

RESUMEN

La adopción de sistemas silvopastorales por la pequeña y mediana propiedad del secano Centro-Sur de Chile, puede ser una valiosa herramienta para fomentar la diversificación productiva y sostenibilidad de los sistemas de producción en territorios marginales. Con el objeto de recomendar praderas permanentes para dicha situación, el presente trabajo señala diferentes consideraciones respecto a las especies forrajeras y normas de manejo que permitan una persistencia más prolongada de las praderas bajo el efecto de la interacción animal-bosque.

El pastoreo directo por parte de los animales resulta ser la forma más práctica y económica de utilización de las praderas. En consecuencia, es relevante conocer como es el funcionamiento de ciertas estructuras morfológicas y fisiológicas de las especies y su efecto sobre la persistencia de la pradera. Se trata de especies de ciclo anual o perenne, es decir que se propagan una vez sembradas, en años sucesivos, a través de la producción de semilla o el desarrollo de centros de crecimiento, como macollos y rizomas, respectivamente. Las semillas de las especies anuales, por ejemplo: trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*), trébol balansa (*T. michelianum*), hualputra (*Medicago polymorpha*) y (*Lolium rigidum*) presentan variadas estrategias para asegurar su persistencia, como es la dureza seminal que se pierde gradualmente durante el periodo seco-estival; dormancia embrionaria que se revierte por el efecto directo de la luz solar; sobrevivencia de la semilla debido a su carácter impermeable y de tamaño pequeño, a su paso por el sistema gastrointestinal de los animales; habilidad para establecerse sobre la superficie del suelo, por medio del enterramiento o anclaje de sus frutos, entre otras. Por otra parte, especies perennes, como son pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), festuca (*Festuca arundinacea*) y falaris (*Phalaris aquatica*) disponen de centros de crecimiento y propagación donde almacenan reservas nutritivas que son utilizadas en periodos críticos (sequía o temperaturas extremas) o posteriormente a una defoliación por parte del animal.

En nuestra la mediterránea existe una marcada fluctuación anual en la cantidad y valor nutritivo del forraje disponible para los animales, con déficit marcado en otoño e invierno y superávit en primavera o verano, según sea el rezago que se haga de las praderas durante la estación de primavera para ser utilizada durante el periodo seco-estival. No obstante, los animales presentan una gran capacidad para seleccionar aquellas especies o partes de una planta forrajera por su mayor valor nutritivo y, en consecuencia, la ingesta por parte del animal suele tener un mayor valor nutricional que la oferta de forraje *in situ*.

Durante la temporada de siembra, la pradera deberá ser excluida normalmente del pastoreo durante su crecimiento, para luego utilizarla durante el receso estival, de tal manera que los animales no consuman la semilla o bien cuidando el consumo excesivo del rebrote de las especies perennes, que en esa época del año está fuertemente limitado por la magnitud de la sequía. En años sucesivos el pastoreo puede ser más intenso, eso sí manteniendo una altura de residuo de utilización según sea la o las especies presentes. A este respecto, las leguminosas anuales pueden pastorearse con el cuidado de mantener un residuo de al menos 3 cm en trébol subterráneo, y 3 a 5 cm en las especies restantes. Por otra parte, las gramíneas perennes requieren residuos óptimos que van desde los 3 a 5 cm en festuca y ballicas anuales, 5 cm en pasto ovillo, y 5 a 7 cm en falaris.

Sin embargo, para asegurar que la pradera de carácter permanente tenga una larga vida útil productiva, es necesario que el manejo de poda y raleo de los árboles sea lo suficientemente intenso y oportuno, como asimismo, que se haga una correcta disposición de los desechos del bosque.

SUMMARY

The adoption of silvopastoral systems for small and medium farms in Central-South of Chile can be a useful tool to promote diversification and sustainability of production systems located in marginal areas. In order to recommend permanent pastures for this situation, the study points different considerations about forage species and management practices that allow persistence of pastures under the effect of the interaction livestock-forest.

Grazing by livestock is the most practical and economic use of pastures. By this reason, is important to know how is the performance of certain morphological and physiological structures of species and its effect on the persistence of pastures. The cycle of annual or perennial species, is given by seed production in successive years or by the development of growth points, such as tillers and rhizomes, respectively. The seeds of annual species, eg, Subterranean Clover (*Trifolium subterraneum*), Balansa Clover (*T. michelianum*), Burr Medic (*Medicago polymorpha*) and Annual Ryegrass (*Lolium rigidum*) have several strategies to ensure their persistence, as gradual seed softening during the dry-summer period; embryo dormancy that is reversed by direct sunlight; survival of hard and small seed size, its passage through the gastrointestinal tract of livestock; ability to establishment on soil surface, through the burial and anchor of pods and burrs, among others. On the other hand, perennials such as Orchard Grass (*Dactylis glomerata*), Fescue (*Festuca arundinacea*) and Harding Grass (*Phalaris aquatica*) have growth points able to store nutrients that are used during critical periods (drought or extreme temperatures) or for regrowth after grazing.

Under Mediterranean climate conditions, important seasonal changes are obtained in the amount and nutritional value of forage for livestock, with an important deficit in autumn and winter and, a surplus in spring and summer when deferred grazing was done, during spring. However, livestock have a great ability to select species or parts of a forage plant, by nutritional value, and consequently, the forage intake is higher than the total forage available for grazing.

In the seeding season, the pasture must be excluded from grazing during the growing period and then used during the dry period, avoiding as much as possible, the intake of pods and burs by livestock, as well as, the grazing of perennial grasses, in time where the growth is normally affected by drought. In following years grazing may be heavy, but caring a proper grazing height of species involved. Annual legumes can be grazed with caution to keep a residue of at least 3 cm in Subterranean Clover, and 3 to 5 cm in the remaining species. On the other hand, grasses require optimal residues ranging from 3 to 5 cm in Fescue and Annual Ryegrass, 5 cm in Orchard Grass and 5-7 cm in Harding Grass.

However, to ensure long term pasture persistence, it is required that pruning and thinning of trees to be sufficiently intense and did it on proper time, as well as, the waste residues (trunks and branches) disposed properly.

INTRODUCCIÓN

Las praderas, término general usado tanto para pastizales naturales como para pasturas de siembra, constituyen la base de la alimentación de los rumiantes (caprinos, ovinos y bovinos), tanto en sistemas semiintensivos o intensivos en el riego, junto al uso de concentrados, suplementación de forraje, entre otros; como en sistemas extensivos de producción animal en el secano. En este último caso, el forraje producido por el pastizal natural, mayormente asociado al espino y, el forraje y grano producidos por pasturas y cultivos, respectivamente, junto a los residuos

de cultivos de cereales y legumbres (rastrajos); suelen ser las únicas fuentes de alimentación para el ganado. Solo en situaciones de explotación más intensivas se utilizan suplementos externos al sistema productivo predial, como por ejemplo la alimentación con grano de cereales y leguminosas, subproductos o materiales elaborados por la industria, entre otros.

En lo que respecta a la empresa ganadera, el recurso forrajero o de grano es el producto primario generado por las plantas a través del aprovechamiento de los recursos aportados por el clima y el suelo. Sin embargo, el producto final obedece a la transformación de los recursos de alimentación por el animal, o producción secundaria, en productos con valor comercial, como son la leche, carne y lana, entre otros.

A diferencia de la condición de riego, en el secano los sistemas de producción animal no tienen muchas variantes dentro del territorio, tanto en lo que respecta a la producción primaria (forraje y/o grano) como secundaria (animal); en cierta medida, atribuibles al proceso de desertificación, donde históricamente se ha realizado un inadecuado cultivo del suelo, sobre pastoreo de las praderas (pastizal natural y pasturas) y deforestación del bosque nativo, entre otros. En consecuencia, se observa un amplio rango de productividad, a pesar de disponer de una suficiente oferta tecnológica, para al menos detenerlo y/o revertirlo (Ovalle y Squella, 1996; Squella, 2007b).

