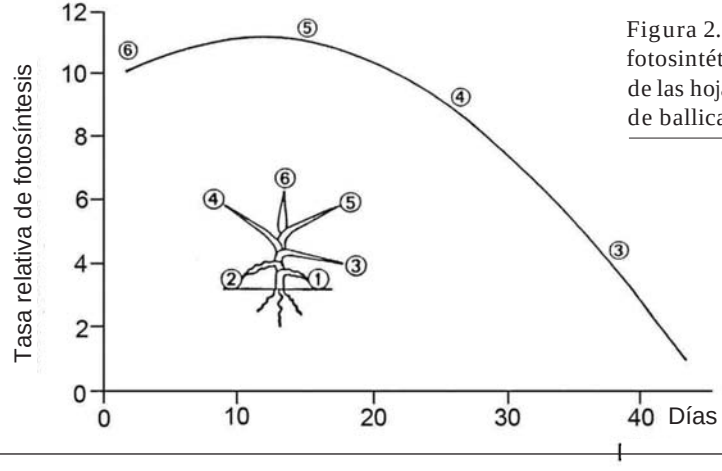


Figura 2.10. Eficiencia fotosintética comparativa de las hojas de un macollo de ballica.

La actividad fotosintética y fotomorfogénica de las plantas tiene su óptimo entre los 20 y 25ºC, disminuyendo rápidamente bajo los 10ºC y es mínima o nula a menos de 5ºC. Las hojas que se desarrollan en la sombra tienen menor eficiencia fotosintética que las desarrolladas a mayor intensidad lumínica. Esta diferencia está dada por el contenido de clorofila y por las diferencias anatómicas de plantas desarrolladas a la sombra o a pleno sol.

La máxima tasa de crecimiento y producción de materia seca se obtiene cuando la pradera es mantenida en el IAF óptimo. Sin embargo, se debe tener presente que la eficiencia fotosintética de las hojas disminuye con la edad y las praderas deben ser utilizadas periódicamente para prevenir pérdidas debido a la senescencia y mortalidad de hojas.

El valor nutritivo de las especies forrajeras también disminuye con la edad; por lo tanto, para obtener una máxima producción de forraje debe adoptarse un sistema adecuado de defoliación que mantenga un buen IAF promedio para utilizaciones sucesivas, bajo factores ambientales no limitantes.

2.5. LOS CARBOHIDRATOS DE RESERVA Y SU RELACION CON EL CRECIMIENTO DE LA PRADERA

Durante el proceso de crecimiento de una pradera y cuando los carbohidratos producidos por la fotosíntesis superan a los utilizados para el crecimiento y la respiración, las plantas tienen la habilidad de almacenarlos como fuente de energía para ser utilizado en el rebrote después de una defoliación cuando el balance energético de la planta es negativo. Estos carbohidratos se almacenan en la base de la planta y se concentran en los primeros 5 cm sobre el suelo. Por esta razón es importante proteger este estrato de la pradera evitando un pastoreo muy intenso o dejar un residuo demasiado bajo.

Cuando una planta es defoliada por el pastoreo o corte, inmediatamente comienza su recuperación generando nuevas hojas. Durante el crecimiento de la primera hoja la planta requiere más carbohidratos que los que puede producir por el proceso de fotosíntesis, por lo que utiliza las reservas acumuladas en la base de las hojas o tallos. A partir del nacimiento de la segunda hoja comienza nuevamente a tener un balance energético positivo y comienza a recuperar su nivel de reservas.

En el estado de tres hojas la planta tiene sus reservas restablecidas y se encuentra preparada para una nueva defoliación. Este hecho coincide con la particularidad que las ballicas mantienen simultáneamente solo tres hojas vivas, que es un indicador utilizado para determinar el momento del pastoreo. Este proceso ha sido muy bien

descrito por los investigadores australianos Donaghy y Fulkerson y se esquematiza en la Figura 2.11.

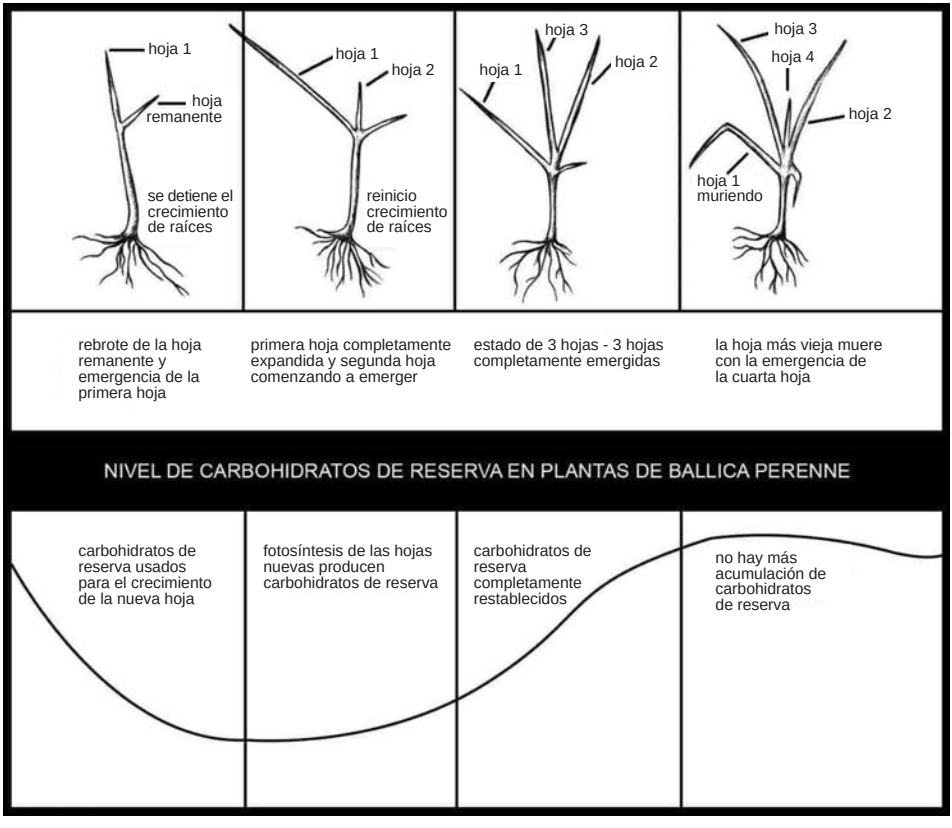


Figura 2.11. Rebrote de un macollo de ballica posterior a un pastoreo (Adaptado de Donaghy y Fulkerson, 2006).

CAPITULO 3

DETERMINACION DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA DE PRADERAS EN PASTOREO*

El manejo de pastoreo se sustenta en la observación e interpretación de diferentes características de la pradera, que permitan estimar en la forma más precisa posible la disponibilidad de forraje, la calidad nutritiva y la recuperación posterior a su utilización en pastoreo. La cuantificación de algunos de estos aspectos, como por ejemplo la disponibilidad de forraje, es clave para un manejo de pastoreo intensivo y puede ser realizada a nivel predial.

En este capítulo se analizan diferentes métodos e instrumentos para evaluar la disponibilidad de la pradera y determinar su contenido de materia seca. Entre los instrumentos evaluados en el proyecto FIA pastoreo, el plato medidor de forraje demostró ser el más práctico y sencillo para el trabajo de campo, por lo cual se describe en detalle su utilización, así como las ecuaciones de calibración obtenidas para la zona sur de Chile.

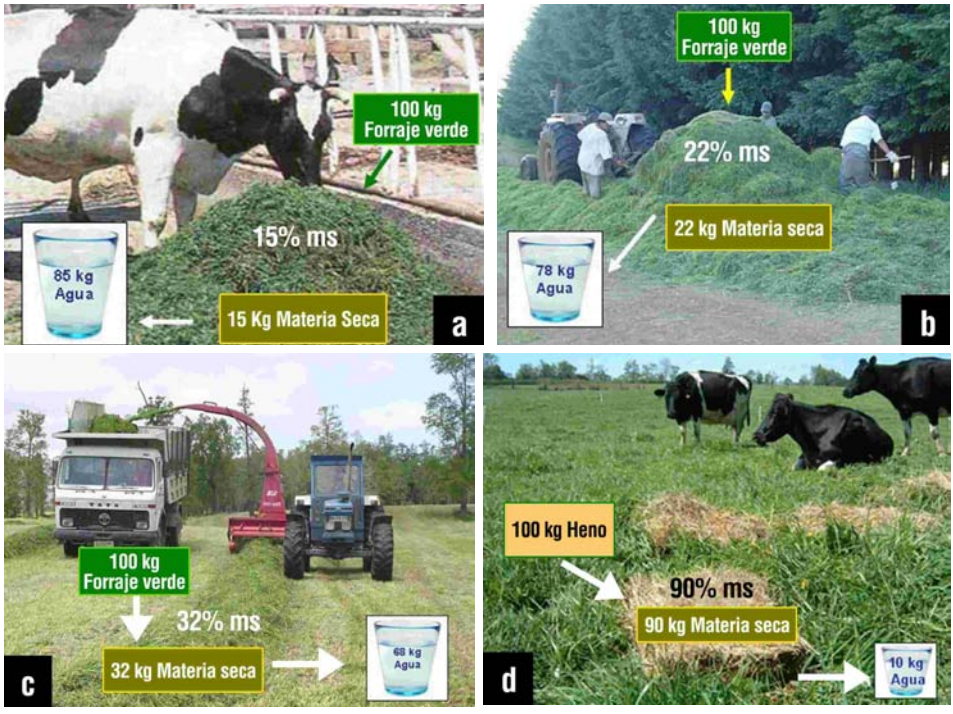
3.1. DEFINICION DE MATERIA SECA

El contenido de materia seca (MS) del forraje es la resultante de la extracción del agua que contienen las plantas al estado fresco o verde. Esta labor se realiza habitualmente en laboratorios especializados, donde se utilizan hornos de ventilación forzada a temperaturas de 60 a 105ºC por 24 a 48 horas o por el tiempo requerido para que la muestra obtenga un peso constante. Este proceso es lento, pero asegura que no se altera la composición nutricional del forraje. La expresión de este parámetro se realiza en forma proporcional; es decir, como porcentaje del forraje fresco total cosechado.

En la Fotografía 3.1, se presentan cuatro diferentes tipos de forrajes. Un forraje fresco (Fotografía 3.1a), un forraje conservado como ensilaje directo (Fotografía 3.1b), un ensilaje premarchito (Fotografía 3.1c) y un forraje conservado como heno (Fotografía 3.1d).

Ejemplo: En la Fotografía 3.1a, la vaca dispone de 100 kg de forraje verde o fresco, que contiene un 15% de materia seca. Esto significa que en los 100 kg de forraje fresco existen solamente 15 kg de material vegetal y los restantes 85 kg corresponden al agua contenida en las plantas.

* Canseco, C.; Demanet, R.; Balocchi, O.; Parga, J.; Anwandter, V.; Abarzúa, A.; Teuber, N. y Lopetegui, J.



Fotografía 3.1. Cuatro forrajes con diferentes contenidos de materia seca.

Diferente es el caso de los forrajes conservados que tienen una mayor concentración de materia seca, como resultado del proceso natural de envejecimiento vegetal y de las diferentes labores realizadas en el proceso de conservación, lo cual disminuye la cantidad de agua contenida en la vegetación.

Un ensilaje de pradera de corte directo que no ha sido sometido a premarchitamiento contiene 22% de materia seca, donde el 78% restante es agua (Fotografía 3.1b). En el caso de un ensilaje premarchito, el forraje cortado se mantiene en el potrero entre 6 y 24 horas, dependiendo del clima y la maquinaria utilizada, con el fin de reducir el contenido de agua (premarchitamiento) previo a su confección. El producto final contiene un 32% de materia seca y solamente un 68% de agua (Fotografía 3.1c). El heno es el forraje conservado que posee mayor concentración de materia seca, ya que el proceso de deshidratación en el potrero se prolonga, hasta alcanzar alrededor de un 90% de materia seca y sólo un 10% de humedad.

Las diferencias en el contenido de materia seca de los alimentos, determinan el volumen y la concentración de nutrientes del forraje fresco consumido por los animales.

Una alternativa más simple y rápida para determinar el contenido de materia seca del forraje y que está al alcance de la mayoría de los productores, es el uso del horno de microondas. Este equipo permite la determinación del contenido de MS en forma aproximada, tanto en forrajes frescos como en ensilajes provenientes de praderas.

En la Figura 3.1, se muestra la alta correlación que existe entre el horno de ventilación forzada y el horno de microondas para determinar el contenido de materia seca de un forraje. Cabe destacar que el secado en el horno de microondas no es aplicable a ensilajes de maíz, ni a ensilajes de cereales de grano pequeño. En ambos casos la muestra vegetal podría inflamarse antes de finalizar el proceso de secado.

Otro aspecto importante de considerar es que las muestras secas en el horno de microondas no son aptas para analizar parámetros de calidad bromatológica como energía metabolizable, contenido de carbohidratos y proteínas, entre otros. Además, al utilizar este procedimiento de secado es importante realizar al menos tres repeticiones por cada muestra para obtener un valor promedio con mayor exactitud.

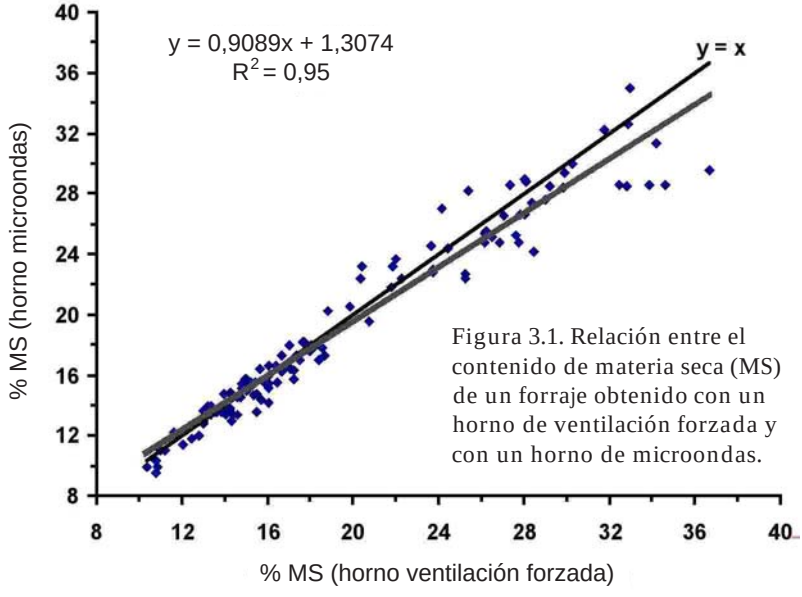
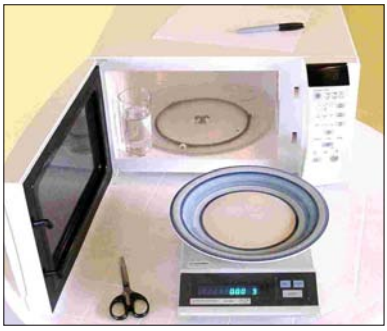


Figura 3.1. Relación entre el contenido de materia seca (MS) de un forraje obtenido con un horno de ventilación forzada y con un horno de microondas.

Procedimiento de secado en horno de microondas

1. Deposite un plato o fuente (no metálica) sobre una balanza que al menos tenga una sensibilidad de 0,1 g. El peso del envase debe ajustarse a cero mediante la función “tara” de la balanza.



2. Homogeneizar la muestra de forraje fresco y al azar obtener una submuestra representativa hasta alcanzar 100 g. El forraje debe cortarse en trozos de 3 cm de largo, aproximadamente.
3. Depositar la muestra de forraje en el envase o plato hasta completar los 100 g. de material verde. Introducir la muestra en el horno de microondas por 5 minutos. La potencia de salida del horno debería ser de 850 watts o superior.

Importante: *Para evitar que la muestra de forraje se inflame y con el fin de proteger el equipo, dentro del microondas se debe mantener un vaso con 150 ml de agua fría.*

4. Retirar el plato con la muestra seca, pesar y registrar el valor.
5. Colocar nuevamente el plato con la misma muestra durante otros 3 minutos. Es recomendable cambiar el agua del vaso cada vez que ingrese una muestra al microondas, para evitar que el agua hierva.
6. Repetir los pasos 4 y 5 con intervalos de secado cada 3 minutos, hasta que la muestra se estabilice y no registre disminución de peso. El proceso total no debería superar los 20 minutos.

3.2. ¿PARA QUE SIRVE CONOCER LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA?

La disponibilidad de forraje, expresada en kg de MS/ha, se refiere a la cantidad de fitomasa ofrecida a los animales en pastoreo, correspondiente al material vegetal que existe sobre el nivel del suelo.

La disponibilidad de materia seca de la pradera es muy dinámica y cambia permanentemente en función de la tasa de crecimiento, de la tasa de senescencia y del consumo por parte de los animales. Por estas razones, su estimación es válida sólo para el momento en que se determina.

Al conocer la disponibilidad de forraje de la pradera, se pueden tomar mejores decisiones con respecto al manejo tanto de la pradera como de los animales, ya que es posible cuantificar y evaluar las variables que influyen directamente en el proceso del pastoreo (Ver capítulo 7). Esto nos permitirá desarrollar al máximo el potencial productivo de los animales, beneficiando la productividad y persistencia de la pradera, y por ende, asegurando el mayor retorno económico del sistema pecuario.

¿Qué tipo de decisiones se pueden tomar conociendo la disponibilidad de materia seca?

En el corto plazo
Al conocer la disponibilidad de materia seca y el residuo en un sistema de pastoreo rotativo, es posible predecir el consumo aparente (kg MS/ha o kg MS/día/animal); por lo tanto, se podría asignar un consumo de forraje a una cantidad exacta de animales en pastoreo (Fotografía 3.2).

Fotografía 3.2. Disponibilidad de forraje, cantidad de residuo y consumo aparente de un rebaño en un pastoreo rotativo.

Conociendo la predicción del consumo aparente y la capacidad de consumo de los animales en pastoreo (en general se asume el 2,5% de su peso vivo), es posible asignar la superficie de pradera por animal. La decisión será entonces qué superficie de pastoreo por animal se asignará en un tiempo determinado.

Como se conoce la superficie del potrero y el número de animales, es posible calcular el periodo de tiempo en que se utilizará ese potrero; por lo tanto, también se podrá estimar el tamaño de la franja diaria en el pastoreo rotativo. Este aspecto es tratado en detalle en el Capítulo 6.

La disponibilidad de materia seca se puede utilizar como un criterio de pastoreo, donde es posible determinar el momento de utilización y la cantidad de residuo adecuado para cada época del año, y así consumir un forraje de alta calidad, sin afectar la productividad, perennidad y lograr un rápido rebrote de las plantas (Capítulo 7). Además, con esta información, se puede decidir el inicio del periodo de rezago del forraje excedente para conservación en un determinado potrero.

En el mediano y largo plazo
Al disponer de registros de la disponibilidad de materia seca de la pradera en el tiempo, es posible regular la carga animal, estimar el rendimiento, las tasas de crecimiento, la eficiencia de utilización anual, la cantidad de reserva forrajera o de forrajes conservados, el nivel necesario de suplementación y también es posible la programación de los rezagos de la pradera. Además, se pueden evaluar y cuantificar las distintas estrategias de manejo de la pradera.

3.3. MEDICION DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA EN PASTOREO

La determinación de la cantidad de forraje disponible es una práctica que presenta grandes dificultades, debido a que las praderas manejadas en pastoreo presentan una gran variabilidad dentro del potrero, entre los potreros y entre distintas áreas en el tiempo. Esta dificultad, tanto física como técnica ha llevado a desarrollar diversas técnicas de evaluación de las praderas.

El método para estimar la disponibilidad de materia seca en pastoreo debiera ser lo más rápido y confiable posible, considerando que el manejo de pastoreo es un sistema dinámico, donde es necesario contar con la información inmediata para una rápida toma de decisiones.

La disponibilidad de forraje de la pradera puede estimarse por métodos directos e indirectos o por una combinación de ambos.

3.3.1. Método directo

Evaluación por corte
El cálculo de la disponibilidad de forraje mediante el método del corte es el procedimiento más exacto y objetivo. Sin embargo, tiene la desventaja de requerir de mayor tiempo tanto en el potrero como en el laboratorio, por lo cual es poco práctico para los objetivos de los productores.

En forma general, el método del corte es de gran utilidad en trabajos de investigación, porque permite comparar la cantidad real de materia seca con algún método de medición indirecto o no destructivo, de modo tal que al obtener alta correlación entre ambos métodos, es posible utilizar sólo los métodos de estimación indirectos que son de menor costo y de fácil aplicación. Los métodos indirectos permiten tomar un mayor número de submuestras, logrando captar en mejor forma la variabilidad de la pradera.

Una manera de estimar la acumulación de material vegetal en un periodo de tiempo es excluyendo del pastoreo una pequeña superficie de la pradera, con el fin de medir la fitomasa disponible antes (disponibilidad de ingreso) y después (disponibilidad residual) del pastoreo. Comúnmente, se utilizan jaulas de exclusión para medir los rangos de acumulación de forraje durante la permanencia de los animales en la pradera (Fotografía 3.3).

Fotografía 3.3. Estimación de acumulación de forraje usando una jaula de exclusión.

Consideraciones acerca del muestreo directo
Las evaluaciones se realizan utilizando un marco que puede ser circular, cuadrado o rectangular. Sin embargo, más importante que la forma es el tamaño del marco de muestreo.

Cuando el marco es muy pequeño se produce mayor error de borde en la muestra,

pero un tamaño razonable es de 0,25 m^2 (50 x 50 cm o 100 x 25 cm) o de 0,5 m^2 (100 x 50 cm), como el que se observa en la Fotografía 3.4.

Fotografía 3.4. Medición de la disponibilidad de forraje mediante un marco rectangular.

Es recomendable adoptar un tamaño mediante el cual se facilite el cálculo de la cantidad de forraje por hectárea. Así, si la superficie del marco es de 0,5 m^2, el peso promedio de todas las muestras se multiplica por 20.000. Al utilizar un marco de 0,25 m^2 el peso de la muestra (kg) se multiplica por 40.000, para obtener la disponibilidad de forraje fresco, en kg/ha.

Al seleccionar el lugar para realizar la medición se debe tener cuidado en no preferir los sectores más productivos en desmedro de aquellos menos productivos o viceversa; es decir, el muestreo debe ser totalmente al azar. Se enfatiza que para obtener una buena estimación de la cantidad de forraje disponible en la pradera, se deben medir suficientes puntos para cubrir toda la superficie a pastorear.

El número de muestras a obtener por cada potrero va a depender de la variabilidad de la pradera. En praderas homogéneas, diez muestras pueden ser suficientes; sin embargo, en praderas heterogéneas es necesario obtener el doble o más muestras. Para estandarizar las estimaciones de disponibilidad, la muestra de forraje debe cortarse a ras de suelo.

La evaluación antes del pastoreo estima la disponibilidad total de materia seca

(fitomasa); por lo tanto, para conocer el forraje realmente disponible para el consumo de los animales es necesario realizar un muestreo posterior al pastoreo. Al hacer la diferencia entre la fitomasa antes y después del pastoreo, se obtiene el consumo estimado o aparente de los animales.

Procedimiento de muestreo
1. El forraje se corta a ras de suelo en una superficie conocida, abarcando distintos lugares que representen la variabilidad de la vegetación existente en el potrero.

2. Se recolecta el forraje cortado, se guarda en bolsas plásticas, se identifica (fecha, nombre o número del potrero, número de la muestra, etc.), se le extrae el aire comprimiendo la bolsa y posteriormente se registra el peso verde. Es importante restar el peso de la bolsa para obtener solamente el peso del forraje y así calcular el rendimiento de materia verde por hectárea.

Ejemplo: Al utilizar un marco de 0,5 m^2 y el promedio de las muestras de forraje verde fue de 700 g (0,7 kg), el cálculo es el siguiente:

Forraje verde = Peso promedio muestras x ha / área marco
= 0,7 kg x 10.000 m^2 / 0,5 m^2
= 0,7 kg x 20.000
= 14.000 kg MV/ha.

El aspecto más importante es determinar el porcentaje de materia seca del forraje para estimar la disponibilidad total (kg MS/ha). Si por el método de microondas se determinó que el forraje contiene 16,7% MS, el cálculo es:

Disponibilidad total = Forraje verde x %MS / 100
= 14.000 kg MV/ha x 16,7 / 100
= 2.338 kg MS/ha

3.3.2. Métodos indirectos

Las técnicas de muestreo indirectas o no destructivas se basan en la relación de atributos vegetativos (altura, densidad) y no vegetativos con el forraje disponible. Los métodos indirectos permiten realizar múltiples mediciones en poco tiempo, son de gran utilidad para determinar el momento de iniciar y finalizar el pastoreo. Estos métodos también son útiles cuando se debe decidir el inicio del rezago de la pradera para conservación.

Aunque el término no destructivo implica que la pradera no es sometida a corte, estas técnicas necesitan una calibración frecuente (doble muestreo) para poder

Fotografía 3.5. Medición de la pradera con un instrumento de estimación indirecta de materia seca.

obtener una buena estimación de la disponibilidad de forraje de la pradera. El método del doble muestreo, es una buena alternativa al método del corte, ya que sólo requiere cortar la pradera al comienzo de las mediciones para lograr establecer una ecuación de regresión entre la cantidad de materia seca obtenida por corte y la medida indirecta de los instrumentos de medición.

Estimación visual

Este método consiste en la simple determinación visual de la cantidad de forraje disponible en un área determinada. La estimación visual implica un detallado recorrido de la pradera, para observar su variabilidad como consecuencia del manejo con animales.

La ventaja de la estimación visual es que las mediciones son realizadas con rapidez y sin ningún equipamiento especial. La exactitud de este método depende exclusivamente de la experiencia del estimador, y lo más recomendable es que sea una persona entrenada para asegurar una buena predicción de la disponibilidad de materia seca.

Cualquier persona puede desarrollar la habilidad de la estimación visual, para lo cual se necesita un tiempo de entrenamiento y realizar suficientes comparaciones y calibraciones con un método de estimación directa (Fotografía 3.4).

Existe el método del rendimiento comparativo o del rango, donde se establecen cinco rangos de referencia que se usan como “patrones”, los que se mantienen en el potrero y pueden ser constantemente revisados y recordados, mientras se realiza la evaluación visual.

Para elegir los rangos se ubica un marco en el sitio de mayor disponibilidad (patrón 1) y en aquel de menor disponibilidad (patrón 5), luego se selecciona el patrón (3) que es la disponibilidad intermedia entre 1 y 5. Posteriormente se ubican los patrones (2) y (4), que deben tener rendimientos intermedios entre 1 y 3, y entre 3 y 5, respectivamente. Con estos antecedentes se construye una escala de 1 a 5, contra los cuales se comparan las estimaciones visuales.

Altura comprimida

La altura comprimida se mide mediante un plato medidor de forraje (Fotografía 3.5), el cual puede ser de diferentes materiales, desde platos de acrílico o de plástico hasta metálicos. También existen de diferentes diseños, tamaños, peso y área.

Este instrumento permite registrar la altura comprimida de la pradera que está en función de la altura y de la densidad del follaje, esta ultima a su vez varía en función de la cobertura y del estado fisiológico de la pradera (Fotografía 3.6).

Fotografía 3.6. Pradera comprimida por el peso del plato.

Al existir mayor densidad de plantas mayor es la oposición de la pradera al peso del disco, como también praderas en estado reproductivo o vegetación más lignificada ofrecen mayor resistencia al peso del plato. Por estas razones, la correlación entre la altura comprimida de la pradera y la disponibilidad de materia seca es mucho más certera cuando la pradera está en estado vegetativo.

El instrumento observado en las Fotografías 3.5 a 3.7, está conformado por un plato de aluminio de 0,1 m de superficie, que sube y baja deslizándose a través de una columna o vástago central. Cuando el instrumento está en posición de medición, el vástago central se apoya sobre la superficie del suelo y el plato descansa o presiona la vegetación.

