

SERIE DIDÁCTICA N° 85

TÉCNICAS DE REFINAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE PASTIZALES



Guillermo O. Martín (h)



Universidad Nacional de Tucumán
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA



TÉCNICAS DE REFINAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE PASTIZALES

Guillermo O. Martín (h)

SERIE DIDÁCTICA N° 85

San Miguel de Tucumán
República Argentina

- 2014 -

Martín (h), Guillermo Oscar

Técnicas de refinamiento y recuperación de pastizales. - 1a ed. - San Miguel de Tucumán :
Universidad Nacional de Tucumán, 2014.
E-Book.

ISBN 978-950-554-865-1

1. Pastizales. 2. Degradación. I. Título
CDD 577.4

Fecha de catalogación: 26/06/2014

TÉCNICAS DE REFINAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE PASTIZALES

Guillermo O. MARTIN (h)*

INTRODUCCIÓN

Las Técnicas de Refinamiento y Recuperación del Pastizal Natural, son las distintas técnicas y/o metodologías que pueden emplearse para mejorar la Condición del pastizal, favoreciendo la dominancia o instalación de especies de valor forrajero, incrementando su potencial productivo, liberando espacio para la germinación de los pastos, eliminando material vegetal senescente para favorecer el rebrote tierno de las forrajeras o permitiendo la recuperación natural (por Clausuras) o artificial (por Siembras e Intersiembras) del estrato herbáceo o la recuperación natural (por Protección de Renovales) o artificial (por Reforestación) del estrato arbóreo.

Sin embargo, debemos antes de aplicar cualquier técnica, conocer si realmente el potrero o establecimiento a manejar presenta síntomas de degradación, y si así fuese, cuan severo es el problema. Adámoli (1993) define como degradación a la alteración más o menos intensa y más o menos irreversible, de los parámetros estructurales de los bosques nativos con la consiguiente afectación de sus funciones. Atribuye como principal causa de este problema, a la falta de planificación de las actividades desarrolladas sobre estos recursos naturales, destacando la ausencia de manejo, el sobrepastoreo, la tala indiscriminada, la compactación del suelo, el incremento de la erosión hídrica, la disminución de especies de valor forrajero, la invasión de leñosas arbustivas, la pérdida de renovales de especies arbóreas y la reducción de la superficie forestal por incendios.

La detección de un proceso de degradación requiere realizar previamente un reconocimiento del terreno y observar si se presentan los llamados “Indicadores de Degradación”, que son los siguientes:

i) Grado de Cobertura: se refiere a todo tipo de material vegetal que cubre el suelo (vegetales vivos y mantillo). En potreros sin degradación, hay suficiente material vegetal y abundante mantillo; potreros con escasa vegetación, suelo compactado y ausencia de mantillo, están indicando degradación;

ii) Diversidad de Especies: si se compara la diversidad de especies con datos de años precedentes y se observa la desaparición o reducción de algunas de las de mayor valor forrajero, estamos ante un proceso de degradación. También puede determinarse si hay aparición o incremento de malezas y plantas tóxicas, que compiten con el pastizal sin ofrecer alimento o provocando mortandad de animales, en el caso de las últimas. Es importante aquí hacer una referencia al caso de las plantas tóxicas, que son frecuentes en los campos naturales del NOA y de difícil erradicación o control. Existe la creencia generalizada de que cuando escasea el forraje, el animal trata de compensar el déficit diario de su ingesta consumiendo estas plantas; lo que ocurre en realidad es que el animal acostumbrado a la zona, siempre ha consumido (en una proporción pequeña y relativamente constante) estas plantas, sólo que en un pastizal degradado, al no tener suficiente cantidad de forraje normal, esa porción tóxica consumida se potencia porque se incrementa en relación a la M.S. no tóxica; es entonces cuando el animal manifiesta síntomas de intoxicación que pueden llevarlo a la muerte. La mejor forma de controlar el problema de las plantas tóxicas, es manejar el pastoreo de manera de mantener siempre adecuados grados de Cobertura y Disponibilidad de forraje de buena calidad, porque en potreros no sobrepastoreados, el tóxico se diluye;

iii) Grado de Superficie Desnuda del Suelo: es el indicador inverso a Cobertura; obviamente potreros con mayor porcentaje de suelo desnudo, están indicando procesos degradativos más severos;

iv) Movimientos de Suelo: se refiere a voladura o pérdida de suelo por efectos eólicos o hídricos. Un correcto manejo de pastizales exige la presencia de un suelo estabilizado;

* Ing. Zootecnista, Profesor Titular de la Cátedra de Forrajicultura y Cerealicultura de la Fac. de Agron. y Zootecnia de la U.N.T. Av. Roca 1900, C. C. 125, C. P. 4000, S. M. de Tucumán, Argentina. gomarth@faz.unt.edu.ar



Figura 1: Potrero sobrepastoreado con alto porcentaje de suelo desnudo.

v) Desplazamiento de Suelo por Pisoteo Animal: este síntoma es también indicativo de un proceso progresivo de degradación del pastizal, observándose primeramente deterioro en las esquinas de los potreros, en cercanía de las aguadas, en borde de alambrados y en sendas muy marcadas en todo el interior del lote; en casos de laderas, pueden observarse terrazas por desplazamiento de suelo, hechas por el ascenso y descenso de los animales;

vi) Plantas en Pedestal: se refiere al hecho de detectar de que en algunos sitios, se ha perdido todo el horizonte superficial; en estos casos, sólo donde quedan plantas vivas se observa que está retenido el suelo original, de manera que las plantas quedan como situadas sobre un pedestal en relación al resto del terreno. Este es un síntoma muy severo de degradación;

vii) Pavimento de Erosión: consiste en la acumulación de pequeñas piedras que quedan entre las plantas, cuando se han volado los componentes más finos del suelo. Una vez formado este pavimento, la velocidad de deterioro del terreno disminuye, pero la capacidad de recuperación de cobertura, es también muy difícil;

viii) Zanjas Activas de Erosión: esto incluye todas las zanjas que se originan por el arrastre del agua que proviene de las partes más altas de la cuenca. El torrente incontrolado, indica erosión y sobrepastoreo en las partes altas; en estos casos se aconseja la suspensión temporaria (en la época de lluvias) o permanente del pastoreo en esas zonas y la implantación de especies de cobertura o la forestación;

ix) Cárcavas: es un síntoma sumamente severo de degradación, donde grandes superficies de terreno quedan imposibilitadas permanentemente y su recuperación es prácticamente irreversible;

x) Arbustos y Árboles Deformados por el Ramoneo: cuando observamos que los arbustos han perdido su forma normal y su tamaño se vuelve achaparrado o cuando vemos que árboles como los algarrobos, guayacanes, talas o mistoles tienen su copa perfectamente cortada a una altura de entre 1,50 y 2,00 mts del suelo, podemos asegurar que ya el estrato herbáceo no brinda sustento suficiente a los animales, los que se dedican a consumir exageradamente a las leñosas a un ritmo tal que no les permite recuperar el follaje perdido, produciendo las deformaciones descriptas, y

xi) Relictos: se denomina así a zonas donde se ha perdido toda la vegetación y sólo quedan restos de vegetales muertos o coronas decrépidas. Es prácticamente la última etapa de la degradación.

A todos estos indicadores de degradación, debemos sumar algunos de índole general, que son los que normalmente comienzan a producirse sutilmente en etapas primarias de la degradación, pero que de no tenerse en cuenta, determinan los aspectos iniciales de todo proceso degradativo: escaso vigor de las plantas forrajeras, escasa producción de semilla de estas plantas, compactación del suelo, baja infiltración del agua, elevado índice de escurrimiento hídrico y consumo o utilización excesiva de las forrajeras de mejor calidad.



Figura 2: Plantas en pedestal.

Indudablemente que ante el primer síntoma de degradación de un pastizal, debemos aplicar alguna técnica de refinamiento o recuperación; esto siempre significa resignar en parte y por un tiempo que dependerá del grado de severidad del problema, terreno o productividad al proceso productivo, los que se recuperarán con creces si la técnica es correctamente implementada.

En general, los estudios sobre parámetros indicadores de procesos de degradación en evolución, se han hecho más frecuentemente en regiones subúmedas y húmedas, que sobre vegetación nativa en regiones semiáridas y áridas. Para estas últimas y a manera de ejemplo, se ha comprobado que una precipitación anual de 305 mm es necesaria para que el agua penetre más allá de la zona radical de las Gramíneas y se requieren al menos 460 mm para que esto ocurra, cuando el sistema presenta vegetación arbustiva. Menos que esto, es consumido por la vegetación antes de llegar a la zona de percolación profunda. Por lo general existe mayor porcentaje de evaporación y evapotranspiración en las áreas de menor precipitación, lo que produce una situación más precaria en lo que a balance hídrico se refiere, en las regiones semiáridas y áridas. Es justamente por ello que los errores de manejo cometidos en estas zonas, se pagan con largos años de espera para recuperar el ambiente (Blaney, 1952; Anderson, 1983).

Como se puede evaluar que un proceso de deterioro está ocurriendo en un ambiente o ecosistema ?. En general esto se asocia con tres factores: la productividad, la integridad biológica y el aspecto estético. En la práctica, la medición de indicadores de un fenómeno de deterioro ambiental se relaciona casi completamente con la productividad; la integridad biológica (muy asociada a la productividad) y el aspecto estético, están más condicionados a la percepción que podamos tener de dichos cambios en un lugar y tiempo específicos (Paruelo y Aguiar, 2003).

Dada la dificultad para evaluar a lo largo del tiempo el grado de deterioro de los distintos aspectos de un ecosistema, la detección y cuantificación de un proceso de degradación de un pastizal, requiere conocer el valor potencial de la variable a medir; éste valor corresponde al nivel que debería tener la variable, en ausencia de impacto humano y para un ambiente equivalente al estudiado. Para ello, los ecólogos recurren a la sustitución del tiempo por el espacio y al uso de modelos de simulación, en base a la siguiente metodología (Paruelo y Aguiar, 2003):



Figura 3: Pérdida de suelo - Cárcavas

i) en el primer caso (sustitución de tiempo por espacio), se identifican sitios que corresponderían a distintos estados a lo largo de una secuencia cronológica; esto ha sido muy empleado en estudios de sucesión ecológica, lo que requiere tener la posibilidad de datar el tiempo transcurrido desde el disturbio que dio origen a los cambios y realizar una larga lista de supuestos acerca de la dinámica de los acontecimientos. Un ejemplo de esto puede verse en un potrero en el cual un área alejada de la aguada (por ejemplo), casi no presenta signos de deterioro en relación a las áreas adyacentes a la misma. El empleo de áreas clausuradas de diferente edad, es también una metodología empleada por los ecólogos para sustituir el tiempo por el espacio y reconstruir la secuencia de deterioro de un sitio, asumiendo que la vegetación potencial que puede llegar a tener un área degradada es la que corresponde a la de la clausura más antigua ubicada en un hábitat natural, y

ii) la segunda metodología (modelos de simulación), es una poderosa herramienta para explorar el comportamiento a largo plazo de un ecosistema o evaluar el efecto de disturbios que no pueden ser generados experimentalmente. Así, observaciones de la productividad de áreas poco modificadas (parques nacionales o zonas protegidas), permiten generar modelos que a partir de variables ambientales (como la precipitación), estiman los niveles potenciales de la productividad primaria que deberían tener las áreas en deterioro. Un ejemplo desarrollado para las regiones de pastizales y arbustales de EE.UU. permite ilustrar este punto: a partir de mediciones del Índice de Verdor Normalizado (IVN), un índice espectral calculado a partir de mediciones satelitales y linealmente relacionado con la productividad de la vegetación y el registro de la precipitación media anual, se generó un modelo que relaciona ambas variables para zonas protegidas; este modelo permite calcular la productividad potencial de un área fuera de las zonas protegidas para las cuales fue generado. De manera análoga se pueden generar modelos que relacionen algunos aspectos estructurales del ecosistema (por ej.: proporción relativa entre arbustos, gramíneas C3 y gramíneas C4), con variables ambientales para áreas con nulo o bajo impacto antrópico, empleándose estos parámetros para evaluar el grado de degradación de un sitio comparando los valores predichos por el modelo con los observados y medidos en el campo (proporción relativa de los tipos funcionales de especies) o por los satélites (productividad primaria).

La toma de decisión para implementar alguna forma o técnica de refinamiento o recuperación del potencial perdido por el pastizal, tiene generalmente que ver con la comprobación de que la C.A. (Carga Animal) de un potrero o un establecimiento, está en paulatino retroceso a través del tiempo. Los factores más importantes que alertan sobre este proceso de deterioro, son:

- i) baja densidad de plantas de valor forrajero por m^2 o ha;
- ii) escasa biomasa o tamaño de planta, lo que incide directamente sobre el rendimiento forrajero en kgs. de M.S. del potrero o lote;
- iii) falencias en la dinámica de resiembra natural del pastizal, por escasa producción de semilla por plantas débiles o muy aisladas;

iv) baja accesibilidad de los animales hacia el forraje, debido a la interferencia de arbustales o fachinales muy cerrados, y

v) dificultosa transitabilidad de los animales dentro del potrero, por la misma razón expuesta en el punto precedente; esto limita el pastoreo sólo a las áreas de picadas o abras, lo que reduce mucho la eficiencia y rentabilidad del sistema.

Conocer las causas de la baja C.A. en cada situación a manejar, es fundamental para poder elegir el método de refinamiento a emplear sobre el pastizal.

Una vez determinado (por el sistema o método que fuere), que un pastizal está experimentando algún grado de deterioro respecto de su situación original o estado más productivo o estable, se debe implementar alguna técnica de refinamiento o recuperación del potencial perdido, en pos de mejorar la performance productiva del sitio y conservar los recursos naturales allí presentes.

Para definir adecuadamente la técnica o la combinación de técnicas de refinamiento a utilizar en una determinada situación, es importante previamente conocer la estructura y funcionamiento del ecosistema a intervenir. Para ello, la identificación y delimitación de las “unidades de paisaje” a diferentes niveles de percepción (Urban et al., 1987), es de gran utilidad para definir áreas que requieran diferentes tratamientos.

Se debe conocer también acabadamente, las características del suelo; en sitios semiáridos donde la formación de horizontes es incipiente, con una práctica inadecuada se corre el riesgo de mezclarlos llevando a superficie horizontes salinos o calcáreos (Lizzi, 2006).

Otro aspecto a tener en cuenta previo a cualquier intervención, es el conocimiento de la abundancia y cobertura de las especies forrajeras del sitio, que puede determinarse por métodos como Canfield (1941), Braun Blanquet (1950), Daubenmire (1959) o Mueller Dombois y Elleberg (1974); en caso de que estén presentes, este estudio permitirá definir el momento más apropiado para realizar la intervención y promoverlas.

DESARROLLO

Las principales Técnicas de Refinamiento de pastizales naturales son: Clausura (Permanente o Temporaria); Control de Leñosas (Control Químico o Rolado); Desmonte (Total o Selectivo); Quema Prescripta; Intersiembrá; Fertilización e Inundación.

Clausura

Es una herramienta de manejo sumamente útil al momento de intentar recuperar el potencial forrajero o la Condición de un sitio de pastoreo. Es bien conocido que en el NOA, casi la totalidad de los campos con monte, son bosques secundarios que han sufrido durante décadas los efectos de la tala selectiva y el sobrepastoreo, con un incremento incontrolado del proceso de arbustización (Martín, 1999 a).

En esas situaciones o en potreros con escasa vegetación herbácea, suele recomendarse la Clausura (a veces de varios años) con la intención de recomponer la Densidad, Cobertura y Productividad de los pastos. Si bien en el NOA las Clausuras son poco empleadas, algunas experiencias han demostrado buenos resultados, sobre todo en campos con pocas leñosas. Esto se debe en muchos casos, a que en estas situaciones existe menor competencia por H₂O y nutrientes de las leñosas sobre los pastos.

Clausurar un potrero significa retirar la totalidad de los animales del mismo durante un tiempo determinado, en función del grado de perturbación o deterioro que tiene el área, para permitir la recuperación de la diversidad florística y la productividad forrajera del pastizal.

Para que esta acción de manejo produzca beneficios significativos, debe realizarse entre los meses de crecimiento vegetativo y/o reproductivo de las especies forrajeras naturales. En el caso del NOA, si la Clausura se hace entre principios de Octubre y primera quincena de Enero, se favorece la recuperación vegetativa del pastizal (mayor vigor y/o crecimiento aéreo de la planta y mayor productividad forrajera); si el descanso se hace entre mediados de Diciembre y fines de Abril, se favorece el desarrollo reproductivo del pastizal (formación y maduración de semillas, acumulación de reservas, resiembra natural o semillazón y mejora futura de la densidad de plantas/m²).

Kunst et al. (1987) presentan el caso de *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi (una de las especies forraje-

ras naturales más importantes del NOA), indicando que el rebrote activo de macollos y hojas comienza días después de una precipitación efectiva primaveral. Ese es el momento desde el cual debe iniciarse la Clausura, si queremos recuperar el vigor del pastizal. Otra etapa importante es la aparición de las primeras inflorescencias (suele darse desde fines de Diciembre en adelante) y si se cierra el potrero al pastoreo a partir de este momento, se favorece la resiembra natural del pastizal.

En potreros de Condición Regular o Pobre, es aconsejable clausurar durante 1 o 2 años (según la severidad de la degradación), para obtener algunos resultados positivos; de todas maneras es importante antes evaluar las reales posibilidades de recuperación natural del área, en función de determinar si existen suficientes plantas madres de las especies Decrecientes, en condiciones de semillar. Si esto es factible, en años sucesivos y a medida que el potencial forrajero se recupere, los períodos de descanso podrán ser cada vez menos frecuentes.

Las Clausuras pueden clasificarse en Temporarias o Permanentes. Temporarias son aquellas que se implementan por espacios reducidos de tiempo (desde pocos meses, una estación determinada del año o hasta 2 años); las Permanentes implican períodos largos (de varios años y a veces décadas), según el grado de degradación del ecosistema.

i) Clausuras Temporarias: se hacen en aquellos sitios en donde se quiere por lo general, recomponer el Stand o Densidad de plantas/m², pues se observa una reducción en este aspecto, fundamentalmente de aquellas especies más frecuentemente consumidas. En este caso y tomando a tiempo el problema, con solamente clausurar el potrero en la estación reproductiva (en nuestro caso desde principios de Febrero a mediados de Mayo), es suficiente para lograr una buena semillazón y dispersión de semillas de las forrajeras herbáceas; es importante previamente verificar que exista en el potrero, un suficiente número de plantas de las especies que se quieren favorecer, para que el proceso sea eficiente; esto nos indica que obviamente, esta metodología se utilizará sólo en casos leves de degradación. En general, cuando la Densidad de Gramíneas forrajeras está entre 4 y 5 plantas/m², se puede esperar una recuperación rápida y efectiva del pastizal.

Otra razón para utilizar una Clausura Temporaria es cuando se detecta cierta falta de vigor en el crecimiento de las forrajeras (plantas más pequeñas, retraso en las diferentes etapas fenológicas, menor macollaje por planta, etc). En este caso es aconsejable clausurar el potrero durante la estación de crecimiento (en nuestro caso desde mediados de Octubre hasta fines de Enero), para lograr que las plantas puedan llegar sin problemas a su IAF máximo y a partir de allí acumular suficientes reservas como para asegurarse un adecuado rebrote después de una defoliación. Este tratamiento, al igual que en el caso anterior, es muy eficiente si se aplica en casos leves de degradación.

A medida que sean más severos los síntomas que se observen en el pastizal, serán más largos los períodos de Clausura implementados. En algunos casos será necesaria una Clausura Temporaria que incluya ambas épocas citadas (etapas de crecimiento y reproducción) y en casos más complejos será necesaria una Clausura de 1 a 2 años. Como ejemplo del grado de recuperación que puede obtenerse en la forrajimasa del estrato graminoso, citamos el caso de una Clausura de 2 años en el Rancho Corso (en el Chaco Semiárido Boliviano), donde después de este tiempo se obtuvo un incremento de casi el 200 % en la productividad forrajera del lugar (Terán Cardozo, 1995); es importante destacar que este resultado se obtuvo partiendo de un potrero en condiciones de degradación severa.

ii) Clausuras Permanentes: son de varios años de duración. Esto significa necesariamente sacrificar cierta superficie del establecimiento durante ese período, lo que en muchos casos es difícil de aceptar por los propietarios, aduciendo fundamentalmente razones económicas. Se debe sin embargo, tomar conciencia que en estos casos donde la degradación ya es severa, seguir utilizando esos potreros que están ofreciendo muy poco forraje consumible y en general de muy baja Calidad y Digestibilidad (porque las mejores forrajeras ya se han perdido), es también antieconómico en términos productivos, con el agravante de hacer más irreversible el proceso año a año.

Los objetivos perseguidos en una Clausura Permanente son:

i) permitir en las primeras etapas de la recuperación, la aparición de las llamadas “especies de cicatrización” que son aquellas que en los primeros tiempos comienzan a cubrir el terreno protegiendo al suelo de la continua erosión;

- ii) permitir la aparición y reproducción paulatina de especies de valor forrajero que tienen corta duración (por lo general anuales) y que van reemplazando en su cobertura a las primeras;
- iii) permitir la aparición y reproducción paulatina de especies de valor forrajero de duración perenne, que van reemplazando en su cobertura a las anuales;
- iv) permitir el incremento de la Diversidad de Especies en el estrato herbáceo;
- v) permitir el incremento de la Cobertura y la Densidad de estas forrajeras;
- vi) permitir una continua semillazón e instalación de nuevas plantas a partir de las primeras instaladas, y
- vii) permitir la acumulación de restos vegetales y mantillo, para ir recuperando progresivamente el nivel de fertilidad del suelo.