Todo ello es producto de la compleja relación existente entre los recursos naturales (suelo y clima), los recursos forrajeros y de grano, el animal y la presencia de vegetación leñosa nativa o exótica. En último término, la forma en que estos factores de la productividad son manejados a nivel predial significará mayor o menor rentabilidad, ya sea de orden biológica como económica.

Un claro ejemplo son los efectos que tienen algunas variables climáticas (como precipitación, temperatura, entre otras) sobre el rendimiento de forraje y/o grano, la curva estacional de producción, el valor nutritivo y, finalmente, en la persistencia de los recursos forrajeros. Asimismo, las condiciones climáticas juegan un papel importante sobre la respuesta animal, ya sea afectando la eficiencia de conversión de los alimentos, o bien directa o indirectamente sobre la salud animal (Ruiz, 1996a; Squella, 2007b).

En todo caso, el grado de control que tenga el productor sobre las variables que intervienen en el proceso productivo (aspectos económicamente manejables) imprimirá las reales proyecciones que éste pueda tener dentro de un ámbito territorial determinado. Un objetivo de diversificación productiva que confiera mayor sustentabilidad al proceso productivo, es de real importancia. A este respecto, el establecimiento de especies arbóreas con fines maderables o no, que permitan la persistencia temporal de praderas en algún momento de la rotación de la especie forestal, puede ser de gran trascendencia (Squella, 2005; Squella y Figueroa, 2005).

El principal objetivo que se persigue con la siembra de una pradera es la producción de forraje destinado a la alimentación del ganado, eso sí, dentro de un contexto de conservación de los recursos naturales renovables, y por ende, de sustentabilidad de los sistemas de producción. El término pradera se refiere al uso de especies vegetales mejoradas, sembradas solas o en mezcla y destinadas a dicho propósito. Al respecto, las leguminosas forrajeras (syn. *Fabacea*), por ejemplo los géneros *Trifolium*, *Medicago* y *Ornithopus*, y las gramíneas (syn. *Poacea*) por ejemplo los géneros *Dactylis*, *Festuca*, *Phalaris* y *Lolium*; constituyen los dos grandes grupos de especies vegetales, que presentan los mejores atributos para ser usadas como recursos forrajeros en sistemas silvopastorales del secano Centro-Sur de Chile.

Actualmente, los programas de mejoramiento genético de forrajeras en el mundo, están más orientados al desarrollo y ampliación de nuevas variedades de especies ya existentes dentro de los géneros taxonómicos más difundidos, que en la búsqueda de nuevos géneros de plantas, sobre los cuales se tiene un menor conocimiento (Squella 2007b).

OBJETIVOS

General

Entregar información del manejo de praderas permanentes a ser utilizadas a modo de pastoreo, en sistemas silvopastorales localizados en el secano Centro-Sur de Chile.

Específicos

Clasificar los recursos forrajeros mediterráneos,

Entregar criterios de selección de especies y variedades a ser usadas como mezclas en praderas,

Priorizar aspectos morfológicos y fisiológicos que inciden en la persistencia de la pradera,

Dar pautas del manejo de mantención y pastoreo de las praderas con animales.

MATERIAL Y MÉTODO

Clasificación de los Recursos Forrajeros del Secano Mediterráneo

Los recursos forrajeros pueden ser divididos en dos grandes categorías. La primera comprende los pastizales conformados por especies herbáceas nativas y/o naturalizadas, es decir, especies que han coevolucionado con el medio ambiente, o bien han sido introducidas desde ambientes preferentemente mediterráneos, adaptándose y persistiendo con gran éxito. Dadas sus características, estos pastizales se establecen naturalmente, sin la participación del hombre.

En el marco territorial del secano Mediterráneo, se encuentran dentro de esta categoría los pastizales de veranadas de precordillera y cordillera de Los Andes, el pastizal anual Mediterráneo, asociado principalmente a la formación vegetacional del espinal o estepa de *Acacia caven* (espino), y en menor medida, la sucesión poscultural que ocurre luego del cultivo del arroz.

La segunda categoría, corresponde a las praderas de siembra (syn. pastura) y cultivos que son sembrados por el hombre, con el concurso de normas tecnológicas claramente establecidas para dicho propósito. En el caso de las praderas de siembra, pueden ser establecidas a modo de rotaciones culturales (corta o larga: 2-3 años a 3-5 años de duración, respectivamente) o como praderas permanentes, es decir con una vida útil productiva que alcance a los 6 o más años (Squella 2007b).

Estas últimas son las praderas que mejor se adaptan a sistemas silvopastorales de secano. Lo recomendado es usar mezclas mediterráneas (Med.) de leguminosas de autosiembra compuestas por trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*), trébol balansa (*T. michelianum*), trébol encarnado (*T. incarnatum*), trébol vesiculoso (*T. vesiculosum*), hualputra (*Medicago polymorpha*) y serradela (*Ornithopus sativus*); asociadas a ballicas anuales (*Lolium rigidum* o *L. multiflorum*), o pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), festuca (*Festuca arundinacea*) y falaris (*Phalaris aquatica*), según sea el caso. Las praderas de tipo permanente conformadas por mezclas de leguminosas y una gramínea, son el recurso forrajero más adecuado y recomendable para ser incluido potencialmente en sistemas pradera-ganado-bosque (Squella, 2004).

Criterios Usados para Seleccionar Especies, Cultivares o Mezclas Forrajeras

Al elegir una especie o mezcla forrajera, se debe tomar en cuenta la adaptación que presenta a las condiciones de suelo y clima. También es importante en la elección, considerar el

tipo de explotación ganadera y el manejo de utilización de los recursos forrajeros. Tratándose de mezclas forrajeras, se suma la consideración de aspectos morfológicos y fisiológicos de las especies, como hábito de crecimiento (postrado a erecto), habilidad competitiva (disposición de las estructuras morfológicas y centros de crecimiento; vigor y habilidad natural de establecimiento, y persistencia; recuperación al corte o pastoreo), forma de crecimiento (distribución cronológica de la producción de forraje), palatabilidad o aceptabilidad por los animales, valor nutritivo, entre otros (Soto, 1996).

En la elección de las especies forrajeras intervienen fundamentalmente cuatro factores:

-Vida Útil Productiva

La vida útil de una pradera puede estar comprendida entre una o dos temporadas y diez o más años. Varios factores intervienen en la decisión de elegir un recurso forrajero de una determinada vida útil productiva. Por ejemplo, la capacidad de uso de un suelo ligada al tipo de explotación. En suelos más productivos, en donde la rotación de cultivos es una estrategia que asegura en mayor medida la sustentabilidad biológica y económica del sistema productivo, la decisión de incorporar cultivos suplementarios de invierno (menos de un año), o bien la siembra de praderas en rotación, son determinantes para establecer los límites deseados. En condiciones más marginales, como son las dables de encontrar en sitios destinados al uso silvopastoral, la utilización de praderas permanentes (6 o más años) asegura una mejor conservación del recurso suelo y es más consecuente con un sistema ganadero más extensivo. En último término, la vida útil de una pradera va a depender de la especie o especies consideradas, de las condiciones edafoclimáticas existentes y de las técnicas de explotación usadas.

-Época Estratégica de Producción

En los sistemas de producción animal con rumiantes, la pradera es comúnmente la base de la alimentación. En consecuencia, la elección de un recurso forrajero deberá ser considerada en función del balance forrajero requerido para suplir los requerimientos de la explotación. Sobre este aspecto, el interés podrá estar orientado, por ejemplo, a aumentar la disponibilidad de forraje durante la primavera con el objeto de favorecer la conservación de forrajes y la alimentación de los animales en períodos en que las praderas tienen limitaciones en su producción (ejemplo: invierno). De acuerdo a esto último, los objetivos deben estar orientados a obtener una producción temprana de forraje para así poder adelantar el inicio del pastoreo, obtener forraje de alta calidad hacia fines de primavera, disponer de un forraje verde en verano y prolongar la producción de forraje en otoño.