Fotografía 3.7. Plato medidor de praderas o “Rising plate meter”.

El vástago o eje central está graduado en unidades o intervalos de 0,5 cm. Consta de un contador que almacena la altura recién medida y acumula una serie de mediciones, obteniéndose un promedio de la altura comprimida de la pradera.

El número de submuestras o mediciones por potrero, dependerá de la variabilidad de la pradera y de la superficie a evaluar. Lo recomendable es realizar un número tal de puntos que permitan cubrir toda el área a pastorear, por lo que en general se requieren 50 puntos como mínimo y hasta 100 mediciones tomadas totalmente azar, contemplando indistintamente a sectores pastoreados y rechazados por los animales. Se debe evitar medir las áreas cercanas a la entrada de los potreros, orilla de los cercos, cerca de bebederos, en sectores húmedos y alrededor de los árboles o en áreas de descanso.

Independiente del tipo de plato medidor, se necesita un adecuado proceso de calibración para obtener una ecuación lineal (y = ax+b) que transforme satisfactoriamente la altura comprimida del plato a cantidad de forraje disponible (kg MS/ha). Se debe tener presente que no existe una relación universal entre la altura comprimida y la disponibilidad, ya que esta puede variar según el tipo de pradera, la cobertura, la época del año o entre condición de pre y post pastoreo. Por lo tanto, la calibración se debe realizar bajo las condiciones locales de uso.

Capacitancia electrónica

Esta técnica estima la disponibilidad de forraje a través de la conductividad eléctrica que produce un capacitómetro electrónico sobre la pradera (Fotografía 3.8).

Fotografía 3.8. Capacitómetro o bastón electrónico (“Grass master”).

El capacitómetro consiste básicamente en un tubo de aluminio que envía una frecuencia eléctrica a través del forraje desde un generador, el que produce un campo electrónico alrededor del tubo que se extiende cerca de 100 mm de radio por 400 mm de alto, y una vez que es influenciada por el forraje la frecuencia decrece.

Usualmente la humedad del aire absorbe una pequeña cantidad de capacitancia, lo cual debe ser corregido realizando una lectura en el aire. La diferencia entre la lectura en el aire y la lectura en el follaje es la lectura corregida de medición o "corrected meter reading" (CMR).

De esta forma cuando la cantidad de forraje medido es mayor, la capacitancia se incrementa, la frecuencia recibida internamente por el instrumento decrece, incrementándose el CMR. A su vez, el bastón posee un microprocesador que convierte en forma automática el CMR a forraje estimado en kg de materia seca, usando una ecuación previamente seleccionada (Fotografía 3.9). Este es un método no destructivo ya que cuantifica en forma indirecta la disponibilidad de materia seca de la pradera.

Fotografía 3.9. Microprocesador que transforma automáticamente el valor de la capacitancia electrónica del forraje en disponibilidad de materia seca.

La principal ventaja del sistema electrónico ("Grass master") es que usa la densidad de la pradera más que la altura para estimar la cantidad de forraje disponible. Debe usarse en praderas en crecimiento activo, ya que no funciona correctamente cuando existe excesivo material senescente o cuando el forraje tiene exceso de humedad.

Factores que afectan las mediciones indirectas

Las razones por las cuales se produce una baja relación entre las estimaciones mediante métodos directos e indirectos, se explica por la presencia de sectores con vegetación heterogénea (altos y bajos), efecto de pisoteo por los animales, acumulación de vegetación rechazada y diferencias en la composición botánica de las praderas. Además, existe variación entre operadores, por lo se debe propender a que siempre la misma persona realice las mediciones en el campo.

3.4. ADAPTACION DE LAS ECUACIONES A LA REALIDAD DE LAS PRADERAS

Los instrumentos de medición indirecta de disponibilidad de materia seca en praderas permanentes ("Rising plate meter" y "Grass master"), son cada vez más frecuentemente usados en los predios ganaderos de la región sur del país con el objetivo de sistematizar, controlar y aumentar la eficiencia de utilización del forraje en los sistemas pastoriles.

En la Figura 3.2, se describen los componentes de la regresión lineal entre la fitomasa disponible en la pradera (método directo) y las lecturas medidas por un instrumento (método indirecto).

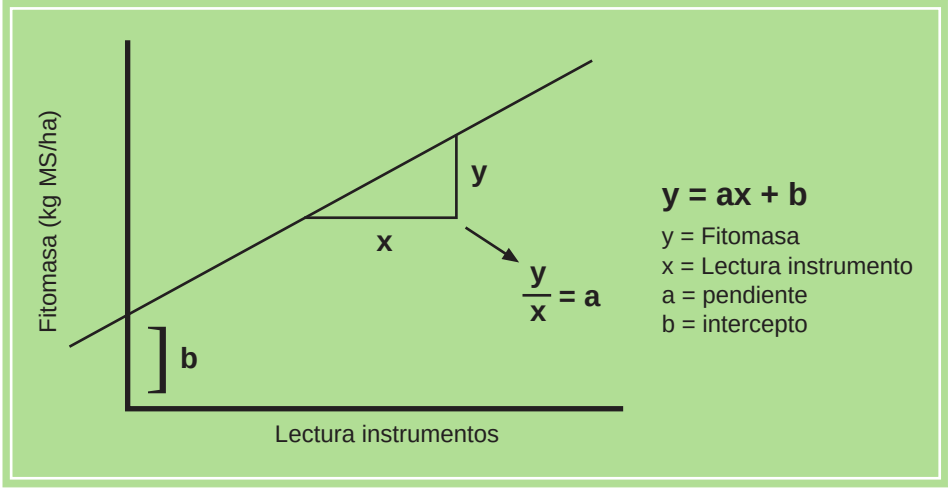


Figura 3.2. Ecuación de regresión lineal entre la fitomasa y la lectura de un instrumento.

Las ecuaciones estándar que tienen estos instrumentos y que actualmente son utilizadas en la zona sur de Chile, fueron obtenidas en sus países de origen. Por lo tanto, es importante generar ecuaciones calculadas bajo las condiciones locales de manejo de las praderas, permitiendo una mejor predicción del rendimiento que al utilizar las ecuaciones extranjeras.

El proceso desarrollado para la obtención de una ecuación que transforme satisfactoriamente la medición de estos instrumentos en kilogramos de materia seca, es lo que denominamos calibración. Para la calibración se debe hacer un doble muestreo, comparando la disponibilidad real (corte y pesaje del material vegetal) y la medición con el instrumento, datos que se ajustan a una ecuación lineal.

Calibraciones

Durante el desarrollo del proyecto FIA pastoreo, entre las regiones de La Araucanía y de Los Lagos, se realizaron calibraciones de los instrumentos con el fin de estimar el rendimiento de materia seca en praderas de pastoreo.

En Temuco, las mediciones se efectuaron en una pradera de primer año compuesta por ballica perenne, festuca, pasto ovillo y trébol blanco. En Valdivia, se utilizó una pradera permanente constituida por ballica perenne y trébol blanco. En Osorno, las calibraciones se realizaron en una pradera regenerada con ballica perenne y trébol blanco.

En dos temporadas y a través de las diferentes estaciones del año, se realizaron sucesivas repeticiones del proceso que a continuación se detalla:

(1) Medición de la capacitancia electrónica y altura comprimida por el plato.

(2) Corte de la fitomasa total bajo el área del plato; (3) Determinación del contenido de materia seca del forraje cosechado; (4) Correlación de las mediciones de los instrumentos y la fitomasa real mediante un modelo de regresión lineal.

Las calibraciones realizadas durante el desarrollo del proyecto FIA pastoreo, donde se compararon ambos métodos de evaluación, se concluyó que el plato medidor ("Rising plate meter") presentó mejor coeficiente de correlación (R^2) que el capacitómetro electrónico ("Grass master"), razón por la cual en las figuras siguientes se indican las ecuaciones obtenidas con el plato medidor.

En las Figuras 3.3 a 3.6, se presentan las ecuaciones generales de calibración obtenidas para las praderas permanentes en el sur de Chile. Las ecuaciones de regresión presentan distinta pendiente según la estación de crecimiento, por lo tanto, es importante utilizar la ecuación específica obtenida para cada época del año.

La ecuación de calibración para el invierno (Figura 3.3), presentó la menor pendiente (95x), debido a la mayor relación hoja:tallo y al menor contenido de material senescente, lo que genera un bajo porcentaje de materia seca del forraje. Esto se traduce en que las plantas tengan menor resistencia al peso del plato, generando una disminución de la pendiente de la curva de calibración y consecuentemente una menor disponibilidad de forraje a igual altura.

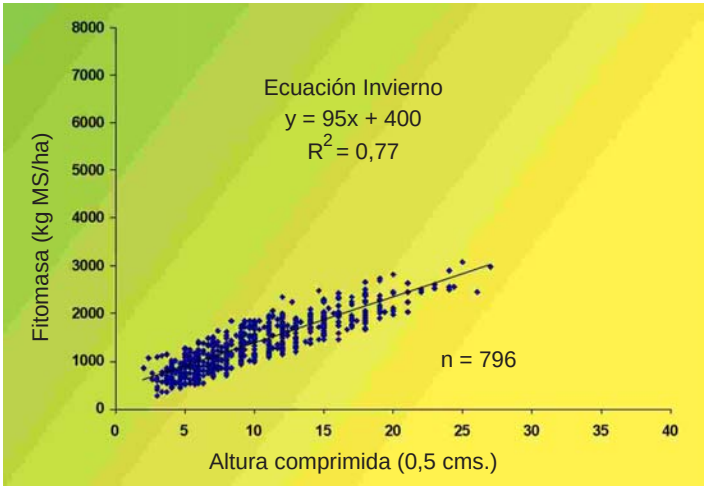


Figura 3.3. Ecuación de calibración con el plato para la estación de invierno en praderas permanentes del sur de Chile.

En primavera, la pendiente de la ecuación fue levemente mayor (100x), dado por el aumento en el porcentaje de materia seca de la pradera al final de esta estación (Figura 3.4). Esto hace que en la época de primavera cada centímetro de altura de la pradera tenga mayor densidad (kg MS/ha/cm) con respecto a la estación de crecimiento anterior.

La mayor pendiente de la ecuación de calibración para el plato medidor de praderas

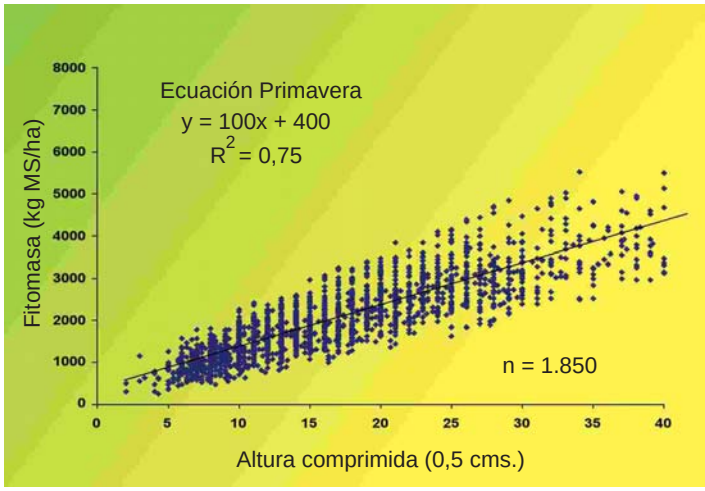


Figura 3.4. Ecuación de calibración con el plato para la estación de primavera en praderas permanentes del sur de Chile.

se registró en verano (160x), ya que en los meses estivales las condiciones ambientales de alta temperatura y baja humedad relativa elevan el contenido de materia seca del forraje, debido al estado reproductivo de las plantas, y una alta proporción de tallos y material senescente (Figura 3.5).

Todas estas características explican que en verano a una misma altura de la pradera, la disponibilidad de materia seca es mayor. El intercepto de la ecuación para este

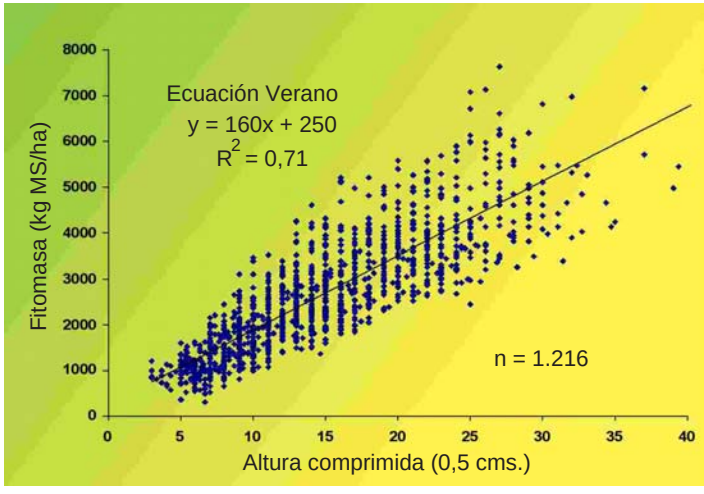


Figura 3.5. Ecuación de calibración para la estación de verano en praderas permanentes del sur de Chile.

período baja críticamente a 250, debido a la alta mortalidad de macollos, lo que provoca una disminución de la cobertura de la pradera.

En otoño, la ecuación experimenta una disminución en la pendiente por el inicio del crecimiento vegetativo de la pradera (120x); sin embargo, el contenido de material muerto proveniente desde el verano, hace que la pendiente sea mayor que en invierno y primavera (Figura 3.6). El intercepto de la ecuación se elevó (350), debido al aumento en el número de macollos (densidad).

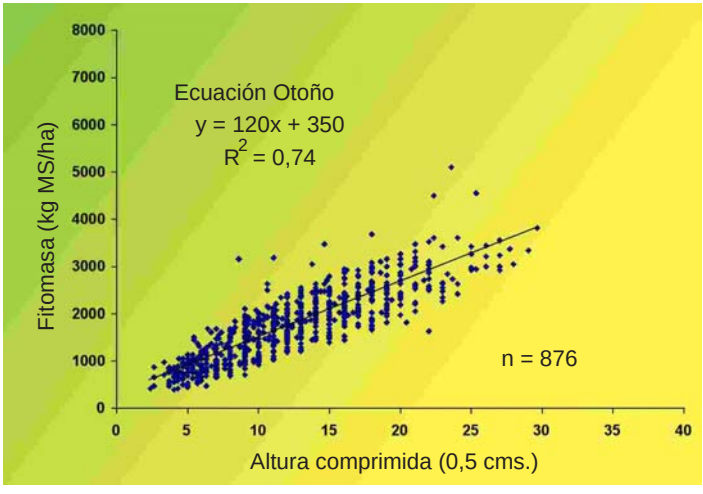


Figura 3.6. Ecuación de calibración con el plato para la estación de otoño en praderas permanentes del sur de Chile.

En la Figura 3.7, se muestran las diferentes pendientes de las ecuaciones de regresión obtenidas en cada estación del año para las praderas permanentes del sur de Chile, donde la ecuación para el verano presenta la mayor pendiente y la de invierno presenta la menor pendiente.

En el Cuadro 3.1, se presentan las diferencias en la predicción de materia seca de ecuaciones de regresión generadas en distintos tipos de praderas permanentes, en un rango de alturas de pradera de 2 a 14 cm para la época de primavera. La ecuación estándar de Nueva Zelandia (NZ) para primavera sobreestima en 40% aproximadamente, las predicciones de la disponibilidad de materia seca obtenidas con las ecuaciones generadas en praderas las permanentes del sur de Chile.

La mayor diferencia con los resultados que genera la ecuación de Nueva Zelandia se debe a la diferente estructura de las praderas donde fue calibrada. Producto del manejo de pastoreo realizado en las praderas del sur de Chile, éstas son menos

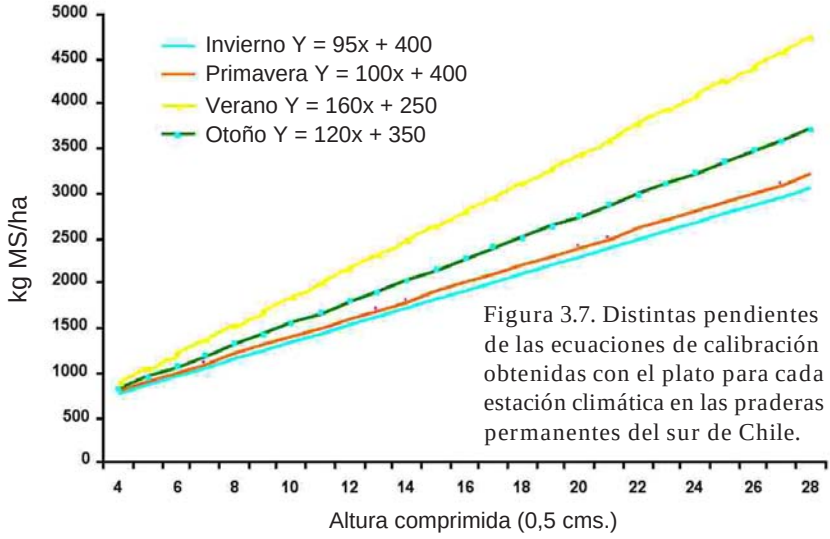


Figura 3.7. Distintas pendientes de las ecuaciones de calibración obtenidas con el plato para cada estación climática en las praderas permanentes del sur de Chile.

densas, con menor cantidad de macollos por unidad de superficie y, por lo tanto, a una misma altura del plato tienen menor cantidad de forraje disponible.

Entre las distintas praderas evaluadas durante la ejecución del proyecto FIA pastoreo, se obtuvo que la disponibilidad de forraje estimada por las ecuaciones de regresión

Pradera	Primer año 85x + 350	Permanente 100x + 400	Permanente 125x + 640
Altura del plato (0,5 cm)	(kg MS/ha)		
	Chile	Chile	NZ
4	690	800	1.140
6	860	1.000	1.390
8	1.030	1.200	1.640
10	1.200	1.400	1.890
12	1.370	1.600	2.140
14	1.540	1.800	2.390
16	1.710	2.000	2.640
18	1.880	2.200	2.890
20	2.050	2.400	3.140
22	2.220	2.600	3.390
24	2.390	2.800	3.640
26	2.560	3.000	3.890
28	2.730	3.200	4.140

Cuadro 3.1. Disponibilidad de materia seca a diferentes alturas del plato para la estación de primavera en Chile y en Nueva Zelandia.

fue diferente entre las praderas antiguas y las de primer año. A igual altura comprimida medida con el plato, las praderas de mayor edad presentan valores de disponibilidad más altos que las praderas de primer año (Cuadro 3.1), ya que estas últimas presentan menor densidad de plantas y cobertura.

Determinación de la disponibilidad de MS con el plato medidor de forraje.

a) Dejar el contador del plato en cero (n=0000) y registrar el número inicial (X1=22500) que se muestra al comenzar las mediciones con el plato.

b) Para realizar una buena estimación de la cantidad de forraje disponible, la medición se debe realizar en forma de zig-zag y totalmente al azar, tomando suficientes puntos para cubrir toda el área a pastorear.

c) Al terminar el recorrido se registra el número de veces que se midió (n=50) y el número final (X2=23443) indicado en el plato.

d) Con los datos obtenidos en terreno se calcula la altura comprimida promedio medida con el plato para el sector de la pradera a pastorear:

Unidades de lectura	**=**	$\frac{X2 - X1}{n}$
	=	$\frac{23443 - 22500}{50}$
Valor de "X" en la ecuación	**=**	**18,9 (unidades de medida)**

e) Para calcular la disponibilidad de materia seca de una pradera permanente antes y después del pastoreo, se utiliza la ecuación de transformación que corresponde a la estación del año en que se realizan las respectivas mediciones. En este ejemplo se aplica la ecuación lineal obtenida para el invierno.

Y	**=**	**95x + 400**
y	**=**	**95 * 18,9 + 400**
y	**=**	**2.196 kg MS/ha**

Otras mediciones para el control del pastoreo

Altura sin disturbar

La altura sin disturbar es otro criterio que se puede utilizar para manejar el pastoreo, siendo uno de los más prácticos y sencillos a nivel de campo. El método consiste en medir con una regla o bastón graduado (Fotografía 3.10) ubicado en forma perpendicular al suelo, desde arriba hacia abajo, tomando como referencia la altura promedio de las hojas que primero hacen contacto con la lengüeta plástica del instrumento (Fotografía 3.11).

Fotografía 3.10. Bastón graduado o "Sward stick".

Fotografía 3.11. Bastón graduado mostrando la lengüeta de contacto con las hojas.

Este sistema se utiliza como una guía para el control de la altura de la pradera en sistemas de pastoreo continuo y para el control de la altura de residuo de la pradera en el pastoreo rotativo.

El bastón graduado, al igual que los anteriormente mencionados, exige realizar un detallado recorrido por el potrero antes y después del pastoreo, para lograr mayor precisión en la estimación de la altura sin disturbar de la pradera.

Es muy común que la medición con el bastón graduado se utilice para estimar la cantidad de forraje presente antes y después del pastoreo, relacionando la altura sin disturbar de la vegetación con la disponibilidad de MS. Sin embargo, debido a la gran variabilidad en la densidad de las praderas manejadas en pastoreo, este método es poco exacto, por lo que no debiera usarse con ese fin.

Número de hojas vivas por macollo

El número de hojas vivas es otro criterio posible de utilizar como guía para el ingreso de los animales al pastoreo, para lo cual se contabiliza el número de hojas expandidas por macollo. Este criterio ha sido desarrollado para praderas dominadas por ballica perenne y presenta estrecha relación con el rendimiento de materia seca, calidad nutritiva y nivel de carbohidratos de reserva en la planta.

Resultados de investigaciones realizadas en el extranjero indican que en la ballica perenne el intervalo entre pastoreos debería ser el que permite el desarrollo de 2 a 3 hojas vivas por macollo, como se indicó en el Capítulo 2, Figura 2.11.

El número de hojas como criterio para iniciar el pastoreo varía entre especies gramíneas, las que pueden mantener un número diferente de hojas vivas por macollo. En el Cuadro 3.2, se muestra el número de hojas vivas (verdes) en diferentes especies de gramíneas perennes.

Cuadro 3.2. Número de hojas vivas por macollo e inicio del pastoreo en diferentes especies de gramíneas forrajeras.

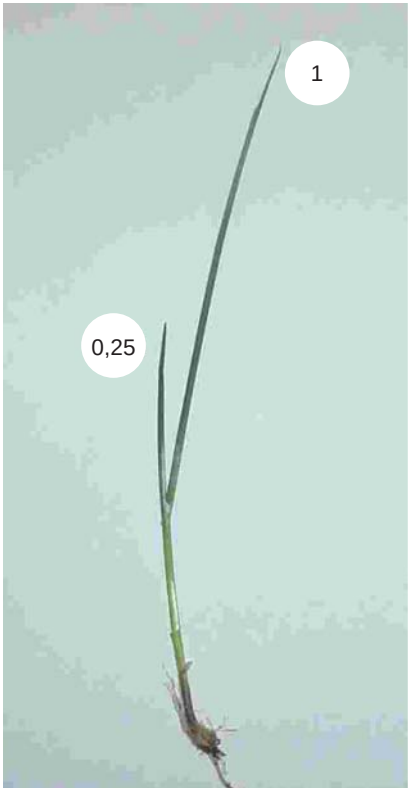
Especie Forrajera	Hojas vivas por macollo (Nº)	Hojas al inicio del pastoreo (Nº)
Ballica	**3**	**2 a 3**
Festuca	**2,5 a 3,5**	**2 a 3**
Bromo	**4 a 5**	**4**
Pasto ovillo*	**4 a 5**	**4**

*Crecen dos hojas a la vez

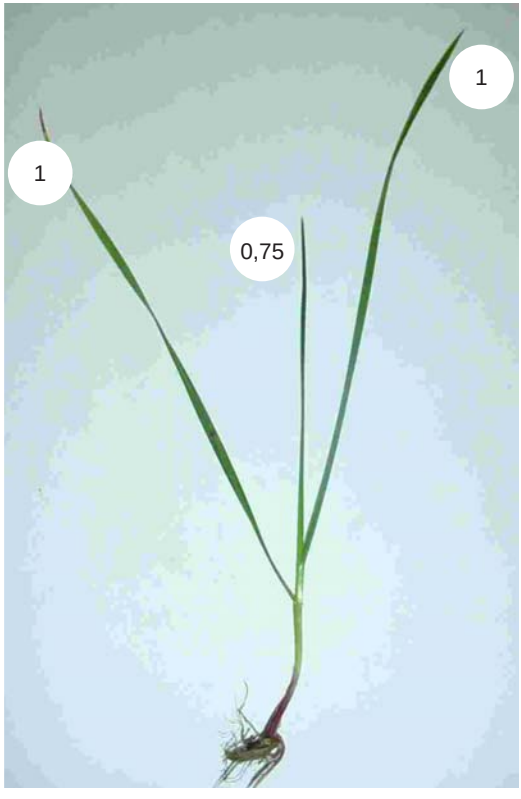
La Fotografía 3.12, muestra un macollo de ballica perenne en estado de 1,25 hojas. Este estado de desarrollo no es adecuado para el pastoreo, debido al insuficiente

contenido de carbohidratos de reserva para iniciar el rebrote de la planta. Además, ocurre un desbalance en el aporte de nutrientes para los animales, presentando altos contenidos de proteína cruda y potasio, y bajo nivel de calcio y magnesio.

En la Fotografía 3.13, se observa un macollo en el estado óptimo de desarrollo y utilización (2,75 hojas expandidas). La planta en este estado presenta alta digestibilidad y ha restaurado completamente sus reservas de carbohidratos.

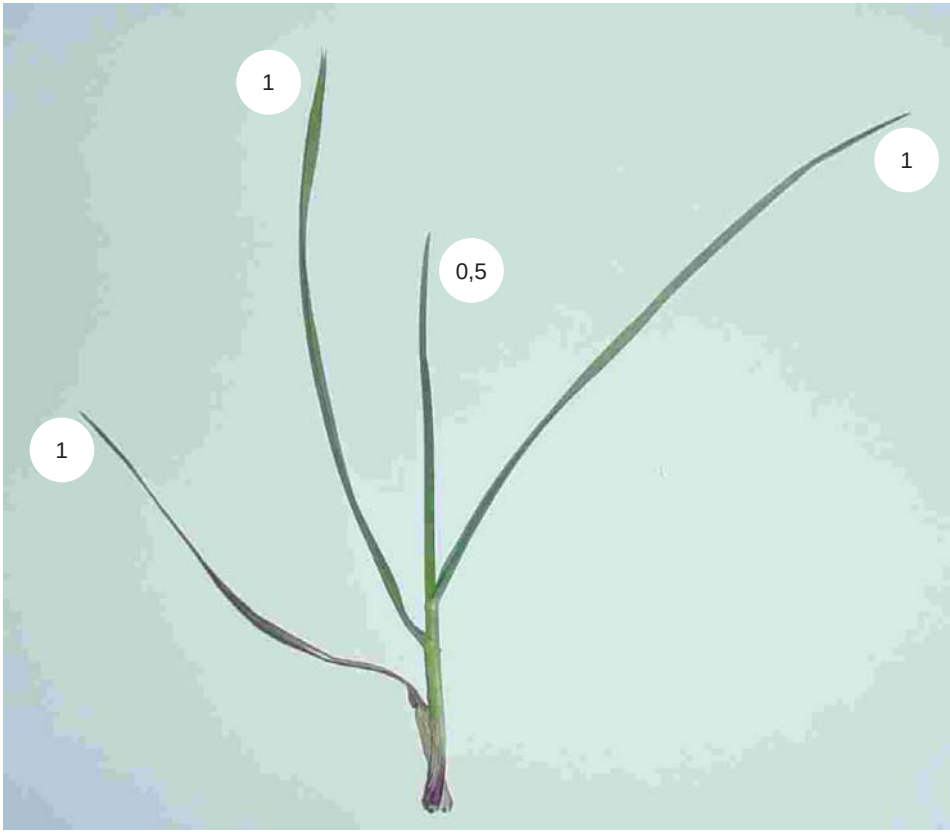


Fotografía 3.12. Macollo de ballica perenne con 1,25 hojas expandidas.