Para conocer si el proceso de recuperación se está llevando a cabo adecuadamente, se debe año a año, evaluar mediante la metodología de transectas (siempre en los mismos sitios), la dinámica de la Frecuencia, Cobertura, Densidad y Productividad de cada una de las especies que nos interesen. Esto servirá también para definir el momento de finalización de la Clausura, cuando la Condición que podamos evaluar en el potrero, sea la que nos propusimos alcanzar al momento de decidir la misma.

Un aspecto siempre muy discutido, es acerca del grado de influencia que puede tener la historia previa del potrero a clausurar o los tratamientos de regeneración del pastizal que pudieran haberse realizado previamente. Una experiencia realizada por Giorgetti et al. (2000) en la zona de Bahía Blanca (Prov. Fitogeográfica del Monte), detalla el efecto que tuvo sobre el pastizal, la implementación de una Clausura de varios años sobre potreros con diferente historia de uso previo: quema prescrita (A), control de arbustos con herbicidas (B), campo ganadero abandonado (C), campo agrícola abandonado (D) y campo sobrepastoreado (E). La estructura de vegetación natural de la zona, está considerada como un arbustal abierto de *Chuquiraga erinacea* y *Condalia microphylla* con un estrato herbáceo continuo dominado por *Stipa tenuis*. A los 4 a 5 años de la Clausura, comenzaron las evaluaciones de sus resultados, encontrándose que la frecuencia de las gramíneas deseables perennes *Poa ligularis*, *Stipa clarazii* y *Stipa tenuis*, se había mantenido o incrementado en todas las situaciones evaluadas. El resto de las gramíneas deseables perennes de la comunidad tuvieron comportamientos similares, pero dependiendo de la situación histórica previa del potrero: *Pappophorum subbulbosum* aumentó su frecuencia en las situaciones A, B, D y E; *Bromus brevis* lo hizo en las situaciones C y D y *Piptochaetium napostaense* en las situaciones D y E. Las gramíneas perennes indicadoras de Condición intermedia del pastizal *Aristida spgazzinii*, *Aristida subulata* y *Aristida pallens*, incrementaron su frecuencia sólo en la situación D. Entre las gramíneas perennes indeseables, *Stipa ambigua* y *Stipa brachychaeta* sólo se encontraron en la situación C con tendencia decreciente a través del tiempo y *Sporobolus rigens* sólo en la situación E. El resto de las especies censadas (tanto las Dicotiledóneas herbáceas perennes *Baccharis ulicina* y *Cardionema ramosissimum* como las Dicotiledóneas herbáceas anuales *Erodium cicutarium* y *Perezia recurvata* y las leñosas arbustivas *Chuquiraga erinacea* y *Condalia microphylla*), tuvieron baja frecuencia en todas las situaciones evaluadas. Esta investigación concluye que las Clausuras de varios años, independientemente de la situación de uso histórica previa del potrero, tienden a mejorar la frecuencia y cobertura de especies gramíneas de buena aptitud y calidad forrajera.

Sin embargo no siempre la Clausura es sinónimo de éxito en la recuperación del pastizal; ello dependerá mucho de la situación inicial de la que se parta y sobre todo de la presencia de al menos una mínima proporción de especies forrajeras deseables, que aseguren su reproducción. Otro aspecto que complica la evolución de la recuperación del pastizal, es el grado de arbustización que puede sufrir el terreno, sobre todo en áreas donde la presencia del monte es frecuente.

Control de leñosas

La actividad principal en la mayoría de los ecosistemas semiáridos y áridos del mundo es la ganadería. Para el mantenimiento productivo de estos ambientes se requiere de un uso orientado a la conservación del suelo y a la obtención de un balance favorable entre la vegetación palatable y la no palatable.

El manejo racional del pastoreo debe asegurar una adecuada cobertura, la productividad de las forrajeras perennes y la limitación del aumento de especies leñosas no consumibles. Un manejo inadecuado, provocará, antes o después, un desequilibrio en el sistema con una tendencia detrimental cuyo resultado

final será la reducción de la productividad de la vegetación y del ganado (Adema, 2006).

Las leñosas en general (y los arbustos en particular), ejercen una fuerte competencia con los pastos por el agua, la luz y los nutrientes. La selectividad de consumo del ganado en libre pastoreo hacia los pastos, favorece a las leñosas incrementando su cobertura y densidad. Esto determina que el control de las leñosas en los pastizales arbustizados semiáridos o áridos, deba ser una herramienta de manejo muy frecuente; un adecuado control induce a una sucesión secundaria del pastizal, mejorando su condición y productividad forrajera, siempre que exista en el suelo, un banco suficiente de semillas viables de pastos de buena calidad. Esto provocará un aumento en la densidad y cobertura de Gramíneas perennes y una reducción en las pérdidas de agua y suelo por escurrimiento y erosión, respecto de áreas sin control (Martin y Morton, 1993).

A lo antes mencionado, se debe agregar el problema que existe para el aprovechamiento de los pastos en sistemas muy arbustizados, en función de las severas reducciones de la accesibilidad y el tránsito dentro del potrero por parte de los animales, que la arbustización provoca. Sin embargo, existen también otras razones para su control: los arbustos son generalmente empleadores ineficientes de agua y Dwyer y De Garmo (1970) han demostrado que los arbustos xerófilos requieren alrededor de 2,5 veces más agua por unidad de crecimiento, que los pastos; se sabe que un pastizal de pastos cortos necesita entre 300 y 400 kgs de agua para producir 1 kg de M.S., mientras que el mezquite (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.), requiere entre 1.700 y 1.900 kgs de agua por kg de M.S., de la cual además, muy poco es forraje. Otros investigadores como Sturges (1973) e Ingebo y Hibbert (1974), demostraron que la eliminación del estrato arbustivo incrementó en alrededor del 23 %, el flujo anual de agua en un pastizal semiárido, lo que se tradujo en una mejor utilización de esta por parte del estrato herbáceo. Por todas estas razones, se hace importante el Control de Leñosas, que se define como la práctica de manejo cuyo objetivo es reducir y mantener el volumen y densidad de la cobertura arbustiva improductiva al mínimo posible, para mejorar la producción y disponibilidad de forraje y facilitar el manejo del ganado, teniendo en cuenta que el costo que requiera su aplicación debe guardar relación con la productividad potencial del suelo del lugar (Knudtsen, 1983).

Los mecanismos de regeneración de las especies leñosas, pueden ser de tres tipos: por semillas, por rebrote de yemas ubicadas en el cuello de la planta o por yemas localizadas en las raíces; estas formas de regeneración no son excluyentes y pueden darse en forma simultánea (Feldman, 2006).

Todas las leñosas del Parque Chaqueño se reproducen por semilla. La dispersión de las semillas puede hacerse por el viento, el agua o los animales. La dispersión es un proceso activo y dinámico de transporte que tiende a ubicar la unidad de dispersión en sitio seguro desde el punto de vista físico y competitivo. La unidad dispersante puede consistir en la semilla, incluir al fruto y ocasionalmente uno o más verticilos florales; estas estructuras accesorias representan adaptaciones a distintos agentes dispersantes (Lindford et al., 1985). Según Font Quer (1975), el término dispersión se refiere a la acción de ubicar semillas y/o frutos a determinada distancia de la planta madre, lo cual influye directamente en la distribución espacial de las especies. Usualmente se lo usa como sinónimo del término diseminación que comprende la dispersión natural de las semillas y todo tipo de diseminulos, tales como frutos, esporas y propágulos.

Los mecanismos de dispersión son un factor esencial en la distribución natural de las especies y en la movilización e intercambio de material genético dentro y fuera de las poblaciones vegetales. Su efectividad depende de las características físicas y morfológicas de las unidades de dispersión y de la presencia de barreras climáticas y edáficas que limitan el crecimiento y desarrollo de nuevos individuos; es por ello imprescindible conocer los patrones de dispersión de las especies que componen una comunidad, a fin de valorar sus posibilidades de regeneración natural (Niembro Rocas, 1982).

Los vertebrados son los agentes de dispersión más importantes en los trópicos húmedos, mientras que en ambientes secos predomina la dispersión por el viento y las hormigas por sobre la efectuada por aves y mamíferos (Wunderle, 1997).

Los antecedentes referidos a patrones de dispersión de especies leñosas en la Región Chaqueña Occidental y Serrana del NOA son escasos, siendo la cita bibliográfica más destacada la desarrollada por Abraham de Noir et al. (2002). La Tabla 1 indica el tipo de fruto, unidad de dispersión y mecanismo o forma más frecuente de dispersión, en las leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano del NOA.

Tabla 1: Unidad y mecanismo de dispersión de semillas y/o frutos, en leñosas nativas del NOA.
(Adaptado de Abraham de Noir et al., 2002)

Especie	Tipo de Fruto	Unidad de dispersión	Mecanismo de dispersión
<i>Acacia aroma</i>	Lomento	Fruto	Endozoocoria
<i>Acacia caven</i>	Leg. Ind.	Fruto	-----
<i>Acacia praecox</i>	Legumbre	Semilla	Autocoria
<i>Acacia furcatispina</i>	Legumbre	Semilla	Autocoria
<i>Mimosa farinosa</i>	Craspedio	Fruto	Autocoria
<i>Prosopis alba</i>	Leg. Ind.	Fruto	Endozoocoria
<i>Prosopis nigra</i>	Leg. Ind.	Fruto	Endozoocoria
<i>Prosopis kuntzei</i>	Leg. Ind.	Fruto	-----
<i>Prosopis ruscifolia</i>	Leg. Ind.	Fruto	-----
<i>Prosopis vinalillo</i>	Leg. Ind.	Fruto	-----
<i>Caesalpinia parag.</i>	Leg. Ind.	Fruto	Endozoocoria
<i>Cercidium australe</i>	Leg. Ind.	Fruto	Anemocoria
<i>Geoffroea decort.</i>	Drupa	Fruto	Zoocoria
<i>Celtis spinosa</i>	Drupa	Fruto	Ornitocoria
<i>Ximenia americana</i>	Drupa	Fruto	Zoocoria
<i>Jodina rhombifolia</i>	Cápsula	Semilla	-----
<i>Ruprechtia triflora</i>	Aquenio	Fruto	Anemocoria
<i>Atamisquea emarg.</i>	Baya	Fruto	-----
<i>Capparis speciosa</i>	Baya	Fruto	Ornitocoria
<i>Capparis tweediana</i>	Baya	Fruto	Ornitocoria
<i>Bulnesia sarmientoi</i>	Cápsula	Semilla	Autocoria
<i>Larrea divaricata</i>	Cápsula	Fruto	Esclerendocoria
<i>Castela coccinea</i>	Drupa	Fruto	Zoocoria
<i>Schinopsis balansae</i>	Sámara	Fruto	Anemocoria
<i>Schinopsis haenk.</i>	Sámara	Fruto	Anemocoria
<i>Schinopsis queb. col.</i>	Sámara	Fruto	Anemocoria
<i>Schinus bumeloides</i>	Drupa	Fruto	Ornitocoria
<i>Maytenus viscifolia</i>	Cápsula	Semilla	Auto y Zoocoria
<i>Maytenus vitis-idaea</i>	Cápsula	Semilla	Auto y Zoocoria
<i>Condalia microphylla</i>	Drupa	Fruto	Ornitocoria
<i>Zizyphus mistol</i>	Drupa	Fruto	Zoocoria
<i>Opuntia sp.</i>	Baya	Fruto	-----
<i>Aspidosp. queb. bco</i>	Cápsula	Semilla	Auto y Anemoc.
<i>Vallesia glabra</i>	Drupa	Fruto	Ornitocoria
<i>Cestrum parquii</i>	Baya	Fruto	Ornitocoria
<i>Nicotiana glauca</i>	Cápsula	Semilla	Autocoria

Referencia: Leg. Ind. = Legumbre Indehiscente.

En la Región del Chaco Occidental, casi el 30 % de las especies leñosas dispersan semillas y el 70 % restante utiliza el fruto completo, siendo este de distintos tipos según su consistencia y dehiscencia. Entre los mecanismos de dispersión (Abraham de Noir et al., 2002):

i) la autocoria es la relacionada a la planta madre, la que deja caer las semillas una vez maduras; en general estas provienen de frutos dehiscentes;

ii) la anemocoria es la dispersión por el viento e incluye generalmente a semillas comprimidas con bajo peso en relación a su superficie; la presencia de rasgos anemocóricos es común en especies de áreas abiertas o disturbadas, lo que se relaciona con la mayor capacidad de dispersión que estos caracteres les

otogan para colonizar nuevos ambientes o ampliar límites de distribución (Colombo Speroni y Viana, 2000);

iii) la zoocoria es el mecanismo de dispersión por efecto de los animales, sean estos insectos (como las hormigas) o mamíferos. La dispersión por hormigas es frecuente en las semillas que presentan excrescencias carnosas (arilos) o carúnculas. Las hormigas son atraídas por estas semillas al parecer por la emisión de componentes volátiles (ácidos grasos libres no saturados) (Roth, 1987). La dispersión de semillas o frutos por hormigas se denomina específicamente mirmecocoria y se presenta tanto en la Región Chaqueña como en otras zonas templadas y tropicales del mundo (Rodgerson, 1998). Según Bucher (1980), la actividad de las hormigas dentro de estos ambientes es tan intensa, que constituyen una seria competencia para el ganado. En relación con los mamíferos dispersores (bovinos, equinos, caprinos, corzuelas, liebres, pecaríes, murciélagos, etc.), estos consumen los frutos carnosos de mayor volumen con pericarpio tierno o jugoso (bayas o drupas); este mecanismo también se da con frutos secos e indehiscentes como las legumbres y las sámaras, las que al ser ingeridas y digeridas, liberan en las heces las semillas que contienen. La intervención de mamíferos guarda relación con la naturaleza esclerenquimática de estos frutos, ya que sólo la presencia de molares les permite a estos animales ingerirlos y dispersar las semillas (Janzen, 1981); este mecanismo recibe también el nombre de mamalocoria o endozoocoria, y

iv) la ornitocoria o dispersión por medio de los pájaros (palomas, loros y aves de menor tamaño), se da en aquellas especies de leñosas que presentan frutos tipo baya o drupa de volumen reducido, que una vez maduros permanecen en la planta.

En la mayoría de las especies, la distribución de semillas se da después de haber pasado por el tracto digestivo animal y haber sufrido una escarificación que facilita su germinación una vez depositada en el suelo por deyección. En los restantes mecanismos, el rebrote a partir de las yemas del cuello del tronco se suele dar en casi todas las especies leñosas, si se las corta por encima de esa zona. En algunos casos, las yemas del cuello se hallan por debajo del suelo y si no se tiene la precaución de extraer todo el tallo y parte de la raíz, algunas especies pueden rebrotar. Algunas pocas especies (ej.: chañar), rebrotan a partir de yemas en sus raíces (raíces gemíferas); por lo general estas yemas permanecen en estado latente y se activan cuando se rompe la dominancia apical (Feldman, 2006).

Los métodos más comunes para el Control de Leñosas son el Control Químico, el Rolado y el Fuego:

i) Control Químico: se hace mediante herbicidas como Picloram, Tryclopil, Clopyralid y 3,6 ADP. La susceptibilidad de las leñosas a estos productos es generalmente alta si la metodología de aplicación es adecuada; para ello deben tenerse en cuenta aspectos como la época de aplicación, la susceptibilidad de la especie y el valor de la misma como forrajera (Martín, 2000). En su mayoría los herbicidas son de tipo hormonal y por lo tanto para actuar deben ser absorbidos y transportados a los órganos vegetales, que de ser afectados, produzcan la remisión o muerte de la planta; estos son los denominados “órganos blancos”, que pueden diferir según el tipo de especie. El problema es complicado si se tiene en cuenta que el control depende del método de aplicación, la estación del año, el estado fenológico de la planta, la edad de la misma, la temperatura del aire y del suelo, etc.. La época de aplicación apropiada es cuando el flujo de fotosintatos producidos por la planta, se dirigen hacia el o los órganos blancos. A modo de orientación, se puede decir que los herbicidas son más efectivos cuando el flujo principal de savia está orientado hacia las raíces, con hojas completamente desarrolladas y fotosíntesis intensa. Es importante que el día de aplicación sea soleado y las leñosas estén bien provistas de agua, así la fotosíntesis es plena (Fumagalli y Kunst, 2002). Los productos empleados son específicos, selectivos (no dañan los pastos) y de acción sistémica. Penetran a la leñosa por distintas vías, lo que da lugar a diferentes formas de aplicación, las que son mencionadas a continuación (Knuttsen, 1983):

i) Aplicación o Pulverización Aérea: penetra por el follaje y es un tratamiento de cobertura total;

ii) Aplicación o Pulverización Terrestre: penetra por el follaje y es un tratamiento para isletas o plantas aisladas;

iii) Pintado de Tocones: se aplica sobre el corte fresco del tocón y es un tratamiento para plantas aisladas;

iv) Pulverización Basal: penetra por la corteza de plantas juveniles o renovales y es un tratamiento para plantas aisladas de hasta 1,5 m de altura;

v) Inyección: se aplica sobre cortes en la corteza del tronco o tallo y es un tratamiento para plantas aisladas, y

vi) Distribución de Pellets o Gránulos: se distribuyen sobre el suelo y el producto penetra por la raíz de las leñosas; es un tratamiento para isletas de arbustos.



Figura 4: Aplicación aérea para el control de leñosas en pastizales.

En general, los tratamientos de aplicación a isletas o individuos aislados son para mantenimiento de situaciones que previamente han sido controladas masivamente con métodos como la aplicación aérea.

Para el uso eficiente del Control Químico se deben tener en cuenta cuatro aspectos básicos, según lo aconsejado por Sosebee (1999), a través de experiencias realizadas en Texas y California (EE.UU):

- i) el estado fenológico de la especie a controlar;
- ii) el patrón o estado fisiológico que está pasando la planta, lo que define el destino de los fotosintatos producidos, para poder tomar decisiones;
- iii) las condiciones ambientales relacionadas con la planta y en consecuencia, su mayor o menor susceptibilidad al control, y
- iv) el modo de acción del herbicida.

No todas las leñosas presentan la misma susceptibilidad al Control Químico. Un aspecto que define la metodología y eficiencia del control, es la forma en que particionan las distintas especies, la ubicación de los fotosintatos y sustancias de reserva (Energía, E) en sus diferentes órganos.

Las especies anuales acumulan mucha E en los tejidos reproductivos (inflorescencia, flor, fruto, semilla), que emplean para diseminarse y sobrevivir; en estos tejidos pueden llegar a acumular el 65 % de sus reservas. Las especies herbáceas perennes, acumulan casi el 40 % de su E en raíces, rizomas, estolones, tubérculos y bulbos, que son las estructuras que permiten la supervivencia de la especie. En las leñosas, en cambio, solo una fracción menor al 20 % de la E es acumulada en los tejidos reproductivos; el gran porcentaje de la E (entre el 50 y el 55%) se acumula en raíces, troncos y ramas principales. Conocer el movimiento de los Hidratos de Carbono No Estructurales en el interior de la planta, es decisivo para el éxito del control, en función de que serán ellos los que harán el transporte interno del herbicida.

Tradicionalmente se ha recomendado en nuestra región, la aplicación del producto en los momentos de hoja verde tierna a madura (Diciembre). En este caso, el resultado es que la gran movilización de fotosintatos hacia la parte aérea de la leñosa, lleva el producto a esa zona y trae como consecuencia la defoliación de la planta. Si bien en un primer momento esto permite una mayor entrada de luz y aprovechamiento del agua por el estrato inferior, con el posterior incremento de la productividad del pastizal (básicamente las Gramíneas), los órganos basales de la leñosa permanecen intactos. Esta es la explicación de por que en numerosos casos, se observa en años subsiguientes, una alta tasa de rebrote de estas especies.

Las experiencias realizadas aconsejan la aplicación del producto en estado fenológico de fruto a punto de madurez o maduro. En el caso de las leñosas pertenecientes a la familia Leguminosas (o Fabáceas), el crecimiento del fruto desde 1 cm a los 12 cm, se hace en pocos días. Esto se debe a la gran concentración de H de C solubles que son translocados a esa área. Con el comienzo de la fase de maduración de la legumbre, este fenómeno se revierte pues los frutos maduros se independizan del patrón fisiológico de la planta y la demanda de E por parte de ellos, decae significativamente. La planta comienza ahora a prepararse para el período de latencia invernal y los fotosintatos formados viajan en dirección descendente a constituir las reservas en raíces y troncos; el herbicida aplicado va a ser acumulado entonces en esos sitios, originando la muerte de la planta en función del grado de susceptibilidad de la especie (Sosebee, 1999).

Un parámetro que también debe tenerse en cuenta para un eficiente control, es la temperatura del suelo al momento de la aplicación del producto. Estudios realizados con *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. y otras leñosas que rebrotan de raíz o desde la base, muestran que la T° del suelo es determinante del grado de control de la especie. En aplicaciones realizadas con T° del suelo menores a los 20 °C (en los primeros 20 cm de profundidad), no se registraron mortalidad de individuos, si bien se produjo defoliación total. Con aplicaciones a partir de los 25 °C de T° del suelo, la mortalidad de leñosas alcanzó valores superiores al 90 % de los individuos (Sosebee, 1999). Un correcto manejo del control de leñosas, deberá entonces contemplar el estado fenológico de la planta y la T° del suelo, al momento de la aplicación.

No es aconsejable intentar el control simultáneo de muchas especies, pues no siempre estarán todas en idéntico estado fenológico o patrón fisiológico. Si la superficie de terreno a manejar es lo suficientemente grande como para justificar la aplicación aérea del producto, se deberá elegir como momento de aplicación aquel en el cual la especie más problemática del campo, esté en el momento óptimo de control (Martín, 2000).