Sin embargo, en el secano mediterráneo aludido, las opciones son más restringidas ya que el crecimiento de las especies forrajeras está supeditado, en gran medida, a un patrón estrecho de distribución de las precipitaciones. En general, las praderas tienen una escasa producción de forraje en otoño y parte del invierno (abril-julio), más alta a partir de fines de invierno (agosto-septiembre) y máxima en primavera (octubre-noviembre). La producción es escasa a nula desde mediados a fines de primavera (noviembre-diciembre) hasta el reinicio de la estación de las lluvias en otoño (abril-mayo). A pesar de ello existen cultivares en una misma especie que se diferencian en cierta medida de otros, por precocidad de crecimiento, lo que permite adelantar o retardar su producción de forraje, según sea el caso.

-Forma de Utilización

Las especies forrajeras pueden adaptarse en mayor o menor grado a las diferentes formas de utilización existentes; pastoreo, forrajeo en verde (*soiling*), ensilaje y henificación. La elección para un tipo de utilización estará supeditada a diferentes características, por ejemplo: hábito de crecimiento, tipo y ubicación de los centros de crecimiento o rebrote, habilidad de recuperación a la utilización, precocidad en la floración, palatabilidad, presencia predominante de algunos nutrientes, entre otras. Las especies recomendadas como potencialmente utilizables en sistemas silvopastorales, tienen la particularidad de adaptarse al pastoreo, siempre y cuando, el

manejo de utilización animal tome adecuadamente en consideración, los aspectos anteriormente señalados.

-Adaptación a Condiciones de Clima y Suelo

En último término, las condiciones particulares de suelo y clima, son fundamentales para la selección de una especie o mezcla forrajera. Los factores de suelo que más limitan la persistencia de las especies forrajeras son: la capacidad de retención de humedad (falta o exceso) y la acidez. En cuanto a las condiciones climáticas, los aspectos de mayor relevancia son el exceso de frío, de calor o sequía (Soto, 1996; Squella 2007b).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características Morfológicas y Fisiológicas a Considerar en la Persistencia de las Praderas

En las especies forrajeras indicadas existen diferentes estructuras adaptativas, tanto morfológicas como fisiológicas, que favorecen según se manifiesten las interacciones y factores ambientales (suelo, clima, agua, vegetación, animal y manejo) la persistencia de la comunidad de plantas en un medio físico determinado. La vida útil productiva presupuestada para una pradera de siembra, según sea el costo de establecimiento y mantención (depreciación), va a estar supeditada a la intensidad y frecuencia de utilización de la pradera por parte de los animales; el marco y densidad de plantación del bosque, manejo cronológico de raleo, poda y disposición de los residuos del bosque; como asimismo al nivel de restricción ambiental que impongan los diferentes factores naturales (Squella 2004).

La persistencia de las especies sembradas a modo de praderas en sistemas silvopastorales del secano Mediterráneo centro-sur de Chile depende de diversos factores. El principal tiene que ver con la estrategia para sortear el periodo seco-estival, que puede ser de 5 a 6 meses en el secano de la costa e interior y 5 meses en el secano de precordillera. Para tal efecto, las leguminosas y ballicas anuales de autosiembra, presentan una condición de ciclo anual, que consiste en que una planta prospera en su desarrollo mientras existe humedad en el suelo y lo finaliza, con la producción de la semilla. Es esta estructura de la planta, que al permanecer en latencia desde su madurez (noviembre-diciembre) hasta el inicio de la estación de las lluvias (abril-mayo), la que permite la regeneración de la pradera en otoño, una vez ocurrida una primera lluvia efectiva (20-30 mm).

A diferencia], las gramíneas como pasto ovillo y falaris, y festuca, de carácter perenne; presentan estructuras morfológicas en la base de los tallos llamadas macollos y rizomas, respectivamente. Estos representan órganos de almacenamiento de nutrientes que le permiten a la planta moderar el efecto de estrés ocasionado por temperaturas bajas en invierno o altas en primavera-verano; escasez de agua disponible en el suelo principalmente en verano, entre otros, y rebrotar después de una defoliación animal o corte con maquinaria. Tanto en pasto ovillo como festuca, dado que no tienen mecanismos de dormancia durante el periodo seco-estival, la persistencia de la pradera va a estar supeditada al nivel de almacenamiento de nutrientes en los centros de crecimiento señalados y el régimen hídrico presente durante el periodo seco-estival. Por el contrario, falaris se comporta como de ciclo anual, debido a la entrada en dormancia de las plantas con el aumento de la temperatura hacia fines de primavera (noviembre-diciembre), que coincide con el inicio de un balance hídrico negativo en el suelo. El mecanismo se desbloquea posteriormente con la disminución de las temperaturas, especialmente a partir del mes de marzo (Squella, 2007b).

Otro aspecto relevante, para la persistencia de estas praderas, es la plasticidad que tienen las plantas o partes de ellas para adecuarse al efecto del estímulo animal. Si bien las especies de hábito de crecimiento rastroso (ejemplo: trébol subterráneo), se presentan como más adecuadas para el pastoreo, no es menos cierto que especies de hábito semierecto (ejemplo:

trébol balansa) o bien erecto, como es el caso de las gramíneas nombradas, pueden sufrir modificaciones en su hábito normal de crecimiento al ser cosechadas directamente por los animales. Se hacen más postradas, e incluso en las gramíneas perennes que rebrotan desde los macollos, estos se muestran más achatados y por ende se encuentran más en contacto con la superficie del suelo. Más aún, la festuca presenta rizomas o centros de crecimiento que se localizan o muy apegados al suelo o ligeramente enterrados en él. Esta capacidad de readecuación de las plantas o de los centros de crecimiento las hace ser más difícilmente accesibles al bocado del animal durante el pastoreo (Watkin and Clements, 1978).

Finalmente, la extraordinaria capacidad de las especies anuales de autosiembra para producir semilla, siempre y cuando no exista restricción de humedad durante el periodo de la formación y llenado de la semilla, es otro aspecto relevante que asegura la persistencia de las especies. Existen forrajeras, como ejemplo trébol balansa, trébol encarnado, trébol vesiculoso y ballicas anuales, que desgranar sus semillas desde las inflorescencias (cabezuelas y espigas) una vez maduras, las que al caer al suelo, quedan en íntimo contacto con su superficie o las fisuras presentes y, en consecuencia, abiertamente expuestas al efecto de condiciones microclimáticas, como fluctuación (día-noche) de temperatura y humedad relativa del aire, y la luz solar, entre otras (Squella, 2007b).

Las semillas de las leguminosas anuales, una vez formadas (octubre-diciembre), presentan diferentes características. Una de ellas, es que tienen niveles de humedad de sus tejidos de 5% o menos y que presentan a ese momento una cubierta seminal impermeable al agua y gases (Bewley and Black, 1982). A modo de ejemplo, en poblaciones de semillas de cultivares de trébol subterráneo y hualputra, se han medido contenidos de humedad en la semilla de 6,11-6,57% y 5,00-5,70%, respectivamente (Squella, 1992). Asimismo, la dureza seminal le permite a la semilla persistir ante la presencia de lluvias durante el periodo seco-estival. Sin embargo, por efecto de la fluctuación de temperatura entre el día y la noche, y de cambios en la humedad relativa del aire, la cubierta seminal finalmente se requiebra y deja la vía de entrada al agua y gases (Quinlivan, 1966). No obstante, esto demora un tiempo prolongado (4-6 meses), por lo que existe una mayor probabilidad de que esto finalmente coincida con el inicio de la estación de las lluvias (abril-mayo). Del mismo modo, la semilla que se desgrana de las espigas de la ballicas anuales, tiene un porcentaje importante de latencia embrionaria, que disminuye paulatinamente durante el periodo seco-estival, debido a la influencia de ciertas longitudes de onda de la luz solar. Por tal motivo, la exposición de la semilla o frutos es beneficiosa para la regeneración natural de estas especies (Muslera y Ratera, 1991).