Fotografía 3.13. Macollo de ballica perenne con 2,75 hojas expandidas.

La Fotografía 3.14, muestra un macollo de ballica perenne en estado de 3,5 hojas expandidas. Al emerger y expandirse la hoja más nueva del macollo, simultáneamente se inicia la senescencia de la hoja más vieja. Debido a lo anterior, desde este estado de desarrollo foliar en adelante aumenta la proporción de hojas muertas y el contenido de fibra. Además, disminuye el nivel de proteína bruta y energía metabolizable.



Fotografía 3.14. Macollo de ballica perenne con 3,5 hojas expandidas.

Conteo del número de hojas

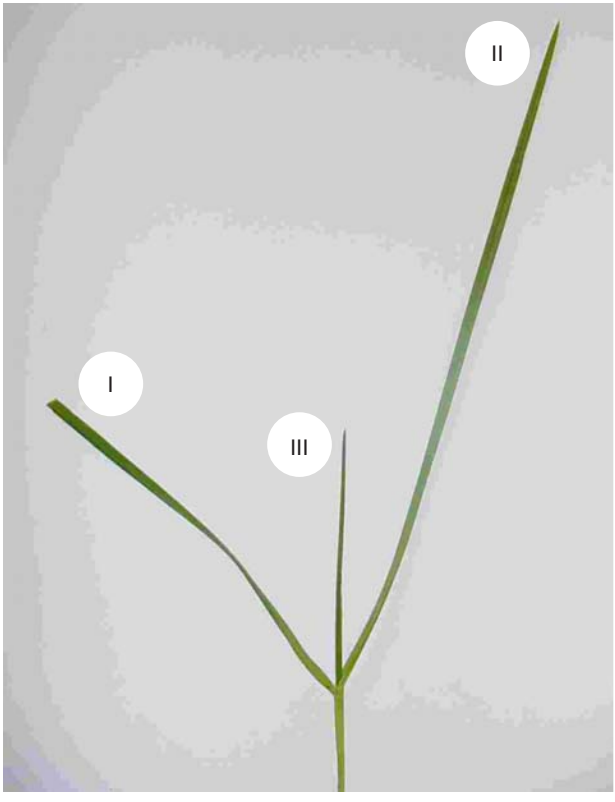
El conteo del número de hojas se debe realizar recorriendo el potrero y seleccionando al azar al menos 10 macollos de ballica perenne en áreas que hayan sido efectivamente consumidas en el pastoreo anterior.

En cada macollo se identifican las hojas, desde la más vieja (hoja Nº 1) a la más nueva (hoja Nº 3 o 4). Pueden existir hojas que están creciendo con la punta cortada, producto de la defoliación en el pastoreo anterior. Estas hojas también deben ser contabilizadas.

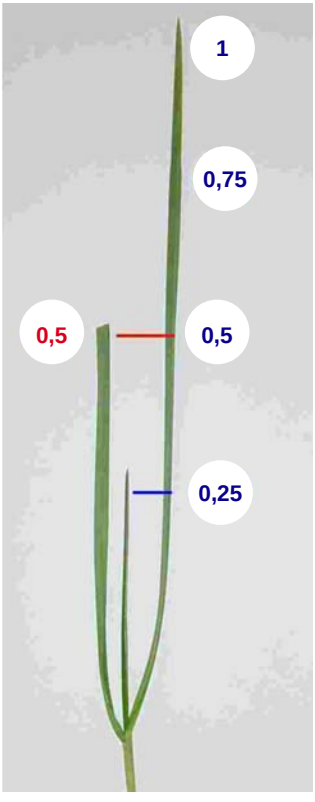
En el caso de la Fotografía 3.15, se identifican 3 hojas. Una hoja parcialmente consumida en el pastoreo anterior (I), una hoja nueva completamente expandida (II) y una segunda hoja nueva en etapa de crecimiento (III).

Para realizar el conteo, se deben juntar las hojas y comparar el crecimiento de cada una con la hoja completamente expandida (II) que toma un valor de 1 (Fotografía 3.16). Se contabiliza la hoja anteriormente pastoreada (I), sólo si alcanza a la mitad o más de la hoja mayor, tomando un valor fijo de 0,5. La segunda hoja nueva (III), puede tomar un valor desde 0,25 a 1 dependiendo de la proporción con respecto a la hoja mayor (II).

Finalmente el número de hojas de las plantas de la pradera será el promedio de las mediciones realizadas en los 10 macollos seleccionados al azar. En este ejemplo la planta de la Fotografía 3.16 se encuentra en un estado de 1,75 hojas (1 + 0,5 + 0,25).



Fotografía 3.15. Macollo de ballica con una hoja anteriormente pastoreada (I) y dos hojas nuevas (II y III).



Fotografía 3.16. Macollo de ballica perenne en estado de 1,75 hojas.

CAPITULO 4

CALIDAD NUTRITIVA DE LAS PRADERAS*

El valor nutritivo es un concepto amplio en el cual está implícita la composición del alimento y su digestibilidad. La importancia que posee, está dada por una relación directa con la respuesta animal esperada. Se habla de forrajes de alta calidad nutritiva cuando éstos tienen alta concentración de nutrientes, son muy digestibles y permiten un consumo elevado.

El doble impacto del valor nutritivo sobre la concentración de nutrientes y la cantidad consumida por los animales, realza la importancia de mantener la calidad de la pradera a través de los distintos elementos de manejo, entre los cuales, el pastoreo es uno de los que genera mayor impacto.

En este capítulo se describe los componentes del valor nutritivo de la pradera y los principales indicadores de calidad, y se analiza cómo éstos evolucionan a través del año frente a diferentes manejos.

4.1. COMPONENTES DE LA PLANTA

4.1.1. Célula vegetal

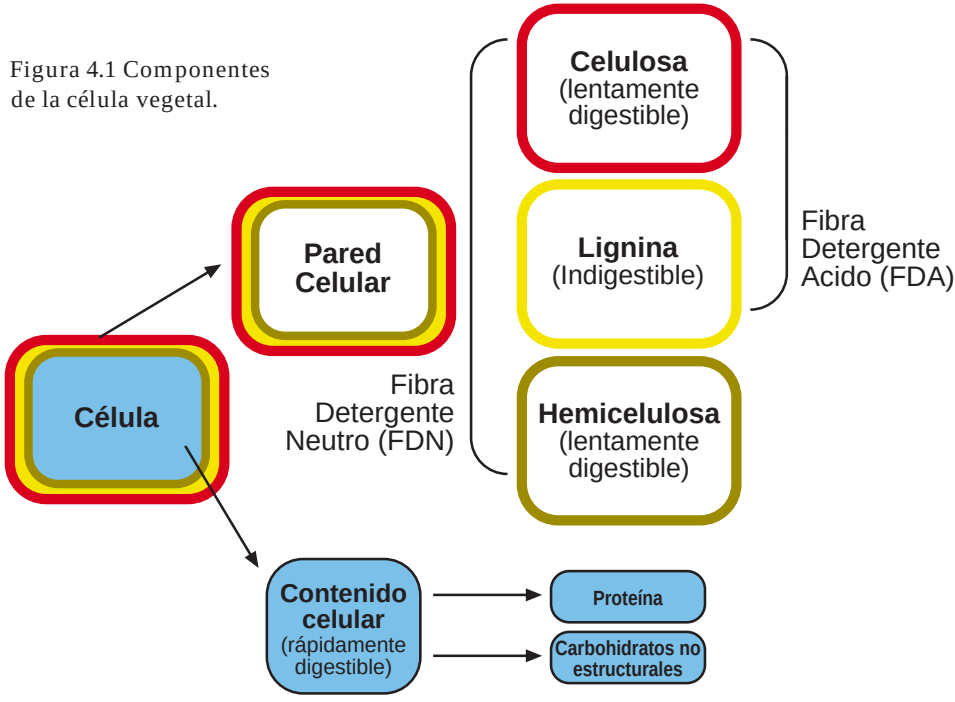
Todo forraje se constituye de tejidos compuestos por células, las cuales contienen agua y materia seca (MS) que servirán de alimento a los animales. En la materia seca se encuentran los diferentes principios nutritivos, tales como carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales.

Para entender el valor nutritivo de los forrajes es importante conocer las estructuras básicas que conforman una célula vegetal, esto es, la pared celular y el contenido celular. En la Figura 4.1, se presenta esquemáticamente los principales componentes de una célula vegetal.

Pared celular
La pared celular contiene la fracción fibrosa de los forrajes, la cual está conformada

* Canseco, C.; Abarzúa, A.; Parga, J.; Teuber, N.; Balocchi, O.; Lopetegui, J.; Anwandter, V. y Demanet, R.

Figura 4.1 Componentes de la célula vegetal.



por tres componentes principales que son: la celulosa y la hemicelulosa (32-53% de la MS), ambas digestibles a nivel ruminal, y la lignina (3 a 7% de la MS), que es indigestible. Al incrementar el estado de madurez de las plantas, la proporción de pared celular y su grado de lignificación aumentan, disminuyendo la digestibilidad de los tejidos vegetales.

La fracción fibrosa de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina) se estima en el laboratorio a través de la fibra detergente neutro (FDN). Un segundo indicador del contenido de fibra es la denominada fibra detergente ácido (FDA), que cuantifica la porción menos digestible de la pared celular (lignina y celulosa).

La FDN y la FDA constituyen la fibra química de un alimento. Su determinación en el laboratorio se hace a partir del tratamiento de muestras de alimento con una solución detergente, capaz de remover las proteínas, los carbohidratos y los lípidos, dejando sólo los componentes fibrosos de la pared celular.

Además de la fibra química (FDN, FDA), es importante para el animal rumiante que el alimento contenga un mínimo de fibra física o estructural, conocida como fibra efectiva. La fibra efectiva (FDNe) corresponde a aquella fracción de la FDN que es

capaz de estimular mecánicamente los procesos de masticación, salivación y rumia en los animales. Praderas muy digestibles de fines de invierno e inicios de primavera, que contienen 35% de FDN o menos, suelen tener insuficiente fibra efectiva para asegurar una óptima digestión en el rumen.

Contenido celular
En el contenido celular se encuentra la mayoría de los nutrientes realmente digestibles para el animal, tales como proteínas, carbohidratos no estructurales, ácidos grasos, minerales y vitaminas. El contenido celular puede representar cerca del 65% de la MS de los tejidos vegetales jóvenes, pero disminuye a menos del 50% en la medida que aumenta la proporción de pared celular, con el avance de la madurez de las plantas.

Las proteínas y los carbohidratos no estructurales son los principales componentes de la materia seca presente en el contenido celular (Figura 4.1). Ambos tienen una rápida y bastante completa digestión en el rumen, la que alcanza al 100% en el caso de los azúcares. Dependiendo del estado de madurez del forraje, el contenido de proteína puede variar entre 7 y 30% de la materia seca, decreciendo con la edad de las células.

Los carbohidratos no estructurales (CNE) incluyen azúcares, fructosanos y almidón, son altamente digestibles, y constituyen la mayor fuente de energía rápidamente disponible para el animal. Comprenden entre un 5 y 25% de la MS, registrándose los valores máximos durante la época de primavera.

4.2. INDICADORES DE CALIDAD NUTRITIVA DE LA PRADERA

4.2.1. Contenido de materia seca

Los tejidos de las plantas forrajeras tienen una alta proporción de agua y un bajo contenido de MS. El contenido de materia seca varía frecuentemente entre 14 y 25% del peso fresco, pudiendo alcanzar valores de hasta 50% en los meses estivales, cuando existe abundante acumulación de material muerto.

Aún cuando el contenido de MS de una pradera no es intrínsecamente un indicador de calidad, su determinación es importante porque en la práctica, todos los atributos de calidad están referidos a la MS. Por lo tanto, el primer paso para la evaluación del valor nutritivo de los forrajes, es la extracción del agua de sus tejidos y la determinación del contenido de materia seca, como porcentaje del peso fresco (ver detalles en el Capítulo 3).

Las praderas en estado vegetativo tienen, en general, una muy baja concentración de MS (14 a 16%), la que aumenta de 18 a 25% o más al estado reproductivo. Sin embargo, las praderas vegetativas presentan una mayor proporción de contenidos celulares y, por lo tanto, un mayor valor nutritivo.

En la Figura 4.2, se aprecia el contenido de materia seca en las distintas estaciones del año, información que se obtuvo durante el desarrollo del proyecto FIA en praderas permanentes utilizadas en pastoreo en el sur de Chile.

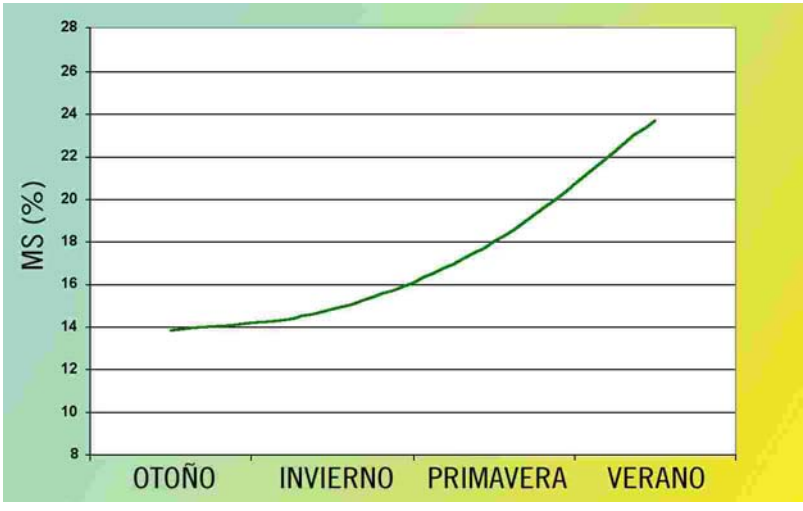


Figura 4.2 Evolución del contenido de MS en praderas permanentes bajo pastoreo.

4.2.2. Contenido de fibra

El contenido de fibra de un forraje es importante ya que se relaciona con la concentración energética del mismo y con el consumo de materia seca. El material fibroso es de más lenta digestión y evacuación del rumen, por lo que ejerce un efecto físico de llenado que limita el consumo. Entonces, en la medida que se incrementa el nivel de fibra detergente neutro (% FDN) de un forraje decrece su consumo de materia seca.

En la Figura 4.3, se presenta la evolución del contenido de FDN a través del año registrados durante el desarrollo del proyecto FIA. En general, los niveles de fibra alcanzan los niveles mas bajos del año en los meses invernales, incrementándose desde fines de primavera en adelante debido a cambios ambientales y fisiológicos en las plantas.

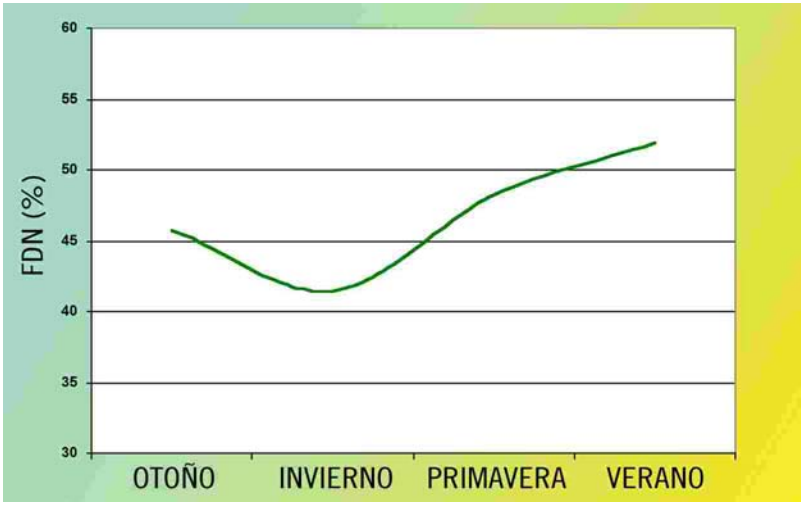


Figura 4.3 Evolución del contenido de FDN en praderas permanentes bajo pastoreo.

4.2.3. Digestibilidad del forraje

Se entiende por digestibilidad de un alimento o de alguno de sus componentes, a la proporción que es absorbida en el tracto digestivo del animal, y por lo tanto, que no es excretada en las heces.

La digestibilidad real o digestibilidad "in vivo" de la materia seca, corresponde a la diferencia entre la MS consumida y la MS excretada en las heces. Su determinación se realiza con animales alimentados en condiciones controladas, en galpones especialmente adaptados para ello. Dado que este es un método lento y costoso, se han desarrollado diferentes métodos de laboratorio, más rápidos, sencillos y económicos, que permiten estimar la digestibilidad real de los alimentos en forma rutinaria.

Entre éstos, el método de la digestibilidad "in vitro" (DIV) ha sido el más ampliamente utilizado. Este método consiste, básicamente, en simular los procesos digestivos en el laboratorio, mediante la incubación del alimento en un medio artificial por un tiempo determinado, primero con licor ruminal y luego con la enzima gástrica pepsina, para determinar finalmente el residuo insoluble no digerido.

La digestibilidad de un alimento entrega una predicción de los nutrientes disponibles para la absorción y es el principal indicador de la disponibilidad de nutrientes para el animal, particularmente de energía. En el caso de la pradera, la digestibilidad del forraje puede variar de 85 a 55% dependiendo de múltiples factores, pero los más importantes se asocian al estado de madurez de las plantas.

La fibra detergente ácido (FDA), que cuantifica la cantidad de lignina y celulosa, puede ser utilizada para predecir la digestibilidad de un forraje, basada en la relación inversa entre esta última y los constituyentes fibrosos indigestibles de la pared celular.

En las Figuras 4.4 y 4.5, se observa la evolución del contenido de FDA a través del año, y la digestibilidad del forraje (% valor D) durante la primavera, en una pradera permanente bajo pastoreo en el sur de Chile.

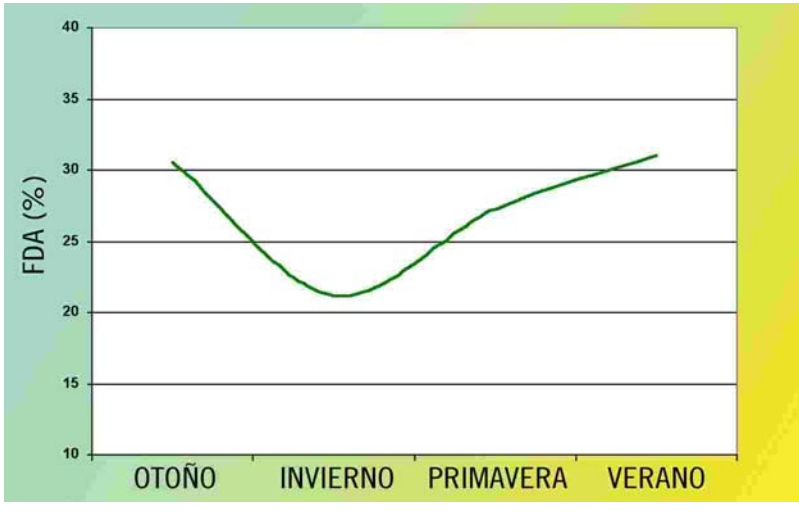


Figura 4.4. FDA en praderas permanentes bajo pastoreo en diferentes épocas del año.

Figura 4.5. Variación de la digestibilidad (Valor D) durante la primavera en praderas permanentes bajo pastoreo.

4.2.4. Energía metabolizable

La energía metabolizable (EM) corresponde a la energía presente en la porción digestible de la planta, menos la pérdida de energía a través de la orina y gas metano producido durante la fermentación ruminal. La EM puede expresarse en mega calorías (Mcal) o en mega joules (MJ) por kilogramo de materia seca (Mcal o MJ/kg MS), donde 1 Mcal = 4,185 MJ.

De la EM disponible para el animal, se producen pérdidas por calor asociadas a la digestión y metabolismo de los nutrientes. Finalmente, la energía utilizada para la mantención de la función corporal y para la producción animal se denomina energía neta (EN), Figura 4.6.

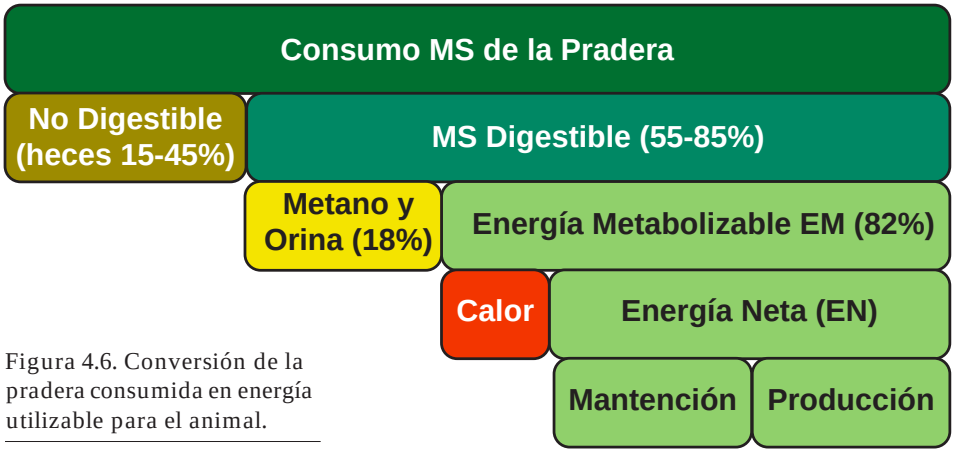


Figura 4.6. Conversión de la pradera consumida en energía utilizable para el animal.

En la Figura 4.7, se presenta la evolución de la energía metabolizable a través del año en una pradera permanente bajo pastoreo en el sur de Chile. Cabe destacar que los mayores niveles de EM se registran en invierno e inicios de primavera, decayendo fuertemente en la medida que se acerca el verano y aumenta la proporción de tallos y lignificación de los tejidos.

4.2.5. Proteína

El contenido de proteína total (PT), proteína cruda (PC) o proteína bruta (PB) son sinónimos y se calculan en base al contenido total de nitrógeno (N) de un forraje (%PT = %N x 6,25).

La proteína total de la dieta se divide en proteína verdadera (PV) y en nitrógeno no

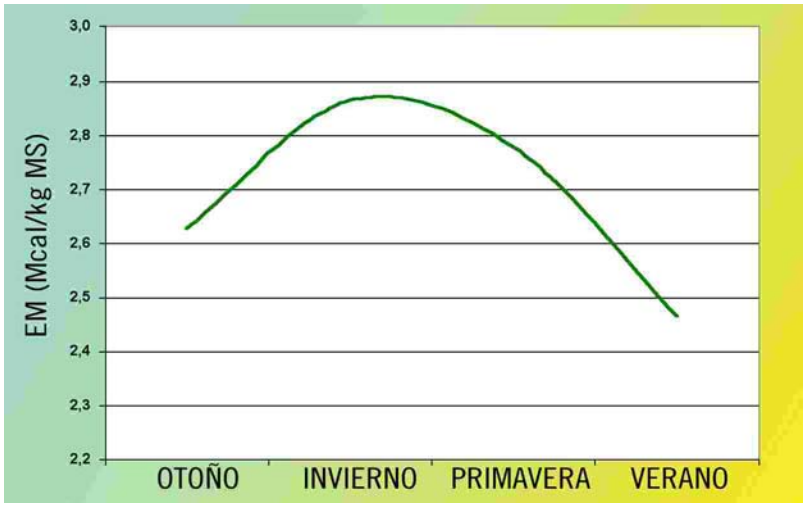


Figura 4.7. Evolución de la energía metabolizable en una pradera permanente bajo pastoreo.

proteico (NNP). A su vez, la proteína verdadera consta de una fracción degradable en el rumen (PD) y otra no degradable (PND) que escapa a la fermentación ruminal, la cual puede ser digerida a nivel intestinal (proteína "by pass").

La fracción más importante de la proteína verdadera de los forrajes corresponde a la proteína degradable en el rumen, la que es utilizada junto con el nitrógeno no proteico por los microorganismos ruminales, para la síntesis de proteína microbiana (PM). La proteína soluble es la fracción de mas rápida degradación de la proteína degradable, más el nitrógeno no proteico, como se indica en la Figura 4.8.

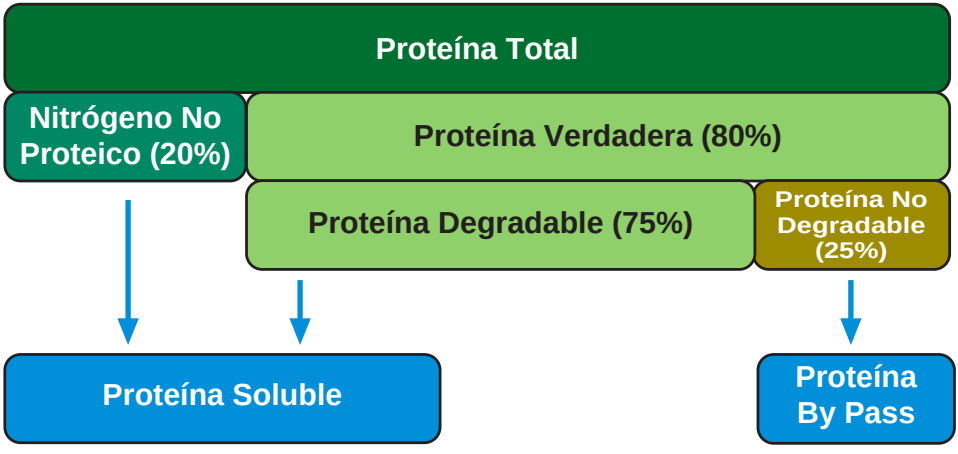


Figura 4.8. Distintas fracciones de la proteína total o cruda del forraje.

La otra fracción, denominada proteína no degradable, escapa a la fermentación ruminal y puede ser digerida directamente en el abomaso e intestino delgado del animal. Tanto la proteína de origen microbiano (PM) sintetizada en el rumen, como aquella no degradable, son utilizadas por el rumiante para cubrir sus necesidades de aminoácidos, los que son absorbidos a nivel intestinal (Figura 4.9).

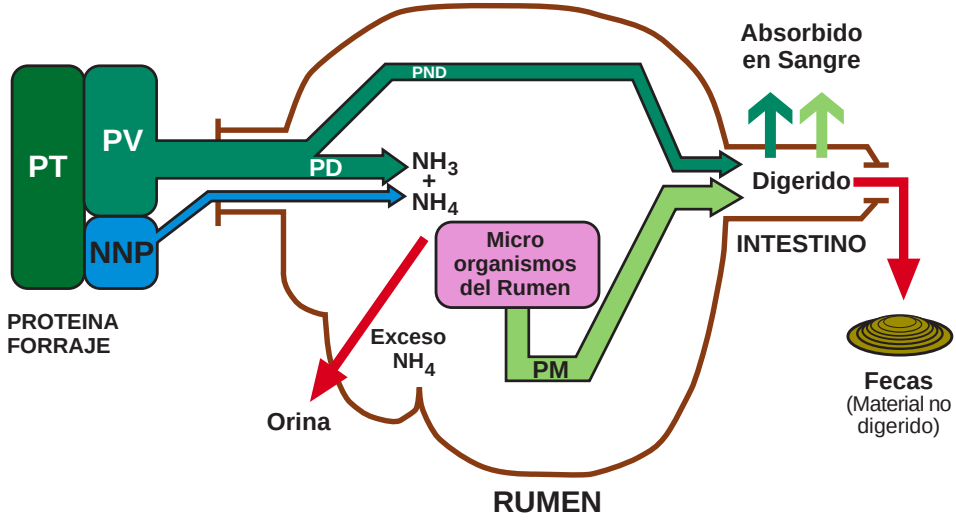


Figura 4.9. Utilización de la proteína en rumiantes.

El contenido de NNP de los forrajes varía de acuerdo a su estado de madurez, fertilización nitrogenada y época del año. Es más alto en rebrotes vegetativos y bien fertilizados, especialmente en otoño e invierno y disminuye a medida que avanza la madurez de la pradera. La deficiencia de azufre en el suelo contribuye a aumentar la proporción de NNP en el forraje.