En cualquier planteo de Control Químico de leñosas, es también fundamental conocer previamente el valor como forrajera, que tienen las especies a controlar. Si la mayoría de las leñosas del potrero no tienen importancia como aportantes de alimento a los animales pastoreadores (por baja calidad nutricional, mala palatabilidad, estructuras de difícil consumo como espinas o sustancias tóxicas, etc), la aplicación aérea es lo más aconsejado. Si en cambio se presentan algunas especies leñosas de buen valor forrajero, se las podría preservar en una cantidad adecuada (en general entre 20 y 25 % de cobertura del terreno) mediante la técnica del “Desmonte Selectivo”.

En la región de los pastizales pampeanos semiáridos (Oeste de Bs. As. y Provs. de La Pampa y San Luis), es frecuente la invasión de leñosas. Entre ellas, *Geoffroea decorticans* (chañar) es una especie arbustiva de rápida expansión en los pastizales degradados, presentándose en isletas de alta densidad que reducen significativamente la productividad del potrero. Con el objetivo de evaluar distintos herbicidas para su control, Garay et al. (1999) trabajaron con los siguientes tratamientos: 1) Picloram + Triclopir (Togar BT); 2) Dicamba (Banvel); 3) 2,4 D + Picloram (Tordon D30); 4) Glifosato (Roundup) y un lote Testigo (sin productos). Dentro de cada parcela, se seleccionaron 10 plantas, abarcando la mayor variabilidad de tamaños y fustes. Las plantas tratadas tuvieron diámetros basales de fuste de entre 1 y 13 cm. Las aplicaciones se realizaron en las fases fenológicas de crecimiento vegetativo avanzado y en inicio de floración (Enero), haciéndose pulverización en el área basal de las plantas en el tratamiento 1 y cobertura total de las plantas hasta saturación por goteo en los tratamientos 2, 3 y 4. Las mediciones del grado de efectividad de control se hicieron en los dos años siguientes a la aplicación, cuantificándose las respuestas observadas tanto en el índice de defoliación como en la tasa de rebrote de las plantas, para cada uno de los diámetros basales de fuste considerados. En la generalidad de los casos, el herbicida más efectivo fue Togar BT, mientras que Banvel y Tordon D30 tuvieron entre ellos un comportamiento similar con controles levemente superiores al 50 % de los casos. Roundup mostró un bajo nivel de control. En cuanto a Togar BT, este producto fue más efectivo aún en plantas jóvenes de escaso diámetro basal de fuste, lo que lo indica como un producto muy apto para el control de renovales.

En el NOA, no son muchas las investigaciones que se han realizado acerca del Control Químico de leñosas, dentro de un proceso de habilitación de tierras con fines ganaderos. Una de las más técnicamente realizadas fue llevada a cabo por la Sección Producción Animal de la EEAOC (Tucumán) en convenio con Dow Chemical Company, en un establecimiento situado en el límite entre las Provincias de Tucumán (Dpto. Burruyacu) y Sgo. del Estero (Dpto. Jiménez). A continuación se detallan la metodología empleada

y los resultados obtenidos (Rodríguez Rey y Rovati, 1981 y 1983):



Figura 5: Desmonte selectivo del estrato arbustivo.

i) el producto (arbusticida) empleado fue el Tordón 125-E, integrado por 120 gr. de Picloram por litro como sal amina + 120 gr. por litro de 2,4,5 T como éster. Las dosis probadas fueron de 3, 5 y 7 litros/ha, evaluándose los resultados de los tratamientos en función del grado de control de las leñosas, la producción de forraje en el estrato herbáceo y la variación de cobertura del suelo;

ii) la aplicación del producto se realizó a fines de Diciembre (tener en cuenta que no se considera en la actualidad la mejor época), utilizando un volumen de 40 litros/ha en donde las dosis antes indicadas de arbusticida, fueron diluídas en una emulsión de gasoil y agua en proporción 1 : 4;

iii) la aplicación fue aérea en 2 pasadas superpuestas del avión, pulverizando 20 litros en cada una, a 8 m de altura y con un ancho de mojado de 15 m, sobre parcelas de 3 hectáreas por tratamiento; en términos generales, la aplicación aérea de arbusticidas se hace a razón de entre 150 y 200 hectáreas/día;

iv) los lotes fueron clausurados al pastoreo durante la primera estación de crecimiento Verano - Otoño;

v) para determinar el grado de control, se marcaron con chapas de aluminio numeradas, 15 ejemplares de cada una de las especies leñosas más frecuentes, realizándose dos observaciones para evaluar resultados: la primera a fines de Mayo (Otoño), 5 meses después de la aplicación y la segunda a fines de Noviembre (Primavera), a 11 meses de la aplicación;

vi) las determinaciones de cobertura del suelo y recuperación del estrato herbáceo se efectuaron a los 6 (fines de Otoño) y 12 (fines de Primavera) meses de la aplicación, midiéndose la cantidad de forraje producido por hectárea mediante la metodología del cuadrante o aro, lanzado 22 veces por tratamiento con cortes a 10 cm del suelo y posterior determinación de M.S. y % de Proteína;

vii) la Tabla 2 presenta los resultados obtenidos sobre el grado de control de las leñosas, medido en reducción de follaje y estado de la corteza y ramas al momento de rebrote, mediante la siguiente escala de afectación: 1 (afectado en - del 25 %), 2 (afectado entre el 25 y 50 %), 3 (entre el 51 y 75 %), 4 (afectado + del 76 %) y 5 (planta sin rebrote);

viii) según se aprecia en los resultados de la Tabla 2, las especies más afectadas (fundamentalmente a los 11 meses de la aplicación) por el Control Químico son: *Acacia aroma* (tusca), *Acacia praecox* (garabato), *Caesalpinia paraguariensis* (guayacán), *Celtis pallida* (talilla), *Cercidium australe* (brea), *Mimosa farinosa* (mimosa), *Prosopis nigra* (algarrobo negro) y *Schinopsis quebracho colorado* (quebracho colorado); las especies menos afectadas son: *Lippia turbinata* (poleo), *Jodina rhombifolia* (sombra de toro) y *Achatocarpus praecox* (palo tinta);

ix) en cuanto al valor de control promedio (en términos de defoliación global para las 16 especies evaluadas), se estima entre un 60 a 65 %, mientras que si se consideran solamente las especies más susceptibles se alcanza un valor de control promedio del 85 %;

x) otros arbusticidas también utilizados en la zona fueron el Tordón 225-E y el Banvel 48 (Dicamba 480), los que en iguales dosis a las de Tordón 125-E, mostraron niveles de control muy similares;

xi) la productividad del estrato herbáceo, en términos de kgs. de M.S./ha/año, se incrementó en casi tres veces (280 %), respecto de la original;

xii) en términos de cobertura, se pasó de valores iniciales (antes de la aplicación) de 7 % de Gramíneas, 22 % de malezas y 67 % de suelo desnudo a valores de 42 a 44 % de Gramíneas, 18 a 24 % de malezas y 33 a 38 % de suelo desnudo, a los 11 meses de la experiencia;

xiii) en general, no hubo diferencias significativas en los resultados entre las dosis aplicadas, por lo que valores de 3 litros/ha resultaron suficientes. Como consecuencia de la reducción de competencia del estrato arbustivo sobre el pastizal, se observó un importante incremento en el diámetro y número de matas forrajeras, acompañado de una sustantiva mejora en la capacidad de infiltración y retención de agua del suelo;

xiv) la Clausura Temporal posterior al tratamiento, favorece el semillado de las Gramíneas en recuperación y su implantación en la temporada de crecimiento siguiente, y

xv) los resultados obtenidos, permiten mejorar la C.A., desde los niveles de 7 a 10 has/U.G. que tienen los potreros de monte del NOA sin mejoras, hasta niveles de 2 a 4 has/U.G..

Tabla 2: Grado de control de leñosas por especie y por dosis (3, 5 y 7 lts/ha), a los 5 y 11 meses de la aplicación de Tordon 125-E. (Adaptado de Rodríguez Rey y Rovati, 1983)

Especie	A los 5 meses			A los 11 meses		
	3	5	7	3	5	7
<i>Acacia aroma</i>	--	5	5	--	4,7	5
<i>Acacia praecox</i>	5	4,7	3,4	5	4,3	4
<i>Achatocarpus praecox</i>	1,8	1	2	--	1,4	1
<i>Asp. quebracho blanco</i>	3,7	3,4	3	2,4	2,2	2,6
<i>Atamisquea emarginata</i>	3,3	3,9	3,3	3	2,6	3,5
<i>Caesalp. paraguariensis</i>	4	4	3,8	3,7	3,9	3,8
<i>Castela coccinia</i>	1,9	2,3	1,3	2	2,2	3
<i>Celtis pallida</i>	1,7	2,5	1,8	3,7	4,3	4,7
<i>Cercidium australe</i>	5	--	4	4,3	--	--
<i>Jodina rhombifolia</i>	--	1	1	--	1,4	1
<i>Lippia turbinata</i>	1	1	2	--	1,4	1
<i>Maytenus spinosa</i>	4,3	4,6	4,7	1,8	3,4	2,5
<i>Mimosa farinosa</i>	4	--	3,3	4,6	--	4,7
<i>Prosopis nigra</i>	4,5	5	4,8	4,5	4,7	4,3
<i>Schinopsis queb. col.</i>	4,8	5	5	4,7	4,8	4,7
<i>Zizyphus mistol</i>	3,7	4,3	3,6	2,6	2,4	2,6

El significativo aporte que hace el Control de Leñosas al incremento de la productividad forrajera del estrato herbáceo, es también resaltado por Knudtsen (1983), cuando menciona que en estudios realizados en Texas y California (EE.UU.) acerca de la competencia e interferencia que la cobertura leñosa de *Prosopis juliflora* (mezquite) hace sobre la producción forrajera del pastizal, se demuestra que hasta una densidad de 50 individuos de mezquite/ha, el rendimiento forrajero de los pastos perennes es del 80 % del potencial máximo de la zona. A partir de ese valor, incrementos de densidad de la leñosa, reducen drásticamente la producción de pasto: con 62 plantas/ha, la productividad forrajera de los pastos perennes es del 55 %; con 125 plantas/ha, la productividad se reduce al 38 %; con 250 plantas/ha se reduce al 23 % y con 500 plantas/ha los valores de forrajimasa de las Gramíneas perennes son menores al 15 %.

ii) Rolado: constituye una forma rápida de eliminar el sombreado de los arbustos sobre los pastos y abrir el acceso a los animales. El Rolado es también una buena alternativa para permitir la siembra de

una pastura subtropical cultivada.

La implementación de la técnica del Rolado, implica la presencia en el campo de un denso estrato arbustivo, tanto de individuos adultos como renovales, que hacen impracticable en el sitio, cualquier posibilidad de producción de pasto y manejo de los animales, en términos de eficiencia productiva. Es conveniente, previo al abordaje de la metodología del Rolado, hacer algunas consideraciones respecto de la estructura de vegetación que origina los problemas de manejo antes citados. Un renoval o arbustal es todo terreno poblado de renovos; un renoval, es un vástago que emite un árbol o un arbusto, después de podados o cortados. En Argentina, en las Regiones Fitogeográficas Chaqueña, del Espinal y del Monte, las expresiones renoval, fachinal o arbustal, se emplean para designar una fisonomía o comunidad vegetal dominada por plantas leñosas de baja altura. Suele considerarse que estas leñosas “invaden” potreros o pasturas, incrementando su densidad y cobertura en relación a otras formas de vida, particularmente las herbáceas.

Adámoli et al. (1972) indican que el término “invasión” no es correcto, porque no son especies exóticas sino componentes de la misma vegetación natural del sitio, que por alguna razón ecológica, climática o de manejo, pasa a dominar el pastizal; estos autores establecen que el término adecuado para caracterizar este proceso, es “lignificación”.

El renoval, fachinal o arbustal, está caracterizado por Bordón (1981), como una estructura de vegetación de:

- i) transitabilidad interna dificultosa, tanto para hombres como animales;
- ii) predominio neto de ramas; fustes casi inexistentes;
- iii) porte bajo a medio y follaje en la mayoría de los casos, caduco o caedizo;
- iv) estructura vertical simple, es decir que los otros estratos pueden estar casi ausentes, especialmente el graminoso; esto configura una comunidad de escasas productividad forrajera y receptividad, y
- v) menor riqueza o diversidad florística que en otros tipos de vegetación; con frecuencia se observan arbustales monoespecíficos o con pocas especies, lo que suele determinar la identificación del sitio o la comunidad vegetal, con el nombre vulgar de la especie dominante: tuscal, garabatal, chañaral, vinalar, etc.

Se conoce, por numerosas crónicas histórico-técnicas, que la fisonomía abierta de las sabanas, parques y pastizales de la Región Chaqueña, era mucho más frecuente hasta hace 150 años que en la actualidad. Esto habla sin dudas, de un proceso paulatino de arbustización que ha venido experimentando nuestra región, consecuencia en muchos casos, de técnicas irracionales de desmonte y posterior manejo ganadero o agrícola.

Se ha comprobado que, a diferencia de otras regiones del mundo, el patrón de distribución de leñosas y herbáceas en el Parque Chaqueño no es al azar o uniforme, sino agregado, es decir que las dos formas de vida ocupan posiciones distintas generando diversidad de fisonomías vegetales en el paisaje. Esta alternancia o coexistencia de formaciones leñosas y herbáceas en grupos y en distancias menores a los 1.000 a 2.000 m, es una característica pocas veces vista en otras regiones. Las diferencias de composición botánica entre ambas comunidades son significativas; en otras palabras, las especies del bosque y de la sabana son distintas (Kunst et al., 2006).

El argumento típico para producir una intervención antrópica en los ambientes con leñosas, es que el modelo clásico de relaciones entre leñosas y pastos predice una disminución de la productividad y cobertura de estos últimos, a medida que aumenta la cobertura de leñosas (Wilson y Tupper, 1982; Daly y Hodgkinson, 1996). Esta es la base filosófica que justifica el Control de Leñosas y que en la Región Chaqueña se cumple con las especies nativas (Kunst, 2006). Sin embargo, modelos alternativos expresan que no siempre el Control de Leñosas trae aparejado un aumento de la oferta de forraje; en general, en áreas donde las leñosas son grandes y están esparcidas, no se observan diferencias productivas significativas entre áreas tratadas y no tratadas (Heitschmidt et al., 1986). Esto sugiere que las intervenciones antrópicas para modificar la estructura de una comunidad con leñosas, deba ser previamente correctamente monitoreada (implica definir pertinentemente que se considera como un arbustal o renoval), para no incurrir en costos o resultados no deseados.

Más allá de lo antes expresado y considerando a las formaciones de arbustales o renovales muy

compactas, como poco productivas para un manejo ganadero racional y rentable en el NOA, se impone la aplicación de métodos de refinamiento para incrementar el valor forrajero del sitio. Es evidente que en la actualidad, la ganadería de cría está siendo desplazada a zonas marginales debido al avance de la agricultura. La habilitación de campos para la cría de animales ya no implica el uso del “desmonte total” o “tala rasa” como antes solía hacerse; hoy se aconseja técnicamente (tanto por razones de costo como ecológicas y productivas), el empleo del “desmonte selectivo” o “limpieza selectiva”, que permite además un manejo silvopastoril del sitio. Esta nueva forma de trabajo respeta el dosel arbóreo, aprovechando las ventajas que ello representa para la producción animal (forraje, sombra, etc). Dentro de este esquema, el Rolado de arbustales o renovales asume un papel importante al momento de permitir habilitar campos con costos y tiempos menores.

Existen en numerosas regiones semiáridas del mundo, experiencias tendientes a mejorar la condición y productividad de los campos mediante el control de la vegetación leñosa. Martin y Morton (1993) en Arizona (EE.UU.), determinan que la remoción de leñosas aumenta la cobertura de pastos y disminuye la escorrentía y la erosión del suelo en áreas invadidas por *Prosopis juliflora* (mezquite).

En Argentina, dentro de las pocas investigaciones realizadas al respecto, Passera et al. (1992) demuestran en la región de Cuyo, que el Control Mecánico de leñosas en sitios sembrados con mezclas de pastos nativos produce incrementos importantes en la producción forrajera, pero sólo en aquellos sitios donde la cobertura herbácea original es escasa. Una experiencia similar de Reynoso et al. (1994) en los Llanos de La Rioja, pero con la incorporación de semilla de *Cenchrus ciliaris*, comprueba que más que el efecto de remoción de las leñosas, lo que permite el establecimiento de las matas de pasto es el efecto asociado entre la ruptura de la capa superficial compactada y la mayor captación de agua por el suelo.

Los estudios mencionados parecen explicar que los efectos positivos del Rolado se deben más a facilitar la captación del agua de lluvia y reducir los procesos de erosión, que a eliminar la competencia por parte de las leñosas. En este sentido, un ensayo realizado por Adema et al. (2001), presenta claras evidencias de cómo los restos de arbustos que quedan después de un Rolado, contribuyen junto a la rugosidad del suelo creada por las cuchillas del rolo, a provocar un incremento de la humedad edáfica por reducción de la escorrentía y aumento de la infiltración. Las mediciones realizadas con respecto al gasto de agua del perfil por parte de la vegetación presente (uso consuntivo), no mostraron diferencias significativas entre parcelas roladas y no roladas; la conclusión es que en las parcelas roladas, el agua que dejan de utilizar los arbustos para su crecimiento, es aprovechada para incrementar la tasa de crecimiento y desarrollo de los pastos, mejorando la oferta forrajera y la receptividad del sitio.

De todas maneras, no se debe dejar de reconocer que la remoción mecánica de los arbustos en un área muy arbustizada, es una contribución significativa al incremento de forrajimasa en el sitio. Al respecto, algunas experiencias realizadas en Sgo. del Estero con esta metodología, permitieron recuperar la productividad de pastizales naturales a valores de 5 a 6 Tn/forraje/ha y en el caso de siembra de Gatton Panic, elevar estos valores a 9 Tn/forraje/ha (Kunst, 2002, comunicación personal). En los Llanos de La Rioja, Blanco et al. (2001), aplicando la técnica del Rolado sobre arbustales degradados y con posterior siembra de *Cenchrus ciliaris* (pasto Buffel), evalúan la capacidad de recuperación de la biomasa forrajera acumulada. En esta área, con precipitaciones anuales de 200 a 450 mm, invasión de leñosas arbustivas (*Larrea sp.*, *Mymoziganthus carinatus*, *Cercidium australe* y *Prosopis sp.*) y muy baja cobertura del suelo con forrajeras herbáceas (en general de los géneros *Aristida*, *Neobouteloa*, *Pappophorum*, *Setaria*, *Chloris* y *Trichloris*), se obtuvieron después de dos años del tratamiento y de estar estas áreas excluidas del pastoreo, los siguientes resultados:

i) el tratamiento de siembra de *Cenchrus ciliaris* sin Rolado, produjo una biomasa forrajera acumulada (considerando toda la biomasa aérea gramínea), de 710 ± 600 kgs. de M.S./ha, y

ii) el tratamiento de siembra de *Cenchrus ciliaris* con Rolado previo del estrato arbustivo, produjo una biomasa forrajera acumulada de 2.290 ± 1.000 kgs. de M.S./ha.

Los resultados expuestos muestran que el Rolado permite (en este caso), casi la triplicación de la producción de forraje en un tiempo relativamente breve, contribuyendo a una efectiva recuperación de la capacidad productiva de áreas con muy baja receptividad ganadera.

En una nueva experiencia de Rolado en el Chaco Árido de los Llanos de La Rioja, Blanco et al. (2003), determinan el efecto de 2 tratamientos sobre la cobertura de leñosas en un arbustal degradado: el

Rolado convencional utilizando el implemento usualmente utilizado (un rolo con cuchillas cortadoras) vs. el Rolado empleando un rolo poceador sembrador (de 1,80 m de ancho, 1,00 m de diámetro y 65 brazos de 0,70 m de largo dispuestos helicoidalmente con cucharas poceadoras adosadas en los extremos). El trabajo consistió en medir la incidencia del tipo de Rolado sobre la cobertura resultante de leñosas y la eficiencia de siembra de semillas de *Cenchrus ciliaris* en la misma operación. La vegetación del área es una estepa arbustiva dominada por *Larrea divaricata* (jarilla) y ejemplares aislados de *Aspidosperma quebracho blanco* (quebracho blanco) y *Prosopis pugionata* (algarrobo); el estrato herbáceo es pobre (15 % de cobertura) y esta dominado por *Aristida mendocina* (saetilla). El Rolado se realizó en el mes de Febrero, con siembra incluida. Los resultados mostraron que en relación a la cobertura inicial de leñosas evaluada mediante líneas de intercepción o transectas (entre 64 y 66 % de la superficie), el porcentaje de daño producido en este estrato por los rolos fue de 57 % para el rolo convencional y de 55 % para el rolo poceador sembrador. Se determina que no habiendo diferencias significativas entre ambos tratamientos, la tendencia a recuperar la cobertura leñosa inicial se ubica entre los 9 a 10 años posteriores al Rolado; esto obligaría a tratamientos cada 5 a 6 años para mantener los resultados logrados. En cuanto al incremento de la cobertura del estrato herbáceo como consecuencia del Rolado, se mantenía 4 años después del mismo, en valores de 65 % para el Rolado convencional y 49 % para el Rolado poceador.