En todo caso, en el secano Mediterráneo, con excepción de algunos sitios en la precordillera, existe una baja probabilidad de una lluvia efectiva durante los meses de verano. Una lluvia efectiva, de monto variable entre los 20 y 30 mm, es aquella capaz de proveer del agua suficiente para que la semilla pueda germinar (ejemplo: 150 y 200% del peso seco de la semilla en agua, para un cultivar de trébol subterráneo: Trikkala y hualputra: Sava, respectivamente), emerger y establecerse como plántula (Squella, 1992).

La capacidad con que una semilla de leguminosa anual pierde su dureza seminal varía entre especies y cultivares, como asimismo, depende de la restricción, principalmente hídrica, que tuvo la pradera durante la temporada de producción de la semilla en cuestión (Quinlivan, 1966).

A modo de ejemplo, cultivares de trébol subterráneo pueden sufrir ablandamiento de la semilla (escarificación natural) entre un 18 y 46% durante el primer periodo seco-estival, y una escarificación acumulada entre 60 y 95%, una vez concluido el tercer periodo seco-estival. En otras especies de tréboles, como balansa, vesiculoso y encarnado, el ablandamiento calculado durante el primer periodo seco-estival ha sido de 25-30%, 12-20% y mayor a 90%, respectivamente. En serradela rosada y hualputra los montos han alcanzado a un 90-95% y 2-8%, respectivamente. La hualputra (*Medicago polymorpha*) resulta ser la especie que presenta una menor tasa de escarificación natural, con valores máximos de 62%, después de haber sido afectada por cuatro periodos seco-estivales (Squella, 1992; Squella y Ovalle, 1997 y 1998; Squella 2007b).

Igual situación se presenta en las semillas de especies que quedan retenidas en sus frutos, a modo de ejemplo, glomérulos en el caso del trébol subterráneo y gloquídeos en hualputra. Incluso el trébol subterráneo tiene la capacidad de anclar o enterrar las semillas (3-4 unidades) incluidas en el fruto debido a un mecanismo de fototropismo negativo que se inicia al momento de la fecundación de las flores. Otros frutos con presencia de espinas, como es el caso de algunas hualputras, pueden ser anclados al suelo y mejorar su contacto, hecho que favorece posteriormente la resiembra natural (Collins *et al.*, 1984; Squella, 2007b).

Es en esta última situación es donde se debe poner mayor atención. Normalmente las semillas que se desgranar de las cabezuelas y caen a la superficie del suelo, debido principalmente a su pequeño tamaño, no están accesibles para los rumiantes, excepto para algunos insectos granívoros que pueden potencialmente cosechar una importante cantidad de semilla, dejar escarificar sobre la superficie del suelo y, una vez ablandada hacia el otoño, previo a la ocurrencia de una primera lluvia efectiva, transportarla hacia el interior de su nidos (Carter, 1987; Squella, 1992).

Por el contrario, en el caso de las semillas en sus frutos, como es el caso del trébol subterráneo, serradela y hualputra; el animal puede acceder y consumir los frutos dispuestos mayormente sobre la superficie del suelo. Incluso en una situación extrema, de baja disponibilidad de forraje, los ovinos son capaces de desprender desde los primeros centímetros de suelo los frutos que se encuentran anclados o ligeramente enterrados (Squella, 1992).

Solo una semilla dura, que escape de la masticación del animal durante la rumia, es factible que sobreviva el paso por el tracto gastrointestinal. Una semilla más pequeña tiene mayor probabilidad de sobrevivir, dado a que cuando cae al rumen del animal, pasa rápidamente por efecto de su tamaño, al estomago posterior (abomasum), en donde se realiza la digestión ácida. Sin embargo, la acción de digestión ácida también puede inducir un ablandamiento y muerte del embrión de la semilla, en especial, si queda retenida por un tiempo importante en los pliegues de dicho estómago (De Koning, 1990; Squella, 1992; Squella y Carter, 1992a y b; Squella y Carter, 1996).

A modo de ejemplo, en una mezcla de cultivares de trébol subterráneo (7,2 mg de peso individual de la semilla) y balansa (0,771 mg de peso individual de la semilla) pastoreada por ovinos durante el periodo seco-estival, se encontró valores de supervivencia de la semilla de 1,8% (1,2% dura y 0,6% germinable) y 14,9% (13,3% dura y 1,6% germinable), respectivamente. Entre leguminosas acompañantes, trébol glomerata (*Trifolium glomeratum*), con peso individual de la semilla de 0,412 mg, registró una sobrevivencia de 75,6% (74,3% dura y 1,3% germinable) (Squella, 1992).

En consecuencia, en orden a propiciar una más adecuada persistencia de praderas en mezcla, el manejo de pastoreo animal deberá tender a fortalecer el banco de semilla en las especies anuales de autosiembra y favorecer el desarrollo y mantención de los centros de crecimientos de las gramíneas perennes. En las leguminosas anuales utilizadas en condición de pastoreo debe tomarse en cuenta dos aspectos que se encuentran íntimamente relacionados entre sí, primero, se debe asegurar la persistencia de las especies entre años y, segundo, propiciar la producción de forraje durante cada temporada de crecimiento. Esto depende en gran medida de la producción de semilla de la temporada anterior y de la regeneración vía establecimiento de las plantas. La cantidad de semilla producida cada año está sujeta, en gran medida, al rendimiento de forraje generado en ese año (Carter *et al.*, 1992; Carter and Lake, 1985).

En el primer caso, deberá adoptarse una metodología de seguimiento del banco de semilla, a través del muestreo de volúmenes de suelo y la medición de la participación de las diferentes especies y cultivares presentes, hacia fines del periodo seco-estival. De esa forma se podrán corregir las deficiencias en el banco de semilla y establecer un programa de regeneración

de la pradera, o bien, hacer los ajustes desde el punto de vista del pastoreo animal, que signifiquen compensar los desequilibrios encontrados (Carter and Cochrane, 1985; Dear and Loveland, 1985).

De no ser así, otra forma de abocarse al problema, es estimar la participación relativa de las diferentes especies y cultivares anuales, según densidad de plantas naturalmente establecidas. Esto último es relevante, debido a que existe una relación directa entre la densidad de plantas establecidas y el rendimiento de forraje producido durante la estación de invierno, que es el que, en mayor medida, limita el resultado productivo del sistema de producción animal, en especial en territorios marginales, donde no es posible o aconsejable realizar un manejo de conservación de forraje y/o grano (Carter, 1987).

En el segundo caso, promover el desarrollo de una mayor densidad de macollos o rizomas que sean capaces de acumular las reservas necesarias como para sobrellevar los momentos restrictivos, como puede ser un déficit hídrico durante el periodo seco-estival o una recurrencia de bajas temperaturas en el periodo de otoño-invierno. En una gramínea perenne, los centros de crecimiento que acumulen una adecuada cantidad de reserva nutricional, principalmente de almidón, van a ser capaces de diferenciarse, emitir un tallo floral, producir semilla y prosperar en un periodo de sequía posterior. Normalmente, la acumulación de reservas en la raíces es menor e insuficiente como para establecer dicha secuencia de hechos. No obstante, en estas especies perennes, el manejo de pastoreo no debe tener como meta la producción de semilla, sino la obtención de la mayor cantidad de follaje (relación hoja/tallo) y, en consecuencia, de forraje de mayor valor nutritivo (Muslera y Ratera, 1991; Romero, 1996).