Las praderas permanentes de la zona sur, que reciben cantidades balanceadas de fertilizantes, por lo general presentan sobre 18% de proteína total. Alrededor del 15 a 25% de la PT corresponde a nitrógeno no proteico y el 75 a 85% restante a proteína verdadera, la cual es altamente degradable a nivel ruminal (70 a 80%). La proteína soluble del forraje puede variar entre 25 y 50% de la PT en rebrotes de primavera y 20 a 35% en los de verano.

Niveles muy altos de proteína total, cercanos a 30% de la MS, pueden obtenerse al colectar forrajes inmaduros creciendo rápidamente con posterioridad a la fertilización nitrogenada. Sin embargo, en estos casos, suele registrarse un fuerte incremento del contenido de nitrógeno no proteico en el forraje.

La Figura 4.10 muestra el contenido de proteína total en diferentes épocas del año a partir de los resultados obtenidos por el proyecto FIA pastoreo, en una pradera permanente, con dominio de gramíneas forrajeras (80%) y de trébol (alrededor de 10%). Los valores fluctúan entre 18 y 26% de PT, siendo más altos entre otoño e inicios de primavera y decaen significativamente hacia el verano.

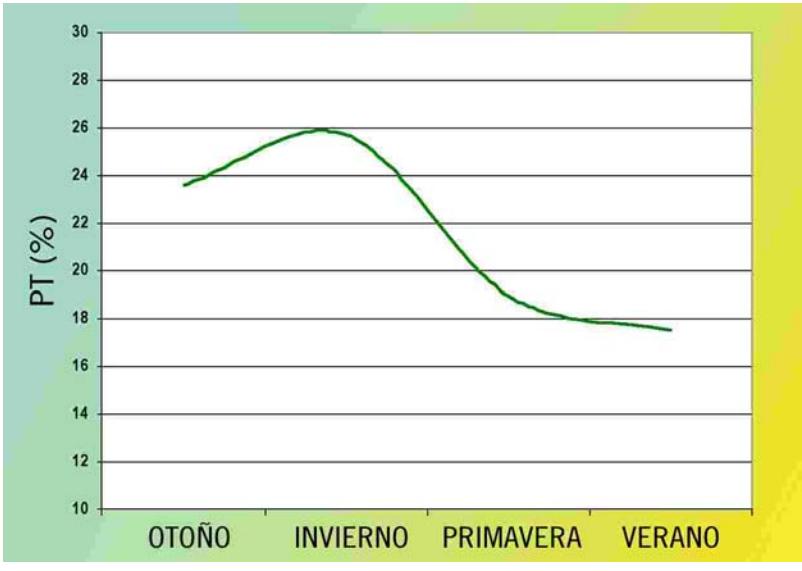


Figura 4.10. Evolución del contenido de proteína cruda en una pradera permanente bajo pastoreo.

4.2.6. Carbohidratos solubles

Los carbohidratos solubles (CHS) corresponden a la fracción constituida por azúcares y fructosanos y son los principales carbohidratos no estructurales de las gramíneas forrajeras de zonas templadas.

Las leguminosas forrajeras presentan menos carbohidratos solubles que las gramíneas, ya que no acumulan fructosanos, pero suelen ser más ricas en ácidos orgánicos y almidón, además de proteína y algunos minerales.

La concentración de carbohidratos solubles en las gramíneas es más baja en los

rebrotes vegetativos jóvenes, particularmente en aquellos de otoño que han recibido nitrógeno. Aumenta en primavera durante la fase de encañado, llega a ser máxima poco antes de la emisión de espigas, para decaer luego de la floración.

Sin embrago, la concentración de azúcares en cualquier estado de crecimiento es fuertemente afectada por las condiciones ambientales imperantes. Se favorece por días largos con alta radiación solar y baja nubosidad. Se perjudica por altas temperaturas, especialmente nocturnas, como también por fuertes dosis de fertilización nitrogenada. Durante el día, los mayores niveles de azúcares son alcanzados al final de la tarde, mientras que los mínimos se registran al amanecer.

Las ballicas tienen mayor concentración de carbohidratos solubles que las otras especies forrajeras y existen diferencias entre cultivares. En los últimos años ha ocurrido un constante desarrollo de nuevos cultivares con una mayor proporción de contenido celular y/o mayor concentración de carbohidratos solubles.

En la Figura 4.11, se presenta el contenido de carbohidratos solubles obtenidos por el proyecto FIA durante la época de primavera, en una pradera permanente bajo pastoreo que fue utilizada en estado vegetativo con pastoreos cada 21 días.

Figura 4.11. Contenido de carbohidratos solubles (CHS, %) durante la primavera en una pradera permanente bajo pastoreo.

4.3. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD NUTRITIVA DE LA PRADERA

4.3.1. Factores endógenos

Estado fenológico
Corresponde a las diferentes etapas de desarrollo de las plantas, que comprende desde la germinación de la semilla hasta la formación de órganos reproductivos y la producción de semillas.

En la Figura 4.12, se observan los diferentes estados de desarrollo de una gramínea desde macolla a espigadura, los cambios producidos en la proporción de sus componentes y cómo se afecta la digestibilidad. A medida que las plantas avanzan en su estado fenológico, se producen cambios en los componentes celulares, los cuales alteran la calidad nutritiva del forraje.

La concentración de proteínas, lípidos y minerales disminuye por efecto de dilución, los azúcares se acumulan y la pared celular aumenta en forma considerable. La lignina se va encadenando a la celulosa y hemicelulosa en un proceso llamado lignificación, con lo cual se va reduciendo la digestibilidad de la pared celular.

Otro factor que determina la calidad nutritiva de las praderas es la senescencia del material vegetal, proceso en el cual se van perdiendo los contenidos celulares, por lo que el valor nutritivo de una pradera decrece con la edad.

Epoca de floración
El proceso de encañado y emisión del tallo floral es la forma natural de las plantas para la producción de semillas. En este proceso aumenta la proporción y cambia la composición de las paredes celulares para lograr mayor rigidez de los tallos, reduciéndose progresivamente el valor nutritivo del forraje para los animales. La disminución del contenido de energía en los tallos es más rápida que en las hojas de las gramíneas forrajeras (Figura 4.13).

El fenómeno de inicio de encañado comienza como una respuesta al estímulo del fotoperíodo (largo del día), concentrándose el inicio de la emergencia de espigas para la zona sur, entre fin de octubre y la primera quincena de noviembre, dependiendo de la precocidad de las especies y cultivares forrajeros. El proceso de senescencia y la pérdida de calidad energética afecta más drásticamente a los tallos de las gramíneas de cultivares precoces, seguidos por los de cultivares tardíos (Figura 4.13).

Ploidía
La ploidía se refiere al número de pares de cromosomas que presentan los diferentes

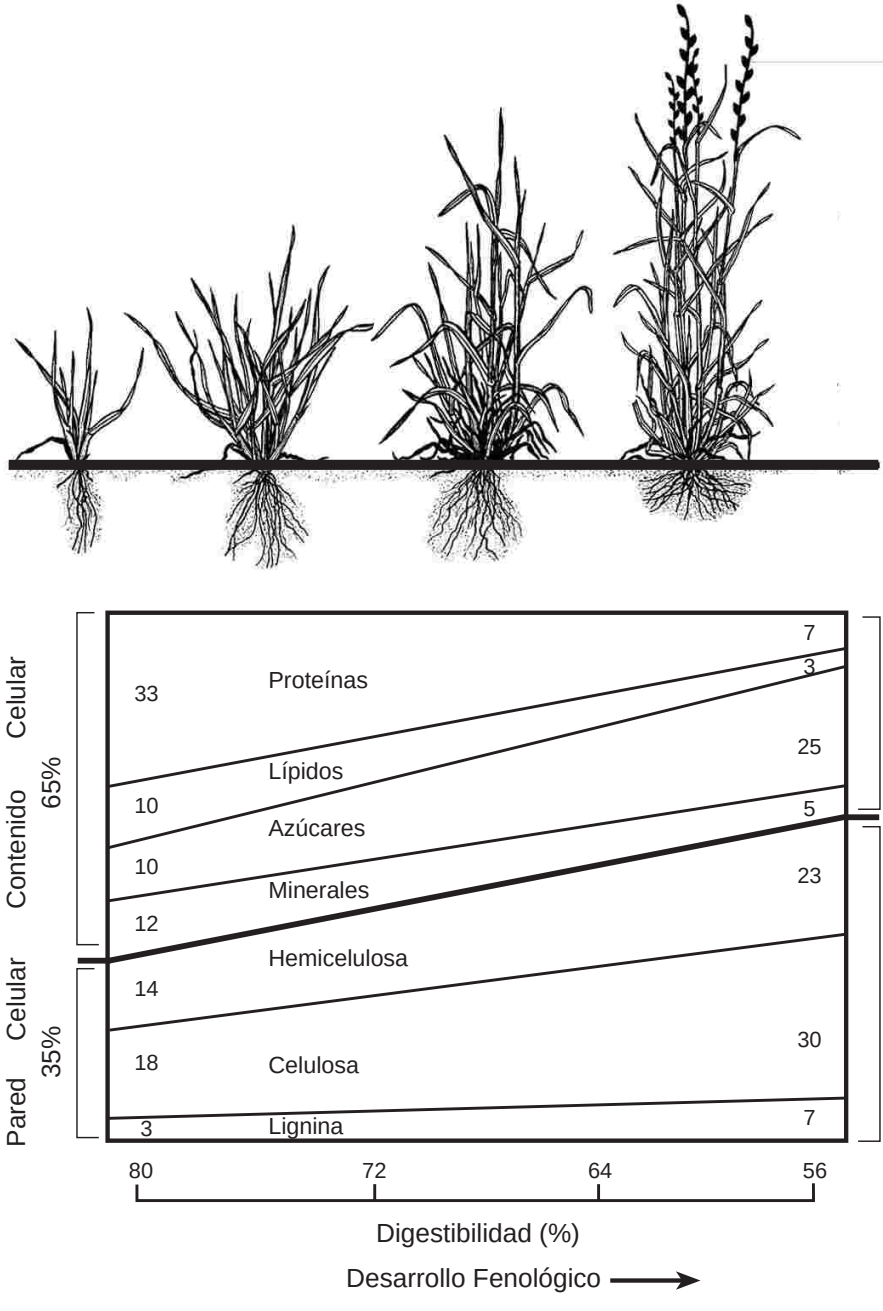


Figura 4.12. Efecto del estado fenológico en los componentes celulares de una gramínea.

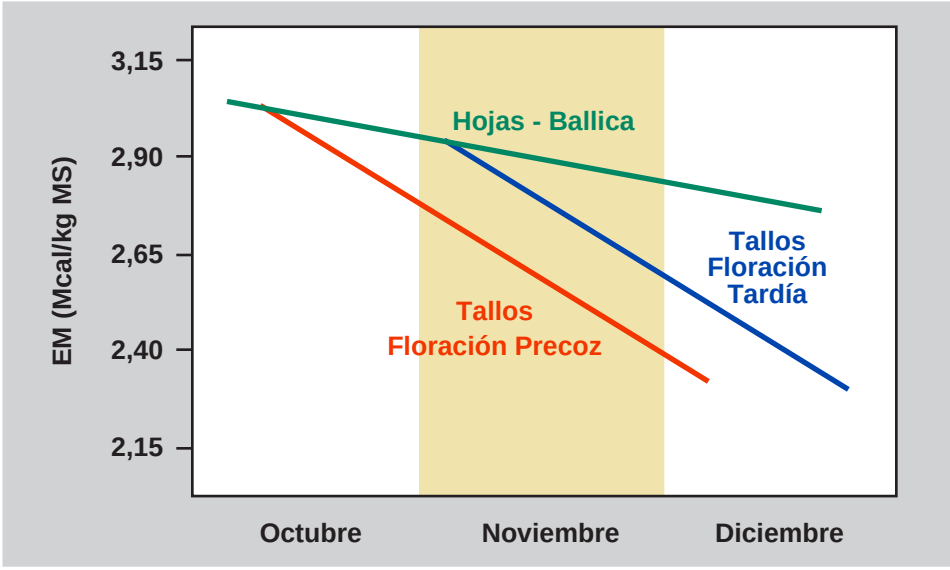


Figura 4.13. Disminución de la concentración de energía en diferentes componentes de las plantas de gramíneas durante la primavera. *(Agriseeds, 2006)*

cultivares de ballica en sus células, clasificándose como diploides aquellos que tienen un par (2n = 14 cromosomas) y tetraploides los que tienen dos pares (4n = 28 cromosomas).

En la naturaleza las ballicas son diploides; sin embargo, en el proceso de mejoramiento genético se ha duplicado artificialmente el número de cromosomas. Esto provoca cambios significativos en las características de las plantas aumentando el tamaño de las células (Figura 4.14).

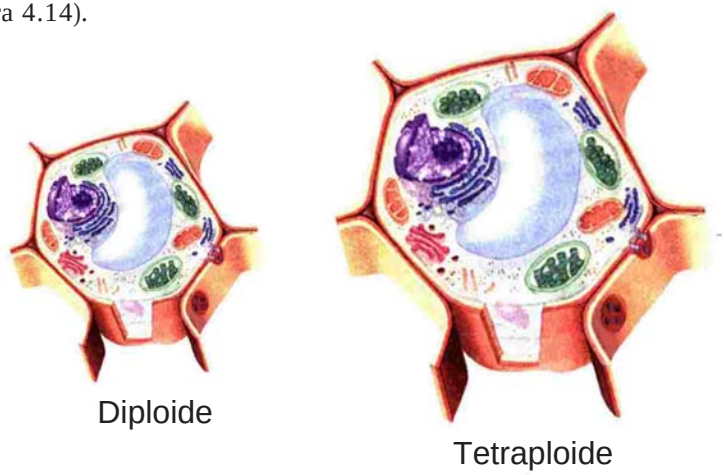


Figura 4.14. Células de menor tamaño en ballicas perennes diploides (2n) y de mayor tamaño en tetraploides (4n).

Los cambios más significativos que produce en el valor nutritivo este aumento en el tamaño celular son:

- Mayor relación entre contenido celular y pared celular.
- Mayor contenido de carbohidratos solubles, proteínas y lípidos.
- Aumento de la digestibilidad del forraje.

Fotografía 4.1. Ballica perenne tetraploide (a) y diploide (b).

4.3.2. Factores exógenos

Fertilización
La aplicación de fertilizantes a la pradera tiende a aumentar el contenido de los nutrientes aplicados en las plantas, particularmente en el caso del nitrógeno (N) y del potasio (K).

Dependiendo de la dosis de N aplicada, su concentración en el forraje como NNP, puede elevarse significativamente a los 12 a 15 días post-aplicación, para posteriormente descender gradualmente por efecto de dilución, en la medida que se forman las proteínas y crecen las hojas. En el caso del potasio, las plantas pueden absorber más del necesario si éste es abundante en el suelo, interfiriendo con la absorción y metabolismo del calcio y/o magnesio, tanto en las plantas como en los animales que las consumen.

Sin embargo, la mayor parte de los efectos positivos de la fertilización son producidos

a través de un mejoramiento en la composición botánica de la pradera, incrementando el contenido de leguminosas, de gramíneas de mayor valor forrajero y limitando el avance de especies no deseadas. A través de estos cambios mejora el valor nutritivo y la palatabilidad de la pradera.

Otros efectos de la aplicación de fertilizantes están asociados a la mayor tasa de crecimiento y una recuperación más rápida de la pradera. Praderas bien fertilizadas pueden ser pastoreadas con mayor frecuencia, en estado más tierno que las deficientemente fertilizadas.

Temperatura

El valor nutritivo de las praderas disminuye cuando se incrementa la temperatura, ya que aumenta la proporción de pared celular y su grado de lignificación, reduciendo la digestibilidad y la concentración energética del forraje. Además, con el incremento de temperatura, aumenta también la tasa de senescencia de las hojas, por lo que disminuye más rápidamente el valor nutritivo del forraje.

Humedad del suelo

El efecto de la humedad del suelo en la calidad nutritiva de la pradera es indirecto, ya que en la medida que se inicia el período de déficit hídrico disminuye la tasa de crecimiento de la pradera, la que puede llegar a valores cercanos a cero en casos extremos. Incluso, sequías severas pueden ocasionar la muerte de plantas, incrementando por tal efecto el contenido de especies no deseadas, como malezas de raíz pivotante.

Manejo del pastoreo

El manejo del pastoreo, particularmente el control de la frecuencia e intensidad de pastoreo (ver Capítulo 7), provoca cambios en los componentes de las plantas y en la composición botánica de la pradera, lo cual tiene un efecto directo sobre la calidad nutritiva del forraje.

Pastoreos poco frecuentes en épocas de rápido crecimiento, favorecen la acumulación de forraje maduro, con mayor proporción de tallos y material senescente de baja calidad. Pastoreos poco intensos (laxos) dejan forraje sin pastorear en los potreros, el que aumentará progresivamente la acumulación de material muerto en la base de la pradera, disminuyendo la calidad de los rebrotes siguientes.

Por otra parte, tanto pastoreos muy frecuentes como aquellos muy intensos, pueden disminuir la velocidad de rebrote y la persistencia de las especies forrajeras. Esto favorecerá la proliferación de las especies menos palatables y de menor valor nutritivo, que son menos consumidas por el ganado, deteriorando la calidad y la producción de la pradera en el tiempo.

Las hojas, tallos y material muerto varían en su contenido de MS, cantidad de fibra, digestibilidad, proteína y carbohidratos. El contenido de energía de los tallos es generalmente menor que el de las hojas, tanto en gramíneas como en leguminosas, debido a que el incremento en los niveles de fibra y lignina reduce la digestibilidad de la planta. El material muerto tiene una baja concentración de energía (menos de 2 Mcal/kg MS), ya que cuando las células mueren los contenidos solubles se pierden, dejando solo las paredes celulares (Figura 4.15).

En la medida que avanza la primavera comienza a incrementarse la proporción de tallos en las plantas y la acumulación de material muerto en la base de la pradera. Estos procesos pueden ser controlados mediante un adecuado manejo de pastoreo, manteniendo así un alto valor nutritivo del forraje durante toda la estación y las siguientes.

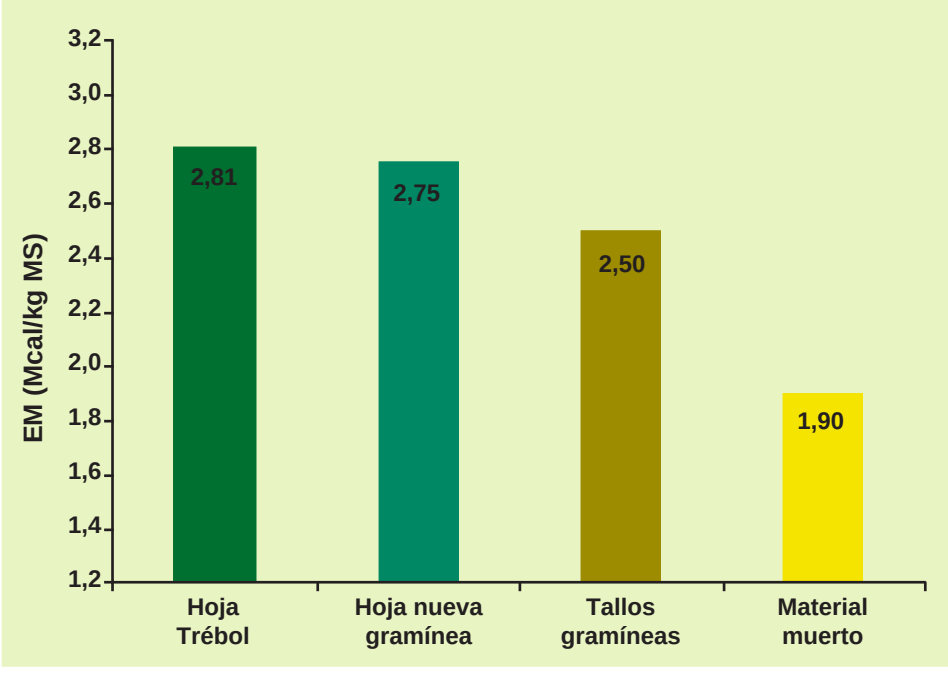


Figura 4.15. Contenido de energía metabolizable en los distintos componentes de una planta forrajera.

CAPITULO 5

COMPORTAMIENTO DEL ANIMAL EN PASTOREO*

El pastoreo es un proceso dinámico en el que la pradera y el animal interactúan afectándose mutuamente. Por una parte, la defoliación, el pisoteo y las deyecciones animales alteran algunas propiedades de la pradera, afectando su producción y calidad. Por otra, los cambios en la pradera modifican la disponibilidad de forraje y el comportamiento alimenticio de los animales que pastorean, afectando con ello el consumo de nutrientes y la productividad del sistema.

En este capítulo se analiza el comportamiento de los bovinos en pastoreo y los principales factores que afectan el consumo de pradera. Se describen además los efectos del pisoteo y de las excretas animales sobre la pradera y sus consecuencias más importantes.

5.1. PATRONES DIARIOS DE PASTOREO Y RUMIA

La rutina diaria de los animales en pastoreo alterna períodos de pastoreo propiamente tal (búsqueda y consumo de forraje, normalmente con la cabeza abajo), con períodos de rumia y períodos de reposo, los que incluyen además otras actividades como ingestión de agua, aseo, acicalamiento e interacciones sociales. En condiciones normales, el animal gasta alrededor de 2/3 de su tiempo diario en los procesos de pastoreo y rumia, es decir en actividades de masticación, y sólo 1/3 de su tiempo en las actividades restantes (Fotografía 5.1).

5.1.1. Rutina de pastoreo

La rutina de pastoreo tiende a seguir un patrón relativamente definido en función de las características del clima, de la pradera y del manejo del rebaño. Dentro de ciertos límites, tanto la rumia como el resto de las actividades quedan subordinadas a los intervalos sin pastoreo.

En el caso de vacas lecheras, por lo general éstas realizan 4 a 6 ciclos de pastoreo diariamente, lo que les toma entre 7 y 10 horas. Probablemente el límite superior esté impuesto por la fatiga muscular, así como por la necesidad de contar con el tiempo mínimo para el desarrollo de las otras actividades.

* Parga, J.; Teuber, N.; Balocchi, O.; Anwandter, V.; Canseco, C.; Abarzúa, A.; Lopetegui, J. y Demanet, R.

Durante cada pastoreo, las vacas deben buscar, seleccionar y cosechar su alimento, el que colectan bocado a bocado mientras caminan lentamente recorriendo la pradera. Se ha visto que en este proceso, incluyendo las visitas al bebedero (3 a 4 al día), pueden caminar un total cercano a 3 km o más, dependiendo de la disponibilidad y heterogeneidad de la pradera.

Fotografía 5.1. Los animales en pastoreo alternan actividades de pastoreo propiamente tal, rumia y reposo.

Los bovinos son animales de hábito crepuscular, es decir tienen dos grandes períodos de pastoreo intenso; uno cercano al alba y el otro al crepúsculo. Entre éstos realizan uno a tres ciclos de pastoreo de menor duración e intensidad, fundamentalmente hacia el final de la mañana, y uno (a veces dos) de corta duración en torno a la medianoche.

En el caso de las vacas lecheras manejadas en pastoreo rotativo, la primera comida intensiva de la mañana suele desarrollarse después de la ordeña, cuando una nueva ración de pasto ha sido asignada (Fotografía 5.2). Pero el pastoreo más intenso y prolongado ocurre después de la segunda ordeña, al atardecer, próximo al crepúsculo.

Normalmente en la primavera y veranos frescos, alrededor del 85% del pastoreo se realiza durante las horas de luz. Pero en la medida que el clima se vuelve caluroso, el pastoreo se inicia más temprano en la mañana, se inhibe a las horas de calor y recomienza más tarde al atardecer, prolongándose hasta avanzada la noche. Por otra parte, a medida que se acortan los días a partir del otoño, los ciclos de pastoreo

intermedios tienden a fusionarse con los dos principales, y suele aumentar el pastoreo nocturno si el clima y el manejo lo permiten.

El inicio de los períodos de pastoreo tiende a ser bastante sincronizado dentro de un piño debido a fenómenos de facilitación social, es decir, a la influencia ejercida sobre el grupo por los individuos más hambrientos. El final de cada ciclo es mucho menos sincronizado, ya que depende más de los factores fisiológicos que regulan la saciedad en cada animal.

Fotografía 5.2. Pastoreo intenso de la mañana sobre la franja de pradera recién asignada.

5.1.2. Períodos de rumia y de reposo

Poco después de finalizado un ciclo de pastoreo, por lo general 5 a 15 minutos después, comienza un período de rumia que normalmente dura entre 35 y 45 minutos. La rumia ocupa 6 a 9 horas diariamente, dependiendo de la madurez y del contenido de materia seca y de fibra del forraje. Se realiza en 8 a 12 períodos repartidos a lo largo de la jornada, mayoritariamente durante la noche y con los animales en posición echados (Fotografía 5.3). Los períodos de rumia tienden a ser bastante menos sincronizados que los de pastoreo entre los animales de un mismo grupo.

Fotografía 5.3. Vaca rumiando echada, en el momento en que regurgita un bolo para masticarlo.

Un período de rumia consiste en una sucesión de ciclos regulares de masticación por 45 a 50 segundos de un bolo del contenido retículo-ruminal, interrumpidos por cortos períodos de 4 a 7 segundos de inactividad masticatoria, para el tragado del mismo y la aspiración por el esófago hacia la boca del bolo siguiente (regurgitación).

Junto con la regurgitación de un bolo se produce el tragado de los líquidos y partículas finas regurgitadas con ese bolo. Luego se procede a la masticación y reinsalivación del material sólido y de carácter más fibroso retenido en la boca y se finaliza con el tragado del bolo masticado. Como la mandíbula inferior es más estrecha que la superior, la masticación del bolo sólo puede realizarse con los molares de un lado cada vez, mediante movimientos semicirculares que facilitan su trituración (Fotografía 5.4). Durante la masticación efectuada por la rumia, alrededor del 70 a 85% de las partículas grandes son trituradas, facilitando su digestión en el retículo-rumen y su posterior abandono del mismo.

Entre pastoreos y durante la noche, los períodos de rumia suelen estar separados por intervalos de 50 a 60 minutos de aparente inactividad o reposo. Sin embargo, en estos períodos de reposo se desarrollan actividades tan necesarias como beber, interacción social, etc., y los procesos digestivos que no se detienen. Además de la actividad microbiana, ocurre un considerable grado de sedimentación y estratificación de las partículas de alimento de diferentes tamaños y de la fase líquida

Fotografía 5.4. Vaca rumiando parada. Se aprecia el desfase de la mandíbula inferior durante la masticación del bolo.

del contenido ruminal, acompañado de contracciones regulares del retículo-rumen y de la eructación de los gases de fermentación.

5.2. RECOLECCION Y SELECCION DEL PASTO POR LOS BOVINOS A PASTOREO

Tal como ya se ha indicado, la búsqueda, selección y cosecha de forraje constituye una actividad prioritaria para los rumiantes a pastoreo. Dependiendo de la especie animal, la recolección del pasto se realiza mediante un conjunto de movimientos de cabeza, mandíbulas, lengua y/o labios, para introducir el alimento en la boca y seccionarlo.

Los bovinos tienen labios gruesos, rígidos y poco móviles, por lo que intervienen poco en la aprehensión del pasto. En reemplazo de éstos, el animal utiliza la lengua como órgano prensil (Fotografía 5.5). Esta última emerge de la boca, rodea una pequeña porción de pasto o bocado y lo introduce en el hocico, donde lo sujeta entre el cojinete dentario y los incisivos inferiores, para cortarlo mediante un movimiento de cabeza. El corte o arranque de cada bocado produce un ruido característico, perfectamente identificable.

Fotografía 5.5. Colecta de bocados con la ayuda de la lengua por los bovinos en pastoreo.