El método del Rolado consiste en la utilización de un rolo cortador de gran peso (con cuchillas intercaladas en su superficie), tirado por un tractor o topadora. Los tractores deben ser provistos de estructuras de protección en su carrocería y cubiertas. Los rolos o rodillos, cuyas dimensiones oscilan entre los 2 y 5 m de ancho y 1,20 a 1,50 m de diámetro (lastrados con agua o arena y con un peso de entre 2.500 y 8.000 kgs.), deben tener cuchillas de corte dispuestas paralelas al eje y alternadas entre sí, con una longitud de 0,12 a 0,15 m (Huss et al., 1986; Welch et al., 1999).

Es conveniente su uso sobre piso firme, para que el trabajo de aplastado y picado se realice correctamente; si el Rolado se efectúa sobre un suelo arenoso, la leñosa puede voltearse fácilmente pero en vez de picarse por las cuchillas del rolo, los troncos se entierran enteros y luego por la flexibilidad misma de la planta, vuelven a levantarse tornando inútil el trabajo.

La velocidad de trabajo para rolar arbustos debe ser de entre 5 y 7 km/hora, definiéndose la superficie a rolar por hora, en función de la velocidad, el ancho de labor del rolo y la topografía, dimensión y forma geométrica del potrero. Los valores promedio de rendimiento que se calculan para montes de regiones semiáridas son de 4 a 8 hectáreas/día en montes medianos y de 6 a 15 en montes bajos.

Esta es una técnica eficiente de eliminación de leñosas, siempre que el sistema presente un grado de arbustización importante con especies de baja altura (no mayores a 2,5 m) y troncos delgados (hasta un máximo de 3 cm); en casos extremos y con rolos de gran peso, se pueden controlar arbustos con hasta 10 cm de diámetro de tronco. El Rolado produce el quiebre de los tallos y el aplastado del arbusto, permitiendo la llegada de luz al estrato inferior (herbáceo), con lo que se favorece significativamente el rebrote de los pastos. En algunas situaciones, es conveniente proceder a la quema del potrero posteriormente al Rolado y ya una vez secado el material, para limpiar el campo de restos de troncos y ramas.



Figura 6: Rolo picador para control de arbustos.



Figura 7: Equipo de rolado.

El Rolado contribuye también a incrementar el contenido de broza sobre el suelo y favorecer su descomposición al generar un ambiente más estable (en temperatura y humedad), sobre la superficie intervenida. Adema (2006), realizando esta práctica en un monte nativo del Caldenal (Prov. de La Pampa), comprueba que la cantidad de broza en esa comunidad vegetal, fue superior a los 6.000 kgs de MS/ha en los 2 primeros años post-rolado, y manteniéndose en niveles cercanos a los 4.000 kgs de MS/ha en los 5 a 6 años posteriores vs. 1500 kgs de MS/ha de broza en el monte natural sin tratamiento. Esta contribución del Rolado, es un elemento más que posibilita la mejora de las propiedades físicas y químicas del suelo.

En relación a la combinación de técnicas de refinamiento de pastizales, el Rolado puede complementarse con el uso posterior del Fuego para permitir un mejor resultado. Una experiencia realizada en Sgo. del Estero por Cornacchione (2001), determina los efectos que estas técnicas tienen sobre la composición química de los pastizales naturales del Chaco Semiárido del NOA. Se trabajó sobre un pastizal compuesto fundamentalmente por Gramíneas de los géneros *Trichloris*, *Setaria*, *Digitaria* y *Gouinia*, midiéndose la calidad forrajera de estos pastos sin ninguna técnica aplicada (testigo, tratamiento A), posterior a un Rolado (tratamiento B) y posterior a un tratamiento combinado de Rolado y Fuego (tratamiento C). Las principales conclusiones del estudio fueron las siguientes:

i) el uso del Rolado sobre el arbustal de un pastizal natural, produce un incremento significativo en la disponibilidad de luz y de agua para los pastos respecto de las áreas no tratadas, lo que provoca un aumento en la cantidad de forrajimasa del estrato graminoso;

ii) el tratamiento de Rolado (B) no produjo cambios significativos en la calidad de Proteína (PB) y de Fibra Detergente Acida (FDA) del pastizal, pero entre los meses de Noviembre y Febrero, determinó una importante reducción en el contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) de los pastos, respecto del tratamiento testigo (A);

iii) en cuanto a valores nutricionales promedio para los pastos evaluados, se encontró la mejor relación PB (alta Proteína) vs FDN-FDA (baja Fibra) en el mes de Enero y la peor relación en el mes de Setiembre; el contenido de PB del pastizal fue de 10 a 13 % en Enero-Febrero y de 4 a 5 % en Setiembre; los valores promedio de FDN fueron de 65 % en Enero y 75 % en Setiembre, mientras que los de FDA fueron de 35 % en Enero y 49 % en Setiembre;

iv) cuando se combinó la aplicación del Rolado con el uso del Fuego prescripto en el mes de Setiembre (tratamiento C), se observaron cambios positivos en los valores de PB y FDN de los pastos, en relación a los valores de los tratamientos A y B; el tratamiento C produjo a partir del mes de Noviembre (rebrote post-quema) pastizales con hasta el 17 % de PB frente a parcelas testigo de 7 a 8 % de PB para la misma época. A partir del mes de Febrero, estas diferencias se diluyen, determinando que la mejora en la calidad nutricional del pastizal sea temporaria (Noviembre-Enero), no así en lo que respecta a la productividad del mismo, que es sin duda muy superior en los tratamientos B y C respecto del testigo, y

v) contrariamente durante los meses de verano, el tratamiento C no produjo mejora en los valores de FDA respecto de los tratamientos A y B, o sea que el Rolado y el Fuego no lograron reducir la porción de

Fibra que representa la parte más indigerible de la Pared Celular de los pastos.

Es frecuente al mismo tiempo de hacer el Rolado, realizar la siembra de pasturas adaptadas a la zona (en nuestro caso serían pasturas subtropicales como *Chloris gayana* o *Panicum maximum* para sitios con suelos y precipitaciones más favorables, o *Cenchrus ciliaris* para zonas más áridas o suelos de menor fertilidad). Con esta finalidad, una reciente innovación tecnológica (mencionada anteriormente en el trabajo de Blanco et al. (2003) en el Chaco Árido de La Rioja), permite trabajar sobre terrenos con leñosas sin necesidad de aplastar y/o quebrar los tallos de las mismas al tiempo que se disemina y siembra semilla de forrajeras cultivadas o naturales: el rolo poceador sembrador. Este consta de un cilindro central de menor diámetro que el de un rolo común (aproximadamente 0,80 a 1,00 m de diámetro), del cual salen apéndices o tubos de hierro dispuestos helicoidalmente, de 5 a 7 cm de diámetro y 0,70 m de longitud en cuyo extremo llevan soldado un roturador de suelo similar a un “pié de pato”. El cilindro presenta perforaciones de 1 cm de diámetro ubicadas alternativamente entre las líneas de roturadores, por las cuales se disemina la semilla de la forrajera a implantar. El rolo trabaja realizando pequeños pozos en el suelo mientras avanza sin dificultad por sobre los arbustos, depositando la semilla y permitiendo el enriquecimiento forrajero del potrero y el aumento de cobertura en el estrato herbáceo.

Entre las alternativas de siembra de una pastura como complemento del Rolado, se distinguen generalmente dos (Seia, 2002):

i) Siembra durante el Rolado: consiste en la operación simultánea de rolado y siembra de la forrajera elegida. Esta práctica significa un ahorro en el uso de la maquinaria, pero puede tener el inconveniente de que muchas semillas no tomen contacto íntimo con el suelo reduciendo su posibilidad de germinación y obligando a un aumento en la densidad de siembra, y

ii) Siembra posterior al Rolado: consiste en preparar la cama de siembra después del rolado, roturando el suelo con una rastra Rome y sembrar simultáneamente. Los costos se incrementan, pero se mejoran las posibilidades de implantación de la forrajera.

Un aspecto a tener en cuenta para tomar la decisión de hacer o no un Rolado sobre un lote arbustizado, es el conocimiento de los tipos y especies de leñosas presentes y de su grado de susceptibilidad al control. Aguilera y Steinaker (2001), evaluando el resultado de Rolados realizados en la Provincia de San Luis sobre arbustales semiáridos, determinan la mortalidad y capacidad de rebrote de leñosas. Para medir la respuesta de la vegetación leñosa al Rolado, se identificaron plantas de las especies más relevantes, para cuantificar su mortalidad o su crecimiento acumulado durante los 2 años posteriores al tratamiento; la capacidad de crecimiento se determinó mediante la estimación de volúmenes de copa durante el Verano, para plantas afectadas por el disturbio en el Verano de 2 años antes. Los resultados muestran que los renovals o ejemplares juveniles de algarrobos (en este caso *Prosopis flexuosa* y *Prosopis torquata*) tienen una mortalidad importante (la práctica del Rolado implica esquivar y preservar a los ejemplares adultos o de porte arbóreo); el resto de las leñosas presentes en la zona, no sufrieron una mortalidad mayor del 10 % de los individuos (*Larrea cuneifolia*, *Larrea divaricata*, *Mimozyanthus carinatus* y *Cassia aphylla*).

Estos resultados indican que se debe ser muy criterioso al momento de decidir un Rolado, pues se puede perjudicar la repoblación natural de especies de valor forrajero o forestal para un posterior manejo silvopastoril (caso de los *Prosopis*), sin cambiar significativamente la densidad de ejemplares de las especies indeseables para el pastoreo (caso de *Larrea* y *Mimozyanthus*). En consecuencia se aconseja que los sitios dominados por especies de alta tasa de rebrote post-rolado como *Larrea divaricata*, *Larrea cuneifolia*, *Mimozyanthus carinatus*, *Cercidium australe* o *Geoffroea decorticans*, no deben ser rolados pues se corre el riesgo de transformar el área en un fachingal cerrado de escasa diversidad y nulo valor forrajero. Variadas experiencias demuestran que entre 3 y 4 años después de un tratamiento de Rolado, muchos potreros muestran un grado de reinfestación de leñosas que hace necesario un control de las mismas, con un nuevo Rolado, la aplicación localizada de arbusticidas o el control biológico con caprinos.

Actualmente se ha comenzado a utilizar una herramienta llamada “desraizador subsolador”, la que propone una interesante variante para eliminar el arbustal, cortando de raíz las leñosas indeseables. Esta máquina es similar a un “pié de pato”, oxigenando el suelo por remoción vertical y horizontal, incorporando las semillas caídas, incrementando la porosidad y la rugosidad de la superficie, eliminando matas añejas y no invirtiendo el pan de tierra. Su costo operativo y tiempo de trabajo son similares a los del Rolado (Seia, 2002).

Otra tecnología que está comenzando a aplicarse para la limpieza y habilitación de potreros de monte, se está desarrollando en la Provincia de Entre Ríos por medio de la Fac. de Ciencias Agrarias de Oro Verde, consistente en la utilización de una combinación entre rolos picadores y máquinas trituradoras de tecnología Dolby, que tienen la capacidad de triturar malezas y arbustales de hasta 15 cm de diámetro de tallos (es recomendable no utilizar en sitios con más de 10 cm de diámetro de tallos o troncos). Este tipo de trabajo permite la limpieza rápida de grandes áreas de fachinales y arbustales, permitiendo una recuperación activa del pastizal e incrementando en poco tiempo la C.A. del potrero.

Sea cual fuere la variante de Rolado utilizada, la duración efectiva de esta práctica está determinada por la interacción de las condiciones ambientales (clima, suelo, vegetación) y el manejo posterior a la aplicación de la misma.

El Rolado es una técnica que modifica la fisonomía del terreno y produce cambios en la disponibilidad de luz y agua en la superficie del suelo; esto genera en el sitio una sucesión vegetal que mejora significativamente la productividad herbácea del pastizal (en general 2 a 3 veces más), siempre que haya existido previamente un cierto “banco” de semillas de las especies forrajeras deseables en el área (Fumagalli y Kunst, 2002). Estrategia de pastoreo, manejo del rodeo y tratamientos secundarios de control de monte con bajo costo, son prácticas complementarias que permitirán prolongar la efectividad del Rolado, mejorando así su beneficio económico (Adema, 2006).

iii) Fuego: su uso para controlar la invasión y/o dispersión de leñosas se remonta en la región NOA, a la época precolombina, donde los indígenas lo utilizaban periódicamente como una herramienta para preparar áreas de suelo para la siembra o mantener áreas de bosque abiertas y con pasto rejuvenecido para atraer animales de caza. De no quemarse regularmente, estas áreas se transformaban en bosques secundarios llamados fachinales que producían una rápida lignificación del paisaje. Tal fue la importancia e incidencia del Fuego en los bosques chaqueños, que Morello y Saravia Toledo (1959) afirman que es un factor modelador del paisaje de la región.

¿Que efectos tiene el Fuego sobre las leñosas?. Las controla en su densidad y volumen individual, pero raramente las mata; esto último debido a que son especies adaptadas a este disturbio en forma recurrente. En general la mortandad de leñosas por Fuego se da sólo en los renovales pequeños, el guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*) y en aquellos arbustos adultos (generalmente *Acacias*) que al momento de la quema no tengan como mínimo una corteza de 1 cm de espesor. El espesor de la corteza es el factor más importante de resistencia de la leñosa a la mortandad por Fuego.

La utilización del Fuego en el control de leñosas es una técnica de resultados aleatorios, pero que aplicada bajo condiciones estrictamente controladas, puede contribuir a minimizar resultados negativos obtenidos por el uso de tratamientos mecánicos y químicos. Tal es el caso del Estado de Texas (EE.UU), donde en los últimos 30 años se ha incrementado la superficie cubierta por leñosas (básicamente *Prosopis juliflora*, mezquite) en casi un 100 % (en la actualidad abarca 35.000.000 de hectáreas). El mezquite tiene una gran capacidad de dispersión mediante el escarificado de su semilla al nivel gastrointestinal de los rumiantes, avanzando a un ritmo de cobertura del 2 % de la superficie por año.

Los tradicionales tratamientos con Fuego de alta intensidad, produjeron el rebrote del mezquite desde la base, permitiendo que a los 10 años un ejemplar superara los 3 m de altura y duplicara su cobertura inicial. El rebrote basal dificulta enormemente el crecimiento de los pastos y la visualización y manejo del ganado. Hoy la tendencia está cambiando y se promueve la quema invernal de baja intensidad para modelar sabanas de mezquite. Esta quema no afecta la parte superior de la copa de los arbustos, lo que produce que en vez de un rebrote basal de los mismos, se mantenga el rebrote en el tercio superior del ejemplar, por el efecto de la no inhibición de la dominancia apical de la planta; esto da como resultado individuos más limpios abajo, con la ventaja de la modelación de un paisaje más abierto, con mayor visibilidad y más pasto. Estos beneficios se obtienen en aquellos potreros donde la cobertura de mezquite está por debajo del 30 % y las condiciones de quema son con una temperatura ambiente de 15 a 20 °C, humedad relativa de 30 a 40 %, vientos de 13 a 24 km/hora y material combustible de entre 1.500 y 3.000 kgs. de M.S./ha. Se aconseja un tratamiento de quema de baja intensidad cada 5 a 6 años (Ansley, 2007).

Este tipo de tratamiento podría ser una tecnología a probar en el Chaco Occidental del NOA para el control de arbustivas del género *Acacia* (tusca, garabato, teatín, churqui) y permitir la apertura basal del monte. Más adelante se describen detalladamente las técnicas de uso del Fuego en pastizales, bajo la

denominación de “Quema Prescripta”.

Desmonte

Se entiende por Desmonte a la extracción parcial o total de las especies leñosas (arbustos y/o árboles) de un área; esta metodología, sumamente utilizada en los últimos 40 años en el Chaco Occidental del NOA, para la habilitación de tierras a la agricultura de monocultivo (maíz, soja y en ocasiones, rotaciones con trigo), puede traer serias complicaciones si no se maneja adecuadamente. Son bien conocidos los problemas que han surgido del excesivo uso agrícola de los suelos desmontados de la región: erosión, disminución acelerada de la M.O. y de la fertilidad del suelo, alteración de la estructura edáfica y salinización o alcalinización (Casas y Michelena, 1983). En todo planteo de Desmonte y habilitación de tierras, deben evaluarse antes de su ejecución, todos los riesgos posibles de deterioro ambiental y económico y prever la aplicación de prácticas conservacionistas complementarias de control (Iruirtia y Luna, 1988).

Los tipos de Desmonte que pueden emplearse son: i) Mecánico; ii) Manual y iii) con Fuego (o Quema Prescripta). Los dos primeros son los más difundidos en el NOA y la elección de uno u otro, depende de factores tales como la superficie a desmontar, el tiempo requerido para la terminación del trabajo, los recursos económicos disponibles, el destino productivo que tendrán esas tierras y el interés o no por la extracción de recursos del monte (rodrigones, postes, trabillas, leña, etc).

Previo a cualquier trabajo de Desmonte, es necesaria la planificación del mismo y la obtención de la correspondiente autorización por parte de la autoridad competente. Se analizan a continuación, las características de los Desmontes Mecánico y Manual:

i) Desmonte Mecánico: puede darse la variante de trabajar sobre montes bajos o montes altos. Para montes bajos (propios del Parque Chaqueño Occidental), que son los de aptitud ganadera, las metodologías utilizadas pueden ser: i a) Desmonte por Topado, i b) Desmonte por Cadeneado y i c) Desmonte por Rolado.

i a) el Desmonte por Topado se hace mediante topadoras de oruga, las que después de abrir una picada central, topan el monte hacia ambos lados de la misma, formando cordones que luego deben ser quemados. Este tipo de topado, tiene el problema de arrastrar mucho suelo al cordón; una forma de minimizar esto es con el uso de palas tipo rastrillo. El trabajo de topado y posterior acordonado del material extraído, tiene un rendimiento aproximado para montes típicos del Chaco Semiárido del NOA, de entre 4 y 6 hectáreas/día. En este tipo de Desmonte se utilizan palas frontales montadas sobre los tractores o topadoras a oruga. Las palas pueden ser de dos tipos: 1) cortadoras o tipo KG que trabajan en forma oblicua a la dirección de avance, cortando a ras del suelo y descargando lateralmente los restos vegetales, o 2) topadoras, las que trabajando sobre monte mediano a alto, primero topan el árbol en una posición alta (2 a 3 m), lo voltean y ubicando posteriormente la hoja a ras del suelo, lo descalza y lo traslada al cordón;



Figura 8: Topadoras para desmonte mecánico.



Figura 9: Apertura de picadas y armado de cordones en desmonte mecánico.

i b) el Desmonte por Cadeneado o Cadeneo se hace mediante la utilización de 2 topadoras a oruga, separadas entre sí 30 a 50 mts., las que arrastran una cadena pesada de 90 a 150 mts. (alrededor de 3 veces la distancia entre topadoras). Las topadoras avanzan lentamente sobre picadas previamente realizadas y la cadena va volteando la vegetación. La cadena (en general cadenas de anclas de barcos) suele tener entre 25 y 30 kgs por eslabón (80 a 100 kgs por metro lineal) y puede llevar adosada una bocha de gran peso al medio, para evitar que se levante con la presión de la vegetación. Para una remoción más efectiva de las leñosas, se puede hacer el Cadeneo en doble sentido (pelo y contrapelo). Es aconsejable dejar pasar un tiempo (5 a 6 meses) entre la primera pasada (pelo) y la segunda (contrapelo), para que se seque la madera y otros restos vegetales y resulte más liviano el material. El trabajo de Cadeneado tiene para los montes del Chaco Semiárido del NOA, un rendimiento de entre 20 y 50 hectáreas/día, dependiendo estos valores de las dimensiones, topografía y figura geométrica del terreno a trabajar; una vez Cadeneado el lote, cada máquina puede acordonar por día entre 5 y 7 hectáreas, y

i c) el Desmonte por Rolado, que fue detallado anteriormente.

El Desmonte Mecánico presenta ventajas e inconvenientes, que son expuestos en la Tabla 3 (Nazar Anchorena, 1988).

En el Desmonte Mecánico, la capacidad de trabajo es la resultante del tipo de monte, el tipo de trabajo y la potencia de la maquinaria. A los efectos de dar ciertas pautas del rendimiento probable a obtener, se presenta la Tabla 4 (Nazar Anchorena, 1988).

Tabla 3: Ventajas e inconvenientes del desmonte mecánico.
(Adaptado de Nazar Anchorena, 1988)

Ventajas
- rápida incorporación de grandes superficies a la producción
- mayor continuidad en el trabajo
- razonable disponibilidad de maquinaria en zonas semiáridas
- menor mano de obra y dificultades en las relaciones laborales
Inconvenientes
- rápido y elevado desembolso de dinero
- no aprovechamiento eficiente de los productos del desmonte
- destronque poco eficiente
- remoción importante de la capa superficial del suelo
- dificultad para dejar árboles selectos por sombra o valor forrajero

El costo de un Desmote Mecánico es muy variable y dependiente de las características de la vegetación (porte, densidad, tipo de monte), del terreno (pendiente, geografía del potrero, técnica empleada, objetivo de la explotación) y de la maquinaria utilizada (técnica empleada, tipo de monte). Sin pretender realizar un análisis económico de esta técnica de habilitación o refinamiento de campos, se puede estimar para las condiciones de trabajo imperantes en los montes del Chaco Occidental del NOA, un valor equivalente a entre 450 y 750 litros de gasoil/ha (antes de la devaluación de principios de la década del 2000, este valor oscilaba en los 1.000 litros de gasoil/ha). Estos costos incluyen generalmente las tareas de topado, acordonado y quemado, no así el desarme de los cordones. En áreas de mucha pendiente, bosques lluviosos y árboles de gran porte, estas cifras pueden incrementarse entre 30 y 50 %.