Adicionalmente, se deberá tomar en consideración la opción de sombreado por parte de los árboles, para lo cual se tendrá que tomar oportunamente la decisión de hacer los manejos de raleo y poda requeridos, y la disposición adecuada de los residuos, que al no retirarse y quedar sobre el suelo, junto con sombrear a las especies forrajeras, puede inducir a un efecto mecánico negativo sobre ellas y, asimismo, disminuye la superficie efectiva de pastoreo (Squella, 2004; Squella, 2007a).

A este respecto, las gramíneas por su hábito de crecimiento más erecto y disposición alternada y en ángulo de las hojas en altura, resultan menos afectadas que las leguminosas anuales, en especial las de crecimiento rastrero, que presentan una disposición más horizontal de las hojas (ejemplo: trébol subterráneo) (Brougham, 1960).

Consideraciones sobre el Manejo de Pastoreo

En la condición mediterránea existe una marcada fluctuación anual en la cantidad y valor nutritivo del forraje disponible para los animales. Esto último, se refiere a la proporción relativa de nutrientes presentes en el forraje en oferta, respecto a los requerimientos del animal, según sea su estado fisiológico; mantención o producción (último tercio de la preñez, lactancia, entre otros), del momento.

Lo primero, es decir la disponibilidad de forraje en oferta, condiciona una limitante para la producción animal, principalmente en otoño e invierno. Lo segundo, es decir el valor nutritivo de la pradera, hacia fines de primavera cuando las plantas maduran y establecen sus órganos reproductivos que culmina con la producción de las semillas, y durante el estado relativo de senescencia de verano-otoño, hasta previo el inicio de la estación de las lluvias. Sin embargo, se acepta que el momento de menor aporte nutricional del forraje en oferta, se produce seguida la primera lluvia efectiva de otoño, como consecuencia del lavado y pérdida de nutrientes hidrosolubles (ejemplo: proteínas) (Black, 1987; Ovalle y Squella, 1996).

No obstante, según sea el manejo de utilización de la pradera, los animales presentan una gran capacidad para seleccionar aquellas especies o partes de una planta forrajera, por su mayor valor nutritivo. Por selección se entiende la capacidad de un animal para cosechar una

planta o parte de una planta en particular, fundamentalmente por su valor nutritivo (Black and Kenney, 1984; Squella, 1992).

El uso de mezclas de leguminosas y gramíneas, entre otros beneficios, mejora el rendimiento y valor nutricional de la pradera (cantidad y distribución), y le confiere una mejor oportunidad de persistencia en el medio. Sin embargo, deberá cuidarse que el manejo de pastoreo permita a las especies anuales producir semilla en cada temporada, para su propia regeneración natural, como asimismo, minimizar la pérdida de semilla por consumo animal, durante el periodo seco estival (Reed, *et al.*, 1989; Carter *et al.*, 1992).

Temporada de Establecimiento

Una vez establecida una pradera, como consecuencia de la aplicación de un paquete tecnológico de siembra, se debe realizar diferentes manejos agronómicos de uso y mantención, donde la utilización animal o manejo de pastoreo y la fertilización de mantención resultan ser los más relevantes.

Durante la temporada de siembra, se recomienda no utilizar la pradera hasta que se haya producido la semilla (Carter, 1987). Sin embargo, si se ha logrado un buen establecimiento, a juzgar por el número de plantas de las leguminosas y gramíneas establecidas, como asimismo por el desarrollo de las plantas de la gramínea perenne (según se trate de pasto ovillo, festuca o falaris), y siempre y cuando la condición del suelo lo permita, puede efectuarse un pastoreo controlado, intenso y de corta duración, hacia mediados o fines de invierno (agosto-septiembre), según sea la precocidad de los cultivares en la mezcla, con el objeto de reducir la competencia con malezas de crecimiento erecto o bien con las gramíneas de siembra acompañantes. En este último grupo se debe mantener una altura del follaje no inferior a los 15 cm (Squella, 2007b).

La intensidad de utilización deberá basarse en la debida presión de pastoreo a ejercer. Esta última relaciona la cantidad de forraje disponible (kg MS/animal/día). A mayor disponibilidad de forraje por animal por día, menor es la presión de pastoreo y viceversa. De esa forma, los animales no tienen la oportunidad de seleccionar las especies por valor nutritivo y, en consecuencia, se limitan a consumir el forraje inmediatamente superior que normalmente va a estar dado por especies de rápido establecimiento y desarrollo posterior, como son las gramíneas anuales. Asimismo, se favorece el paso de la luz solar hacia la superficie del suelo, favoreciendo a su vez a las leguminosas de hábito de crecimiento más rastrero (ejemplo: trébol subterráneo) y las gramíneas perennes, ya que la penetración de la luz estimula el desarrollo de los órganos de rebrote en formación (macollos o rizomas) (Brougham, 1960; Ruiz, 1996d).

Posteriormente, la pradera deberá rezagarse hasta que se complete la maduración de la semilla, para luego volverla a utilizar, una vez completado su ciclo de crecimiento (octubre-diciembre). No obstante, deberá tomarse las debidas precauciones para minimizar el consumo de semillas por parte de los animales, durante el periodo seco-estival. Lo ideal es utilizar una densidad de carga animal que fuerce a los animales a consumir hojas y tallos, y dejar la mayor cantidad de semilla y frutos expuestos a la radiación solar para una adecuada escarificación natural, hasta la ocurrencia de la primera lluvia efectiva en otoño (abril-mayo). No obstante, se recomienda dejar un residuo senescente de pradera de unos 250-300 kg/ha. Este material inerte de hojas y tallos, por su volumen, junto con no representar un efecto físico negativo en la resiembra natural, favorecerá la tasa de germinación de las semillas y establecimiento de las plántulas de las leguminosas anuales, al moderar las temperaturas extremas y disminuir la evaporación del agua, desde los primeros centímetros del suelo (Carter and Lake, 1985; Carter *et al.*, 1992).

A diferencia de la presión de pastoreo (kg MS/animal/día), utilizada solo durante el periodo de crecimiento de la pradera (abril-mayo a octubre-diciembre), la densidad de carga se utiliza durante el periodo de receso de la pradera, que se produce normalmente entre noviembre-diciembre y abril-mayo, de cada año. Se expresa en número de animales por hectárea o equivalente por hectárea, cuando se trata de una sola especie animal en pastoreo, por ejemplo

equivalente ovino/hectárea (EO/ha) que considera una oveja de unos 55 kg de peso vivo. En el caso de un pastoreo que incluya diferentes especies animales, se deberá usar un valor de equivalencia en unidades animales (UA), según sea la especie y categoría etaria de desarrollo. Ejemplo: 1 oveja (edad superior a los 18 meses) de 55 kg de peso vivo (PV) equivale a unas 0,16 UA., mientras que una vaca de unos 500 kg de PV equivale a 1 UA, o bien 1 vaca equivale a unas 6,25 ovejas.

Como se ha indicado, una de las características más trascendentes que tienen los cultivos de las especies anuales de autosiembra es la escarificación natural y tamaño de la semilla. Semillas pequeñas y con menor grado de escarificación natural persisten en mejor forma su paso por el tracto gastrointestinal de los animales, e incluso, presentan una mayor capacidad de establecimiento desde las fecas (Curl and Jones, 1989; De Koning, 1990; Squella, 1992).