Los bocados colectados son manipulados en la boca para su masticación, mezclado con saliva (insalivación) y formación del bolo alimenticio antes de ser deglutidos. La necesidad de masticación del forraje en la boca previo a su deglución (masticación ingestiva) aumenta en la medida que los bocados colectados son de mayor tamaño (pasto más largo), o el material es más tosco o fibroso.

5.2.1. Pastoreo selectivo

Los bovinos en pastoreo muestran preferencias definidas por determinados elementos de la pradera, discriminando entre plantas y entre partes u órganos de una misma planta (Fotografía 5.6). Estas preferencias pueden ser influenciadas por diferentes factores, tales como las experiencias alimenticias previas (aprendizaje), el grado de ayuno o de hambre de los animales, la palatabilidad relativa de una especie o componente de la vegetación en relación a los otros, deficiencias nutricionales específicas, etc.

Se sabe que prefieren las hojas a los tallos y pseudo-tallos; las partes tiernas y verdes a aquellas viejas, senescentes y secas, así como praderas o sectores de pradera con

alta proporción de trébol, a las que sólo contienen gramíneas. De igual forma, rechazan el pasto maduro y los sectores bosteados. En consecuencia, la dieta seleccionada por el animal en pastoreo normalmente contiene una proporción más alta de los elementos preferidos y es de mejor calidad que aquella proveniente de una muestra global de la pradera.

Los animales utilizan los sentidos de la vista, el olfato, el gusto y el tacto a nivel de labios y hocico para distinguir y discriminar entre la vegetación. No obstante, los vacunos son, en general, poco hábiles para seleccionar su forraje, debido a las limitaciones morfológicas del hocico (ancho de la arcada incisiva y rigidez de los labios) y a la técnica de aprehensión del forraje con la lengua.

Fotografía 5.6. El pastoreo selectivo favorece la proliferación de especies no deseadas.

La oportunidad de selección está determinada por la proporción relativa de las diferentes especies y/o de sus componentes morfológicos en la pradera, así como por su distribución en el perfil. Cuando los elementos preferidos son poco accesibles o están íntimamente mezclados con otros, se reduce la probabilidad de que puedan ser efectivamente cosechados en forma preferencial.

El grado de selección también es afectado por la cantidad de pradera asignada por animal, ya que ésta condiciona la disponibilidad de forraje y la severidad del pastoreo. Ofertas de pradera muy abundantes favorecen el pastoreo selectivo y aumentan la cantidad de material rechazado. Aunque esto es favorable para el animal en términos nutricionales, suele tener efectos negativos de mediano y largo plazo sobre la composición botánica y calidad futura de la pradera.

Mientras más homogénea y de mejor calidad sea la pradera ofrecida, menores serán las diferencias entre la composición de la dieta seleccionada y aquella del estrato superior de la vegetación, como resultado de un pastoreo no discriminatorio (selección pasiva). En estas circunstancias, los animales invierten menos tiempo y esfuerzo en los procesos de búsqueda y selección del pasto y pueden destinar más tiempo a la recolección misma del forraje, aumentando su consumo.

5.3. CONSUMO DE PRADERA EN PASTOREO Y FACTORES QUE LO AFECTAN

La pradera pastoreada en estado tierno y plena de hojas es un alimento de buena calidad, altamente digestible y consumible para los animales. En condiciones óptimas durante la primavera y sin limitaciones de disponibilidad, las vacas lecheras pueden llegar a comer hasta un 3% de su peso vivo diariamente en materia seca y sostener una producción cercana a 25 litros de leche sin suplementación. En iguales condiciones, los novillos en engorda generalmente no logran consumir más del 2,5% de su peso vivo, lo que les permite aumentar cerca de 1,5 kg/día.

Pero las características de la pradera cambian rápidamente con el avance de la estación y los niveles de consumo descienden limitando el aporte de nutrientes, básicamente de energía. Como promedio para la estación de pastoreo, es esperable que el consumo diario de pradera, base materia seca, no supere el 2,5% del peso vivo en el caso de vacas lecheras y el 2,3% de su peso en animales de carne.

5.3.1. Comportamiento ingestivo de los bovinos a pastoreo

En ausencia de enfermedades, la producción de los bovinos en pastoreo está determinada principalmente por la ingestión de nutrientes, la que depende de la cantidad y de la calidad del forraje consumido. Tanto en animales a pastoreo como estabulados, el consumo es regulado por complejos mecanismos de control fisiológico, vinculados esencialmente a la capacidad de ingestión de los animales y a las limitaciones impuestas por las características químicas y físicas de los alimentos.

En condiciones de pastoreo, en las que el animal debe cosechar por sí mismo su

alimento en un tiempo limitado y a partir de una cubierta vegetal heterogénea y cambiante, se agregan restricciones adicionales al consumo diario de forraje, relacionadas con la facilidad de cosecha de la pradera. Esta última depende de la estructura espacial y de la composición morfológica de la vegetación y afecta principalmente la velocidad de ingestión.

Desde este punto de vista, el consumo diario en pastoreo *(CP)* puede ser descrito en términos mecánicos, como el producto entre el tiempo de pastoreo *(TP)* y la velocidad de consumo *(VC)* durante el pastoreo activo:

$$CP = TP \times VC$$

A su vez, la velocidad de consumo es el producto entre el peso de los bocados (*PB*) y el número de bocados cosechados por minuto de pastoreo, o frecuencia de bocados (*FB*). Entonces, el consumo diario en pastoreo puede expresarse de la siguiente forma:

$$CP = TP \times PB \times FB$$

5.3.2. Efectos de la estructura de la pradera sobre el peso de los bocados y el consumo diario en pastoreo

Numerosas características no nutricionales de la pradera, relacionadas con la estructura de la cubierta vegetal, pueden afectar la facilidad de cosecha y, en consecuencia, el consumo en pastoreo. Tal como ya se ha indicado, la facilidad de cosecha del forraje determina la velocidad de ingestión, y es de este modo que logra su mayor impacto en el consumo diario.

Experimentalmente se ha demostrado que el principal factor que regula la velocidad de consumo de pradera, es el peso promedio de los bocados que el animal pueda cosechar durante el pastoreo. También se ha establecido que el peso de los bocados es el factor más sensible a las variaciones en la estructura de la pradera, es decir, a los cambios en la altura, la densidad, la composición morfológica y en el contenido de materia seca del forraje (Figura 5.1).

La frecuencia de bocados y, fundamentalmente el tiempo de pastoreo, tienden a ser mecanismos compensatorios, que sólo permitirían al animal mantener su nivel de consumo ante disminuciones moderadas en el peso de los bocados.

Altura de la pradera

En praderas plenas de hojas, el peso de los bocados aumenta casi proporcionalmente con la altura del pasto, debido a la influencia determinante de la altura sobre el volumen o tamaño de los bocados. Praderas con hojas más altas permiten realizar un pastoreo más profundo, a la vez que posibilitan colectar una mayor superficie de pradera con la lengua en cada uno de los bocados recogidos.

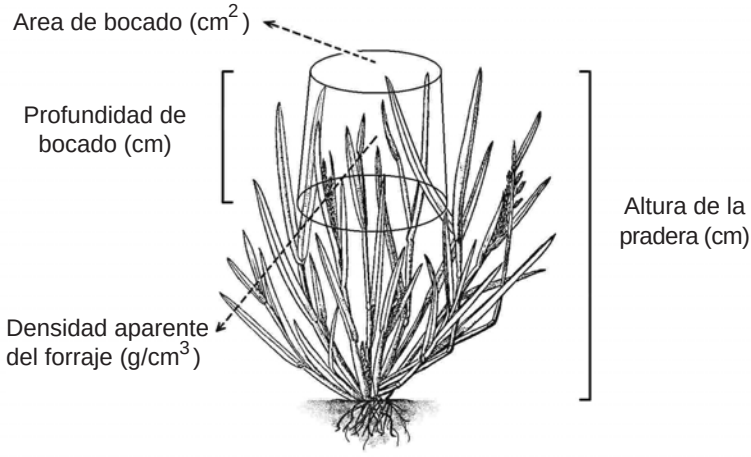


Figura 5.1. Dimensiones y peso de los bocados. Peso del bocado = Volumen x Densidad

Se ha visto que los bovinos en pastoreo rotativo consumen la pradera a través de la defoliación de estratos u horizontes sucesivos (Fotografía 5.7). La profundidad de defoliación de cada horizonte, o profundidad de los bocados, tiende a ser una proporción constante de la altura de las hojas, cercana al 35%. En praderas frondosas, esta regla de proporcionalidad parece mantenerse hasta acercarse a un residuo límite, que impida continuar profundizando los bocados. Los bovinos pastorean con dificultad bajo los 4 cm de altura y detienen totalmente su consumo a los 2 cm, dejando un residuo no pastoreable.

Densidad del horizonte pastoreado

El peso de los bocados cosechados es el producto de su volumen por su densidad aparente. Por lo tanto, una alta densidad de hojas en los horizontes o estratos superiores de la pradera es clave para que el animal obtenga bocados pesados. La densidad de los horizontes pastoreados suele aumentar conjuntamente con la población de macollos por unidad de superficie y con la proporción de trébol en la pradera.

Cabe señalar que en praderas dominadas por gramíneas, la densidad aumenta hacia la base de la vegetación. Pero sin embargo, el peso de los bocados disminuye fuertemente en la medida que el animal accede a los estratos inferiores, por ejemplo al final de una jornada de pastoreo en franjas. La razón es que el incremento de densidad no compensa la fuerte disminución del tamaño de los bocados (reducción simultánea de su profundidad y de su área), producto de la dificultad que ofrecen estos horizontes a la defoliación.

Composición morfológica de la vegetación

La composición morfológica se refiere a la proporción de hojas, tallos, pseudo-tallos,

Fotografía 5.7. Los animales pueden colectar grandes bocados en el primer horizonte pleno de hojas. En una defoliación progresiva, la proporción de hojas y el tamaño y peso de los bocados disminuye a medida que el animal accede a los horizontes inferiores.

espigas y material muerto en la pradera. En la medida en que aumenta la proporción de hojas verdes, la aprehensión del pasto se facilita e incrementa notablemente el tamaño y peso de los bocados. Así, la velocidad promedio de ingestión aumenta y con ella el consumo diario de forraje.

Por el contrario, la presencia de tallos reproductivos, pseudo-tallos, espigas y material muerto constituye una verdadera *barrera a la defoliación*, dificultando la penetración del hocico en el perfil y la toma de los bocados. Su incremento en la pradera reduce la velocidad de ingestión y el consumo diario en pastoreo (Fotografía 5.8).

Fotografía 5.8. La presencia de tallos, espigas y material muerto actúa como una verdadera barrera a la defoliación, dificultando el pastoreo.

5.3.3. Variación de la frecuencia de bocado y del tiempo de pastoreo

La frecuencia de bocado, más que un mecanismo compensatorio de los cambios en la velocidad de consumo, es una consecuencia del tamaño o peso de los bocados. Tiende a disminuir en la medida que el animal cosecha bocados más pesados, debido a que se incrementan las necesidades de masticación ingestiva, o viceversa.

Dentro de los límites señalados anteriormente, el tiempo de pastoreo suele ser un mecanismo más eficaz para compensar reducciones moderadas de la velocidad de consumo por efecto de una estructura de la pradera desfavorable. Se ha demostrado que el tiempo de pastoreo tiende a variar en sentido inverso al peso promedio de los bocados cuando los animales pastorean praderas de diferente altura.

Así, en praderas altas (sobre 15 cm) que permiten bocados pesados y velocidades de consumo elevadas, el tiempo de pastoreo tiende a disminuir o no varía mayormente. En praderas medianamente cortas (10 a 15 cm), las reducciones en el tamaño de los bocados y en la velocidad de ingestión son compensadas por tiempos más largos de pastoreo e incrementos en la frecuencia de bocados, por lo que el consumo diario no se modifica. Aunque praderas más cortas (menores a 8 cm) incrementan el tiempo de pastoreo y la frecuencia de bocados, éstos resultan insuficientes para compensar la caída en la velocidad de ingestión y el consumo diario comienza a disminuir. Praderas excesivamente cortas (4 cm y menos) parecen desmotivar a los animales a pastorear y tanto el peso de los bocados como el tiempo de pastoreo decaen simultáneamente.

La figura 5.2 resume las relaciones entre las características no nutricionales de la pradera y el comportamiento ingestivo de los animales.

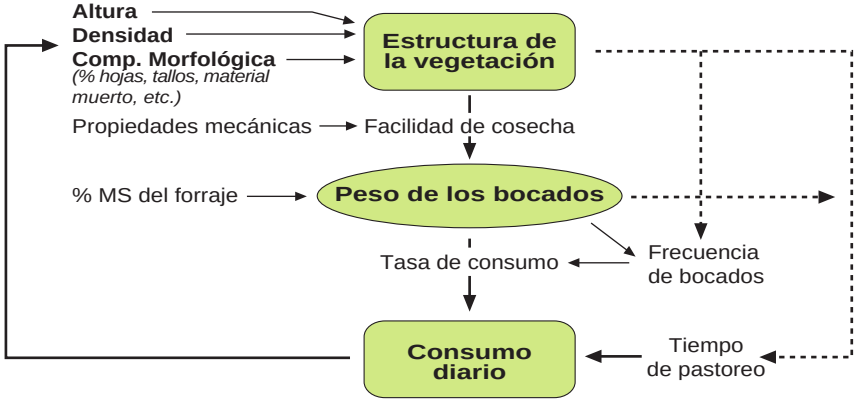


Figura 5.2. Efectos de las características de la pradera sobre el comportamiento ingestivo de los animales que la pastorean.

5.3.4. Efectos de la oferta de pradera sobre el consumo

La cantidad de pradera ofrecida por animal (ver Capítulo 6) tiene un efecto determinante sobre el consumo de forraje. Este aumenta en forma decreciente con el incremento de pradera hasta una oferta diaria máxima de MS, medida a ras de suelo, cercana al 10% del peso vivo de los animales. Paralelamente aumenta también la proporción de forraje rechazado, disminuyendo la eficiencia de pastoreo y la calidad de los rebrotes posteriores.

Hacia el otro extremo, el consumo de forraje comienza a disminuir en forma acelerada cuando la oferta diaria de pradera es menor al 5% del peso vivo de los animales. Las condiciones de pastoreo se vuelven progresivamente más difíciles, lo que reduce el tamaño y peso de los bocados recogidos.

Diferentes resultados de investigaciones han demostrado que ofertas diarias de MS equivalentes al 5 a 6 % del peso vivo, permiten conciliar un consumo de MS suficiente con una eficiencia de pastoreo adecuada.

5.3.5. Características nutricionales de la pradera que afectan el consumo

Contenido de materia seca (MS)
El alto contenido de agua de las praderas en estado vegetativo es uno de los principales factores que restringe el consumo diario de MS en pastoreo. Ello limita la cantidad de MS recogida en cada bocado, por efecto de dilución, siendo una de las causas del menor consumo que se obtiene con animales en pastoreo, al compararlos con aquellos en estabulación y alimentados con raciones completas.

Estado de madurez y contenido de fibra del forraje
En praderas en fase reproductiva y forrajes maduros, el contenido de fibra pasa a ser la limitante nutricional más importante del consumo. El incremento en el contenido de fibra y el descenso de su digestibilidad a medida que madura el forraje, aumenta el tiempo de retención de la fracción fibrosa en el rumen, afectando el consumo a través del llenado ruminal. Este último disminuye el tiempo de pastoreo, ya sea porque incrementan los requerimientos de rumia, o las sensaciones de desagrado asociadas a la distensión del rumen, lo que desmotiva al animal para seguir comiendo.

El aumento de la fibra y la disminución de la digestibilidad de las gramíneas se acelera desde la segunda mitad de la primavera en adelante, cuando la pradera se encaña rápidamente. La disminución del consumo con el avance de la madurez es más importante en el pasto ovillo, el bromo y la festuca que en las ballicas y mucho menos pronunciada en el caso del trébol blanco.

Contenido de proteína

El contenido de proteína cruda también disminuye con la madurez de las plantas, particularmente entre fines de primavera y verano, en praderas poco o no fertilizadas con nitrógeno. Niveles muy bajos de proteína en el forraje podrían limitar su digestión microbiana en el rumen y reducir el consumo voluntario. Sin embargo, esta situación es poco probable que se dé en praderas de pastoreo bien manejadas y sólo podría presentarse en rebrotes maduros de verano.

5.3.6. Características de los animales que afectan el consumo de pradera

El tamaño o peso de los animales, su estado fisiológico y nivel de producción condicionan tanto sus requerimientos nutricionales, particularmente de energía, como la capacidad de cosecha y de procesamiento digestivo del alimento. El conjunto de estos parámetros define la capacidad de ingestión de los animales.

Tamaño corporal

En animales adultos, el aumento del consumo con el peso vivo está relacionado al incremento de los requerimientos de mantención y del tamaño del tracto digestivo. En promedio se ha encontrado que el consumo en pastoreo aumenta entre 1 a 1,5 kg de MS por cada 100 kg de peso vivo adicionales. Este incremento de consumo, es el resultado del aumento de peso de los bocados colectados por los animales de mayor tamaño con hocico más grande, y por ende, de la velocidad de ingestión.

Estado fisiológico y nivel de producción

Por otra parte, las vacas en lactancia comen más que sus análogas secas, diferencia que puede alcanzar hasta un 40 a 50% del consumo diario de MS en condiciones de pastoreo. Además, el consumo de pradera por vacas en lactancia aumenta con el nivel de producción de leche, en aproximadamente 0,26 kg de MS por cada kg adicional de leche corregida al 4% de materia grasa. En este caso, el incremento del consumo diario de las vacas lactantes o de mayor producción se ha logrado mediante dos mecanismos simultáneos: una mayor velocidad de consumo y un aumento del tiempo de pastoreo.

5.3.7. Rangos promedio de consumo y comportamiento ingestivo en vacas lecheras

En términos generales es posible señalar que el consumo de pradera y el comportamiento ingestivo de vacas lecheras a pastoreo se ajusta dentro de los siguientes rangos:

Consumo diario (kg MS/vaca/día)	12 - 18	Velocidad de consumo (kg MS/hora)	1,0 - 2,4
Tiempo de pastoreo (horas/día)	7 - 10	Peso de los bocados (g MS)	0,3 - 1,2
Tiempo de rumia (horas/día)	6 - 9	Frecuencia de bocados (nº/minuto)	40 - 60
		Número total de bocados/día (miles)	20 - 35

5.4. EFECTOS DEL PISOTEO Y DE LAS EXCRETAS DE LOS ANIMALES SOBRE LA PRADERA

Además de la defoliación de la pradera, el proceso de pastoreo incluye otros aspectos, tales como el pisoteo, la deposición de excretas animales y la dispersión de semillas. Éstos alteran el suelo, la pradera y el comportamiento de los animales que la consumen. En los párrafos siguientes se analizarán brevemente estos aspectos.

5.4.1. Pisoteo

El pisoteo puede tener efectos adversos sobre el suelo y la vegetación dependiendo de la interacción de varios factores, entre los cuales la carga animal, el clima, el tipo de suelo y su topografía y las características de la pradera, son los más relevantes.

El daño principal causado por un pisoteo intenso y prolongado es la compactación superficial del suelo, lo cual reduce la porosidad dificultando la infiltración de agua, la circulación de aire y el crecimiento de las raíces. En suelos con pendientes pronunciadas, la compactación favorece el escurrimiento superficial durante los períodos de lluvia, lo que puede causar erosión.

Contenido de humedad del suelo

El riesgo de deterioro aumenta sustancialmente cuando el suelo está húmedo durante el pastoreo, ya que en esas condiciones es mucho menos resistente a la compresión por peso y se deforma con facilidad (Fotografía 5.9). Además, la presión de las pezuñas en suelo húmedo puede provocar un daño físico directo a las plantas, destruyendo macollos, puntos de crecimiento e incluso las raíces expuestas.

Fotografía 5.9. a) Daño por pisoteo en la franja pastoreada en un día de fuertes precipitaciones; b) Huellas dejadas por las pezuñas en un día lluvioso, mostrando el daño al suelo y a la pradera.

Carga animal

Altas cargas animales o, más precisamente, altas densidades de pastoreo, en suelos con abundante humedad, reducirán la población de plantas de la pradera y la producción posterior de forraje por un tiempo variable (Fotografía 5.10). La capacidad de recuperación dependerá de la magnitud del daño causado, del tipo de suelo y de las características de la pradera en cuestión. Altas densidades de pastoreo en forma permanente producirán una compactación creciente del horizonte superficial del suelo.

Características del suelo

Los suelos de texturas finas (arcillosos) son más susceptibles que los de texturas medias y gruesas al daño por pisoteo en períodos de lluvias intensas. La infiltración de agua disminuye más rápidamente provocando anegamiento superficial, lo que reduce su capacidad de soporte. El contenido de materia orgánica mejora las propiedades físicas del suelo, lo hace más esponjoso y le otorga mayor estabilidad a los agregados, aumentando la resistencia a la compactación.

Fotografía 5.10. Daño causado por un pisoteo intenso, producto del pastoreo en franjas con una la alta densidad de pastoreo durante el período invernal.

Características de la pradera

Las praderas densas, con sistemas radicales vigorosos, pueden absorber más energía del pisoteo y amortiguar en parte la presión ejercida sobre el suelo. Por el contrario, praderas nuevas, establecidas en suelos recientemente cultivados, están mucho más expuestas al posible daño por pisoteo animal mientras no se afirme el suelo.

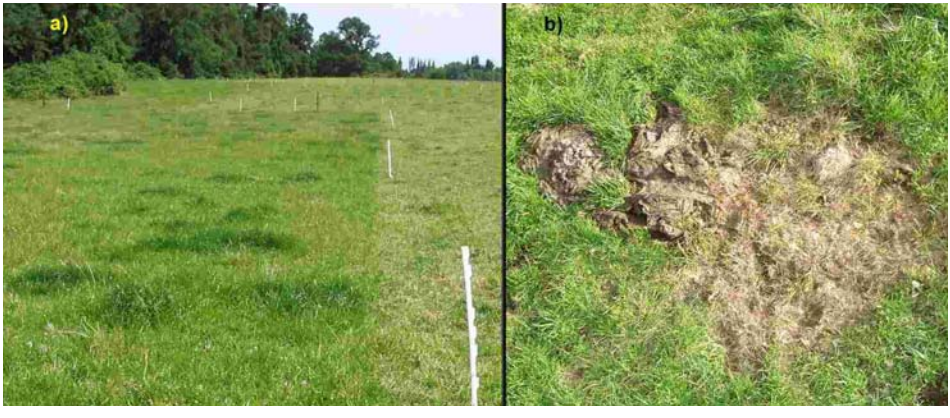
También se han encontrado diferencias entre las especies forrajeras, destacando como tolerantes al pisoteo la *Poa sp*. (piojillo) y algunas gramíneas estoloníferas; medianamente tolerantes la ballica perenne y el trébol blanco; poco tolerantes el pasto ovillo y, sensibles, el trébol rosado y el pasto miel.

Alternativas de manejo
Entre las prácticas de manejo posibles de implementar para disminuir el daño por pisoteo, las más importantes son evitar el pisoteo severo de praderas recién sembradas (con suelo blando); mejorar el drenaje de los potreros deficientes, y reducir la densidad de pastoreo y el número de horas de pastoreo en los períodos de riesgo o en potreros susceptibles. Esto último se puede realizar de diferentes formas dependiendo del sistema de pastoreo, disponibilidad de infraestructura y manejo general del rebaño (ver Capítulo 7, puntos 7.4.2 y 7.4.3).

5.4.2. Excretas

Las excretas, fecas y orina, devuelven gran proporción de los nutrientes ingeridos y aportan materia orgánica al suelo. Pero en el caso de las bostas, generan áreas de rechazo (los animales evitan comer en torno a ellas) y un pastoreo desuniforme. Las manchas de orina son mucho menos rechazadas y desaparecen con rapidez (Fotografía 5.11).

Por otra parte, las bostas cubren las plantas que quedan debajo de ellas, impidiendo el paso de la luz por varias semanas, e incluso meses, sobre todo en el período de primavera y verano. Las plantas cubiertas normalmente mueren dejando espacios que serán colonizados por otras, lo que cambiará progresivamente la composición botánica de la pradera.



Fotografía 5.11. a) El verde intenso de los manchones afectados revela principalmente el efecto del nitrógeno devuelto por las excretas; b) Espacio dejado por una bosta descompuesta mostrando la muerte de plantas bajo ella.

Producción de bostas

Las vacas lecheras en pastoreo defecan aproximadamente 10 a 14 veces al día, bostas de alrededor de 1,8 a 2 kg de peso fresco y 14 % de MS en promedio, aunque esto es bastante variable dependiendo de las características de la pradera (Fotografía 5.12). Cubren un área cercana a 0,07 m^2, pero afectan negativamente el consumo de pasto sobre una extensión cuatro a seis veces superior (incluso hasta nueve veces), dependiendo de la presión de pastoreo (Fotografía 5.13).

La probabilidad de que una vaca bostee aumenta cuando se para luego de estar echada, por lo que las bostas aumentan en las áreas de descanso y sombra, en los refugios naturales, así como en los potreros usados durante la noche. También se concentran en torno a aquellos lugares visitados o transitados frecuentemente, como bebederos, entradas de potrero, sitios usados para la suplementación, sala de ordeña, caminos, etc.

Fotografía 5.12. Distintos tipos de bostas en función de las características de la pradera, fundamentalmente del contenido de MS y fibra.

El rechazo de las zonas afectadas por las bostas se produce inicialmente por el olor de la bosta fresca y, posteriormente, porque el pasto circundante no consumido se madura, encaña y espiga. El área cubierta e influenciada por las bostas durante un año puede ser muy variable dependiendo del manejo del rebaño.

Suponiendo una carga animal promedio de 2 vacas por hectárea, 12 defecaciones diarias por vaca y un 80% de las deposiciones realizadas en los potreros, el área cubierta por las bostas en un año sería alrededor del 5% del área de pastoreo, si no se considera traslape. El área de influencia (6 veces el área cubierta) podría teóricamente alcanzar a un 30% o más de la superficie pastoreada. Sin embargo, en la práctica ésta será bastante menor, dependiendo del grado de traslape y de la velocidad de descomposición de las bostas.

Fotografía 5.13. El tamaño del área afectada por la bosta depende de la presión de pastoreo.

Producción de orina

Una vaca en pastoreo orina 10 veces al día aproximadamente, siendo bastante más regular que el número de defecaciones. En promedio, el volumen de orina eliminado por vez es cercano a 2 litros por vaca y es esparcido sobre un área mayor de pradera que las fecas, de aproximadamente 0,3 - 0,4 m^2. Como existe cierto grado de difusión lateral, el área influenciada por la orina puede aumentar al doble del área cubierta.

Siguiendo el mismo razonamiento anterior, la superficie cubierta con orina durante un año sería alrededor del 20% de la superficie pastoreada, y el área de influencia un 40%. Sin embargo el rechazo que produce la orina es pequeño y de corto tiempo, por lo que su efecto se limita fundamentalmente a la devolución y transferencia de nutrientes al suelo. Aunque en tiempo seco y caluroso la orina puede marchitar, e incluso quemar algunas plantas afectadas, esto no tiene ninguna trascendencia productiva.

Reciclaje y pérdida de nutrientes

El animal utiliza y retiene sólo una pequeña proporción de los nutrientes ingeridos en el forraje para sus procesos metabólicos y productivos. El resto es devuelto al suelo a través de las excretas. En el caso de vacas lecheras, aproximadamente entre un 70 a 80% del nitrógeno, 60 a 80% del fósforo y 80 a 90% del potasio ingeridos es excretado en las fecas y en la orina.

Los nutrientes contenidos en las fecas están principalmente en forma orgánica e insoluble en agua, por lo que quedan lentamente disponibles para las plantas, en la medida que se van mineralizando en el suelo. Las fecas contienen la mayor parte del fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y micronutrientes; proporciones variables de nitrógeno (N) y de azufre (S), y una pequeña fracción del potasio (K) excretado (Cuadro 5.1).