Tabla 4: Capacidad de trabajo (en n° has/día) de los diferentes equipos de desmote mecánico, según el tipo de monte. (Adaptado de Nazar Anchorena, 1988)

Capacidad Trabajo (N° has/día)				
Tipo de Trabajo	HP de Pot.	Monte Bajo	Monte Medio	Monte Alto
Topado con Pala frontal	60-70	6-7	1-2	----
Cadeneado (2 pasadas)	150-280	----	30-60	20-30
Topado y acordonado c/pala	150-280	3-4	1-3	0,5-2
Rolo cortador	60-100	12-20	6-10	----
Rolo cortador + Pala frontal	150-200	28-32	12-18	----

Nota: los casilleros sin valores, indican que en esas condiciones de monte, el trabajo generalmente no se realiza.

ii) Desmote Manual: Es aquel que utiliza la fuerza y destreza humana para la extracción de las leñosas; se puede aplicar sobre cualquier tipo de monte, pero en general no suele abarcar superficies muy grandes. La Tabla 5 presenta las ventajas e inconvenientes de este tipo de Desmote (Nazar Anchorena, 1988). Este método permite un aprovechamiento más racional del monte, porque facilita la obtención de postes, trabillas, rodrigones y leña, con los que se suele pagar parcialmente o totalmente su costo. El Desmote Manual posibilita el desraizado del terreno a una profundidad de 20 a 30 cm, facilitando así la realización de labranzas posteriores. El suelo prácticamente no es alterado en el espesor de su capa arable y no se desperdicia superficie ocupada por cordones (Iruirtia y Luna, 1988).

El Desmote Manual se hace siguiendo distintos diseños, ya sea en cuadrículas, franjas o en forma total. El trabajo lo realizan cuadrillas de hacheros, lo que complica el manejo del personal debido a falta de organización del trabajo y un bajo nivel cultural de los operarios. Si este trabajo no se hace mediante contratistas, se debe contemplar la provisión de alimentos y ayuda sanitaria a los obreros durante el tiempo de ejecución del trabajo. En general, el rendimiento individual no supera las 1,5 hectáreas/mes, dependiendo del tipo y densidad del monte (Iruirtia y Luna, 1988).

Los tipos de Desmote descriptos, son los generalmente realizados para la habilitación de tierras con fines agrícolas, pero si el objetivo es que el destino del campo sea la producción ganadera, el Desmote aconsejado es el Selectivo.

En este caso, para planificar el Desmote se debe conocer primero la contribución que cada una de las especies arbóreas y arbustivas del campo, pueden hacer al proceso productivo pecuario. Esto significa poder discriminar entre aquellas especies que aportarán sombra y/o alimento a los animales, de aquellas que no tendrán aportes significativos en estos rubros. Existen trabajos en el NOA, que presentan listas de las especies leñosas de nuestra región, que pueden orientar al momento de realizar un Desmote Selectivo, en relación a su contribución alimenticia. Con respecto al aporte de sombra por parte del estrato arbóreo, se ha probado fehacientemente que especies como *Schinopsis quebracho colorado* (Schlecht.) Barkl. et Meyer (quebracho colorado), *Prosopis alba* Grisebach (algarrobo blanco), *Caesalpinia paraguariensis* (D.Parodi) Burkart (guayacán) y *Zizyphus mistol* Grisebach (mistol), son fundamentales de preservar en el potrero, en al menos un rango de 15 a 20 % de cobertura de la superficie; en potreros sin sombra,

el stress térmico de los animales, reduce hasta en un 20 % sus posibilidades de ganancia diaria de peso. Tampoco se debe perder de vista la posible utilización forestal de estas especies, si el objetivo de manejo del campo nos lleva a la implementación de un sistema de producción silvopastoril.

Tabla 5: Ventajas e inconvenientes del desmonte manual.
(Adaptado de Nazar Anchorena, 1988)

Ventajas
- incorporación gradual de superficies, en función del capital
- aprovechamiento total de los productos del desmonte
- venta de estos productos, abaratando el costo del desmonte
- buen destronque, permitiendo la entrada posterior de maquinaria
- permite seleccionar y dejar árboles de utilidad
- no produce movimientos importantes de suelo
Inconvenientes
- lento, se estima entre 0,5 y 1 ha/mes/hombre (depende del monte)
- escasez de mano de obra y discontinuidad en el trabajo
- relaciones laborales complicadas (provisión de alimento y refugio)

El Desmonte Manual de tipo Selectivo, permite también la posibilidad de modelar el ecosistema para mejorar la transitabilidad de los animales dentro del monte y permitir una mayor entrada de luz a los estratos bajos de vegetación, contribuyendo a incrementar la densidad, cobertura y productividad del pastizal. Al respecto, Renolfi et al. (2000) en un potrero del típico monte chaqueño semiárido del NOA, diseñan distintas alternativas de Desmonte Manual (mediante desbajado del estrato arbustivo), con el objeto de evaluar su incidencia sobre el estrato herbáceo. Los tratamientos implementados consisten en el diseño de lotes desarbustados y lotes con el monte intacto; a su vez, en cada una de estas variantes, el pastoreo de bovinos se hace con tres estrategias distintas: carga animal alta, carga animal baja y carga animal nula (sin pastoreo). La carga animal alta se establece anualmente para un consumo del 60 % de la oferta forrajera del sitio, mientras que la carga baja permite el consumo de sólo el 40 % de la misma. Quedan así conformadas las seis variantes de la experiencia: carga alta sobre desarbustado, carga baja sobre desarbustado, desarbustado sin pastoreo, carga alta sobre monte, carga baja sobre monte y monte sin pastoreo. Después de 5 años de pastoreo, la lectura de transectas sobre el estrato herbáceo para conocer la incidencia del Desmonte sobre la productividad del pastizal, arrojó los siguientes resultados: la densidad y cobertura de gramíneas fue superior (casi el doble) en los tratamientos con desarbustado, fundamentalmente en las situaciones sin pastoreo (32 % de cobertura) y con baja carga (22 % de cobertura); en el monte sin desarbustado, tanto con baja como con alta carga de pastoreo, no se superó el 10 % de cobertura gramínea en el pastizal. En cuanto a la influencia de la C.A., las cargas altas tanto en el desarbustado como en el monte intacto, contribuyeron a afectar la cobertura. Los resultados expuestos muestran que la eliminación de los arbustos favorece el desarrollo de los pastos, no tanto en su incremento de densidad (nº de plantas/m²), sino en su índice de cobertura. Al mismo tiempo, se detecta que el aumento de carga animal o presión de pastoreo incide sobre la densidad y cobertura del pastizal, demostrando que las gramíneas nativas del Chaco Semiárido son especies muy sensibles al pastoreo, debiéndose controlar estrictamente la tasa máxima de consumo a realizar.

Al momento de realizar un Desmonte Selectivo, es importante determinar previamente cuáles, cuantos y en qué ubicación quedarán los ejemplares leñosos a dejar en el potrero, para impedir que algunas áreas queden sobrecargadas de árboles o arbustos y otras resulten con una densidad insuficiente. Se deben dejar siempre individuos de buen porte y estructura, buenos árboles semilleros y algunos arbustos de buen valor forrajero y palatabilidad (recordar que los arbustos cumplen la función de “banco de proteínas” y rebrotan antes que los pastos, entrando en senescencia después de la deshidratación de estos, por lo que su período de aprovechamiento anual es más largo).

Otras de las razones importantes por la cual se justifica dejar algunas leñosas en el campo, es la benéfica contribución que los árboles realizan sobre los pastos, en relación a disponibilidad de N, eficiencia

en el aprovechamiento del agua de lluvia, protección de heladas y duración del ciclo vegetativo. Estos aspectos, no siempre tenidos en cuenta, son:

i) los árboles (sobre todo los de la Familia Leguminosas), permiten que los pastos situados en su área basal puedan disponer de un mayor tenor de N en el suelo por aporte de la simbiosis con microorganismos y la descomposición de hojas caídas del árbol, de alto valor proteico (se han medido caso de pastizales con hasta 2 % más de Proteína Bruta bajo el árbol que en el abra);

ii) al momento de una precipitación, el árbol recolecta agua en toda su copa y la escurre por las ramas y el tronco depositándola en una superficie basal concentrada, mejorando así la disponibilidad hídrica de esa zona;

iii) tan importante como lo anterior es el efecto posterior a la lluvia, donde por el sombreado retrasa la evaporación respecto de los sitios abiertos, resultando de este efecto, una mejor eficiencia en la disponibilidad hídrica de los pastos bajo su influencia, y

iv) sabemos que la deshidratación de los pastos es muy dependiente del efecto de las heladas sobre los mismos y el árbol protege de esto a los individuos situados bajo su copa, los que de esta manera se mantienen más tiempo en estado verde, alargando su ciclo vegetativo.

Todas estas contribuciones que significan una mejor productividad para el pastizal, serán efectivas siempre que el número y distribución de árboles/ha, sea tal que no signifique la sobreutilización de su área basal por el ganado.

La técnica del Desmonte Selectivo tiene como objetivo primordial eliminar la competencia de los arbustos para permitir maximizar la producción del estrato herbáceo en potreros de pastizales naturales. Si bien la premisa es mantener el potrero sin reforestación de leñosas, las experiencias al respecto muestran que esto no siempre es factible. Sin embargo, algunas investigaciones han demostrado que no siempre esta reforestación debe tomarse como un retroceso del tratamiento ejecutado, sino evaluar que especies reaparecen, cuales no, en que medida o densidad lo hace cada una y que grado de contribución forrajera se obtiene finalmente en relación a la situación previa al tratamiento de desmonte.

Al respecto, Nai Bregaglio et al. (1999), evaluando un tratamiento de Desmonte Selectivo realizado sobre un pastizal natural de monte en el Chaco Occidental Arido del Oeste de la Provincia de Córdoba (Argentina), demuestran que después de 10 años de un tratamiento con eliminación total del estrato arbustivo y produciéndose una reforestación de leñosas en ese estrato, la capacidad forrajera del potrero no se ve significativamente afectada. Esto, que parece una contradicción en relación a los objetivos primarios del desmonte, no resulta así desde el punto de vista productivo, debido a que se producen una serie de modificaciones de la Estructura y Diversidad de la vegetación arbustiva, en relación a la situación original:

i) después de la reforestación, se comprueba una mayor diversidad de arbustos;

ii) se reduce significativamente la dominancia de especies arbustivas de baja calidad nutricional y contribución forrajera;

iii) se incrementa la diversidad y densidad de arbustos de buena calidad forrajera;

iv) se reduce más de la mitad (en este caso de 32,2 % a 14,5 %), el área de cobertura/ha ocupada por los arbustos, quedando mayor superficie disponible para los pastos que en la situación original, y

v) finalmente, la complementación de los pastos con la forrajimasa ramoneable de los nuevos arbustos de valor forrajero, contribuye a mejorar la dieta cosechada por los herbívoros; esto último, teniendo en cuenta que las leñosas contribuyen con algunos aspectos positivos a la productividad forrajera total del sitio, a saber:

v a) las leñosas conservan forraje verde (de buena calidad) por más tiempo que las Gramíneas, haciendo disponibles nutrientes en las épocas más desfavorables (invierno y principio de primavera) (Klusmann, 1988; Martín et al., 1993; Martín y Fernández, 2001);

v b) la composición química de las leñosas es menos variable durante su estado verde y menos expuesta a las fluctuaciones de las precipitaciones anuales, manteniendo buen valor nutricional en hojas, tallos tiernos y yemas apicales disponibles para los animales durante la estación seca (Klusmann, 1988; Bordón, 1998), y

v c) la inclusión de leñosas forrajeras nativas en el manejo de sistemas ganaderos de zonas semiáridas y áridas, está limitada por el desconocimiento sobre la calidad y cantidad de forraje que estas especies producen (Karlin y Díaz, 1984; Dalla Tea et al., 1992).

A través de esta experiencia, donde se eliminan todos los arbustos dejando sólo los árboles (entre 100 y 150/ha, correspondientes a las especies *Prosopis flexuosa*, *Prosopis torquata*, *Aspidosperma quebracho blanco*, *Celtis tala* y *Zizyphus mistol*), se comprueba que 10 años después se han reducido los niveles de presencia, respecto de la situación original, de *Larrea divaricata* (jarilla, que era la especie dominante) y no se regenera *Acacia furcatispina* (teatín, garabato macho, especie sin valor forrajero); por el contrario, se incrementa la presencia de especies con valor forrajero como *Celtis pallida* (talilla, tala churqui) y *Condalia microphylla* (piquillín), al mismo tiempo que aparecen algunas especies de buen valor forrajero que no estaban presentes en la situación original, como *Geoffroea decorticans* (chañar) y *Lippia turbinata* (poleo).

El aumento en la diversidad de especies, se atribuye a que el tratamiento de Desmonte Selectivo contribuye a destruir las relaciones previas de dominancia existente entre las especies en la situación original (Magurran, 1988), haciendo más equitativa la distribución de frecuencias entre las especies más abundantes post-tratamiento.

La reducción de casi un 60 % de la superficie cubierta por los arbustos, la desaparición de leñosas de escaso o nulo valor forrajero y la aparición de otras de buena calidad, son aspectos positivos obtenidos en esta experiencia a varios años después de aplicado el tratamiento de Desmonte, y que contribuyen a diversificar la oferta forrajera de estos potreros de monte en la región.

Se debe tener en cuenta que lo demostrado en esta investigación, no siempre se repite en todos los casos. En muchas situaciones, la reforestación de arbustos se hace con gran dominancia de una o dos especies altamente invasoras, generalmente de bajo valor forrajero, lo que obliga a repetir el tratamiento o utilizar técnicas de Rolado o Quema. Esto lleva a concluir que los resultados del método del Desmonte Selectivo, serán muy dependientes de las condiciones climáticas del sitio, de la situación y estructura vegetal previa y del manejo posterior al mismo.

Finalmente otra variante de Desmonte es el Desmonte en Franjas, que consiste en eliminar totalmente las leñosas en franjas de dimensiones variables (desde 100 a 500 metros de ancho), sembrando en esas áreas abiertas pasturas de alta producción o dejando recuperar el pastizal natural. En las franjas con monte (en general de aproximadamente 100 a 200 metros de ancho cada una), el ganado encuentra refugio, sombra y alimento suplementario.

Las prácticas de Desmonte, sea cual fuere el sistema empleado, han implicado siempre polémicas entre los intereses de los productores por ampliar la superficie limpia de sus campos y los ambientalistas que pretenden, en muchos casos, la no intervención antrópica sobre los recursos naturales. En aras de reglamentar entre estas situaciones extremas que poco hacen a favor de un desarrollo ordenado del ambiente, el gobierno de la Provincia de Córdoba (Argentina) en asociación con organizaciones de productores y ONGs involucradas en el tema, a establecido un acuerdo (el primero de su tipo en el país) para pautar las normas de Desmonte que rigen desde Abril de 2005. El acuerdo establece que todos aquellos productores ganaderos que soliciten extracción o eliminación de leñosas de potreros de bosques o montes naturales, deberán aplicar un Desmonte de Tipo Selectivo dejando sin desmontar entre el 30 y el 40 % de la superficie (el porcentaje más alto se refiere a las áreas naturales protegidas). Se estima que esta reglamentación puede involucrar alrededor de 3 millones de hectáreas en el Norte y Noroeste de la provincia, donde se concentran las mayores explotaciones de cría vacuna. Los Desmontes Selectivos y el aprovechamiento forestal que de ellos se derivan, se autorizan entre el 1 de Abril y el 30 de Noviembre de cada año, prohibiendo el uso del Fuego o el Desmonte de Tipo Químico. Esta reglamentación también contempla que todos los productores que se encuadren dentro de ella y presenten la documentación respectiva, queden eximidos del costo de un estudio de impacto ambiental (Sec. de Agric. y Ganadería de Córdoba, 2005).

Quema prescripta

Las investigaciones sobre el uso racional del Fuego en los ecosistemas pastoriles, se incrementó en los últimos años a nivel mundial (Wright y Bailey, 1982), y en la Argentina a partir de la década del '90 (Casco, 1993). Este marcado interés o cambio de actitud, fue debido principalmente a los siguientes factores:

i) el reconocimiento y aceptación de que el Fuego es un acontecimiento natural en la mayoría de los ecosistemas;

ii) el hecho de aceptar que el Fuego constituye una herramienta más de manejo para el productor, y

iii) la percepción de que otras técnicas de manejo de la vegetación (fertilización, herbicidas, inter-siembras, desmontes, rolados, implantación de pasturas cultivadas, etc.), pueden estar restringidas debido a su mayor costo y/o deterioro ambiental.

Actualmente se reconoce que el Fuego es un disturbio natural y necesario en muchos ecosistemas, porque crea “parches” y junto a otros disturbios (inundaciones, plagas, etc.), colabora con el mantenimiento de la diversidad de comunidades, habitats y especies (Bond y Keeley, 2005; Kunst, 2006). En general, las más altas frecuencias de Fuegos se dan en ecosistemas con climas de tipo monzónico, con dos estaciones bien marcadas: se acumula pasto (combustible) en la estación de lluvias con muy alta probabilidad de quema en la estación seca.

En lo que se refiere al porque del control de las leñosas mediante el uso del Fuego, la opinión pública tiene una visión confusa y negativa al respecto, que se contradice con la visión histórico-técnica de esta práctica (Bond y Keeley, 2005). El efecto del Fuego sobre las leñosas y pastos y su empleo como herramienta agronómica, han sido observados y utilizados por el hombre desde los principios de la civilización, a tal punto que el Fuego ha sido llamado “la tercera mano” del hombre primitivo (Schüle, 1990) y existen numerosas citas de su uso por aborígenes de nuestro país y el mundo, con distintos fines (caza, limpieza, agricultura, guerra) (Kunst, 2006). Denostado por mucho tiempo, sólo recientemente el Fuego ha comenzado a estudiarse en profundidad (Wright y Bailey, 1982) y en consecuencia, a generarse recomendaciones prácticas para su empleo y manejo con enfoque moderno (Wright y Bailey, 1982). Su atractivo frente a otras técnicas más sofisticadas de control de arbustales (ej.: productos químicos), consiste en que al ser un factor natural del ecosistema, se hace más aceptable su implementación desde el punto de vista de la sustentabilidad del sistema agropecuario (Hodgkinson y Harrington, 1996; Gottfried, 2004). En Argentina, aunque ya Papadakis (1951) recomendaba su uso para el control de leñosas y el manejo de pasturas en la Región Chaqueña, fueron Morello y Saravia Toledo (1959) quienes reconocieron al Fuego como un importante factor ecológico que mantiene el equilibrio entre las comunidades de pastos y leñosas en el Chaco Occidental Argentino (Kunst, 2006).

La Quema Prescripta es un proceso controlado de uso del Fuego aplicado por personal calificado, sobre un material combustible localizado puntualmente en un área específica, bajo condiciones climáticas seleccionadas con el fin de lograr objetivos de manejo definidos y predeterminados, quedando el fuego confinado al área tratada y en un marco de seguridad que garantice la conservación de bienes y personas (Green, 1981; Wade y Lunsford, 1988; Weber y Taylor, 1992). Debe diferenciarse la Quema Prescripta del Incendio, Fuego Accidental o Fuego Intencional, que son eventos que afectan severamente a los recursos naturales, teniendo generalmente efectos destructivos sobre comunidades vegetales y animales, reduciendo la M.O. que se recicla en el suelo y ocasionando la disminución de la fertilidad del mismo a largo plazo (Bernardis et al., 2004).

La práctica de la Quema Prescripta es una ciencia y un arte; ciencia porque comprende conocimientos de Física, Química, Climatología y Ecología, para lograr el adecuado manejo del fuego y arte porque las diversas situaciones de vegetación, clima y comportamiento del fuego, requieren de una cuantificación precisa para ejecutarlo (Ryan, 1990).

En el NOA, el uso del Fuego Prescripto tiene por lo general el objeto de eliminar el fachinal o arbustal y el rastrojo lignificado de los pastos, favoreciendo un rebrote más rápido. Este método (que no está permitido legalmente en Tucumán), suele ser muy empleado en los pastizales de altura de la provincia, compuestos básicamente por *Festuca hieronymi* Hack. y *Stipa ichú* (Ruiz y Pavón) Kunth (Martín et al., 2002). El Fuego es un factor ecológico natural en la Región Chaqueña (Bucher, 1982) y tiene un largo historial de uso en la misma para controlar leñosas y rejuvenecer pastizales. Su bajo costo lo hace una herramienta interesante para estos fines, en relación a métodos mecánicos o químicos.

En el NOA, la temporada de quema se extiende desde principios de Junio hasta fines de Octubre, debido a que en este período las condiciones ambientales y el estado del material combustible, son propicios para la ignición y la propagación del fuego en montes y pastizales (Kunst et al., 2000). La condición para la quema es tener una buena cantidad de material combustible en el sitio, condición que en los pastizales

muy degradados es difícil de conseguir.

El Fuego ejerce un fuerte impacto en los ecosistemas, modificando dramática y rápidamente los componentes estructurales del mismo. Sus efectos se observan desde niveles de planta individual hasta todo un paisaje y a distintas escalas de tiempo (desde días hasta años). El Fuego elimina toda la estructura aérea de la planta, ya sea pasto o leñosa. El pasto, merced a su corona semienterrada y a su rápida velocidad de crecimiento, es capaz de reconstruir en una sola estación de crecimiento, toda su estructura aérea; esta nueva biomasa es de alta calidad (escasa fibra) y de allí su importante valor forrajero. En cuanto a la leñosa, el Fuego mata las plántulas o renovales pequeños y reduce significativamente la parte aérea de los ejemplares adultos; como el proceso de reconstrucción de la parte aérea en las leñosas es más lento, Fuegos periódicos o recurrentes contribuyen a mantener controlada la cobertura y dispersión de estas plantas; en otras palabras, mantienen a las leñosas en estado de subdesarrollo (Jeltsch et al., 1997 y 2000). Se debe recordar que para que una leñosa pueda resistir adecuadamente la afectación de su cambium (tejido de crecimiento) por el Fuego, requiere de un espesor de corteza mínimo de 1 cm; los arbustos nativos del Chaco Occidental no alcanzan nunca ese valor, lo que los torna muy sensibles al Fuego (Bravo y Giménez Mosca, 1996).