Un estudio realizado en una mezcla de trébol subterráneo y ballica inglesa (*Lolium perenne*) pastoreada con ovinos señala una significativa menor supervivencia de la semilla de cultivos de trébol subterráneo (spp. *subterraneum* y *yanninicum*) en comparación con un trébol voluntario como es el trébol glomerata (*T. glomeratum*), que posee una semilla de menor tamaño (0,276 mg) respecto a los tréboles subterráneos (3,83 y 4,67 mg), respectivamente. Asimismo, esto se hace extensivo a la eficiencia de germinación de la semilla más pequeña y su establecimiento como planta, desde las fecas del animal (Squella and Carter, 1996).

En el caso de las especies perennes, como pasto ovillo y festuca, la defoliación en el periodo seco-estival, deberá ser lo suficientemente liviana y/o poco frecuente, de tal manera que se favorezca un balance positivo en los órganos de reserva (Muslera y Ratera, 1991). Si se presenta un déficit hídrico en este periodo, se recomienda rezagar la pradera y no utilizarla hasta la temporada de crecimiento siguiente. En el caso de falaris, esto difiere, ya que presenta dormancia y por tanto no requiere de cuidados especiales. La excepción se da en el caso que por desbloqueo de dicho mecanismo, debido a la disminución de la temperatura en otoño, tienda a rebrotar. Esto sucede solo en suelos con buena profundidad efectiva de arraigamiento, donde un sistema radical de amplia capacidad de prospección, es capaz de utilizar el agua remanente en el suelo. No obstante, se trata de agua que está fuertemente retenida en el suelo y la tasa de crecimiento obtenida es muy baja. Luego, lo recomendable, es rezagar su utilización en otoño hasta el momento que las especies anuales se hayan establecido adecuadamente (Hoveland, 1970).

Temporadas Siguientes

Una vez iniciada la estación de las lluvias (segunda temporada de crecimiento y sucesivas), se recomienda rezagar la pradera hasta que la especie o cultivar de menor vigor de planta, se establezca adecuadamente, y la gramínea perenne acompañante haya desarrollado su debido rebrote desde los macollos o rizomas que sobrevivieron el periodo seco-estival (Brown, 1976; Carter and Lake, 1985; Muslera y Ratera, 1991).

Debido a las diferencias en hábito de crecimiento, disposición de las hojas y tasa relativa de crecimiento inicial (perenne *versus* anual), el rezoago deberá ser cautelado hasta un momento en que la competencia por luz no se agudice entre las leguminosas y la gramínea presente. El sombreado a este momento del crecimiento de la pradera, es mayormente perjudicial para las leguminosas, en especial las de hábito de crecimiento más postrado. A modo de ejemplo, el trébol subterráneo puede ser rezagado hasta que alcance un Índice de Área Foliar (IAF) entre 3 y 4, es decir, 3 a 4 veces su superficie foliar respecto a una unidad de superficie de suelo (ha). Un IAF superior trae consigo un aumento de la tasa de senescencia de la pradera y en consecuencia, una disminución importante del valor nutritivo del forraje (Brougham, 1960; Avendaño, 1996).

Luego del pastoreo, la pradera deberá rezagarse de la utilización animal hasta que su desarrollo no limite su propio crecimiento y potencial aporte nutricional al animal. Para este efecto, se debe establecer una altura (cm) de utilización o índice de cosecha que representa un volumen de forraje o un IAF determinado. Lo ideal al momento de la utilización bajo pastoreo, es que el

aporte de forraje provenga en un 40 y 60%, base materia seca, de las leguminosas y la gramínea, respectivamente (Ruiz, 1996b).

Por otra parte, se debe cuidar que el pastoreo no sobrepase una altura de residuo (cm), en orden a mantener un remanente de IAF que permita una más rápida recuperación a la defoliación animal. A este respecto, las leguminosas anuales pueden pastorearse con el cuidado de mantener un residuo de al menos 3 cm en trébol subterráneo y 3 a 5 cm en las especies restantes. Por otra parte, las gramíneas perennes requieren residuos óptimos que van desde los 3 a 5 cm en festuca y ballicas anuales; 5 cm en pasto ovillo y, 5 a 7 cm en falaris. Solo en situaciones de pastoreos muy intensivos, en los que no es esperable obtener con los residuos indicados, es posible limitar la producción de semilla en temporadas sucesivas (Ruiz, 1996b; Avendaño, 1996; Squella, 2007b).

De acuerdo a lo indicado, la frecuencia de utilización va a variar durante el periodo de crecimiento de la pradera, siendo menos frecuente en otoño-invierno y más frecuente durante la primavera. Es posible en un año normal a lluvioso, con una mejor distribución de las precipitaciones, lograr un número de 3-4 utilizaciones por temporada de crecimiento, con 4-6 semanas de rezago y alturas de pastoreo entre los 15 y 20 cm (Squella, 2007b). Bajo esta consideración, es más apropiado desde el punto de vista de la pradera y del animal usar un sistema de pastoreo rotativo con una alta presión de pastoreo, pero cuidando de mantener un nivel de residuo deseado. La altura de residuo aconsejada va a estar dada por la o las especies que requieren del residuo mayor. El pastoreo rotativo consiste en ir cambiando cronológicamente los animales de un sector a otro, según sea la frecuencia obtenida (Ruiz, 1996c y d).

No obstante, cuando no existe la opción de inversión para un sistema de ese tipo, que requiere disponer de mayor cantidad de cercos y puntos de suministro de agua de bebida para los animales, se puede recurrir a un sistema de pastoreo continuo, que considere el mismo cuidado respecto al residuo de utilización, señalado para el pastoreo rotacional. El pastoreo continuo es aquel en que los animales, se mantienen en una sola unidad de pastoreo durante toda la temporada de crecimiento (Ruiz, 1996d).

Fertilización de Mantención

Las praderas de siembra, para copar con un nivel productivo de forraje adecuado, requieren de una fertilización de mantención, en los años siguientes al de su establecimiento. Independientemente del análisis de fertilidad de suelo (nitrógeno, fósforo, y potasio en mg/kg de suelo seco; materia orgánica en % y acidez pH), inicial realizado durante el periodo seco-estival, previo a la siembra de otoño, es necesario conocer los cambios sucesivos en el suministro potencial de nutrientes a la pradera.

Los nutrientes más relevantes en una mezcla leguminosas-gramínea son nitrógeno, fósforo y potasio (macronutrientes). Sin embargo, existen otros nutrientes que pueden ser corregidos a partir de la fertilización efectuada con la siembra inicial (micronutrientes), o bien propiciar su disponibilidad potencial a través de la acumulación de mayores tenores de materia orgánica en el suelo, como es el caso del azufre. Algunos micronutrientes que puedan ser relevantes, según sea el tipo de suelo en cuestión, como boro, molibdeno, zinc, cobre, manganeso y hierro, debido a la baja dosis recomendable, parece ser más adecuado que sean incluidos junto al peletizado de la semilla de las leguminosas anuales.

A nivel de macronutrientes, los estudios de calibración de requerimientos nutricionales por parte de praderas permanentes (mezcla de tréboles subterráneos y falaris) en el secano Mediterráneo del país; señalan al fósforo y azufre como los más necesarios para el caso de las leguminosas y, al nitrógeno y fósforo en el caso de las gramíneas anuales y perennes (Avendaño, 1996). A modo de ejemplo, en suelos de secano de la zona central (asociación Rosario), el trébol subterráneo ve limitada su capacidad de rendimiento de forraje con niveles faltantes de fósforo y potasio (Squella, 2007a). A este último respecto, a pesar de que el potasio se señala como

suficiente de acuerdo a los estándares usados por los laboratorios. Falaris por su parte, si bien muestra un importante requerimiento de nitrógeno, fósforo y azufre, en la realidad, la única respuesta significativa ha sido la obtenida mayormente con la aplicación de solo nitrógeno y secundariamente de fósforo.