Nutriente	Orina	Fecas
N	53	26
P	-	66
K	81	11
Ca	3	77
Mg	12	80

Cuadro 5.1. Porcentaje de los nutrientes ingeridos que son excretados en fecas y orina, en vacas alimentadas con pasto fresco (Hutton et al, 1965 y 1967).

Nutriente	Orina	Fecas
N	1.000	1.040
P	-	280
K	900	400
S	35	100

Cuadro 5.2. Cantidad aproximada de macronutrientes, en kg / ha, encontradas en las manchas de orina y fecas de vacuno (Kemp et al, 1999).

En la orina los nutrientes se encuentran fundamentalmente en formas solubles en agua e inmediatamente disponibles para las plantas. La orina contiene la mayor parte del nitrógeno y azufre excretado y casi la totalidad del potasio (Cuadro 5.1).

Los nutrientes no son reciclados en forma uniforme a través del área de pastoreo, debido a que la depositación de excretas en los potreros tampoco lo es. Además, un porcentaje variable de las excretas es depositado en las diferentes áreas donde transitan o se congregan los animales, fuera de los potreros, transfiriendo parte de los nutrientes ingeridos. También hay transferencia de nutrientes dentro de los potreros, entre las áreas de pastoreo y aquellas de descanso o visitadas frecuentemente.

Como cada deposición cubre una pequeña área de suelo, los nutrientes contenidos en ella logran altas concentraciones por unidad de superficie (Cuadro 5.2). Estas sobrepasan ampliamente la capacidad de absorción de las plantas circundantes en los meses siguientes.

Por lo tanto, de los nutrientes devueltos al suelo por las excretas, dependiendo del tipo de nutriente y de excreta, sólo una parte estará inmediatamente disponible para las plantas. Del resto, una fracción variable quedará expuesta a pérdidas gaseosas (volatilización, desnitrificación) o por lixiviación. Otra será inmovilizada en la materia orgánica del suelo por un tiempo variable, mientras se desarrollan los procesos de descomposición y mineralización que permitan la liberación de los nutrientes.

En el caso de las bostas, la liberación de los nutrientes necesariamente requiere de procesos de degradación física y biológica para su descomposición e incorporación al suelo y posterior mineralización. El clima (precipitaciones y temperatura), las aves, las lombrices de tierra, algunos escarabajos y los microorganismos del suelo son fundamentales para que se desarrollen estos procesos. Por eso, la velocidad de descomposición puede variar notablemente a través del año, desde 2 a 3 meses en condiciones favorables, hasta más de 6 meses en situaciones desfavorables (Fotografía 5.14).

Alternativas de manejo

Las alternativas de manejo destinadas a reducir los efectos adversos del rechazo de las excretas animales y a favorecer un reciclaje más rápido y uniforme de nutrientes, se presentan en el Capítulo 7, en el punto 7.4.4.

Fotografía 5.14. Bostas en distinto grado de descomposición.

CAPITULO 6

METODOS Y CONTROL DEL PASTOREO*

Uno de los objetivos de un buen manejo de pastoreo es utilizar una alta proporción del forraje producido y al mismo tiempo lograr el máximo consumo de nutrientes por animal. En general, estos dos objetivos son antagónicos, por lo que un adecuado método de pastoreo debe generar un compromiso entre el consumo individual y la eficiencia de utilización de la pradera.

En este capítulo se describen los principales métodos de pastoreo que pueden ser de interés para los productores del sur de Chile y los conceptos ligados al manejo del pastoreo; además de los cálculos comúnmente requeridos en el pastoreo rotativo en franjas.

6.1. METODOS DE PASTOREO

Los métodos de pastoreo pueden dividirse en dos grandes grupos. Uno es el pastoreo continuo en el que los animales están permanentemente en la pradera; el otro corresponde al pastoreo rotativo, donde los animales permanecen en forma intermitente sobre la pradera.

El método de pastoreo más utilizado en el sur de Chile es el pastoreo rotativo, especialmente en los sistemas de producción bovina de leche (Fotografía 6.1.) y de carne (crecimiento y engorda). No obstante, el pastoreo continuo también es utilizado en sistemas pecuarios más extensivos, como es la crianza de bovinos y ovinos.

6.1.1. Pastoreo continuo

En este método de pastoreo, los animales permanecen en forma permanente sobre la pradera, por un número determinado de semanas e incluso por toda la temporada. Lo anterior no significa que cada macollo, estolón o planta que compone la pradera sea defoliado en forma continua. Al respecto, diferentes estudios han determinado que el intervalo entre defoliaciones en un pastoreo continuo puede variar desde 5 días hasta 4 semanas, dependiendo de la carga animal.

El pastoreo continuo no consiste en dejar los animales libres sobre un determinado

* Anwandter, V.; Balocchi, O.; Parga, J.; Canseco, C.; Teuber, N.; Abarzúa, A.; Lopetegui, J. y Demanet, R.

Fotografía 6.1. Vacas lecheras en pastoreo.

potrero o sector, sino que durante el período en que el rebaño pastoreará, se debe estimar una carga animal en base a la producción de la pradera y al consumo de forraje de los animales. Por lo tanto, el objetivo del pastoreo continuo es mantener una carga animal que permita equiparar el consumo de forraje con el crecimiento de la pradera.

Ejemplo 1: Si se considera que en la estación de primavera la tasa de crecimiento promedio de la pradera es de 50 kg MS/ha/día, se acumulan 4.500 kg MS/ha en el período, considerando los 90 días de la estación.

Crecimiento acumulado = 50 x 90 = 4.500 kg MS/ha/estación

Si la pradera se utiliza con un 90% de eficiencia para este período, se obtiene una producción disponible para ser consumida de 4.050 kg MS/ha/estación.

Consumo = 4.500 x 0,9 = 4.050 kg MS/ha/estación

Existen diferentes fórmulas para estimar la capacidad de consumo de los animales en pastoreo, pero para este ejemplo estimaremos un consumo de MS/día equivalente al 3% del peso vivo, considerando que los animales sean vacas lecheras en lactancia.

Si éstas tienen un peso promedio de 500 kg, se obtiene un consumo de 15 kg MS/animal/día.

$$\text{Capacidad de consumo} = 500 \times 0{,}03 = 15 \text{ kg MS/animal/día}$$

Al multiplicar la capacidad de consumo de 15 kg MS/animal/día por los 90 días de la estación, se obtiene un consumo en el período de 1.350 kg MS/animal/estación.

$$\text{Consumo} = 15 \times 90 = 1.350 \text{ kg MS/animal/estación}$$

Si se divide la producción disponible para ser consumida de 4.050 kg MS/ha/estación por el consumo de 1.350 kg MS/animal/estación, se obtiene una carga animal para la estación de primavera de 3 animales/ha.

$$\text{Carga animal} = \frac{4.050}{1.350} = 3 \text{ animales/ha/estación}$$

El control de este método de pastoreo se realiza mediante un monitoreo continuo de la altura sin disturbar de la pradera o de la disponibilidad de forraje, de modo de mantener un valor promedio.

El mayor beneficio teórico del pastoreo continuo es mantener a la pradera cercana a su índice de área foliar óptimo, ya que se efectúa una frecuente defoliación de ésta. Sin embargo, debido a la variabilidad de la pradera, siempre existirán sectores sobre pastoreados y otros rechazados, produciendo los típicos manchones distribuidos irregularmente en el potrero.

6.1.2. Pastoreo continuo mejorado

Este método es una modalidad del pastoreo continuo, en el cual los animales se mantienen en forma permanente sobre la pradera, pero a diferencia del método anterior, la superficie pastoreada puede cambiar entre períodos, cuando la tasa de crecimiento diario de la pradera varía, por ejemplo, entre estaciones del año. El manejo del pastoreo es regulado mediante el monitoreo continuo y frecuente de la disponibilidad de forraje o altura sin disturbar de la pradera, de modo de mantener un valor promedio.

Cuando existe disponibilidad de forraje o altura sin disturbar excedente, se disminuye la superficie destinada a pastoreo mediante el uso del cerco eléctrico. Si por el contrario, la disponibilidad de forraje o altura sin disturbar es insuficiente, se aumenta la superficie destinada al pastoreo.

Para el cálculo de las superficies de pastoreo, al igual que en el pastoreo continuo, se puede tomar en cuenta la tasa de crecimiento de la pradera promedio de un

período, el crecimiento acumulado y el consumo promedio diario por animal, con lo cual se puede obtener una carga animal determinada.

La superficie de pradera excedentaria y que no está siendo utilizada en pastoreo, se destina a conservación de forraje, con el cual se suplementará cuando la superficie de pradera no sea capaz de suplir los requerimientos de consumo de los animales en pastoreo.

6.1.3. Pastoreo rotativo

Este método consiste en que el área total destinada a pastoreo en un predio, es dividida en un número determinado de potreros con un tamaño definido o, eventualmente, con un tamaño variable, el cual va a depender del número de animales, de su capacidad de consumo en pastoreo y de la disponibilidad de forraje de la pradera. La Figura 6.1 muestra un esquema de pastoreo rotativo en quince potreros.

Los potreros van siendo pastoreados en forma secuencial (Figura 6.1), con una determinada frecuencia e intensidad, las que se relacionan con los criterios de inicio y de término de cada pastoreo. Ver más detalles en el Capítulo 7.

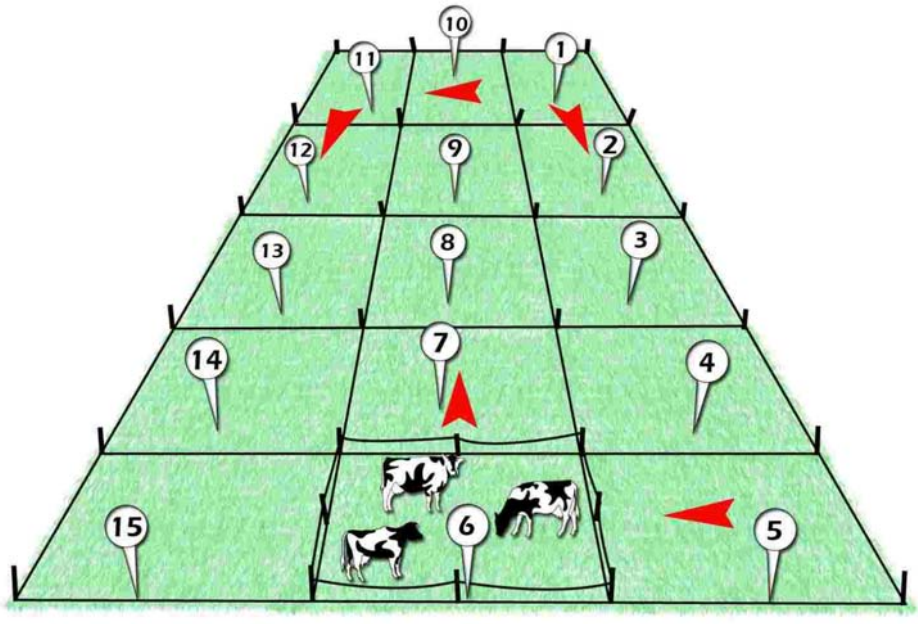


Figura 6.1. Pastoreo rotativo en quince potreros

Se define como ciclo de pastoreo a la suma del período de utilización más el respectivo tiempo de descanso de la pradera. El período de utilización de cada franja o potrero puede variar desde 24 horas o menos, en sistemas intensivos de producción de leche, hasta un máximo de 2 días en primavera y 4 días en invierno. Períodos de utilización más prolongados, pueden conducir al consumo del rebrote y perjudicar la producción y la persistencia de la pradera.

El período de descanso puede ser tan corto como 14 a 21 días durante los meses de octubre y noviembre, donde la tasa de crecimiento de la pradera es máxima (cercana a 70 kg MS/ha/día) y puede alcanzar hasta 60 días durante los meses de invierno, cuando la tasa de crecimiento de la pradera es mínima (menor a 10 kg MS/ha/día).

6.1.4. Pastoreo en franjas

El pastoreo en franjas es similar al pastoreo rotativo, con la diferencia de que es más intensivo. Este método de pastoreo consiste en delimitar sectores dentro de un potrero, denominados franjas, para ser pastoreados durante un período definido de tiempo (desde 0,5 hasta 3 días), dependiendo del manejo y de la categoría de animales (vacas en lactancia, animales en engorda u otros). La Figura 6.2 muestra como ocurre el ciclo del pastoreo en franjas.

Las franjas se pastorean en forma secuencial (Figura 6.2) con una frecuencia e intensidad determinada. El número de franjas a delimitar tiene directa relación con la frecuencia de pastoreo, por lo tanto si la frecuencia de pastoreo es de 21 días se necesita del mismo número de franjas. Cuando los animales terminan de pastorear la franja 21, vuelven a la franja 1, para iniciar el siguiente ciclo de pastoreo. Las divisiones entre una franja y otra son móviles y deben ser realizadas utilizando un cerco eléctrico, herramienta de gran utilidad en el manejo del pastoreo.

La Fotografía 6.2 muestra un pastoreo invernal en franjas, el cual se caracteriza por baja disponibilidad, tanto en pre-pastoreo como en el residuo.

6.1.4.1. Superficie de la franja

La superficie de cada franja puede variar de acuerdo al número de animales, su capacidad de consumo en pastoreo y la disponibilidad de forraje de la pradera.

Una forma de estimar la superficie de la franja de pastoreo es mediante la estimación de la capacidad de consumo de los animales en pastoreo. Este valor puede ser calculado para un día (kg MS/animal/día) o para el tiempo que dure el pastoreo.

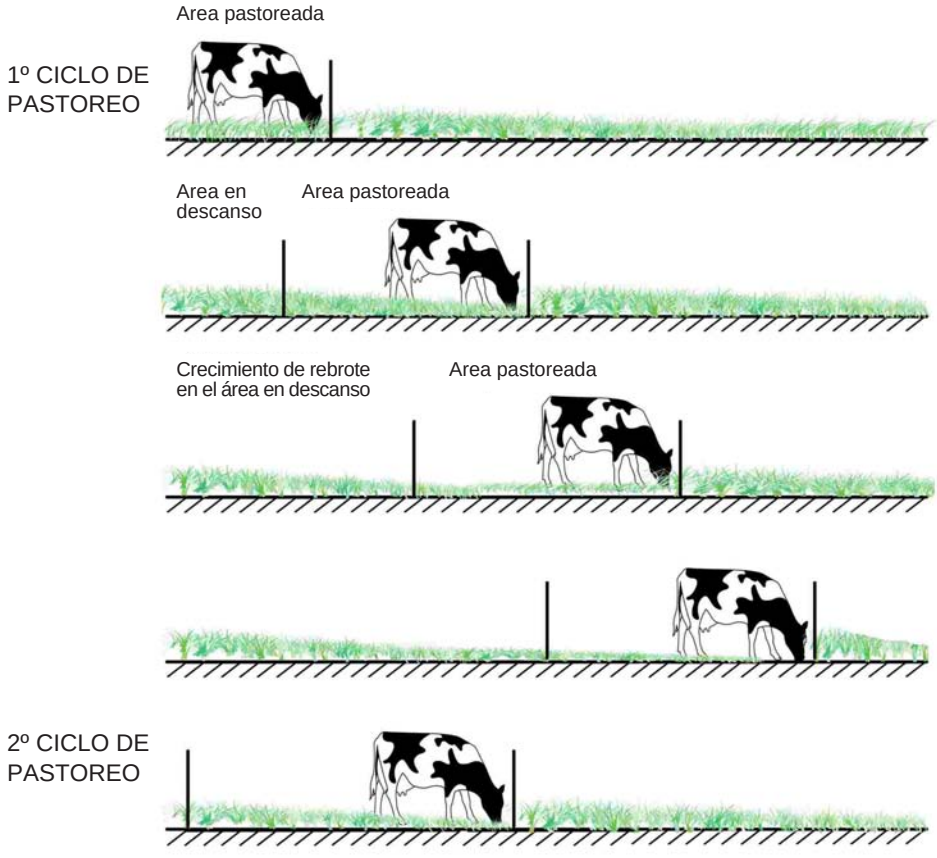


Figura 6.2. Ciclo del pastoreo en franjas.

Para estimar la capacidad de consumo de los animales en pastoreo, se calculará un 3% del peso vivo al día, considerando que los animales estén en producción.

Teniendo en cuenta que para el método de pastoreo en franjas, existe una disponibilidad de pre-pastoreo y un residuo (kg MS/ha); el consumo aparente (kg MS/ha) corresponde a la cantidad de forraje que es aparentemente consumida por los animales durante un pastoreo, la que se calcula:

Consumo aparente = Disponibilidad de pre pastoreo - residuo

La densidad de pastoreo (ver punto 6.2.1) se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Densidad de pastoreo} = \frac{\text{Consumo aparente}}{\text{Capacidad de consumo por animal}}$$

Conociendo la densidad de pastoreo, se podrá calcular la superficie de pastoreo para un número determinado de animales, que puede ser por ejemplo, el número de animales que compone un rebaño o lote.

La forma de calcular la superficie de la franja, también es válida para el cálculo de la superficie de los potreros de tamaño variable, en el pastoreo rotativo.

Fotografía 6.2. Pastoreo en franjas y estimación de la disponibilidad con el plato en la estación de invierno.

Ejemplo 2: Si se tienen 50 animales de 500 kg, la capacidad de consumo en pastoreo de cada uno será de 15 kg MS/animal/día.

Capacidad de consumo = 500 x 0,03 = 15 kg MS/animal/día

Si el cálculo corresponde a la estación de primavera, se podría implementar un manejo con una disponibilidad de 2.400 kg MS/ha en pre pastoreo y con un residuo de 1.400 kg MS/ha, lo que da un consumo aparente de 1.000 kg MS/ha/día.

Consumo aparente = 2.400 – 1.400 = 1.000 kg MS/ha/día

Si se divide los 1.000 kg MS/ha/día de consumo aparente por los 15 kg MS/animal/día de capacidad de consumo, se obtiene una densidad de pastoreo de 67 animales/ha/día.

$$\text{Densidad de pastoreo} = \frac{1.000}{15} = 67 \text{ animales/ha/día}$$

Entonces, en la superficie de una hectárea pueden pastorear 67 animales, pero como se tienen solo 50 animales, la superficie para pastoreo diario sería de 7.463 m^2.

$$\text{Superficie para pastoreo diaria} = \frac{50 \text{ x } 10.000}{67} = 7.463 \text{ m}^2$$

Conociendo el ancho del potrero y la superficie diaria de pastoreo, es posible calcular el largo necesario del potrero o los metros de avance diario, los que deben ser regulados mediante el uso del cerco eléctrico.

Para el ejemplo anterior, si se tiene un potrero con un ancho de 74,63 m, el largo necesario o los metros de avance sería 100 m diarios, lo que proporciona una superficie para pastoreo de 7.463 m^2.

$$\text{Largo de la franja} = \frac{7.463}{74,63} = 100 \text{ m/día}$$

En el caso que la duración del pastoreo sea de medio día, como por ejemplo en predios destinados a la producción de leche, se tendrá que proporcionar la mitad de la superficie después de la ordeña de la mañana y la otra mitad posterior a la ordeña de la tarde. Para el caso del ejemplo, en la mañana habría que dar 3.732 m^2 de superficie para pastoreo o 50 m de largo y la superficie restante en la tarde.

6.1.5. Pastoreo con iniciadores y seguidores

El método de pastoreo con iniciadores y seguidores, también conocido como pastoreo preferencial, es una forma de pastoreo rotativo usando dos grupos de animales. Los iniciadores pueden ser animales de elevados requerimientos, como vacas lecheras o novillos en engorda; en cambio los seguidores pueden ser animales de menores requerimientos, como vacas lecheras de menor producción, en período seco, vaquillas o novillos en la etapa de recría.

Este método es aplicable cuando se necesita disminuir el residuo, lo que no se puede lograr con animales más exigentes, sin afectar su nivel de producción. Para reducir el residuo dejado por los iniciadores, se utilizan animales de menores requerimientos como seguidores, a los cuales se les puede forzar a pastorear hasta un residuo más bajo.

6.1.6. Pastoreo mixto

Este método consiste en el pastoreo conjunto de dos especies de animales en un mismo potrero, como por ejemplo, bovinos y ovinos. Se ha reconocido que estas especies animales difieren en sus patrones y hábitos de pastoreo y que esas diferencias pueden ser complementarias, por lo que el pastoreo mixto puede resultar en una mayor producción animal por hectárea. Esta ventaja, frente al pastoreo con una sola especie animal, ha sido atribuida tanto a una mayor productividad de los ovinos, como también a una mayor eficiencia de utilización del forraje, debido a que los ovinos consumen la fracción rechazada por los bovinos.

Este método de pastoreo también puede ser rotativo, donde las dos especies animales en conjunto van a rotar por los potreros.

6.1.7. Pastoreo lateral

Este es un método de pastoreo, en que se tiene un potrero colindante al potrero principal, al que por una puerta pequeña, pueden ingresar solo las crías y no sus madres. De esta forma, las crías se encuentran ante una mayor disponibilidad de forraje en el potrero colindante. El pastoreo lateral se presta para aquellos casos en que las crías están junto a sus madres y se alimentan de leche y forraje simultáneamente. Es el caso de terneros y corderos, antes de su destete.

Para mayor comprensión de los métodos de pastoreo, es necesario definir una serie de términos que se utilizan para el control y descripción de sus manejos, uno de los cuales es la carga animal.

6.2. CARGA ANIMAL

Este concepto corresponde al número de animales que se alimentan en una hectárea de pradera, ya sea a través del pastoreo, “soiling” y o forraje conservado. La carga animal puede expresarse en forma instantánea y en forma anual, lo cual se describe a continuación.

6.2.1. Carga animal instantánea o densidad de pastoreo

El número de animales que pastorea en un momento determinado una superficie de una hectárea de pradera, se denomina carga animal instantánea o densidad de pastoreo. Al considerar que los sistemas productivos en base a praderas, se manejan con lotes de animales, la carga animal instantánea pudiera ser calculada como:

$$\text{Carga animal instantánea} = \frac{\text{Número de animales de un lote}}{\text{Superficie (ha) para pastoreo diario del lote}}$$

6.2.2. Carga animal anual

El número total de animales en la superficie disponible para pastoreo en un predio, se denomina carga animal anual. Este concepto puede ser calculado de la siguiente manera:

$$\text{Carga animal anual} = \frac{\text{Número de animales de un rebaño}}{\text{Superficie (ha) del predio que se destina a pastoreo}}$$

Siempre es importante especificar la unidad de medida en que se expresa la carga animal. Es posible hablar simplemente del número de animales de una determinada categoría, como también de la unidad animal. Una unidad animal corresponde a un bovino adulto de 500 kg de peso vivo con una capacidad de consumo de pradera de un 2,5% de su peso vivo al día. Si un animal posee un peso vivo diferente, la unidad animal debe ser ajustada. Para el caso de las vacas lecheras es más complejo, ya que el consumo de pradera está fuertemente afectado por el estado fisiológico y el nivel de producción de leche. Tomando en cuenta lo anterior, el Cuadro 6.1 propone algunas equivalencias.

Cuadro 6.1. Unidad animal equivalente entre diferentes categorías de vacas lecheras.

Categoría de vaca lechera	Equivalencia unidad animal
Vacas secas preñadas	0,75
Producción igual o menor a 14 litros/día	1,00
Producción de 15 a 20 litros/día	1,20
Producción de 21 a 26 litros/día	1,40

Para el Ejemplo 1, si transformamos la carga animal obtenida en la estación de primavera a unidad animal (UA), considerando que los animales fueran vacas lecheras con una producción promedio diaria de 25 litros de leche (1,40 UA equivalente), se tendría 4,2 UA/ha/estación.

Carga animal = 3 x 1,40 = 4,2 UA/ha/estación

6.2.2.1. Ajuste de la carga animal anual

Previo al cálculo de la superficie de las franjas en el pastoreo en franjas o de la

superficie de los potreros en el pastoreo rotativo, es importante hacer un cálculo del consumo anual de los animales en pastoreo, para estimar si la producción anual de la pradera permitirá satisfacer el consumo requerido por los animales; aplicando una eficiencia de utilización determinada. Por lo tanto, se puede establecer un balance entre la disponibilidad de forraje y las necesidades anuales. Esto se indica en el siguiente ejercicio.

Ejemplo 3: Si se tienen animales de 500 kg, se considerará un consumo de forraje promedio de un 2,5% de su peso vivo al día, considerando que el consumo es fluctuante a lo largo del año, ya que el peso y la producción de los animales puede variar e influir en esta variable, por lo tanto se tiene:

Capacidad de consumo = 500 x 0,025 = 12,5 kg MS/animal/día

Si se multiplica el consumo de 12,5 kg MS/animal/día por los 365 días del año, obtenemos un consumo anual de 4.563 kg MS/animal/año.

Consumo anual = 12,5 x 365 = 4.563 kg MS/animal/año

Si se estima que la pradera produce 12.000 kg MS/ha/año y que la eficiencia de utilización es un 85%, se tendría un consumo potencial anual de 10.200 kg MS/ha/año.

Consumo potencial anual = 12.000 x 0,85 = 10.200 kg MS/ha/año

Si se divide el consumo potencial de 10.200 kg MS/ha/año por el consumo de forraje anual por animal (4.563 kg MS), se obtiene una carga animal de 2,2 animales/ha/año, equivalente a 2,2 UA/ha/año.

$$\text{Carga animal anual} = \frac{10.200}{4.563} = 2{,}2 \text{ animales/ha/año}$$

Ahora, si la pradera es utilizada por vacas lecheras que producen en promedio 20 litros de leche al día (equivalentes a 1,2 UA), la carga animal en UA aumentará:

Carga animal anual = 2,2 x 1,20 = 2,64 UA/ha/año

Esto significa que el requerimiento anual de forraje también aumentará en 1,2 veces:

10.200 kg MS/ha/año x 1,2 = 12.240 kg MS/ha/año

Como la cantidad de pradera consumible sigue siendo la misma (10.200 kg MS/año), se producirá un déficit de alimento de 2.040 kg MS/ha/año, el que deberá ser previsto con anticipación en el balance forrajero.

En estos cálculos se considera que las altas tasas de crecimiento que experimenta la pradera en primavera, dejan un forraje excedente que no es consumido a través del pastoreo, el cual puede destinarse a conservación y ser suministrado a los animales en los períodos críticos.

6.3. CONCEPTOS Y CALCULOS USADOS EN PASTOREO ROTATIVO Y EN FRANJAS

Para una mayor comprensión del pastoreo rotativo y en franjas, es necesario definir los términos que se utilizan para el control y descripción de sus manejos. Estos términos corresponden a la eficiencia de utilización, proporción de utilización por pastoreo, oferta diaria de forraje y presión de pastoreo.

6.3.1. Eficiencia de utilización

La eficiencia de utilización se define como la proporción de la producción anual neta de una pradera, que es efectivamente consumida por los animales en pastoreo o, eventualmente, cosechada en forma mecánica para que el forraje sea entregado a los animales en forma de "soiling" o para que sea destinado a conservación.

Para el método de pastoreo rotativo o en franjas, existe la disponibilidad de pre pastoreo y el residuo (kg MS/ha). La diferencia entre ambos (pre y post pastoreo) definen el consumo aparente (kg MS/ha).

La cantidad de pradera que es consumida anualmente por los animales corresponde a la suma de los consumos aparentes de cada pastoreo, lo que se denomina consumo aparente acumulado.

La producción anual neta (PAN, kg MS/ha) de una pradera establecida, corresponde a la disponibilidad inicial (DI, kg MS/ha), más la sumatoria de los crecimientos entre pastoreos (CEP, kg MS/ha) del resto del año.

$$PAN = DI + \sum CEP$$

Se habla de producción anual neta de una pradera, debido a que este cálculo no considera la senescencia y muerte natural de las plantas; material vegetal que se incorpora al suelo como materia orgánica y por lo tanto, no puede ser aprovechado por los animales.