En regiones semiáridas, los productores ganaderos utilizan con frecuencia esta herramienta de manejo. Nazar Anchorena (1988) señala que entre los beneficios de esta técnica se destacan la eliminación y/o control de arbustos, el rejuvenecimiento de plantas leñosas, la eliminación de material acumulado o diferido (seco, poco palatable) de pastizales, el incremento de la producción primaria, la preparación de camas de siembra y la facilitación del movimiento de animales dentro de potreros con leñosas. Al mismo tiempo y entre los aspectos negativos de esta práctica, el autor antes citado señala a la destrucción de M.O. del suelo, la subutilización de los potreros quemados durante un tiempo, la pérdida de especies valiosas ante quemas incontroladas, etc.

El empleo del Fuego como herramienta de manejo de pastizales naturales, debe hacerse mediante una metodología de quemado rápido que impida que se alcancen altas temperaturas de suelo, excepto en los 2 primeros cm donde se puede llegar a los 70 a 80 °C (Raison, 1979). Al respecto, una experiencia de Quema Prescripta de pastizales naturales realizada en la Provincia de Corrientes (Argentina) por Bernardis et al. (2004), determina que las temperaturas registradas durante la quema fueron de 290 °C en la superficie del suelo, 150 °C a 0,5 cm y de 58 °C a 2 cm de profundidad.

Un aspecto muy discutido en función de las temperaturas alcanzadas, es el grado de afectación que puede tener la población microbiana del suelo, como consecuencia del proceso de quema. Normalmente el Fuego no ejerce un efecto directo sobre los micro y mesoorganismos del suelo, sino a través de los cambios que introduce en el aporte de sustrato para el mantenimiento y crecimiento de estas poblaciones (Seastedt y Ramundo, 1990).

En los ecosistemas de pastizales, la conservación y reciclado de nutrientes entre las distintas fracciones del suelo y las plantas, son procesos fundamentales para mantener la productividad. Bajo estas condiciones, las funciones de la biomasa microbiana del suelo como reguladora de la dinámica de nutrientes y reservorio de los mismos, no es tan significativa (Jenkinson y Ladd, 1981). Como apoyo de lo expresado, Rice y Parenti (1978), encontraron mayor población fúngica en pastizales quemados anualmente que en los no disturbados y no hallaron diferencias en las poblaciones bacterianas y de actinomicetes.

García (1993), indica que después de un quemado anual de un pastizal natural herbáceo, no se encontraron diferencias en las poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes en la capa superficial del suelo; por el contrario, la mayor producción de raíces observada en las capas superficiales (hasta los 30 cm) bajo quemado anual, resultó en un incremento de las poblaciones microbianas debido al mayor aporte de sustrato.

En cuanto a la dinámica de nutrientes, el Fuego resulta en adiciones de P disponible en las cenizas, lo que estimula la fijación de N₂ por cianobacterias; sin embargo, estas ganancias de N son inferiores que las pérdidas por combustión, resultando en una disminución del contenido de N del suelo bajo quema (García, 1993). Una experiencia reciente (Bernardis et al., 2004) con Quema Prescripta de pastizales durante 2 años consecutivos (quema al final del invierno), indica que a corto plazo, los porcentajes de M.O. y N del suelo no muestran reducciones significativas respecto del pastizal sin quemar.

El modelo de simulación Century, predice que en pastizales quemados todos los años, se produce una

disminución del contenido total de N (de la mineralización neta de N y de la biomasa microbiana de N), a partir de los 8 años de esta práctica. A pesar de observarse un balance negativo de N en el largo plazo, los pastizales bajo quema mantienen una mayor producción que los sin quemar. Esta contradicción se explica por (García, 1993):

- i) una mayor eficiencia de uso del N;
- ii) la posible sincronización entre la liberación de N por la biomasa microbiana y la absorción por la planta;
- iii) una extensión de la estación de crecimiento de las pasturas, por el calentamiento temprano del suelo, y
- iv) la combinación de todas estas razones.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que el mayor o menor grado de afectación que pueda tener un ecosistema por la acción del Fuego, dependerá de las características del ecosistema, la intensidad y duración del Fuego y la frecuencia con que el área sufre el efecto del Fuego. González et al. (1999), evaluando el efecto de un incendio accidental muy severo en la Reserva Forestal Chancaní (Chaco Occidental Semiárido de la Prov. de Córdoba), concluyen que los efectos sobre el suelo son:

- i) disminución del pH en los estadios iniciales del incendio, pero con recuperación de los valores normales después de 12 a 18 meses;
- ii) disminución del contenido de M.O. en las áreas quemadas (tanto en pastizal como en bosque), durante los primeros 6 meses; a partir de allí, la M.O. aumentó progresivamente hasta llegar a niveles similares al suelo no quemado, a los 18 meses, y
- iii) el N total del suelo quemado en pastizal, siempre fue mayor que en las áreas no quemadas, aunque sólo resultó significativo en el muestreo inicial (por esto se considera como un efecto directo positivo, solo en los momentos posteriores a la quema); en los suelos de bosque, no hubo diferencia en este aspecto para ninguna de las situaciones.

En el mismo estudio, se determinan los siguientes efectos sobre los microorganismos:

- i) las poblaciones de microorganismos fijadores libres de N y de amonificadores de las áreas quemadas, no mostraron diferencias significativas con las no quemadas en ninguno de los casos (se debe aclarar que en las parcelas no quemadas, se registraron los valores más altos). La razón de la no afectación severa de estas poblaciones por acción del Fuego, se debe a la presencia de formas resistentes como esporas y microcistos;
- ii) la población celulolítica fue reducida significativamente por el Fuego durante los primeros 90 a 100 días, tanto en bosque como en pastizal. A partir de allí, los valores de densidad se asimilaron progresivamente a los normales en suelos no quemados, siendo esta recuperación coincidente con el incremento de los valores de M.O., y
- iii) el número de microorganismos nitrificadores siempre fue menor en los sectores quemados. En los primeros 30 días, se detectó diferencia significativa, tanto en suelo de pastizal como de bosque; entre los 60 y 150 días se notó una recuperación de los nitrificadores en áreas quemadas, casi hasta valores normales; a partir de los 180 días y en concordancia con la época invernal, nuevamente la densidad de nitrificadores disminuyó en los sitios quemados. Se concluye que estos microorganismos que son un grupo funcional muy específico y poco diversificado, sufren marcadamente las alteraciones ambientales (como la quema) y las condiciones climáticas de la época seca, recuperándose en períodos de humedad.

Todas las consideraciones expuestas, tanto a favor como en contra en lo que hace al efecto del fuego sobre la fertilidad y nutrición del suelo y su incidencia sobre las poblaciones microbianas edáficas, tienen al parecer, una gran dependencia del sistema e intensidad de manejo que hagamos del pastizal, después del tratamiento de quema. En relación a ello, González et al. (2004), evaluando los resultados de una quema prescrita en pastizales nativos del Dpto. Río Cuarto (Prov. de Córdoba, Argentina), sobre los procesos biológicos del suelo, encuentran que los beneficios que pueden obtenerse de esta quema pueden ser desaprovechados si el manejo posterior del pastizal no contempla ciertos aspectos.

Asumiendo que la quema de pastizales en ambientes semiáridos es una práctica habitual para obte-

ner rebrotes forrajeros tempranos para el ganado (Wienhold y Klemmenson, 1992; Kunst, 1996), suele considerarse teniendo en cuenta las características del material combustible, que el fuego tiene poco impacto sobre el suelo y que los procesos edáficos se recuperan en corto tiempo. Se conoce que como consecuencia de la combustión del material vegetal, se produce un aporte de N disponible en el suelo que explica un mejor rebrote y un incremento en la producción de forraje (O'Lear et al., 1996), pero también se reportan reducciones en la respuesta productiva del pastizal a lo largo del tiempo, cuya magnitud varía con la frecuencia de quemas y el manejo ganadero posterior al incendio; esto estaría fuertemente relacionado a pérdidas en la fertilidad del suelo por efecto de la quema (Coutinio, 1982; Bork et al., 2002).

Badia y Marti (2003) indican que la respuesta del suelo frente a las quemas, depende del incremento de la temperatura y del aporte de cenizas. Las altas temperaturas provocan pérdidas en el contenido de M.O. del suelo (tanto superficial como humificada) y las cenizas modifican el ciclo de los elementos minerales. Abril (2002) establece que es evidente que la conjunción de factores como el aumento de la temperatura, la pérdida de vegetación y M.O. y el cambio en los estados de oxidación de los nutrientes, afectan a las poblaciones microbianas del suelo alterando los procesos biológicos de la fertilidad.

Como prueba de ello y volviendo a la investigación planteada por González et al. (2004) antes citada, se evalúa el impacto producido por una quema prescrita, utilizando a los procesos biológicos del suelo como medida del mismo. La quema se produce sobre un pastizal natural semiárido estructurado por ejemplares aislados de caldén (*Prosopis caldenia*) y algarrobo blanco (*Prosopis alba*), sobre un denso estrato herbáceo de gramíneas compuesto por *Aristida adscensionis*, *Bothriochloa laguroides*, *Eragrostis lugens*, *Festuca hieronymi*, *Piptochaetium montevidense* y *Stipa tenuissima*, entre las especies más frecuentes. La quema se efectuó en el mes de Setiembre, pastoreándose el potrero 60 días después y hasta fines de Marzo (con una C.A. aproximada de 4 has/UG); se dejó descansar el lote durante 2 meses para obtener forraje diferido y este manejo se realizó durante 2 años consecutivos. Se hicieron determinaciones de suelo hasta los 20 cm de profundidad, a los 30, 180, 360 y 720 días de la quema prescrita y los resultados obtenidos fueron los siguientes:

i) a los 30 días y después de una primera lluvia primaveral, los pastos gramíneos comenzaron a rebrotar y a los 180 días aparecieron algunas latifoliadas herbáceas;

ii) tanto los microorganismos fijadores de N, como los amonificadores, nitrificadores y celulolíticos, disminuyeron en forma significativa en casi todos los muestreos, recuperándose en parte después de los 360 días; como consecuencia de este efecto, la respiración del suelo quemado se vió reducida en todas las fechas de muestreo, en relación al suelo testigo sin quemar;

iii) el tenor de M.O. bajó sensiblemente inmediatamente después de la quema, recuperándose a los 30 días (igualando al testigo sin quemar); a partir de allí, en todos los muestreos posteriores, el valor de M.O. del suelo fue significativamente inferior al testigo.

A partir de los resultados expuestos, se concluye que a diferencia de muchos autores que afirman que fuegos prescritos de baja intensidad donde la combustión del material no es completa (como en el caso de esta experiencia), las condiciones edáficas no se modifican sustancialmente, esta investigación muestra que el fuego tiene efectos muy directos sobre los procesos biológicos responsables de la fertilidad del suelo.

Los suelos de pastizales gramíneos suelen tener un aceptable contenido de M.O. originada a partir de los residuos de estas plantas. Esta M.O. está generalmente constituida por compuestos carbonosos lábiles localizados superficialmente (Neill et al., 1998; Abril y Bucher, 2001); esto hace que tanto la M.O. como los microorganismos descomponedores asociados, se vean directamente expuestos al efecto del fuego. Esto contribuye a explicar porque la microflora del suelo se vió tan afectada en la investigación realizada por González et al. (2004):

i) las pérdidas medidas en los amonificadores tendrían relación con la mencionada localización superficial de la M.O. del suelo, ya que son microorganismos responsables de las primeras etapas del proceso de descomposición de los restos vegetales;

ii) la disminución de los nitrificadores podría indicar la alteración de procesos microbianos más complejos, a causa de que su metabolismo depende de la oxidación de amonio a nitrato, y

iii) la comprobación de que 2 años después de la quema el suelo no había recuperado las condiciones de fertilidad del suelo testigo sin quemar, indica que el manejo del pastoreo post-quema es un factor

fundamental para explicar esta diferencia. Es conocido que en los pastizales donde se excluye al ganado durante un buen tiempo después de la quema, la productividad forrajera aumenta y la recuperación de la fertilidad del suelo y su microflora se logra en corto tiempo (Bachelet et al., 2000); en la investigación realizada por González et al. (2004), el tipo de manejo ganadero realizado (carga animal importante y poco tiempo de recuperación post-quema), parece ser el motivo de la falta de recuperación del suelo. A esto contribuye el hecho de que una mayor disponibilidad de nitratos al momento del rebrote del pastizal, hace que el forraje sea más palatable (Bork et al., 2002) y el ganado lo consuma casi en su totalidad, a diferencia de los pastos sin quemar que dejan siempre un remanente de baja palatabilidad que retorna al suelo como aporte de M.O.; en consecuencia, el manejo ganadero post-quema de los pastizales debe contemplar la regulación racional de la C.A. y la planificación de períodos de rotación de mayor duración, para favorecer el aporte de restos vegetales y de esa manera recuperar los procesos biológicos del suelo sin perder la ganancia inicial de nutrientes.

La Quema Prescripta es el Fuego aplicado de manera conocida, por personal calificado, a cualquier tipo de material combustible en un área específica y bajo condiciones climáticas seleccionadas, para lograr objetivos de manejo predeterminados (Kunst, 1993). La premisa fundamental de esta metodología, es lograr algún cambio positivo en la estructura o productividad del área quemada, sin afectar otras áreas.

El Fuego Prescripto puede utilizarse para variados objetivos, tales como:

- i) reducción de material combustible en bosques naturales o artificiales, para evitar incendios accidentales o provocados;
- ii) control de enfermedades y plagas;
- iii) mejorar el habitat a la fauna, incrementando la oferta de alimento o variando la cobertura;
- iv) controlar vegetación competitiva (ej.: mantener un balance adecuado entre leñosas y pastos);
- v) favorecer el rebrote anticipado y de calidad, en los pastizales naturales;
- vi) remover material no palatable o poco nutritivo (material muerto o senescente);
- vii) facilitar la accesibilidad a áreas muy cerradas (arbustales densos);
- viii) mantener especies dependientes del fuego periódico;
- ix) mejorar la Condición del pastizal, al cambiar la composición botánica, y
- x) acelerar el reciclaje de nutrientes (ej.: al causar una rápida mineralización de la M.O.).

La aplicación de Fuego Prescripto sobre un pastizal, no exime de un adecuado manejo posterior del mismo; el Fuego es sólo una herramienta más. La correcta planificación de una Quema Prescripta, exige tener en cuenta varios aspectos.

El primer paso es la perfecta delimitación del área a quemar, lo que puede hacerse con cortafuegos (franjas de terreno libres de vegetación) realizados a mano, con maquinaria o con contrafuegos (fuego en retroceso). El ancho del cortafuego será variable en función de la altura de la vegetación a quemar, el tipo de vegetación cercana, la posibilidad de diseminación de “pavesas”, el tipo de fuego empleado, etc. Las distancias pueden así variar desde pocos metros a casi un centenar de metros. En relación a la altura de la vegetación, se aconseja un ancho de cortafuego de entre 3 y 5 veces esa altura.

Los restantes factores que influyen sobre el comportamiento del Fuego son: Temperatura del aire (T°), Humedad Relativa del aire (HR), Velocidad del viento (VV), Topografía, Turbulencia del aire y Cantidad y Densidad del combustible (Kunst, 1993). Los tres primeros, que son directamente dependientes de las condiciones climáticas del lugar, nos indican que antes de la quema se debe contar con una información climatológica precisa para el día previo y el o los días de trabajo.

La T° es importante pues cuando mayor es, menor es la energía o calor que se precisa para que el material combustible entre en ignición. Al mismo tiempo, altas T° colaboran en la creación de “corrientes de convección” cercanas al suelo, que actúan como chimeneas y acarrearán pavesas que pueden encender áreas no deseadas. La T° adecuada para evitar estos problemas debe estar entre los 10 y 27 °C (con un óptimo entre 15 y 24 °C) (Wright y Bailey, 1982).

La HR es fundamental porque el combustible mojado o húmedo, no quema. Los combustibles se-

cos (material muerto) que son los que alimentan el fuego, absorben humedad atmosférica o la pierden, dependiendo de la HR. Una HR de 40 % es el umbral clave; por debajo de este valor los combustibles finos queman fácilmente y con igual intensidad hasta una HR de 20 %. Por debajo de este valor, es alto el peligro de pavesas (Wright y Bailey, 1982).

La VV es un factor que a mayor provisión de Oxígeno, acelera la tasa de combustión. También transporta aire caliente aumentando la temperatura del combustible inmediatamente delante del frente de fuego; esto seca el material y favorece la ignición. En general, no se aconseja la Quema Prescripta sin viento o con velocidad muy baja (menos de 5 km/h) por la posible formación de remolinos de fuego. Por encima de 30 km/h, el peligro de escapes de pavesas es muy alto. Lo ideal es un viento constante en dirección y velocidad, con valores de entre 10 y 25 km/h (Kunst, 1993). Un problema práctico que generalmente se presenta en el campo, es determinar la VV de forma aproximadamente precisa, para definir la implementación de la quema. Lo ideal es contar para ello con un anemómetro, pero de carecer de él al momento del trabajo, se puede recurrir a calcular la VV mediante la Escala Beaufort, que determina rangos de velocidad a través del movimiento del humo o las ramas de los árboles. La Tabla 6 establece los grados de VV en función de los parámetros contemplados en la Escala Beaufort (Fuentes Yague, 2000).

Tabla 6: Escala Beaufort para estimar la velocidad del viento (en km/h).

(Adaptado de Fuentes Yague, 2000)

Gr.	Nombre	Velocidad	Características
0	Calma	Menor a 1	El humo se eleva verticalmente
1	Ventolina	1 a 5	El humo se inclina levemente
2	Brisa muy débil	6 a 11	Se mueven las hojas de árboles; se siente el viento en el rostro
3	Brisa débil	12 a 19	Las hojas de árboles se agitan constantemente
4	Brisa moderada	20 a 28	Las ramas pequeñas se agitan; se levanta polvo
5	Brisa fresca	29 a 38	Arboles pequeños se balancean; en aguas estancadas se forman pequeñas olas
6	Brisa fuerte	39 a 49	Se mueven las ramas grandes; el viento silba en los cables
7	Duro	50 a 61	Se mueven todos los árboles; es difícil caminar contra el viento
8	Muy duro	62 a 74	Se desgajan ramas; es imposible caminar en contra del viento
9	Golpe de viento	75 a 88	Daños ligeros en edificaciones; quebrado de troncos débiles
10	Temporal	89 a 102	Importantes daños a instalaciones y arrancado de árboles
11	Tempestad	103 a 117	Destrozos graves
12	Huracán	Mayor a 118	Verdadera catástrofe

El restante factor significativo al momento de quemar el pastizal, es la Cantidad y Densidad del material combustible. La Celulosa y otros Hidratos de Carbono (que constituyen más del 50 % de la estructura vegetal), son los responsables directos del calor de combustión de los materiales (Kunst, 1993). En relación a la Cantidad, Wright y Bailey (1982), establecen que una cantidad mínima de 600 a 1.000 kgs de M.S./ha de material combustible fino (diámetro menor a 5 mm), es suficiente para conducir una quema prescripta en pastizales y sabanas, aunque fuegos accidentales o fortuitos pueden ocurrir con sólo 300 kgs/ha.

A manera de referencia y como síntesis de todo lo antes expuesto, se aconseja para una Quema Prescripta de pastizales naturales en el NOA, con cierto grado de invasión de leñosas, las siguientes

condiciones (Kunst, 1993):

- i) cantidad de combustible fino (pasturas): 3.000 a 3.500 kgs de M.S./ha.;
- ii) T° del aire entre 20 y 27 °C;
- iii) HR entre 25 y 40 %, y
- iv) VV entre 15 y 25 km/h.

Respecto de la dinámica del fuego y tipos de fuego a emplear, podemos decir que cuando un punto del terreno se enciende, el área circular originalmente quemada, adquiere al poco tiempo forma ovoídea o elíptica según el efecto incidente del viento. Pueden darse así, tres posibilidades: a favor del viento (Fuego Frontal); en contra del viento (Fuego en Retroceso) y hacia los laterales (Fuego de Flanco) (Kunst, 1993 y comunicación personal; Martín, 1999 b).



Figura 10: Aplicación de fuego frontal para quema de pastizales.

El Fuego Frontal es generalmente el más usado por la simpleza de su direccionamiento y la eficiente capacidad de quemado/hora que presenta, en función de la gran intensidad y liberación de energía que alcanza en condiciones ambientales óptimas. Requiere iniciar su ignición a lo largo de un camino o picada, mediante una línea de encendido continua.

Se usa mucho en Quemas Prescriptas de arbustales o monte cerrado, pues por la gran cantidad de material combustible, la masa vegetal experimenta un precalentamiento elevado que favorece su encendido, asegurando la quema de leñosas (llegando al cambium de la planta).

En el caso de quema de pastizales, se requiere un pasaje rápido del fuego para eliminar el material foliar senescente, pero evitar daños severos a las áreas basal y radicular de la mata de pasto; para ello se emplea un Fuego Frontal “Frío”, con T ambiente menor a 20 °C y HR mayor al 50 %.

El Fuego Frontal presenta el mayor largo de llama de todos los tipos antes mencionados y el desprendimiento de energía que produce, supera en 10 a 12 veces al de un Fuego en Retroceso en idénticas condiciones ambientales.