La mezcla para mantener un buen nivel productivo en los 4 años posteriores a la siembra, ha requerido una fertilización anual de mantención de 50 kg de N/hectárea y 50 kg de P₂O₅/hectárea. Cuando la vida útil productiva se pronostica desde el quinto año en adelante, producto de la degradación normal y paulatina de la pradera, en especial por el aumento sostenido de malezas, es posible bajar la dosis de mantención a unos 25 kg de N/hectárea y 25 kg de P₂O₅/hectárea. No obstante, para una correcta fertilización de mantención en años sucesivos, se requiere disponer de análisis de suelo, idealmente tomados a dos profundidades: 0-20 y 21-40 cm, previo al inicio de la estación de las lluvias.

Otro aspecto de interés es la corrección temporal de la acidez del suelo, en especial para el correcto funcionamiento de las leguminosas. Debido a la baja solubilidad de los productos usados normalmente para encalado, tiene mayor relevancia la incorporación al suelo de la dosis de corrección temporal de la acidez, durante la temporada de siembra (Ruz y Campillo, 1996).

CONCLUSIONES

En la temporada de establecimiento de una mezcla leguminosas-gramínea, el manejo de la pradera se debe concentrar en la formación del banco de semilla en las especies anuales y el desarrollo de los centros de crecimiento, en la especie perenne.

En el periodo seco-estival que le sigue, el manejo de pastoreo deberá propiciar la exposición de frutos y semillas a la acción de la radiación solar. Sin embargo, deberá evitarse que el pastoreo pueda reducir la reserva de semillas que limitará la regeneración natural de la pradera en la temporada siguiente, una vez reiniciada la estación de las lluvias. Esto último es más probable en las especies que desarrollan sus semillas incluidas en los frutos que en las especies que tienen la particularidad de propiciar el desgrane una vez alcanzada la madurez. Asimismo, deberán cuidarse los centros de crecimiento de las gramíneas perennes, especialmente si ocurren lluvias durante dicho periodo.

Para tal efecto, podrá utilizarse un sistema de pastoreo continuo, con una duración supeditada a la disponibilidad de forraje y densidad de carga a utilizar. A este momento, se deberá proveer de agua en cantidad y calidad a los animales. A modo de referencia, una oveja con 55-60 kg de peso vivo consume, en condición de secano costero Mediterráneo subhúmedo (Región de O'Higgins), durante los meses de enero-febrero, marzo, abril y mayo, este último una vez iniciada la estación de las lluvias, unos 3,2; 2,8; 1,4 y 0,9 litros/animal/día, respectivamente (Squella *et al.*, 2006). Por el contrario, durante el periodo de crecimiento de la pradera, los animales recurren al agua ingerida con el forraje y a los puntos de acumulación natural presentes en el sitio de pastoreo.

En las temporadas siguientes, se recomienda rezagar o diferir el uso de la pradera hasta que las especies anuales de autosiembra y gramíneas perennes se hayan establecido y rebrotado con éxito, respectivamente. Diferir el uso de una pradera, consiste en no utilizar con animales en un lapso de tiempo determinado, durante su periodo de crecimiento. Normalmente, el diferir el uso de una pradera en algún momento del año, a modo de ejemplo durante el establecimiento natural (abril-mayo) o previo al inicio de la época reproductiva (agosto-septiembre), cumple objetivos específicos, como son asegurar un adecuado establecimiento de la pradera y fortalecer el banco de semillas en el suelo.

Una vez superada esta etapa de desarrollo, deberá cuidarse que el crecimiento de las especies en la pradera no limite su desarrollo posterior por efecto de la competencia interespecífica, especialmente por luz. En consecuencia, deberá utilizarse idealmente un sistema

de pastoreo rotativo-diferido, donde la frecuencia o intervalos de pastoreo, variable según sea la tasa de crecimiento de la pradera, minimice este efecto. En términos prácticos, deberá establecerse una altura de inicio del pastoreo, como asimismo, deberá respetarse obligatoriamente una altura de residuo mínimo a dejar. Para tal efecto, se puede usar como referencia la altura de la especie o especies más susceptibles, o que requieren de una mayor altura de residuo, para su mejor rebrote y persistencia en la pradera.

El número de pastoreos a verificarse en cada temporada de crecimiento va a estar dado por lo temprano en que se manifieste el inicio de la estación de las lluvias, por la presencia de un régimen de temperaturas más benigno, por la frecuencia en la ocurrencia de lluvias posteriores en otoño, por la rapidez del establecimiento o rebrote, por el grado de acumulación de forraje durante el invierno y la primavera, y por la prolongación de un balance hídrico positivo en el suelo hacia fines de primavera, e inclusive durante el periodo estival, en especial en la precordillera de Los Andes. No obstante, lo más probable es que se deban tomar las medidas del caso, respecto al pastoreo de las gramíneas perennes no dormantes (pasto ovillo y festuca), en especial bajo el efecto de un estrés hídrico que ocurra durante el periodo estival. Igual indicación de rezago o no utilización por parte de los animales, es dable esperar con el potencial rebrote de *falaris*, previo a la ocurrencia de una primera lluvia efectiva.

El marco y densidad de plantación inicial de la especie forestal, deberá decidirse, tomando en consideración el tipo de sitio, mezcla forrajera a utilizar y alternativa de manejo de pastoreo, en orden a asegurar que la pradera permanente, persista en términos productivos, el mayor tiempo posible.

Por otra parte, el manejo de raleo y poda de los árboles deberá ser lo suficientemente intenso y oportuno, como asimismo la disposición de los desechos del bosque, de tal manera, de minimizar hasta donde sea posible el efecto de sombreamiento por parte de los árboles. Las especies forrajeras en cuestión, en especial las leguminosas y en particular las de hábito de crecimiento más postrado, por la disposición horizontal de las hojas, son más susceptibles que las gramíneas anuales y perennes, que presentan sus hojas alternadas y en ángulo, respecto al crecimiento vertical del tallo que las sustenta.

REFERENCIAS

- Avendaño, J., 1996.** Praderas sembradas en zonas mediterráneas. p. 467-494. *In* I. Ruiz (ed.) Praderas para Chile. 2^{da} Edición. Capítulo 24. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.
- Bewley, J. D., and M. Black, 1982.** Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination. Vol. 1. Development, germination and growth. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. 306 p.
- Black, J. L., 1987.** Nutritional criteria for forage nutritive value. p. 29-43. *In* K.J. Hutchinson *et al* (eds.) Improving the Nutritive Value of Forage. Technical Report Series N° 20. Standing Committee on Agriculture, Camberra, Australia.
- Black, J. L., and P.A. Kenney, 1984.** Factors affecting diet selection by Sheep. III. Height and density of pasture. *Aust. J. Agric. Res.* 35:565-578.
- Brougham, R. W., 1960.** The effect of frequent hard grazing at different times of the year on the productivity and species yield of a Grass-Clover pasture. *New Zealand J. Agr. Res.* 3:125-136.
- Brown, T. H., 1976.** Effect of deferred autumn grazing and stocking rate of Sheep on pasture production in a Mediterranean-type climate. *Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 16:181-188.
- Carter, E. D., 1987.** Establishment and natural regeneration of annual species. p. 35-51. *In* J.L. Weeler, C.J. Pearson and G.E. Robards (eds.) Temperate Pastures: their Production, Use and Management. Australian Wool Corporation / CSIRO, Australia.
- Carter, E. D., and M. J. Cochrane, 1985.** The poor Subterranean Clover status of dairy pastures in the Adelaide Hills. *Proceedings of the 3rd Australian Agronomy Conference*, Hobart, Australia. p. 217.