Por lo tanto, la eficiencia de utilización (%) queda definida como:

$$\text{Eficiencia de utilización (\%)} = \frac{\text{Consumo aparente acumulado}}{\text{Producción anual neta}} \times 100$$

Normalmente, la eficiencia de utilización debiera alcanzar valores de entre 70 y 90%, lo que va a depender del manejo del pastoreo.

En los sistemas de producción en base a praderas es importante mencionar que los

estudios han demostrado que mientras mayor sea el consumo de forraje proveniente de la pradera, mayor será la rentabilidad del rubro en cuestión, ya que se realiza un mejor aprovechamiento del forraje disponible en la pradera. Lo anterior se cumple cuando se logra que los animales realicen un alto consumo de forraje de cada hectárea de pradera a lo largo del año.

Un término relacionado con la eficiencia de utilización, es el de la proporción de utilización por pastoreo, el cual se define a continuación.

6.3.2. Proporción de utilización por pastoreo

Este término corresponde al porcentaje de la disponibilidad de pre-pastoreo, que es consumida por los animales durante el pastoreo. Por lo tanto, la proporción de utilización por pastoreo queda definida como:

$$\text{Proporción de utilización por pastoreo (\%)} = \frac{\text{Consumo aparente}}{\text{Disponibilidad de pre-pastoreo}} \times 100$$

La proporción de utilización por pastoreo para el Ejemplo 2, es 42%.

$$\text{Proporción de utilización por pastoreo} = \frac{1.000}{2.400} \times 100 = 42\%$$

Normalmente, la proporción de utilización por pastoreo puede oscilar entre 30 y 60%, lo que depende del manejo aplicado. Debido a que es necesario que la pradera rebrote después de cada pastoreo, es necesario dejar una cantidad de forraje residual, por lo tanto la proporción de utilización por pastoreo nunca podría acercarse al 100%.

6.3.3. Oferta diaria de pradera

Otra forma de expresar la carga animal instantánea es mediante la oferta diaria de pradera, que corresponde a la cantidad de forraje disponible (kg MS) por animal al inicio de un pastoreo. La oferta diaria de pradera puede ser calculada de la siguiente manera:

$$\text{Oferta diaria de pradera} = \frac{\text{Disponibilidad de pre-pastoreo}}{\text{Densidad de pastoreo}}$$

La oferta diaria de pradera para el Ejemplo 2, es 35,8 kg MS/animal/día.

$$\text{Oferta diaria de pradera} = \frac{2.400}{67} = 35{,}8 \text{ kg MS/animal/día}$$

La Figura 6.3 esquematiza la oferta diaria de pradera, junto con la disponibilidad de pre-pastoreo y el residuo de post-pastoreo.

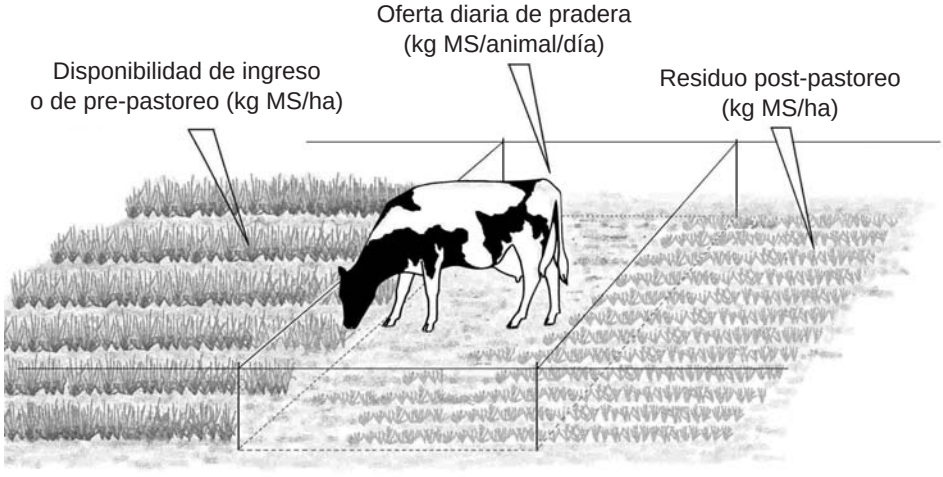


Figura 6.3. Disponibilidad de pre-pastoreo, oferta diaria de pradera y residuo de post-pastoreo.

6.3.4. Presión de pastoreo

La presión de pastoreo es un concepto análogo a la oferta diaria de pradera, pero que se expresa en forma inversa, correspondiendo al número de animales por una cantidad de forraje disponible, expreado en toneladas de MS/ha, y puede calcularse de la siguiente forma:

$$\text{Presión de pastoreo} = \frac{\text{Densidad de pastoreo}}{\text{Disponibilidad de pre-pastoreo}}$$

La presión de pastoreo para el Ejemplo 2, sería 28 animales/ton MS/día.

$$\text{Presión de pastoreo} = \frac{67}{2{,}4} = 28 \text{ animales/ton MS/día}$$

Ejemplo 4: El Cuadro 6.2 muestra todos los pastoreos realizados durante un año en una pradera permanente. Para cada pastoreo se indica la disponibilidad de pre-pastoreo y el residuo (kg MS/ha), además del consumo aparente (kg MS/ha) y la proporción de utilización por pastoreo (%), en base a las fórmulas anteriormente expuestas.

Cuadro 6.2. Variables del pastoreo calculadas durante un año en una pradera permanente.

Fecha de pastoreo	31 mar.	15 may.	30 jun.	30 ago.	30 sep.	21 oct.	05 nov.	20 nov.	12 dic.	10 ene.	28 feb.
Disponibilidad de pre-pastoreo (kg MS/ha)	2.000	2.200	1.800	1.500	1.800	2.400	2.400	2.400	2.400	2.200	2.000
Residuo (kg MS/ha)	1.200	1.200	1.000	1.000	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400
Consumo aparente (kg MS/ha)	800	1.000	800	500	400	1.000	1.000	1.000	1.000	800	600
Proporción de utilización por pastoreo (%)	40	46	44	33	22	42	42	42	42	36	30
Crecimiento entre pastoreos (kg MS/ha)	600	1.000	600	500	800	1.000	1.000	1.000	1.000	800	600
Crecimiento entre pastoreos acumulado (kg MS/ha)	600	1.600	2.200	2.700	3.500	4.500	5.500	6.500	7.500	8.300	8.900
Período de descanso (días)	30	45	46	61	31	21	15	15	22	29	49
Tasa de crecimiento de la pradera (kg MS/ha/día)	20,0	22,2	13,0	8,2	25,8	47.6	66,7	66,7	45,5	27,6	12,2

El crecimiento entre pastoreos (kg MS/ha) corresponde a la diferencia entre la disponibilidad previa al pastoreo actual y el residuo del pastoreo anterior. El crecimiento entre pastoreos acumulado (kg MS/ha) corresponde a la suma de los crecimientos entre pastoreos, a medida que van ocurriendo.

El período de descanso corresponde al número de días que transcurre entre un pastoreo y el siguiente. El crecimiento obtenido entre un pastoreo y el siguiente, dividido por el número de días transcurridos en ese período, corresponde a la tasa de crecimiento diario de la pradera (kg MS/ha/día).

La suma de los consumos aparentes de cada pastoreo realizados durante el año, corresponden a 8.900 kg MS/ha. Según la fórmula anteriormente indicada, la producción anual neta es de 10.900 kg MS/ha (2.000 + 8.900), calculándose de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia de utilización} = \frac{8.900}{2.000 + 8.900} \times 100 = 81{,}6\%$$

CAPITULO 7

CRITERIOS Y RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DEL PASTOREO*

Uno de los principales objetivos del manejo de pastoreo es maximizar la producción y el consumo de forraje de alta calidad a través del año. La regulación de la carga animal y el control de la frecuencia e intensidad del pastoreo son fundamentales para lograr este objetivo.

La regulación de la carga animal es una de las primeras medidas destinada a equilibrar el requerimiento de los animales con la disponibilidad de la pradera en el mediano y largo plazo (meses a un año). Este aspecto fue desarrollado en detalle en el Capítulo 6.

La frecuencia y la intensidad de pastoreo determinan, por otra parte, la disponibilidad de forraje al ingreso (disponibilidad de pre-pastoreo) y a la salida (residuo) de cada potrero, respectivamente (ver Capítulo 6, Figura 6.3). El control de estas variables afecta tanto el rendimiento y la calidad nutritiva de la pradera, como su consumo por los animales.

En este capítulo se analiza el manejo cotidiano de pastoreo en el corto plazo (días o semanas), profundizando en el control de la frecuencia e intensidad de utilización de la pradera. Además, se entregan recomendaciones prácticas de manejo, para facilitar la planificación y el control del pastoreo a nivel de campo.

7.1. FRECUENCIA DE PASTOREO

La frecuencia de pastoreo se refiere al intervalo entre dos utilizaciones sucesivas de un mismo potrero o sector de pradera. Ella define cuándo pastorear, es decir, el momento de utilización de la pradera. En consecuencia, determina la cantidad de forraje acumulado al ingresar a una nueva franja o potrero, y la composición morfológica del mismo (proporción de hojas, tallos, espigas y material muerto).

Tanto la cantidad de pasto presente como su composición morfológica, afectan directamente la disponibilidad y la calidad nutritiva del forraje que consumirán los animales. Además, el intervalo entre pastoreos influye en la cantidad de reservas

* Parga, J.; Balocchi, O.; Teuber, N.; Abarzúa, A.; Lopetegui, J.; Anwandter, V.; Canseco, C. y Demanet, R.

almacenadas por las plantas para su rebrote, y en la producción de nuevos macollos en las gramíneas y de estolones secundarios en el trébol blanco, afectando el rendimiento y la persistencia de la pradera.

7.1.1. Criterios utilizados para el control de la frecuencia de pastoreo

La frecuencia de pastoreo puede ser controlada en cada época del año de acuerdo a diversos criterios, tales como el número de días o intervalo entre pastoreos, la disponibilidad de forraje presente al inicio del pastoreo, la altura sin disturbar de la vegetación y/o el número de hojas nuevas por macollo.

Estos criterios no son excluyentes entre sí, sino que al contrario, debieran complementarse para permitir una mejor apreciación y comprensión del estado de la pradera. Sin embargo, ninguno de ellos reemplazará el recorrido y la observación visual detallada de los potreros, lo que posibilita evaluar el grado de cobertura y densidad de la pradera, su composición botánica, el estado de madurez de las plantas, la presencia de tallos y material muerto, la incidencia de especies no deseadas, etc.

7.1.2. Frecuencias de pastoreo recomendadas para las diferentes épocas del año

Primavera

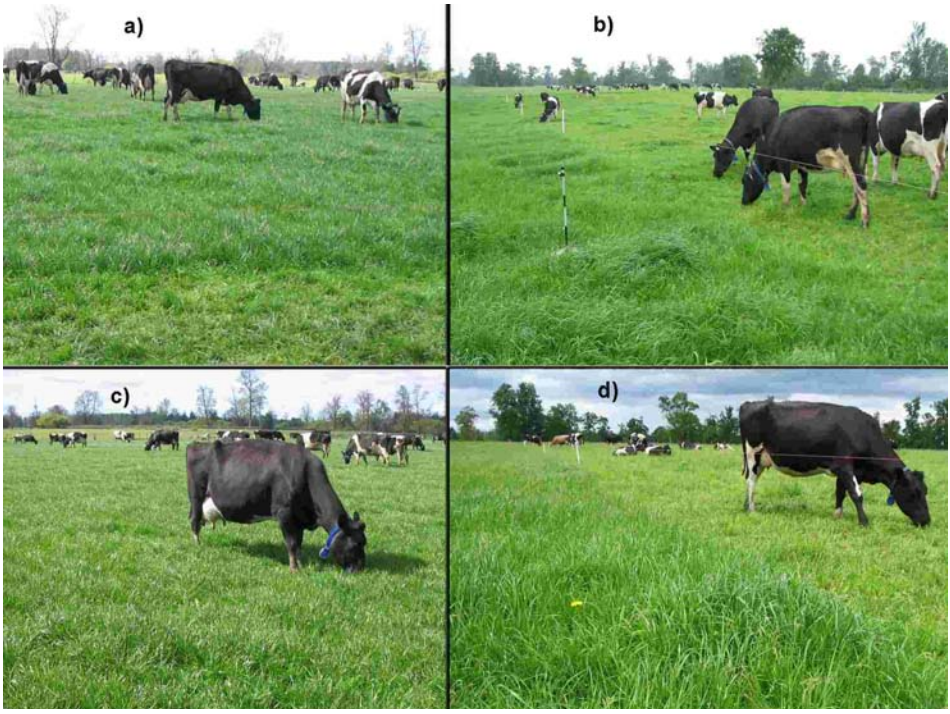
La primavera es el período más delicado e importante en términos de manejo, ya que en ella se produce cerca del 50% del forraje anual, sobrepasando ampliamente la capacidad de consumo de los animales. Además, las plantas maduran con rapidez una vez encañadas, reduciendo su valor nutritivo y dificultando su utilización en pastoreo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el proyecto FIA, el momento óptimo de utilización en pastoreo es cuando la pradera acumula entre 2.200 y 2.600 kg MS/ha (Fotografía 7.1), lo que equivale a una altura de ingreso de 15 a 20 cm aproximadamente, o al momento en que la mayor parte de los macollos de ballica perenne ha alcanzado el estado de 2 a 3 hojas expandidas (Cuadro 7.1).

Dependiendo de las características de la pradera y de las condiciones climáticas, se debe acelerar gradualmente la rotación, disminuyendo el intervalo entre utilizaciones desde 25 hasta 14 días aproximadamente, entre septiembre y noviembre. Ello exige reducir el área de pastoreo descartando los potreros excedidos, con más de 3.000 kg MS/ha, para destinarlos a conservación de forraje.

Verano

La frecuencia de pastoreo en verano puede ser bastante variable dependiendo de las



Fotografía 7.1. Disponibilidades de ingreso al pastoreo recomendadas para primavera: a) y b) 2.200 kg MS / ha; c) 2.400 kg Ms / ha y d) 2.600 kg MS / ha.

condiciones climáticas imperantes. La disponibilidad de ingreso recomendada fluctúa entre 2.000 y 2.400 kg MS/ha, siempre y cuando no se sobrepase los 35 días de descanso, para evitar pérdidas importantes de calidad (Cuadro 7.2). Bajo condiciones climáticas favorables en esta época, la frecuencia de pastoreo debiera ser entre 20 y 30 días.

Sin embargo, en veranos y/o localidades sin déficit de humedad, los pastoreos pueden ser más frecuentes o similares a los realizados en primavera. Por el contrario, en localidades con déficit severos de humedad en el suelo, como ocurre en el secano de la Región de La Araucanía, el intervalo entre pastoreos puede prolongarse hasta 50 días o más, en caso de sequía extrema.

Cuadro 7.1. Frecuencia de pastoreo recomendada para primavera según diferentes criterios.

	Disponibilidad (kg MS/ha)	Días (Nº)	Hojas (Nº)	Altura sin disturbar (cm)
Primavera	2.200 a 2.600	14 a 25	2 a 3	15 a 20
Exclusión del pastoreo	Más de 3.000	Más de 30	Más de 3	Más de 25

Otoño

En otoño, la disponibilidad de ingreso debiera ser desde 2.000 a 2.400 kg MS/ha, mientras no se sobrepase los 40 días de descanso para evitar pérdidas importantes de calidad. Dependiendo de la densidad de la pradera, estas disponibilidades equivalen a alturas sin disturbar de 12 a 15 cm aproximadamente al ingreso del pastoreo (Cuadro 7.2).

Cuadro 7.2. Frecuencias de pastoreo recomendadas para el verano, otoño e invierno, según diferentes criterios.

	Disponibilidad (kg MS/ha)	Días (Nº)	Hojas (Nº)	Altura sin disturbar (cm)
Verano	2.000 a 2.400	20 a 35	2 a 3	10 a 15
Otoño	2.000 a 2.400	25 a 40	2 a 3	12 a 15
Invierno	1.800 a 2.000	40 a 60	2 a 3	8 a 12

Es importante destacar que las decisiones de manejo tomadas en otoño afectarán el pastoreo invernal. Al contrario de lo que ocurre en primavera y, dependiendo de las características particulares de cada predio, los requerimientos de forraje por el ganado normalmente comienzan a superar el crecimiento de la pradera desde mayo en adelante.

En consecuencia, el repunte del crecimiento de marzo - abril se puede aprovechar para reducir la velocidad de la rotación y alargar progresivamente el intervalo de los pastoreos siguientes, de manera que éstos sean de al menos 40 días a partir de fines de mayo y principio de junio.

En la práctica, lo anterior se puede hacer disminuyendo la proporción de la superficie de pradera pastoreada cada día (ver detalles más adelante), para alargar los períodos de descanso y contar con más forraje verde durante el invierno. Este manejo debe realizarse temprano en el otoño, ya que será mucho más difícil intentar alargar la rotación más tarde, cuando el crecimiento de la pradera sea menor.

Invierno

En invierno, el pastoreo difícilmente representa más del 30% de la ración diaria para vacas lecheras en lactancia, pero su aporte es de alta calidad nutritiva. Para compensar el déficit de pradera, es indispensable suministrar una adecuada suplementación a los animales durante esta estación.

Debido al lento crecimiento de la pradera en el período invernal, no debiera esperarse que la disponibilidad de ingreso sobrepase los 1.800 a 2.000 kg MS/ha, para evitar la acumulación de material muerto en la base de la vegetación.

Probablemente, el mejor criterio para el control del pastoreo en esta estación sea el

número de días transcurridos entre utilizaciones, el cual dependiendo del clima, debiera ser de 40 a 60 días (Cuadro 7.2). Esto significa que la superficie pastoreada diariamente por el rebaño tiene que ser aproximadamente 1/40 a 1/60 parte de la superficie total disponible. Por ejemplo, si se dispone de 100 hectáreas de praderas, el pastoreo de 2 hectáreas diarias (2/100 = 1/50 parte) permitirá un intervalo de 50 días entre pastoreos.

Tal como ya se indicó, para disponer de potreros con 40 a 60 días de descanso en invierno, el control de la superficie pastoreada diariamente (velocidad de rotación) debe realizarse 40 a 60 días antes, es decir, en otoño.

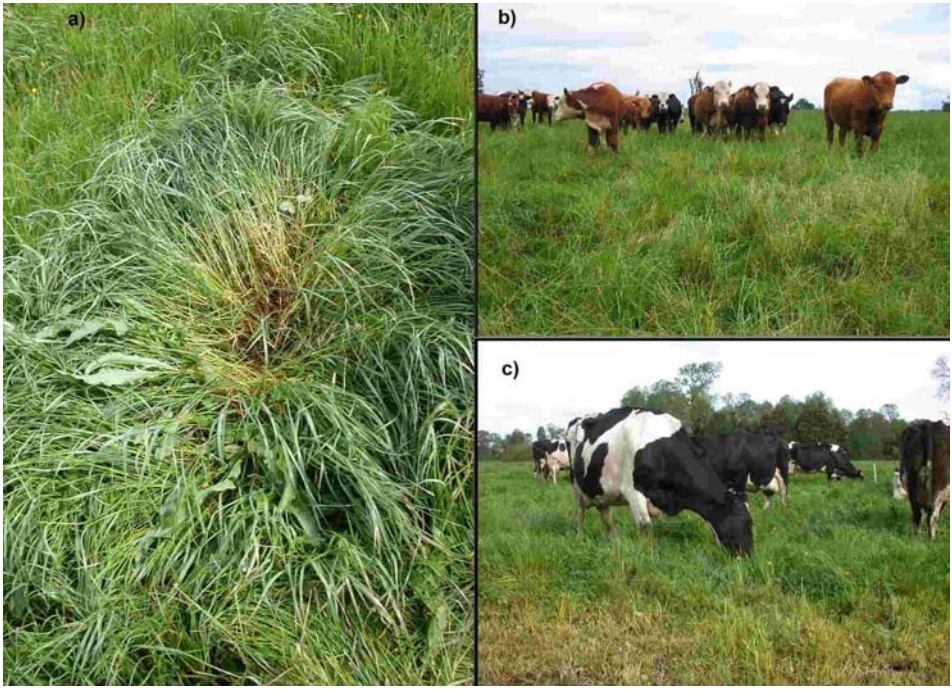
7.1.3. Efectos de la frecuencia de pastoreo sobre la pradera y su consumo

Utilizaciones muy frecuentes en forma sostenida durante cualquier época del año (Fotografía 7.2), no permitirán el desarrollo suficiente de las hojas para alcanzar su crecimiento máximo, ni para acumular las reservas de carbohidratos necesarias para un rápido rebrote. Ello perjudicará la velocidad de crecimiento y el rendimiento anual de materia seca. Además, la altura o disponibilidad de ingreso será muy baja, limitando el tamaño de los bocados y el consumo diario de materia seca, aún cuando se aumente la superficie de pradera asignada diariamente por animal.

Fotografía 7.2. Pastoreo muy frecuente con escasa disponibilidad de forraje al ingreso de los animales durante las distintas épocas del año.

Por el contrario, la utilización tardía con pasto muy alto (Fotografía 7.3) provocará una acumulación y envejecimiento excesivo de la vegetación. Esto limitará la cantidad y calidad de la luz incidente en la base de la pradera, reduciendo la población de macollos en gramíneas y de estolones secundarios en trébol blanco. También aumentarán las pérdidas de material vegetal debido a la muerte de las hojas viejas, disminuyendo el valor nutritivo del forraje.

Las pérdidas de calidad nutritiva se aceleran de mediados de primavera en adelante. Por una parte, la vida útil de las hojas disminuye con el aumento de las temperaturas y, por otra, utilizaciones tardías en esa época incrementan la proporción de macollos en estado reproductivo (encañados). Adicionalmente, cuando la pradera está muy alta al inicio del pastoreo, aumentan las pérdidas por rechazo del material pisoteado y bosteado por los animales, dificultando la utilización eficiente del forraje producido (Fotografía 7.4).



Fotografía 7.3. Pastoreo tardío con excesiva disponibilidad de forraje al ingreso de los animales: a) Aumento de material muerto en la base de la pradera; b) Abundancia de tallos (macollos encañados) en la oferta; c) Residuo post pastoreo de mala calidad, sin hojas verdes y con abundancia de tallos y material muerto, producto del pastoreo tardío.

7.2. INTENSIDAD DE PASTOREO

La intensidad de pastoreo se refiere a la severidad con que es utilizada una pradera. Ella determina cuánto pastorear una franja o potrero y regula simultáneamente el

Fotografía 7.4. Pérdidas por pisoteo a causa del pastoreo tardío, con pradera alta y madura.

consumo realizado por los animales y la eficiencia de utilización de la pradera. Afecta también la cantidad de hojas residuales útiles para el rebrote o el área foliar remanente, y por ende, la velocidad de rebrote.

Normalmente la intensidad del pastoreo se evalúa a través de la estimación de la cantidad de residuo (kg MS/ha) y/o de su altura promedio (cm). La heterogeneidad del residuo, producto de la presencia y tamaño de los manchones no pastoreados en torno a las bostas, también es un buen indicador de la intensidad del pastoreo (Fotografía 7.5).

El control de la intensidad de pastoreo se realiza mediante el ajuste de la superficie de pradera asignada diariamente, o del número de días de permanencia de los animales en un determinado potrero.

En la medida que el pastoreo es menos intenso o severo, producto de una mayor oferta de pradera, el consumo de forraje por animal aumenta. Pero simultáneamente con ello, se incrementa la cantidad de pradera rechazada, o residuo, disminuyendo la eficiencia de utilización de la pradera y la calidad de los rebrotes siguientes.

Fotografía 7.5. a) Manchones grandes no pastoreados, debido a una baja intensidad de pastoreo; b) y c) Manchones medianos, pastoreados en su contorno, producto de un pastoreo semi intenso y d) Manchones muy pequeños, pastoreados severamente en su contorno y en su centro, debido a un pastoreo intenso.

En el otro extremo, pastoreos muy intensos reducen el consumo y el rendimiento individual de los animales. Además, dejan un residuo de pradera muy escaso que es insuficiente para sostener un rebrote vigoroso (Fotografía 7.6). Por lo tanto, la intensidad de pastoreo más adecuada será aquella que logre conciliar mejor las necesidades del ganado con las de la pradera, en los distintos sistemas productivos. Esto es variable dependiendo de la época del año, del nivel productivo de los animales y de la cantidad de suplementos suministrados.

7.2.2. Intensidades de pastoreo recomendadas para las diferentes estaciones del año

Primavera y otoño

En el caso de vacas lecheras en lactancia o novillos en engorda, sin suplementación, la mejor combinación entre rendimiento individual y eficiencia del pastoreo se logra restringiendo ligeramente la oferta de pradera por animal, de manera de evitar residuos excesivos. Esto significa dejar residuos post-pastoreo de 1.400 a 1.600 kg MS/ha o entre 5 y 7 cm de altura (Cuadro 7.3, Fotografía 7.6, b y c).

Cuadro 7.3. Intensidades de pastoreo recomendadas para las distintas estaciones del año.

Estación del año	Residuo post-pastoreo (kg MS/ha)		Altura sin disturbar (cm)
	Vacas lecheras en lactancia, novillos en engorda	Vacas de cría, vacas secas, vaquillas, novillos de recría	
Primavera	1.400 - 1.600	1.200 - 1.400	4 a 7
Verano	1.600 - 1.800	1.600 - 1.800	4 a 6
Otoño	1.400 - 1.600	1.200 - 1.400	4 a 6
Invierno	1.000 - 1.200	1.000 - 1.200	4 a 5

En caso necesario, el pastoreo con animales de repaso o el corte de homogeneización de algunos potreros que hayan quedado con residuos altos durante la primavera, permitirá devolverlos a una condición más adecuada. Igualmente, es aconsejable efectuar un corte de limpieza en otoño a los potreros que presenten abundante

Fotografía 7.6. Cantidad de residuo post-pastoreo: a) Residuo abundante (1.800 kg MS / ha) debido a un pastoreo suave; b) y c) Residuo adecuado (1.500 kg MS / ha) producto de un pastoreo semi intenso y d) Residuo escaso (1.200 kg MS / ha) debido al pastoreo intenso.

material residual de fines de primavera y verano. Este manejo se debe realizar una vez finalizada la eventual sequía estival y luego de haber pastoreado.

A partir de mediados de otoño (mayo en adelante), es conveniente efectuar un pastoreo más intenso hasta dejar un residuo de 1.200 kg MS/ha ó 4 a 5 cm de altura. Lo mismo es recomendable cuando se pastorea con animales de menores requerimientos (Ej. vacas secas, vaquillas, vacas de cría, machos de recría, etc.), o cuando el ganado recibe algún tipo de suplementación a pastoreo.

El pastoreo intenso más la suplementación, permite lograr una mayor eficiencia de utilización de la pradera y de los suplementos suministrados, con mínimas restricciones del consumo de materia seca y del rendimiento individual del ganado.

Verano
Durante este período se sugiere pastorear menos severamente, dejando no menos de 1.600 kg MS/ha de residuo, debido al déficit de humedad del suelo que normalmente ocurre en esta época. En el caso de veranos o localidades con déficit hídrico y en lecherías con partos de primavera, será recomendable suplementar a los animales para mantener su nivel productivo y/o condición corporal, y evitar el sobre pastoreo de la pradera.

Invierno
La escasez de forraje en la época invernal obligará a realizar pastoreos más intensos, a pesar de la suplementación suministrada. Dentro de lo posible, debiera evitarse residuos menores a 4 cm de altura sin disturbar o 1.000 kg MS/ha durante esta estación. Pastoreos muy severos y/o frecuentes disminuirán la producción de forraje, acrecentando el déficit de pradera hacia fines del período invernal.

7.3. PASOS SUGERIDOS PARA UNA ADECUADA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL PASTOREO EN EL CAMPO

7.3.1. Planificación del pastoreo por estación

El tiempo de descanso que presentan los potreros el día de su utilización está definido por la velocidad de la rotación anterior. Entonces, para lograr el intervalo entre pastoreos deseado para un determinado período, la superficie pastoreada diariamente por el rebaño debe ser ajustada con la suficiente antelación. A continuación se sugiere cómo planificar anticipadamente la rotación de pastoreo y su posterior chequeo y control en terreno.

a) Definir la superficie de pradera efectivamente disponible para pastoreo y el intervalo entre pastoreos deseado (número de días) para cada época del año, como una primera aproximación de manejo.