El Fuego en Retroceso avanza en dirección contraria al viento. En este caso, tanto la longitud de llamas como la energía desprendida son reducidas y por lo tanto, no hay precalentamiento del material a encender (el viento lleva el calor en dirección contraria). El lento avance de este tipo de fuego, puede ocasionar mayor afectación a la capa superficial del suelo, que en el caso anterior.

Entre las aplicaciones más frecuentes de este tipo de fuego, están la de limpieza de sotobosque en plantaciones forestales y la construcción o ampliado de la superficie de cortafuegos (mediante quemas sucesivas de pequeñas franjas de 0,20 a 0,50 m), para un posterior Fuego Frontal.

El Fuego de Flanco requiere de un diseño de ignición más complejo que en los casos anteriores. Consiste en el encendido de líneas de fuego en sentido paralelo a la dirección del viento; se encienden

varias líneas al mismo tiempo, cuidando que las centrales sean un poco más largas y adelantadas que las laterales, lo que busca provocar un efecto de convección hacia el centro, alejando el fuego de los costados. La intensidad obtenida, es intermedia entre los tipos de fuego descritos anteriormente.



Figura 11: Fuego para control de leñosas.

En la quema de pastizales, es importante contemplar la ampliación de los cortafuegos mediante el uso de Fuego en Retroceso (también se lo utiliza en caso de no hacer cortafuegos con implementos mecánicos), como una forma de no roturar (al rastrear terreno para hacer el cortafuego original), demasiado terreno que quite superficie a las pasturas presentes. La forma de ampliar el cortafuego mecánicamente realizado, es a través del encendido con antorchas, de una primera franja angosta de pastizal (alrededor de 20 a 30 cms de ancho) que entra en ignición mediante Fuego en Retroceso; una segunda franja encendida a una distancia de 70 a 120 cms de la primera, amplía más el cortafuego; se encienden a continuación y en forma secuencial tantas franjas de Fuego en Retroceso (cada vez de mayor ancho), como ancho total de cortafuego se necesita para realizar la quema de todo el potrero o sitio mediante Fuego Frontal.

Una vez terminado el cortafuego, se procede a la quema del potrero, encendiendo mediante antorchas una primera línea de fuego a 30 o 40 mts del final del cortafuego antes quemado. Una forma práctica de reducir el tiempo de trabajo es contar con varios operarios provistos de antorcha, de manera que cuando el primer grupo está terminando la tarea de encendido de la primera línea de fuego, un segundo grupo comience el encendido de un nuevo frente de quema a una distancia 2 a 3 veces mayor a la primera (100 a 150 mts); a partir de allí, se sucederán las restantes líneas de fuego (con franjas cada vez más anchas), hasta abarcar la totalidad del terreno. Se deben planificar la magnitud y el tiempo total de trabajo, de manera de finalizarlo antes de las últimas horas del atardecer.

Si bien lo ideal es utilizar en pastizales el Fuego Frontal con temperatura ambiente menor a 30 °C, esto no siempre es posible bajo nuestras condiciones subtropicales con primavera cálida. Si la temperatura del día elegido para la quema supera el valor antes citado, se deberá contemplar que los restantes factores ambientales intervinientes en el proceso (VV y HR), tengan valores que moderen el efecto de la temperatura sobre la dinámica del fuego; en otras palabras, se procederá a la quema siempre que la VV sea menor a la aconsejada para temperaturas menores a 30 °C y la HR sea mayor.

En general, cuando se persigue el objetivo de controlar arbustales para mejorar la productividad del estrato herbáceo en potreros de monte, el Fuego Frontal bajo Quema Prescripta es la tecnología más empleada. Una investigación al respecto, desarrollada por Kunst et al. (2000) en la Provincia de Sgo. del Estero, para controlar un arbustal de *Acacia aroma* (tusca), establece algunos aspectos de esta tecnología que deben ser considerados:

i) la susceptibilidad al Fuego por parte de las leñosas, se debe a una combinación de daños que ocurren a nivel de raíces, tallos y copa. La magnitud de la susceptibilidad varía según la edad de los individuos, disminuyendo a mayor edad de los mismos;

ii) mediante el uso del Fuego, el concepto de “eliminación” se sustituye por el de “control”, que se

refiere a las posibilidades de mantener la población de leñosas dentro de ciertos límites compatibles con su manejo, respecto a cobertura del suelo y grado de competencia por luz, agua y nutrientes;

iii) la estrategia para el uso de Fuego Prescripto en pastizales, debe basarse en la búsqueda del momento adecuado para lograr la máxima reducción posible en el número de rebrotes basales y de volumen de copa de las leñosas;

iv) por el tipo de vegetación imperante en los pastizales naturales del NOA, la implementación de la Quema Prescripta en la región debe ser cuidadosamente planificada, utilizando cortafuegos con un ancho mínimo de 30 m.;

v) el control de *Acacia aroma* (tusca) mediante Quema Prescripta, presenta las siguientes particularidades:

v a) la mortalidad de individuos atribuible al Fuego en forma directa, es baja (1 a 2 % del total), pero la destrucción de la estructura aérea de las plantas es total (100 %); todas las ramas de diámetro menor a 1 cm se encienden y consumen, mientras que las de diámetro superior a 1 cm se carbonizan en pie;

v b) existen dos factores que explican la mortalidad total de la estructura aérea de la tusca: el primero es la alta intensidad de los Fuegos Frontales en los pastizales y la consiguiente magnitud del calor irradiado hacia la atmósfera, siendo la copa de la tusca la primera barrera a esa irradiación; el segundo factor es el reducido espesor de la corteza de los troncos y tallitos de la tusca, que no es suficiente para proteger los tejidos internos del calor;

v c) por su ubicación, la corona de la planta de tusca no resulta prácticamente afectada por el Fuego y su aptitud para desarrollar brotes es la adaptación que le permite sobrevivir en pastizales de zonas semiáridas a subhúmedas, propensos a fuegos periódicos; estas son características también mostradas por otras especies del género *Acacia* (Hodgkinson, 1992);

v d) por todo lo antes expuesto, se deduce que el control que el Fuego ejerce sobre la tusca es de tipo indirecto, manifestándose a través de la reducción drástica del tamaño de su copa. Las ramas de las leñosas son el elemento clave a controlar en pastizales, ya que sostienen la estructura fotosintetizante de la planta e impiden el tránsito de animales y su accesibilidad hacia el forraje, además de la interferencia de la luz solar para los pastos;

v e) un adecuado uso del Fuego para el control de tusca, debe hacerse cuando la cantidad de material combustible es cercano a 4.000 kgs. de combustible fino/ha; la época más recomendada es durante la fase de activo crecimiento de la tusca (hacia fines de Octubre), ya que la planta se encuentra con todas su reservas movilizadas hacia la copa por lo que su capacidad de rebrote es mínima, y

v f) las condiciones climáticas para lograr estos resultados deben ser: T° del aire de 20 a 30 °C, VV entre 12 y 25 km/hora y HR cercana al 30 %; como estos valores se ubican en el sector más peligroso para mantener controlado el Fuego (ventana de prescripción), los cortafuegos deben ser importantes.

Así como el Fuego es una herramienta de manejo sumamente útil cuando está bien empleado, puede ante un manejo irresponsable, transformarse en un elemento altamente destructivo de los bienes e intereses de la empresa agropecuaria; esto se refleja perfectamente en un proverbio sudafricano que reza: “el Fuego es un buen sirviente, pero un mal amo”.

Hasta aquí, la revisión de las características y técnicas de aplicación de las principales metodologías de refinamiento y recuperación de pastizales degradados. Recordemos que al inicio del abordaje de la descripción de las características de cada una de las técnicas de refinamiento, hicimos referencia a los factores indicadores de deterioro, que al afectarnos directamente la capacidad de la C.A. del potrero o del campo, debíamos solucionar. Así mencionamos la baja densidad de plantas, la escasa biomasa por planta, la afectación de la dinámica normal de resiembra natural, las dificultades de accesibilidad de los animales hacia el forraje y la dificultosa transitabilidad de los mismos dentro del pastizal.

Conocidas ya cada una de las técnicas posibles de refinamiento, es pertinente hacer un comentario acerca de las posibilidades de solución que cada una de ellas puede ofrecer para superar cada uno de los factores de deterioro antes enumerados (Kunst et al., 2003):



Figura 12: Rebrote post-quema del pastizal.

i) el Desmonte Total, que elimina completamente toda la cobertura vegetal del lote, si bien deja el terreno en perfectas condiciones para su siembra, es un método muy agresivo para el ecosistema y muy costoso en tiempo y dinero. Inevitablemente, en este tipo de habilitación del campo existe un importante arrastre del horizonte superficial y otros aspectos indeseables como la quema de suelo en los cordones. A favor, este método permite una muy buena implantación de pasturas, mejorando rápidamente (entre 3 y 6 meses, según el caso), la densidad y la biomasa forrajera/m² o ha y la accesibilidad y la transitabilidad del potrero, que en este caso se hacen máximas;

ii) el Cadeneado, que voltea toda la vegetación mediante una cadena tirada por topadoras que trabajan en un patrón rectangular, no produce arrastre de suelo pero presenta el problema de la quema de residuos en toda la superficie. En cuanto a la densidad de plantas/m², este método permite una importante mejora, pero la accesibilidad y la transitabilidad se ven limitadas durante una estación de crecimiento, porque se debe acumular material combustible para la quema que obligadamente debe completar el refinamiento;

iii) el Rolado aplasta todo el estrato arbustivo o fachinal y deja en pie los árboles; permite así la modelación de un “parque” compuesto por árboles y pasto. Es el método menos agresivo para el ecosistema original y especialmente para el suelo. Este método tiene la ventaja de su rapidez (5 a 6 veces más que un Desmonte Total mecanizado). En el Rolado, la implantación de pasturas y el número de plantas logradas/m² son aceptables, no existiendo problemas con la accesibilidad y la transitabilidad. En este método no se hace obligatoria la quema, como en el Cadeneado. Es importante en este caso, recalcar los beneficios de la cobertura arbórea, la que reduce la velocidad del viento y la temperatura del aire, brindando un ambiente más confortable y de menor amplitud térmica diaria, a los animales; esto evita pérdidas en la ganancia de peso de los mismos, por estrés térmico, sobre todo en pastizales de climas subtropicales y tropicales.

A continuación, se hace referencia a otras técnicas complementarias de las ya descritas, que aplicadas bajo determinadas circunstancias, contribuyen significativamente a la mejora del pastizal: Intersiembrá, Renovación o Recuperación, Fertilización, Inundación y Control Biológico.

Intersiembrá

Tal como la palabra lo indica, es sembrar una especie sobre un terreno ya cubierto por la misma u otra forrajera. Es una práctica que permite mejorar la producción y/o la calidad de los pastizales naturales o las pasturas cultivadas, introduciendo una o pocas especies forrajeras, sobre la vegetación preexistente en el lugar. En general, las especies que se incorporan mediante Intersiembrá, tienen la función de complementar nutricionalmente a las existentes, incrementar la cantidad de forrajimasa disponible o mejorar la cobertura del suelo en áreas con problemas de degradación.

Las características que distinguen a esta práctica de la siembra convencional, son:

i) se implementa generalmente en ambientes con severas limitaciones para una siembra convencional, donde no se hace aconsejable la roturación total del suelo;

ii) se aplica sobre sitios en los que se quiere conservar parte de la vegetación preexistente (sea esta nativa o cultivada), por la imposibilidad de obtener una pastura monofítica de alta producción o elevados requerimientos edáficos y climáticos, y

iii) la competencia que ejercen las plantas ya establecidas del pastizal o pastura sobre las plántulas de la especie intersembrada, puede limitar la supervivencia y el crecimiento de estas últimas.

La técnica de la Intersiembrada se utiliza básicamente para el cumplimiento de dos objetivos:

i) cuando observamos que un potrero tiene síntomas de deterioro en lo que respecta al grado de Cobertura de las especies forrajeras; en otras palabras, cuando determinamos que las forrajeras útiles están siendo raleadas por efecto de un inadecuado manejo. Es entonces cuando debemos recomponer el stand o número de plantas/m² para impedir la invasión de malezas o leñosas. La Intersiembrada en este caso, consistirá en la diseminación de semillas de las especies deseadas, en épocas cuyas condiciones ambientales aseguren la germinación de nuevas plántulas; mientras esto sucede es conveniente mantener clausurado el potrero, hasta que la implantación de los nuevos individuos esté asegurada.

La dificultad más importante para la realización de lo antes expuesto, se basa en la posibilidad de tener semilla disponible de las especies naturales que queremos recuperar. Esto, tratándose de pasturas nativas, para las cuales no existen semilleros, es un inconveniente; una posible solución es la implementación de los denominados “polos de germinación”, que son pequeñas áreas (donde observemos más raleadas estas especies) donde se diseminan las semillas obtenidas. Para ello, se debe recolectar en la época adecuada (durante el período de semillazón de la o las especies que nos interesen), semillas de plantas madres de buena producción que estén situadas en los potreros de mejor Condición; con este material intersembraremos los potreros más afectados. La técnica de Intersembrar en un potrero, varios polos de germinación convenientemente distribuidos y realizar la clausura del mismo hasta el establecimiento y semillazón de las nuevas plantas, asegurará con los años y un correcto manejo, la diseminación de semillas e instalación de nuevas plantas en otras áreas afectadas. Esta técnica de diseminación e intersiembrada de semillas de especies naturales de buen valor forrajero, se justifica siempre que en el lote a recuperar, el stand o densidad de plantas “madres” de esas especies de interés, no supere el 20 % de cobertura de la superficie; en este caso, esperar la recuperación mediante un proceso de sucesión secundaria, llevaría demasiado tiempo y sería económicamente inviable.

ii) la otra alternativa para decidir una Intersiembrada es cuando queremos mejorar o diversificar la calidad del material forrajero del potrero; si por ejemplo, tenemos un lote compuesto sólo por Gramíneas, podemos intersembrar algunas Leguminosas para obtener una oferta forrajera de mejor calidad para los animales (más proteína/ha). En este caso y si las condiciones ambientales de la zona así lo permiten, se pueden intersembrar Leguminosas tropicales rastreras como *Glycine javánica* L. (soja perenne), *Desmodium intortum* (Mill.) Urb. (desmodio de hoja verde), *Macroptilium atropurpureum* (DC) Urb. (siratro), alguna Leguminosa herbácea de porte erecto como *Melilotus albus* Medik. (trébol de olor blanco) o una Leguminosa arbórea como *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit (leucaena).

Si el objetivo, en cambio, es querer incorporar al potrero Gramíneas de alta producción/ha, se puede optar por resembrar con pasturas subtropicales cultivadas como *Chloris gayana* Kunth (grama Rhodes), *Cenchrus ciliaris* (L.) Link. (pasto salinas) o *Panicum maximum* Jacquin (panico, pasto colonial).

Es importante recordar aquí, que cuando más variada sea la diversidad de especies de buen valor forrajero en un potrero, mayor estabilidad funcional tendrá el mismo, en razón que las Gramíneas incrementan el nivel de M.O. del suelo y recomponen su estructura en superficie, mientras que las Leguminosas restablecen el nivel de N del mismo y actúan estructurando en profundidad.

La introducción de una Leguminosa mediante un proceso de Intersiembrada, contribuye significativamente a la sustentabilidad del sistema pastoril. Si bien en nuestra región NOA no hay suficientes experiencias con la introducción y utilización de Leguminosas subtropicales adaptadas a condiciones de semiaridez, se pueden caracterizar dos momentos históricos respecto de este tema:

i) durante la década de los '70 fueron introducidos los géneros *Desmodium*, *Macroptilium*, *Glycine* o *Neonotonia* y *Centrosema*, de porte rastrero y gran capacidad de consociación con las Gramíneas subtropicales tradicionales en la zona; las dificultades de estas especies de producir semilla viable bajo nuestras condiciones (afectación de la floración por heladas), atentó contra su difusión, y



Figura 13: Intersiembra de Avena sobre Sorgo.

ii) a partir de los '90 se produce la introducción de los géneros *Stylosanthes*, *Arachis* y *Aeschynomene*, que se encuentran en etapas de evaluación.

Entre los beneficios que presentan las Leguminosas, además de fijar simbióticamente el N atmosférico y mejorar la performance productiva de las Gramíneas, el sistema radicular de las Leguminosas mejora aspectos físicos del suelo tales como densidad aparente, estructura e infiltración (Gilsman y Thomas, 1996). En relación al incremento productivo asociado a la incorporación de Leguminosas, una experiencia realizada en el Centro-Norte de Córdoba (Argentina), intersembrando *Macroptilium atropurpureum* y *Centrosema virginianum* a pasturas de *Chloris gayana* y *Cenchrus ciliaris* y logrando un porcentaje superior al 20 % de la Leguminosa en el total de la mezcla, la productividad de M.S./ha de la consociación fue superior entre 35 y 110 % respecto de la obtenida mediante las Gramíneas puras (De León et al., 1992).



Figura 14: Consociación gramínea-leguminosa por intersiembra.

Una recomendación conveniente es que, previo a la Intersiembra de cualquier forrajera, se realice un pastoreo intensivo para reducir la cobertura foliar del campo y luego roturar la capa superficial del suelo con una rastra liviana o un cincel; esto tiene su fundamento en que una de las razones principales de la pérdida de plantas/m² en un potrero, es, además de manejos incorrectos de la C.A. y los tiempos de Pastoreo y Descanso, la paulatina y progresiva compactación del horizonte superficial del suelo.

Técnicas de refinamiento como la Intersiembra, la Renovación y la Fertilización, no son de aplicación frecuente en los pastizales naturales del NOA. Sin embargo, son técnicas que pueden utilizarse perfectamente para la recuperación de pasturas cultivadas subtropicales, que son sin duda un eslabón

importantísimo dentro de la cadena forrajera de producción de carne en nuestra región. En razón de ello, es conveniente destacar algunos conceptos que hacen al mejoramiento de estas pasturas mediante estas técnicas de manejo.

Es conocido, que en general, después de 4 a 6 años de utilización continua de las pasturas gramíneas subtropicales adaptadas a las condiciones del Chaco Occidental, su cobertura y su potencial de producción declinan. Esta caída en la producción de M.S. puede llegar al 50 % de lo producido en los primeros años de implantación, estando frecuentemente asociada a un incremento en el grado de compactación y una reducción en el contenido de N disponible y M.O., del suelo (Pérez, 1998). Estas causas pueden corroborarse a través del estudio de los parámetros físicos y químicos del suelo en potreros de pasturas subtropicales de 6 años de antigüedad, potreros de cultivos agrícolas intensivos y potreros de monte natural (Tabla 7).

Ante este problema, la roturación de la capa superficial compactada mediante una herramienta de labranza (rastra de dientes, rastra pesada o cincel), produce una rápida oxidación y mineralización de la M.O. aumentando la fertilidad actual, que le permite a la planta mejorar la captación de N, al mismo tiempo que se favorece la infiltración y retención de mayor cantidad de agua en el perfil del suelo; todo ello deriva directamente en un incremento de productividad de la pastura.

Tabla 7: Parámetros físicos y químicos en diferentes usos de suelo en Sgo. del Estero, Argentina.
(Adaptado de Pérez, 1998)

Uso del suelo	% M.O.	% Nitrógeno	Densidad suelo (grs./cm ³)
Monte	5,20	1,15	0,85
Agricultura	2,80	---	1,35
Pastura subtrop.	2,90	0,12	1,32

Las técnicas de remoción de suelo, rompiendo la costra superficial endurecida, producen como consecuencia de los beneficios antes mencionados, un incremento significativo en la productividad de la pastura, a pesar del importante número de plantas/m² que pueden perderse en un primer momento, por la acción de los implementos empleados. La época de tratamiento es determinante de la efectividad del trabajo, determinándose como la más adecuada para nuestras condiciones la correspondiente al inicio del ciclo de lluvias. La pérdida de plantas post-tratamiento, depende del implemento y la profundidad de suelo labrada, tal como se presenta en la Tabla 8 (Guzmán y Ecker, 1991).

Tabla 8: Resultados de tratamientos de remoción de suelo compactado (con 1,22 grs./cm³ de densidad aparente), en una pastura subtropical de 3 años. (Adaptado de Guzmán y Ecker, 1991)

Tratamiento	Número de plantas/m ²			
	Pre-tratamiento	Post-tratamiento	A los 90 días	Al año de tratamiento
Testigo	20	20	17	24
Rastra liviana	20	5	7	70
Rastra pesada	21	5	8	95
Cincelado	20	9	9	53

Rastra liviana: a 5 cm de profundidad; Rastra pesada: a 20 cm de profundidad;
Cincelado: púa a 3 y 2 cm de profundidad.

De los resultados expuestos se deduce que el tratamiento más efectivo fue la rastra pesada a 20 cm de profundidad, originando un stand de 95 plantas/m² al año de tratamiento, a pesar de la escasa cobertura dejada post-tratamiento (alrededor del 10 % de la superficie). Este tratamiento fue también el de mejor tasa de N total (proteína) por planta al año, como consecuencia de un intenso proceso de oxidación y mineralización de la M.O. del suelo. Si bien todos los tratamientos causaron una brusca reducción del número de plantas/m², el cincelado fue el de menor daño; sin embargo, el tratamiento de rastreado pro-

fundo (rastra pesada) produjo al año la mejor recuperación en número de plantas y vigor de las mismas, determinándose en él mayores peso de planta y porcentaje de N (proteína) sobre la M.S. producida.