Carter, E. D., and A. Lake, 1985. Seed, seedling and species dynamics of grazed annual pasture in South Australia. p. 654-656. *In Proc. XV Int. Grassl. Congr., Kyoto, Japan.*

Carter, E. D., R. G. Porter, M. H. Ababneh, F. Squella, F. N. Muyekho and R. Valizadeh, 1992. The production and management of annual pasture legumes in ley farming systems of South Australia. p. 418-421. *In 6th Australian Agronomy Conference (AAC), February 10-14, 1992. AAC, Armidale, New South Wales, Australia.*

Collins, W.J., C.M. Francis, and B.J. Quilivan. 1984. The interrelation of burr burial, seed yield and dormancy in strains of subterranean clover. *Aust. J. Agric. Res. 27:787-797.*

Curll, M. L., and R.M. Jones, 1989. The plant-animal interface and legume persistence - an Australian perspective. p. 339-357. *In G.C. Marten et al (eds.) Persistence of Forage Legumes. American Society of Agronomy, USA.*

Dear, B. S., and B. Loveland, 1985. A survey of the seed reserves of Subterranean Clover pastures on the Southern Tablelands of New South Wales. *Proceedings of the 3rd Australian Agronomy Conference, Hobart, Australia. p. 214.*

De Koning, C. T., 1990. The ecology and productivity of new cultivars of Subterranean Clovers (*Trifolium subterraneum* L.) Ph.D. Thesis. 270 p. The University of Adelaide, Adelaide, Australia.

Hoveland, C. S., 1970. Dormancy and seasonal growth of *Phalaris* species in Alabama. *Proceedings of the 7th International Grassland Congress, Surfers Paradise. p. 608-611.*

Muslera, E. y C. Ratera, 1991. Praderas y Forrajes. Producción y Aprovechamiento. 2^{da} Edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. 674 p.

Ovalle, C., y F. Squella, 1996. Terrenos de pastoreo con pastizales anuales en el área de influencia climática mediterránea. p. 429-466. *In I. Ruiz (ed.) Praderas para Chile. 2^{da} Edición. Capítulo 23. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.*

Quilivan, B. J., 1966. The relationship between temperature fluctuations and the softening of hard seeds of some legume species. *Aust. J. Agric. Res. 17:625-631.*

Reed, K. F. M., M. J. Mathison and E. J. Crawford, 1989. The adaptation, regeneration and persistence of annual legumes in temperate pastures. p. 69-87. *In G.C. Marten et al (eds.) Persistence of Forage Legumes, American Society of Agronomy, USA.*

Romero, O., 1996. Conceptos básicos relacionados con el crecimiento de plantas forrajeras y con el manejo de praderas perennes sembradas. p. 199-208. *In I. Ruiz (ed.) Praderas para Chile. 2^{da} Edición. Capítulo 10. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.*

Ruiz, I., 1996a. Introducción: Un vistazo a la compleja relación clima-suelo-árbol-pasto-ganado. p. 7-16. *In I. Ruiz (ed.) Praderas para Chile. 2^{da} Edición. Capítulo 1. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.*

Ruiz, I., 1996b. Frecuencia de utilización y residuo posutilización. p. 209-217. *In I. Ruiz (ed.) Praderas para Chile. 2^{da} Edición. Capítulo 11. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.*

Ruiz, I., 1996c. Métodos de pastoreo. p. 357-368. *In I. Ruiz (ed.) Praderas para Chile. 2^{da} Edición. Capítulo 19. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.*

Ruiz, I., 1996d. Carga animal (capacidad talajera) y presión de pastoreo. p. 371-385. *In I. Ruiz (ed.) Praderas para Chile. 2^{da} Edición. Capítulo 20. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.*

Ruz, E., y Campillo, R., 1996. Fertilización de praderas. p. 219-237. *In I. Ruiz (ed.) Praderas para Chile. 2^{da} Edición. Capítulo 12. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.*

Soto, P., 1996. Consideraciones para elegir una especie o mezcla forrajera. p. 139-147. *In I. Ruiz (ed.) Praderas para Chile. 2^{da} Edición. Capítulo 6. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.*

Squella, F., 1992. The ecological significance of seed size in Mediterranean annual pasture legumes. Ph.D. Thesis. 466 p. The University of Adelaide, Adelaide, Australia.

Squella, F., 2004. Manejo pastoral en sistemas silvopastorales y resultados de experiencias en Chile. *In* Curso Agroforestería: Interfase necesaria para un aumento de la rentabilidad y sustentabilidad de la agricultura familiar campesina. INFOR. 7-10 de septiembre de 2004, Chillán, Chile. (CD ROM).

Squella, F., 2005. Síntesis de la investigación-desarrollo en recursos forrajeros. p. 21-51. *In* F. Squella, L. González y K. Cordero (eds.) Estado de Avance de las Actividades de Investigación - Desarrollo Centro Experimental Hidango. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Rayentué, Centro Experimental Hidango. Serie Día de Campo N^o 4. Santiago, Chile.

Squella, F., 2007a. Estudio técnico-productivo de sistemas silvopastorales de producción ovina y de carne bovina en bosques de pino (*Pinus radiata* Don.) localizados en el secano Mediterráneo subhúmedo de Chile. Tesis Ingeniero Agrónomo. 490 p. Universidad del Mar, Escuela de Ciencias Agropecuarias, Valparaíso, Chile.

Squella, F., 2007b. Recursos forrajeros para praderas de siembra. Capítulo 3. p. 37-89. *In* F. Squella (ed.) Técnicas de Producción Ovina para el Secano Mediterráneo de la VI Región. Boletín INIA N° 166. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Rayentué, Centro Experimental Hidango, Lituèche, Chile.

Squella, F. and E. D. Carter, 1992a. Effects of seed size and level of hard-seededness on survival of medic seeds in whole pods fed to Sheep or as clean seed exposed in the Sheep rumen. p. 537. *In* 6th Australian Agronomy Conference (AAC), february 10-14, 1992. AAC, Armidale, New South Wales, Australia.

Squella, F. and E. D. Carter, 1992b. The significance of seed size on survival of some Annual Clover pasture species in South Australia. p. 538. *In* 6th Australian Agronomy Conference (AAC), february 10-14, 1992. AAC, Armidale, New South Wales, Australia.

Squella, F. and E. Carter, 1996. The significance of seed size on survival of some Annual Clover seeds in Sheep pastures of South Australia. Proc. 8th Australian Agronomy Conference, Toowoomba, Queensland. p. 510-513.

Squella, F. y J. F. Figueroa, 2005. Praderas de siembra para el secano Mediterráneo. p 52-84. *In* F. Squella, L. González y K. Cordero (eds.) Estado de Avance de las Actividades de Investigación - Desarrollo Centro Experimental Hidango. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Rayentué, Centro Experimental Hidango. Serie Día de Campo N^o 4. Santiago, Chile.

Squella, F. y C. Ovalle, 1997. Caracterización de cultivares de trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum* L.) para el secano Mediterráneo de la VI Región de Chile. II. Tiempo de floración y escarificación natural de la semilla. p. 49-50. *In* XXII Reunión de la Sociedad Chilena de Producción Animal A.G. (SOCHIPA), Valdivia, Chile.

Squella, F. y C. Ovalle, 1998. Caracterización de accesiones de hualputra (*Medicago polymorpha* L.) para el secano interior Mediterráneo de la VI Región de Chile. II. Tiempo de floración y escarificación natural de la semilla. p. 89-90. *In* XXIII Reunión Anual, Sociedad Chilena de Producción Animal A.G. (SOCHIPA), Chillán, Chile.

Squella, F., P. Muñoz y G. Castellaro, 2006. Consumo de agua por ovejas y alpacas en pastoreo de un rastrojo de trigo durante el periodo seco estival. p. 167-168. *In* XXXI Reunión de la Sociedad Chilena de Producción Animal A.G. (SOCHIPA), 18-20 de octubre de 2006, Chillán, Chile.

Watkin, B. R., and R. J. Clements, 1978. The effects of grazing animals on pastures. p. 273-289. *In* J. R. Wilson (ed.) Plant Relations in Pastures. CSIRO, Melbourne, Australia.