Contemplar la reducción de la superficie efectiva en los períodos en que parte de las praderas no puedan ser pastoreadas. (Ej. Conservación de forrajes en primavera, potreros inundados en invierno, etc.).

El intervalo teórico entre pastoreos se puede estimar de acuerdo a los antecedentes expuestos anteriormente (punto 7.1.2, Cuadros 7.1 y 7.2), o calcular sobre la base de las tasas de crecimiento de la pradera esperadas para las distintas épocas del año, la disponibilidad de ingreso y los residuos deseados. Por ejemplo, si se espera una tasa de crecimiento aproximada de 60 kg MS/ha/día en primavera y se desea pastorear con una disponibilidad de ingreso de 2.500 kg de MS/ha y dejar un residuo de 1.500 kg MS/ha, se requerirá de un intervalo de 17 días entre pastoreos: 2.500 - 1.500 = 1.000/60 = 17 días.

b) En función de los antecedentes anteriores, determinar la superficie teórica a pastorear diariamente con el rebaño (en hectáreas) en las distintas épocas:

$$\text{Superficie a pastorear diariamente} = \frac{\text{Superficie efectivamente disponible para pastoreo (ha)}}{\text{Intervalo entre pastoreos (días)}}$$

c) Conociendo la superficie a pastorear diariamente y el tamaño de los diferentes potreros, se puede programar anticipadamente el número de días de pastoreo o de franjas diarias para cada potrero.

7.3.2. Observación de la condición de la pradera y control del pastoreo

a) Realizar una revisión frecuente de los potreros o franjas próximos a pastorear y de aquellos pastoreados recientemente, para verificar que el estado de la pradera antes y después del pastoreo sea el adecuado. Esto implica recorrer los potreros y observar que tanto la cantidad como la calidad de la pradera sean las óptimas para la estación, conteniendo un máximo de hojas verdes y un mínimo de tallos, espigas y material muerto. La homogeneidad del pastoreo, es decir la presencia y tamaño de los manchones rechazados en torno a las bostas, también debe ser evaluada.

b) De acuerdo al estado real de los potreros (crecimiento, madurez, abundancia y tamaño de manchones, etc.), realizar los ajustes requeridos, entre los cuales se incluyen los siguientes:

b.1) En caso de excedentes de forraje:
Cuando el crecimiento de la pradera comienza a superar la demanda de consumo

por el ganado (mediados de septiembre u octubre en adelante), generando disponibilidades de ingreso superiores a las recomendadas, es necesario acelerar la rotación para disminuir el intervalo entre pastoreos. Para ello, se debe reducir la superficie total de pastoreo descartando o saltando los potreros excedidos, rezagándolos para destinarlos a la conservación de forraje.

En caso de necesidad, siempre será posible volver temporalmente con los animales sobre alguno de los potreros excluidos, a condición de que el pastoreo se realice en franjas muy angostas (3 a 4 franjas diarias) para disminuir al mínimo las pérdidas por pisoteo.

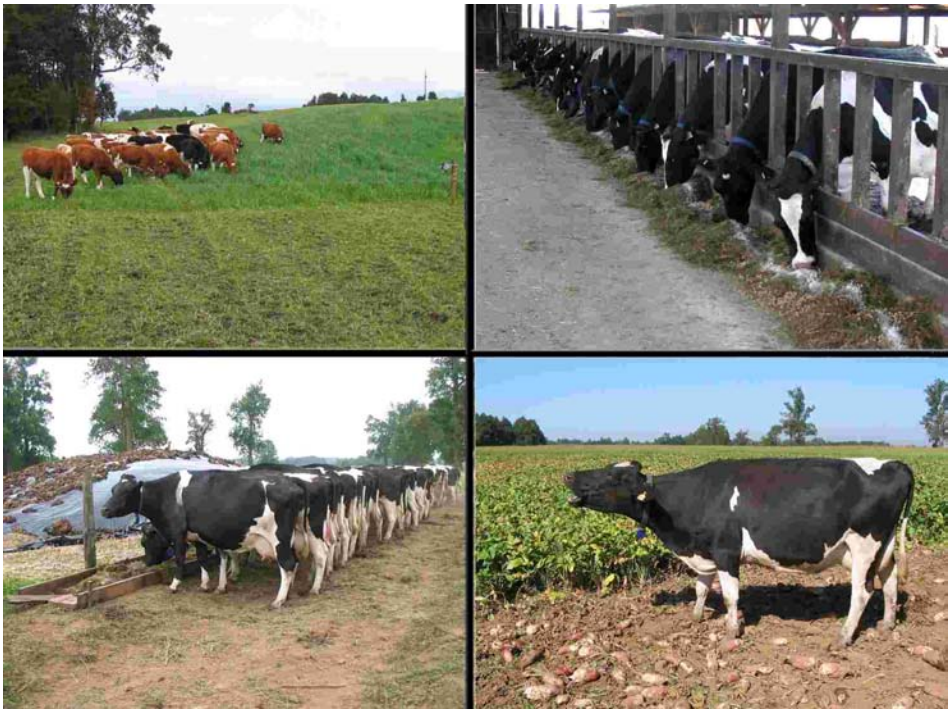
Igualmente se debe controlar la cantidad de residuo post-pastoreo, ajustando la asignación diaria de pradera cuando sea necesario. El corte de homogeneización en primavera o de limpieza en otoño, así como el control del residuo mediante un pastoreo severo con vaquillas u otra categoría de animales, es un manejo recomendable para corregir aquellos potreros que han quedado mal pastoreados, con residuo abundante.

Otra alternativa posible, pero más aplicable a sistemas de producción de carne que de leche, es aumentar la carga animal durante el período de abundancia de pasto, y consumir mediante pastoreo parte o la totalidad de los excedentes de pradera. En este caso, como las reservas de forraje conservado para invierno serán mínimas o nulas, se debe contemplar una disminución importante de la carga animal en dicha estación, o el reemplazo del forraje requerido por alimentos importados al predio.

b.2) En caso de déficit de forraje:
Si por el contrario, el crecimiento de la pradera se torna insuficiente y tanto las disponibilidades de ingreso como los residuos comienzan a disminuir más de lo deseado, diferentes alternativas son posibles:

Mientras las condiciones de temperatura y humedad del suelo sean favorables, la fertilización estratégica con nitrógeno (N) es una herramienta eficiente para acelerar el crecimiento de la pradera. Esto consiste en aplicar pequeñas dosis, de 25 a 30 kg de N/ha cada 30 a 45 días aproximadamente, durante el período de crecimiento activo. Cabe señalar que el pastoreo muy frecuente de praderas recientemente fertilizadas con nitrógeno (14 días o menos), puede elevar el contenido de nitrógeno no proteico del forraje consumido.

Paralelamente, la suplementación del ganado en función de su nivel productivo y de la disponibilidad y calidad de la pradera, permitirá compensar el déficit de forraje y mantener las frecuencias e intensidades de pastoreo requeridas, sin comprometer la producción ni la condición corporal de los animales (Fotografía 7.7).



Fotografía 7.7. La adecuada suplementación de los animales en los períodos de escasez de pradera, permite mantener las frecuencias e intensidades de pastoreo recomendadas.

En caso de intentar suplir la falta de pradera aumentando la superficie ofrecida diariamente, los períodos de descanso entre pastoreos serán cada vez más cortos y la disponibilidad de forraje para los pastoreos siguientes será aún más restringida.

Finalmente, la eliminación por venta anticipada de las vacas de desecho, los machos y las vaquillas no aptas para reposición, disminuirá la carga animal y los requerimientos de pradera.

7.4. RECOMENDACIONES GENERALES DE MANEJO

7.4.1. Número y tamaño de potreros

Una adecuada infraestructura de potreros, caminos de acceso y disponibilidad de bebederos o aguadas (Fotografía 7.8), es fundamental para implementar un manejo de pastoreo flexible, capaz de ajustarse a los requerimientos de la pradera y de los animales a través del año.

Fotografía 7.8. La disponibilidad de agua en los potreros, así como la infraestructura de caminos y de lugares para la suplementación, facilita el manejo del rebaño y el control del pastoreo.

El tamaño y la forma de los potreros suelen estar influenciados por las condiciones morfológicas y topográficas del terreno. Pero además, la superficie de los potreros depende del tamaño del predio y del número de potreros deseados para el manejo de pastoreo. Idealmente, su forma debiera ser rectangular de manera de facilitar el fraccionamiento temporal con el uso del cerco eléctrico móvil.

La utilización de pocos potreros de gran tamaño para el pastoreo rotativo, implica pastoreos más largos en cada potrero, lo que requiere de un uso intensivo del cerco eléctrico móvil. Por otra parte, un alto número de potreros pequeños le restan flexibilidad al manejo de pastoreo y, probablemente, sea necesario pastorear más de uno a la vez en alguna estación del año.

Para una determinada época del año, el número de potreros puede calcularse dividiendo el tiempo de descanso por el tiempo de utilización, más un potrero adicional para el pastoreo mientras los otros se encuentran en fase de recuperación. Así por ejemplo, si durante el invierno se desea dar un descanso de 52 días entre pastoreos y utilizar cada potrero por 4 días, el número de potreros necesario será: 52/4 +1 =14.

Un número de potreros igual a un múltiplo de 7 (7, 14 o 28 potreros) permite una amplia gama de intervalos entre pastoreos, que se ajustan a los rangos recomendados para las distintas estaciones del año (Cuadro 7.4).

Cuadro 7.4. Tiempo de utilización (días por potrero), en función del intervalo entre pastoreos y del número de potreros.

Intervalo entre pastoreos (días)	Número de potreros		
	7	14	28
14	2	1	0,5
19	-	-	2/3*
21	3	1,5	-
28	4	2	1
35	5	-	-
42	6	3	1,5
49	7	-	-
56	8	4	2

2/3* = 1 potrero para el día y 0,5 potrero para la noche

7.4.2. Pastoreo en franja diaria

El pastoreo en franjas demanda mayor mano de obra que el pastoreo rotativo tradicional con potreros fijos, pero se justifica plenamente en los períodos de mayor producción de forraje, como primavera y otoño, y cuando se debe pastorear praderas altas o encañadas.

Si el avance del pastoreo se hace una vez al día, es recomendable que durante la primavera y hasta el otoño éste se realice en la tarde, después de la ordeña. Por una parte, a esa hora la pradera es más nutritiva y balanceada que temprano en la mañana. Por otra, coincide con que el pastoreo de la tarde suele ser el más intenso de la jornada, posibilitando así un mayor consumo de nutrientes. Además, este manejo reduce el riesgo de meteorismo.

Cuando se trata de potreros grandes pastoreados con cerco eléctrico móvil, es conveniente utilizar dos líneas eléctricas; una delante y otra detrás del rebaño para impedir el pastoreo del rebrote de las plantas. En este caso, se debe permitir el acceso al agua de bebida a través de pasillos, o mediante el uso de bebederos móviles que avancen simultáneamente con la franja de pastoreo.

Es conveniente desplazar el hilo eléctrico de atrás con uno o dos días de desfase

para reducir la densidad de animales y el posible daño a la pradera por pisoteo. Así, los animales tendrán acceso a la(s) franja(s) pastoreada(s) el día anterior(es); además de la franja actual, y podrán disponer de una mayor superficie para descansar, moverse e interactuar, sin modificar la intensidad del pastoreo (Figura 7.1).

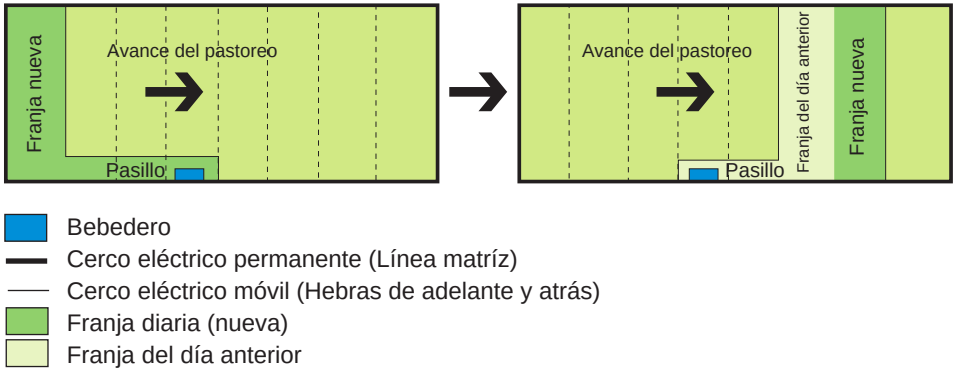


Figura 7.1. Esquema del pastoreo en franjas diarias con una hebra de hilo eléctrico adelante y otra atrás de los animales. Estos sólo tienen acceso al bebedero y a la franja pastoreada el día anterior.

7.4.3. Daño por pisoteo

Entre las prácticas de manejo posibles de implementar para disminuir el daño por pisoteo, las más importantes son evitar el pisoteo severo de praderas recién sembradas, con suelo blando; mejorar el drenaje de los potreros deficientes, y reducir la densidad de pastoreo y el número de horas de pastoreo en los períodos de riesgo o en potreros susceptibles.

En períodos con precipitaciones intensas y persistentes, se puede disminuir las horas diarias de permanencia en los potreros suplementando a los animales en patios, caminos, potreros de sacrificio u otros lugares con suelo firme. Durante el evento mismo de precipitación intensa, lo recomendable es retirar los animales del potrero y mantenerlos en el lugar de suplementación.

Si se utiliza un potrero de sacrificio, éste debería corresponder a aquel de menor fertilidad y calidad de la pradera, el que posteriormente debe recuperarse a través de la regeneración, realizando cero labranza o mínima labor.

Los grupos o categorías de animales que no requieran ser manipulados diariamente, podrán diluirse en varios potreros y manejarse en pastoreo semi continuo, alternado o rotativo en pocos potreros, mientras sea necesario.

7.4.4. Disminución del rechazo de los sectores bosteados

Entre los manejos destinados a reducir los efectos adversos de rechazo de las excretas animales y a favorecer un reciclaje más rápido y uniforme de los nutrientes, se pueden mencionar los siguientes:

Fotografía 7.9. a) Bostas recién desparramadas luego del pastoreo; b) Rastra de neumáticos para desparramar bostas; c) y d) Corte de homogeinización y de limpieza respectivamente, luego de pastoreos disparejos con residuo abundante.

• Desparramo de bostas por medios mecánicos inmediatamente después del pastoreo (Fotografía 7.9), para homogeneizar su distribución, diluir sus efectos, acelerar su descomposición y controlar huevos de parásitos.

• Aumentar la densidad de pastoreo en potreros y épocas sin riesgo de daño por pisoteo, para reducir las áreas de pradera rechazada, mejorar la distribución de las bostas en el potrero y contribuir a su destrucción física mediante el pisoteo por los animales.

• Realizar cortes de homogeneización en potreros con abundante residuo vegetal, producto de pastoreos muy disparejos (Fotografía 7.9).

• Cuando sea posible, realizar pastoreo mixto de bovinos y ovinos simultáneamente o iniciar con bovinos y seguir con ovinos, como se muestra en la Fotografía 7.10.

Fotografía 7.10. Pastoreo mixto con bovinos y ovinos.

7.4.5. Suplementación de los animales con fibra efectiva

Existen períodos en los que el aporte de fibra efectiva o estructural por la pradera puede ser insuficiente para estimular adecuadamente los procesos de masticación, salivación y rumia. Esto suele ocurrir cuando se pastorea la pradera en estado muy tierno (menos de 35% de FDN), especialmente a inicios de primavera, y no se complementa el pastoreo con otra fuente adicional de forraje más tosco.

Un aporte insuficiente de fibra efectiva puede ocasionar trastornos digestivos, que afectarán la salud (acidosis) y la producción animal. El suministro de pequeñas cantidades (1 a 2 kg diarios) de heno, paja u otro forraje tosco, permitirá corregir la falta de fibra efectiva durante los períodos en que la pradera es deficitaria y prevenir posibles problemas de acidosis en el ganado.

Otros desbalances nutricionales de la pradera fueron abordados en el Capítulo 4.

7.4.6. Otras recomendaciones de manejo

Fertilidad del suelo
Para mantener una pradera permanente produciendo a su máximo potencial, es necesario no descuidar los niveles de fertilidad del suelo. Esto se logra analizando el suelo periódicamente con el fin de conocer la disponibilidad de nutrientes y de

mantener o corregir sus niveles mediante la aplicación de fertilizantes en el momento oportuno y en dosis balanceadas.

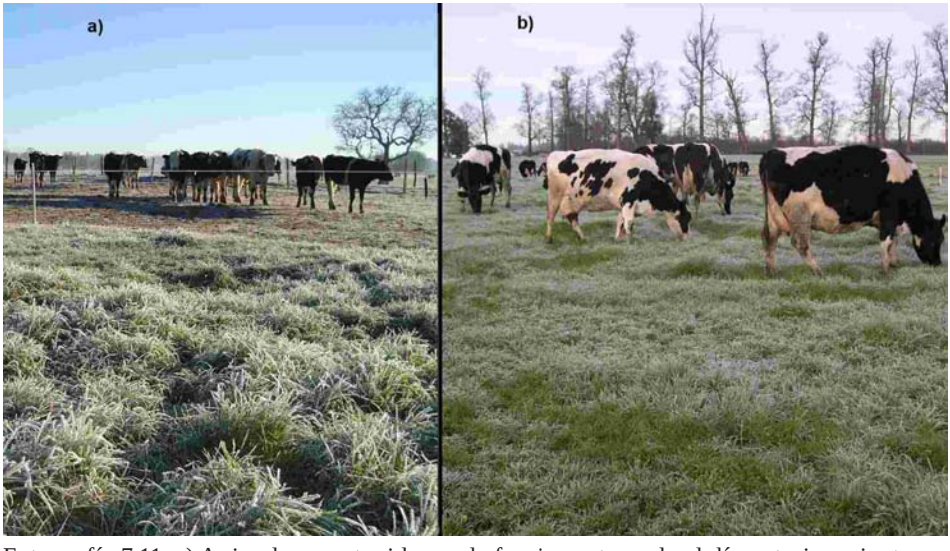
Evitar el sobre pastoreo

Ocurre cuando los animales comienzan a consumir la base de las plantas gramíneas, dejando un volumen residual muy bajo o un mínimo índice de área foliar para la fotosíntesis. En esta condición, las plantas rebrotan muy lentamente, lo que obliga a alargar el tiempo de descanso entre pastoreos. La situación se agrava, si las pocas hojas que permanecen como residuo son continuamente removidas por los animales, debilitando aún más a las plantas afectadas.

Muchas forrajeras no logran sobrevivir al sobre pastoreo permanente, dejando espacios que progresivamente serán ocupados por otras especies de menor valor forrajero o malezas. Además, el suelo descubierto pierde humedad más rápidamente y está más expuesto a la erosión (hídrica o eólica).

Efecto de heladas

Cuando las heladas son frecuentes y muy intensas, es recomendable que los animales permanezcan en el mismo potrero hasta que la escarcha se haya derretido. Trasladar los animales a una nueva franja de pastoreo con la vegetación congelada, causará un daño y maltrato de la pradera que es irrecuperable en el corto plazo (Fotografía 7.11).



Fotografía 7.11. a) Animales mantenidos en la franja pastoreada el día anterior mientras se descongela la pradera; b) El pastoreo de una nueva franja de pradera mientras ésta aún está congelada provoca severas pérdidas del forraje pisoteado.

Hongo endófito

Las ballicas con el hongo endófito podrían producir intoxicación a los animales, efecto denominado “temblor de las ballicas” y se produce por las toxinas que se localizan en la vaina de las hojas, en las espigas y en las semillas.

La toxina más importante en las ballicas es el *lolitrem B* que afecta el sistema nervioso central de los animales, provocándoles rigidez muscular, descoordinación en su movimiento, temblor corporal y, en casos extremos, los animales no pueden mantenerse de pie. Este efecto podría ocurrir cuando se realiza un mal manejo de la pradera; es decir, pastoreos muy intensos (a ras de suelo) o con las ballicas en estado reproductivo (con espigas).

Al detectar los síntomas, se debe retirar los animales del potrero de gramíneas con hongo endófito. Mantenerlos en praderas libres o con bajo hongo endófito y con abundante agua limpia y fresca. Los síntomas deberían desaparecer dentro de 2 a 3 días.

Actualmente y cada vez más, se cuenta con nuevas cepas de hongos endófitos que presentan menores niveles de toxinas dañinas para los animales, pero que mantienen aquellas que dan protección a la planta de insectos plaga. La mayoría de las variedades actuales de ballica contienen alguna de estas cepas, por lo que su utilización reduce casi totalmente los problemas señalados.

Otros aspectos y detalles del efecto del hongo endófito en los animales y en las praderas, son entregados por Lanuza y colaboradores (2003).

CAPITULO 8

BIBLIOGRAFIA

AGRISEEDS, 2006. Pasture Manual 2007/2008. The complete guide to pasture technology, N.Z. Agriseeds Ltda., 198 p.

BRERETON, A.J. Y MCGILLOWAY, D.A. 1998. Sward factors and herbage intake. En: M.G. Keane y E.G. O' Riordan (eds.). Pasture Ecology and Animal Intake. Occasional Publication Nº3. Teagasc, Ireland. p.144-162.

CAMPBELL, A. 1964. Grazed pasture parameters: dead herbage, net gain and utilization of pasture. Ruakura Agricultural Research Centre. Hamilton. p.17–28.

CHAPMAN, D.F.; PARSONS, A.J.; COSGROVE, G.P.; BARKER, D.J.; MAROTTI, D.M.; VENNING, K.J.; RUTTER, S.M.; HILL, J. Y THOMPSON, A.N. 2007. Impacts spatial patterns in pasture on animal grazing behavior, intake, and performance. Crop Science 47:399-415.

DEMMENT, M.W.; PEYRAUD, J.L. Y LACA, E.A. 1995. Herbage intake at grazing: a modelling approach. En: M. Journet, E. Grenet, M.H. Farce, M. Thériez y C. Demarquilly (eds.). Recent Development in the Nutrition of Herbivores, INRA, Versailles. p.121-141.

DONAGHY, D. y FULKERSON, B. 2006. Principles for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures. Tasmanian Institute for Agricultural Research.

GIBB, M.J. 1998. Animal grazing/intake terminology and definitions. En: M.G. Keane y E.G. O' Riordan (eds.). Pasture Ecology and Animal Intake. Occasional Publication Nº3. Teagasc, Ireland. p.21-37.

HAYNES, R.J. Y WILLIAMS, P.H. 1993. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. Advances in Agronomy 49:119-199.

HODGSON, J. 1979. Nomenclature and definitions in grazing studies. Grass and Forage Science 34:11-18.

HODGSON, J. 1986. Grazing behaviour and herbage intake. En: J. Frame (ed.). Grazing. Occasional Symposium Nº 19, British Grassland Society. Malvern. p. 51-64.

HODGSON, J. 1990. Grazing management, science into practice. Longman Scientific and Technical. Unated Kindom. 203 p.

HODGSON, J.; FORBES, T.; ARMSTRONG, R.; BEATTIE, M. y HUNTER, E. 1991. Comparative studies of the ingestive behaviour and herbage intake of sheep and cattle grazing indigenous hill plant communities. Journal of Applied Ecology 28(1):205-227.

HUTTON, J.B.; JURY, K.E. Y DAVIES, E.B. 1967. Studies of the nutritive value of New Zealand dairy pastures. V. The intake and utilization of potassium, sodium, calcium, phosphorus and nitrogen on pasture herbage by lactating dairy cattle. New Zealand Journal of Agricultural Researc. 10:367-388.

HUTTON, J.B.; JURY, K.E. Y DAVIES, E.B. 1965. Studies of the nutritive value of New Zealand dairy pastures. IV. The intake and utilization of magnesium in pasture herbage by lactating dairy cattle. New Zealand Journal of Agricultural Research 8:479-496.

JEWIS, O.R. 1981. Shoot development and number. En: Hodgson et al. (eds). Sward Measurement Handbook. The British Grassland Society. Great Britain. p.93-114.

KEMP, P.D.; CONDRON, L.M. Y MATTHEW, C. 1999. Pasture and soil fertility. En: J. White y J. Hodgson (eds.). New Zealand Pasture and Crop Science. Oxford University Press. Melbourne. p.67-82.

LANGER, R.H.M. 1966. The growth of cereals and grasses. Milthorpe and Ovins (eds.) Butterwoths. London. p.213-226.

LANGER, R.H.M. 1994. Pastures. Oxford University Press. New Zealand. 499 p.

LANGER, R.H.M. y HILL, G.D. 1982. Agricultural plants. Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain. 217 p.

LANUZA, F.; TORRES, A. y CISTERNAS, E. 2003. El gorgojo y el endófito de las ballicas en la producción bovina de leche y carne en el sur de Chile. Boletín Nº 100, Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno, Chile. 156 p.

MARSH, R. Y CAMPLING, R.C. 1970. Fouling of pastures by dung. Herbage Abstracts 40:123-130.

MENNEER, J.C.; LEDGARD, S.F.; MCLAY, C.D.A. Y SILVESTER, W.B. 2005. The effects of treading by dairy cows during wet soil conditions on white clover productivity, growth and morphology in a white clover–perennial ryegrass pasture. Grass and Forage Science 60:46–58.

MINSON D. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, Inc. EUA. 483 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2001. Nutrient requirement of dairy cattle. 7th rev. ed. Washington, D.C. National Academic Press. 381 p.

NICOL, A.M. 1987. Feeding livestock on pasture, New Zealand Society of Animal Production, Occasional Publication Nº 10. 145 p.

PARGA, J. Y TEUBER, N. 2006. Manejo del pastoreo con vacas lecheras en praderas permanentes. En: Manual de Producción de Leche para Pequeños y Medianos Productores. Osorno, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA Nº 148. p.51-62.

PENNING, P.D.; GIBB, M.J.; ORR, R.J. Y HARVEY, A. 1998. Behavioural factors limiting intake by grazing ruminants. En: M.G. Keane y E.G. O' Riordan (eds.). Pasture Ecology and Animal Intake. Occasional Publication Nº3. Teagasc, Ireland. p.10-20.

PEYRAUD, J.L.; DELABY, L.; DELAGARDE, R. Y PARGA, J. 1999. Effect of grazing management, sward state and supplementation strategies on intake, digestion and performance of grazing dairy cows. 36th Annual Meeting of the Brazilian Society of Animal Science (SBZ). Workshops: 2. Mechanism and process of forage ingestion on pasture. Porto Alegre, Brazil. 16 p.

PRACHE, S. Y PEYRAUD, J.L. 2001. Foraging behaviour and intake in temperate cultivated grassland. Proceedings of the XIX International Grassland Congress, Brazil. p.309-319.

ROBSON, M.J. 1973. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. Annual Botany 37:487-500.

ROOK, A.J. Y HUCKLE, C. A. 1996. Sources of variation in the grazing behaviour of dairy cows. Journal of Agricultural Science. Cambridge 126:227-233.

RUIZ, I. 1996. Métodos de pastoreo. En: I. Ruiz (2ª edición). Praderas para Chile. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. p.358-368.

SPEADDING, C.R.W. y DIEKMAHNS, E.C. 1972. Grasses and Legumes in British Agriculture. Commonwealth Agricultural Bureaux. Great Britain. 509 p.

STANDING COMMITTEE ON AGRICULTURE (SCA). 1990. Feeding standards for Australian livestock: Ruminants. CSIRO. Melbourne, Australia. 266 p.

VAN SOEST, P.J. 1994. Nutricional ecology of the ruminant (2nd edition). Cornell University Press. EUA. 476 p.

WATKIN, B.R. Y CLEMENTS, R.J. 1978. The effects of grazing animals on pastures. En: J. Wilson (ed.). Plants Relations in Pastures. C.S.I.R.O. Australia. p.273-289.