Se puede establecer que los resultados que se obtengan de un proceso de Intersiembra, van a depender de una serie de factores ambientales y de manejo. Entre los más importantes se encuentran:

i) la especie a intersembrar: su correcta elección es fundamental y debe hacerse en función de su adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de la zona y de su tasa de crecimiento inicial o capacidad de implantación;

ii) las características del suelo y de la vegetación presente: el tipo de suelo determina, en primera instancia, la comunidad vegetal dominante y, tanto las características edáficas como el tipo de vegetación, inciden significativamente en el resultado de la intersiembra. Suelos con niveles altos de alcalinidad pueden impedir que se inicie el proceso de germinación en especies poco tolerantes o pueden retrasar la germinación y el crecimiento inicial en especies tolerantes. Si bien en los suelos con buenas características físico-químicas las condiciones para una adecuada germinación y emergencia de la o las especies intersembradas están aseguradas, también son buenas para el crecimiento de la vegetación existente, por lo tanto las plántulas intersembradas tendrán que enfrentar situaciones de competencia mucho más intensas que en suelos pobres;

iii) el control de la competencia de la vegetación existente: es importante realizar este control al momento de la Intersiembra, mediante un pastoreo intenso previo a la misma para permitir la llegada libre al suelo, de la semilla a sembrar. Otra alternativa es la remoción parcial y superficial de la vegetación, acción que puede realizarse al momento de la Intersiembra mediante el paso de un cincel o una rastra de discos con cajón sembrador. Las experiencias al respecto demuestran que se logran mejores resultados cuando más intenso es el control de la cobertura aérea de la vegetación establecida. Teniendo en cuenta que en la Intersiembra se pretende mantener la vegetación original por considerar que esta cuenta con especies forrajeras valiosas, resulta fundamental conocer el efecto de cualquier práctica de control que sobre ella realizemos, sobre todo si se utilizan productos químicos, los que no deben afectar a las pasturas preexistentes de forma permanente;

iv) el método utilizado para la Intersiembra: los diferentes métodos de Intersiembra se diferencian en la forma en que las semillas son distribuidas sobre la superficie del suelo (en línea o al voleo), la ubicación en profundidad de las semillas (sobre la superficie o cubiertas) y en el grado de alteración que los implementos utilizados previamente o la máquina intersembradora propiamente dicha, producen sobre el suelo y la vegetación preexistente. Dentro de los métodos usados, se distinguen dos variantes fundamentales:

iv a) Intersiembra en cobertura: es de los más utilizados. Consiste en distribuir la semilla sobre el tapiz vegetal existente, donde la competencia por agua, luz y nutrientes puede limitar la supervivencia de las nuevas plántulas. La distribución de las semillas al voleo puede hacerse con o sin alteración previa de la cobertura o el porte de los pastos presentes en el lote, y

iv b) Intersiembra en surcos: se realiza mediante máquinas intersembradoras especiales que abren los surcos de siembra con distintos implementos (zapatas, cuchillas, cinceles, arcos vibradores, etc.), dentro de los cuales depositan la semilla y/o el fertilizante. De esta manera se controla la profundidad de siembra, el aporte de nutrientes, el tapado de la semilla y un cierto grado de control de la competencia en la banda de labor del surco.

v) la densidad de siembra: generalmente en procesos de siembras consociadas, se sugiere que la densidad utilizada sea aproximadamente (en el caso de 2 especies), del 50 % de la densidad normal de siembra de la especie, si esta fuera implantada sola en el terreno. Variadas experiencias en el caso particular de la Intersiembra, sugieren que la densidad de la especie a introducir sobre la pastura o el pastizal ya implantado, sea casi la misma que su densidad normal de siembra como especie monofítica, y

vi) la época de siembra: si bien en todo tipo de siembra la época es un factor fundamental, en el caso de la Intersiembra reviste una importancia significativa, dado que se debe procurar que el ambiente permita una rápida germinación y establecimiento de las semillas y que durante el desarrollo de las plántulas, la vegetación existente permanezca dormida o con baja tasa de crecimiento; esto hace que la época más aconsejada sea el otoño.

Renovación o recuperación

Estas técnicas están fundamentalmente adaptadas para su utilización en pasturas cultivadas. Es conocido que en los sistemas ganaderos del NOA, las Gramíneas subtropicales constituyen uno de los pilares de su sustentabilidad. Sin embargo, en su manejo, es poco frecuente que se consideren aspectos tales como la reposición de los nutrientes extraídos por la defoliación de los animales sobre los pastos o la pérdida de nutrientes por lixiviación o erosión. Esto hace que paulatinamente, estas pasturas reduzcan su productividad a través del tiempo (Toledo y Formoso, 1993). Se estima que en las regiones subtropicales y tropicales de Sudamérica, el 50 % de las pasturas cultivadas presentan estados severos de degradación (Dantas, 1998).

Degradación de pastura es un término utilizado para designar un proceso dinámico, evolutivo; entre una pastura recién implantada y otra totalmente degradada, hay un sinnúmero de situaciones de deterioro intermedias. El tiempo que transcurre entre ambos estados, va a depender de las características agroecológicas del sistema, el grado de intervención antrópica y la capacidad de recuperación natural de la pastura (Roncedo, 2007). Se considera que una pastura está degradada cuando tiene una marcada disminución en su producción de M.S., vigor, cobertura, densidad y calidad nutritiva; incremento en la presencia de malezas; cambios en la composición química del suelo por pérdida de nutrientes; cambios en la estructura física del suelo por horizonte superficial compactado y baja captación y retención de agua, y finalmente, aumento en la incidencia de plagas y enfermedades (Spain y Gualdrón, 1991).

La deficiencia de N suele ser un factor altamente relacionado con el comienzo de un proceso de degradación. La producción inicialmente elevada de una pastura cultivada, es una consecuencia transitoria de una buena disponibilidad de este nutriente. La deficiencia de este elemento en suelos con una buena fertilidad potencial, se debe a su inmovilización progresiva y a la limitada mineralización de la M.O., lo que resulta en una baja fertilidad actual (Jarvis, 1999).

El proceso de degradación suele iniciarse alrededor de los 4 a 5 años de la implantación, pero esto puede variar con la especie o cultivar con que se esté trabajando. Ricci et al. (1997), en el Dpto. Jiménez (Prov. de Sgo. del Estero), determinan en *Chloris gayana* cvs. Común y Callide, una importante reducción de la productividad en kgs. de M.S./ha, al 3^{er} año de la implantación, evaluando distintas frecuencias de defoliación. El mismo efecto es reportado por Candotti y Berti (2000) en la Prov. de Salta, pero midiendo la productividad con distintos niveles de fertilización nitrogenada (Tabla 9).

Cuando la pastura está llegando a su fin, se pueden tomar dos decisiones: eliminar la pastura y “renovarla” mediante una nueva implantación o prolongar su aprovechamiento mediante la implementación de alguna técnica de “recuperación”. Para lograr la recuperación o rehabilitación de una pastura cultivada degradada, es necesario conocer el grado de deterioro que presenta y saber en que medida han sido afectados los diferentes factores que forman parte del ecosistema pastura; a partir de allí diseñar la estrategia de recuperación más adecuada que permita obtener la respuesta positiva de mayor duración y menor costo, sin alterar el sistema más de lo necesario. La Tabla 10 presenta la secuencia que seguiría una pastura durante su proceso de degradación, desde etapas iniciales a muy severas; a través del manejo e identificación de estos indicadores, se podrían prevenir etapas más avanzadas de deterioro, por encima de las cuales el ecosistema pastura ya no podría recuperarse y retornar a un estado cercano al inicial (Roncedo, 2007).

La identificación de los síntomas citados en la Tabla 10, permitiría determinar la etapa de deterioro por la cual está pasando la pastura. En función de ello, se podrían tomar las siguientes decisiones (Roncedo, 2007):

i) etapa inicial: desde el punto de vista utilitario, sería la situación óptima en la cual no se requiere de ninguna acción sobre la pastura;

ii) etapa intermedia: sería la situación recuperable a través de la implementación de una o más técnicas (clausura, fertilización, intersiembra, remoción de la capa superficial del suelo, etc.), y

iii) etapa final: no permitiría la recuperación de la pastura y sólo cabría la renovación de la misma, mediante una nueva implantación.

Tabla 9: Reducción productiva por degradación de la pastura (*Chloris gayana*), al 3er año de la implantación. (Adaptado de Ricci et al., 1997 y Candotti y Berti, 2000)

Cultivar	Tratamientos	Produc. (kgs. M.S./ha)		% Merma
		1º año	3º año	
Común	Defoliación c/ 28 días	3.786	1.791	53
	Defoliación c/ 42 días	3.090	1.991	35
	Defoliación c/ 56 días	3.210	2.234	30
Callide	Defoliación c/ 28 días	7.356	3.585	51
	Defoliación c/ 42 días	6.369	3.503	45
	Defoliación c/ 56 días	7.142	3.003	58
Callide	Fertilización N 0 kgs.	3.982	2.349	41
	Fertilización N 50 kgs	4.907	3.150	36

La factibilidad de recuperar con éxito una pastura, está en función de la superación o no de ciertos límites en cada uno de los parámetros intervinientes. La Tabla 11, presenta los límites que definen la posibilidad de recuperar o renovar una pastura degradada (Roncedo, 2007).

Tabla 10: Marco teórico secuencial del deterioro de una pastura cultivada. (Adaptado de Roncedo, 2007)

Indicadores de degradación	Etapas del deterioro		
	Inicial	Intermedia	Final
Menor cobertura de la pastura	X		
Menor producción de M.S.	X		
Pérdida fertilidad química del suelo	X		
Menor relación hoja : tallo		X	
Pérdida de calidad (< % PB)		X	
Menor altura de planta		X	
Mayor incidencia de malezas		X	
Pérdida fertilidad física del suelo		X	
Aparición de suelo desnudo			X
Aparición de hormigueros			X

Tabla 11: Parámetros limitativos de la recuperación o renovación de pasturas. (Adaptado de Roncedo, 2007)

Parámetros limitativos	Estado de la pastura		
	Óptimo	Recuperable	Renovable
Cobertura de la pastura	> 95 %	50 a 70 %	< 30 %
Pérdida producción M.S.	0 %	25 a 50 %	> 75 %
Cobertura malezas	< 5 %	10 a 40 %	> 60 %
Superficie suelo desnudo	< 10 %	10 a 30 %	> 70 %
Pérdida fertilidad suelo	ninguna	incipiente	fuerte
Superficie con hormigueros	ninguna	2 a 10 %	> 15 %

Existen variadas técnicas de recuperación de pasturas y su elección dependerá de las condiciones actuales de las mismas, el origen de la degradación, el tipo de suelo y los costos que involucra su aplicación. Entre las opciones más utilizadas se encuentran el manejo racional del proceso de apacentamiento, la adecuada duración de los períodos de aprovechamiento y descanso del lote, el mejoramiento de la fertilidad del suelo, el control de plantas invasoras y malezas, la introducción o intersiembra de nue-

vas especies, etc.. Todas estas acciones pueden implementarse en forma aislada o en conjunto, pero es importante tener en cuenta que cualquiera sea la o las medidas a tomar, las posibilidades de éxito en la recuperación de la pastura serán siempre mayores cuando sean realizadas durante las etapas iniciales del deterioro (Carvalho, 1993).

Fertilización

Se puede generalizar que la producción de M.S. en una pastura de Gramínea (sea cultivada o natural), se ve altamente beneficiada por la Fertilización nitrogenada, obteniéndose en general, una respuesta casi lineal de aumento de productividad con el incremento de la dosis aplicada, logrando eficiencias de crecimiento que oscilan entre 9 y 22 kgs. de M.S. de forraje por kg. de N aplicado (Mufarrege et al., 1974; Mombelli y Cangiano, 1985).

Sin embargo, se ha comprobado que el ambiente tiene mucha influencia sobre los resultados que se pueden esperar al fertilizar. Si se define al ambiente como el resultado de las interacciones entre temperaturas, precipitaciones, radiación y tipo y características del suelo, inferimos que podemos tener respuestas disímiles aún dentro de una misma región. El pH del suelo afecta marcadamente la magnitud de las pérdidas por volatilización del N, sobre todo si el fertilizante empleado es urea. Las pérdidas se incrementan a medida que aumenta el pH; en un suelo sin cobertura con pH 6 se pierde un 10 % de lo aplicado en los primeros 5 días y casi el 20 % a los 10 días de la aplicación; si el pH es de 7,5 las pérdidas promedio son de 10 % a los 3 días y de casi 50 % a los 10 días. La temperatura también incide sobre las pérdidas, aumentando estas gradualmente con temperaturas por encima de 10 a 12 °C (García Posse y Roncedo, 2001).

Si establecemos los objetivos que se persiguen al Fertilizar pasturas y/o pastizales, los más significativos son:

- i) incrementar la producción forrajera de M.S./ha/año;
- ii) mejorar la velocidad de crecimiento inicial durante la implantación de una pastura cultivada;
- iii) aumentar la velocidad de rebrote post-pastoreo;
- iv) elevar la productividad del forraje en períodos críticos del año o permitir el alargamiento del período vegetativo del pastizal;
- v) incrementar la calidad nutricional del forraje, y
- vi) promover el aumento de la tasa de aparición de nuevas especies de valor forrajero y con ello aumentar la diversidad florística del pastizal.

El proceso de fertilizar pasturas y fundamentalmente pastizales naturales, no es demasiado frecuente en nuestra región del NOA, si bien en otras zonas del país, particularmente las templadas, es ya una práctica cada vez más utilizada. Son numerosas las experiencias que demuestran el significativo incremento de la productividad y calidad forrajera que se logra con la Fertilización en la región central argentina.

Al respecto, Fernández Grecco y Agnusdei (2004), demuestran la influencia de la Fertilización nitrogenada sobre la capacidad de producción de forraje y la dinámica de la composición botánica, en pastizales de la Pampa Deprimida bonaerense. La experiencia presenta resultados sumamente favorables a la fertilización con Urea (46 % N) en la primera quincena de Agosto, sobre pastizales dominados por *Lolium multiflorum*, *Bromus unioloides* y *Paspalum dilatatum*, asociados con distintas especies de los géneros *Stipa*, *Hordeum* y *Piptochaetium*. Se ha demostrado que para los pastizales de climas templados sin carencias de P edáfico, el agregado de N en la primera parte del invierno, genera un incremento de la tasa de crecimiento de las forrajeras a partir del momento en que las temperaturas invernales superan el umbral térmico de los 8 °C (temperatura a partir de la cual se activan una serie de procesos fisiológicos) (Fernández Grecco et al., 1995). Esta respuesta, que pone en evidencia la escasa disponibilidad de N en el suelo de la región durante el invierno (Echeverría y Bergonzi, 1995), determina una anticipación del rebrote primaveral y un incremento significativo en la producción anual de forraje.

La evaluación de la experiencia de fertilización antes citada, indica que hasta la primera quincena de Noviembre se obtienen aumentos de productividad en todas las dosis probadas (desde 50 a 250 kgs de N/ha) respecto del testigo sin fertilizar, llegándose a triplicar la productividad testigo con las dosis

de 150, 200 y 250 kgs de N/ha, con tasas de crecimiento estimadas de entre 80 y 84 kgs. de M.S./ha/día (28 kgs. para el testigo).

Lattanzi (1998) y Marino y Berardo (2000) concluyen que el principal efecto de la carencia invernal de N en el suelo de los pastizales templados, reduce el área fotosintetizante y la captura de la radiación incidente. Cuando la disponibilidad de P en el suelo es escasa, la respuesta a la fertilización nitrogenada es de mucho menor magnitud.

En cuanto a la dinámica de la composición botánica del pastizal, Fernández Grecco y Agnusdei (2004) encuentran que la Fertilización nitrogenada invernal favorece en gran medida el incremento de biomasa de las especies de ciclo otoño-invernal anuales (*Lolium multiflorum* y *Bromus unioloides*), resultado coincidente con Labreveux et al. (1997) y Oyhamburu et al. (2000 a y b), quienes determinan que a pesar de la amplia diversidad florística de los pastizales de la Pampa Deprimida, la respuesta a la Fertilización nitrogenada se restringe a unas pocas especies, destacándose las anuales respecto de las perennes y que en condiciones no limitantes de agua y nutrientes durante el período invernal, *Lolium multiflorum* presenta tasas de elongación foliar significativamente superiores a las de especies perennes como *Stipa neesiana* y *Hordeum stenostachis*. Esta mejor aptitud de las especies anuales para crecer durante la época fría en relación a las perennes, está asociada a una diferenciación reproductiva más temprana de los ápices (estado de doble arruga), y por lo tanto, a cambios fisiológicos que se relacionan con una mayor capacidad de crecimiento de las plantas (Peacock, 1975).

En pastizales naturales de regiones cálidas y semiáridas, los resultados de la Fertilización nitrogenada suelen ser más aleatorios. Algunas de las razones de esta aseveración, son expuestas por Rauzi et al. (1968), Goetz (1969 y 1975) y Hyder et al. (1976), quienes concluyen que:

i) los pastizales semiáridos presentan una respuesta diferente que los pastizales húmedos y subhúmedos, al aporte de nutrientes;

ii) se caracteriza a los pastizales semiáridos como ecosistemas de pastos cortos y medios asociados a leñosas arbustivas, bajo una precipitación media anual de 300 a 400 mm y con una cobertura basal no mayor al 40 %;

iii) se encuentra mejor respuesta de incremento de M.S./ha por Fertilización nitrogenada, cuando en el pastizal predominan los pastos medios sobre los cortos;

iv) las especies forrajeras de estos pastizales, incluyendo las Leguminosas nativas, sólo responden al aporte de nutrientes si no están sometidas a condiciones de estrés hídrico;

v) la magnitud de la respuesta a la Fertilización nitrogenada depende de las características ecofisiológicas de las Gramíneas, favoreciendo en general más a las de tipo C3;

vi) en pastizales semiáridos donde la principal limitante es el agua, el aporte de nutrientes por sí sólo no tiene mayor influencia sobre la mayoría de los atributos estructurales y funcionales de estos ecosistemas; la composición florística, la cobertura basal y la producción de biomasa no cambian significativamente con el agregado de N o P;

vii) la gran contribución de la Fertilización en pastizales semiáridos, se debe al importante aumento en el porcentaje de Proteína en el tejido vegetal de las forrajeras; esto tiene un rol fundamental en la circulación de nutrientes, ya que las características químicas del tejido que senesce determina, junto con algunos factores ambientales, la tasa de descomposición y mineralización de la M.O. y con ello, el reservorio de nutrientes disponibles para el crecimiento vegetal. Al mismo tiempo, una mayor concentración proteica del pastizal produce un efecto estimulador del consumo de los herbívoros, y

viii) se debe tener en cuenta que a partir de los últimos cinco años se iniciaron algunas pocas experiencias de Fertilización en pastizales naturales semiáridos, por lo que hay aún muchas incógnitas por develar.

En cuanto a la Fertilización fosforada, en general nuestros suelos de pastoreo no tienen problemas de déficit en este nutriente, por lo que suele no encontrarse respuesta positiva a este tipo de Fertilización, cuando se trata de Gramíneas. Se ha determinado que en aquellos sistemas de pastoreo que provocan una distribución homogénea de las deyecciones, el P, el K y el S son nutrientes que se incorporan casi en su totalidad al suelo, a diferencia del N que experimenta una alta tasa de pérdida por volatilización. Díaz Zorita (1997) establece que se hace importante la Fertilización fosforada, cuando se utilizan sistemas de

pastoreo intensivo sobre pasturas básicamente integradas por Leguminosas. Se ha comprobado que las pasturas perennes con base alfalfa, extraen en un ciclo rotacional de 5 años, casi un 6 % más de P del suelo que lo extraído por los cultivos anuales de cosecha. El P, en ausencia de Fertilización fosfatada, tiende a decrecer en el suelo acortando la productividad y la vida útil de pasturas y pastizales. Este elemento es esencial para el normal crecimiento y desarrollo de las pasturas perennes, en especial en los estadios iniciales del desarrollo de las plantas. Figueroa (1997) menciona que en experiencias realizadas en la Provincia de Corrientes (Argentina), la Fertilización fosfatada mejoró la productividad forrajera de los pastizales naturales en más de un 30 % de la producción de M.S./ha, además de favorecer la aparición de Leguminosas nativas e incrementar la concentración de P en planta permitiendo reducir el consumo de harina de hueso por los animales. La dosis generalmente recomendada para pastizales de Gramíneas de áreas subtropicales, oscila entre 50 y 70 kgs de P_2O_5 , aconsejándose su aplicación poco antes de la época de rebrote de los pastos.

Es importante finalmente tener en cuenta, que en el caso de pasturas o pastizales destinados a la producción de reservas forrajeras, la exportación y demanda de nutrientes es significativamente superior a la requerida por pastizales bajo pastoreo directo, donde una mayor proporción de los nutrientes consumidos, son reciclados a través de las deyecciones de los animales.

Inundación

Es una metodología de control de leñosas que no se emplea en el NOA, por la escasez de agua y el peligro de salinización de los suelos. Sin embargo, en Argentina es frecuentemente utilizada en la zona de los esteros de Chaco, Formosa y la Mesopotamia, para el control de renovales de *Prosopis rusCIFolia* Gris. (vinal), cuyos ejemplares juveniles son muy afectados por esta práctica. Se considera juvenil un ejemplar de hasta 10 a 12 cm de diámetro en el tronco principal; en esta etapa juvenil, el vinal tiene un crecimiento diamétrico anual de 6 a 8 mm; un ejemplar adulto, con más de 12 cm de diámetro en su fuste principal, reduce su tasa de crecimiento diamétrico a sólo 1 a 2 mm por año.

El vinal se considera una plaga por sus ramificaciones, grandes espinas y sustancias alelopáticas que impiden la instalación y el crecimiento de las hierbas. El vinal se convierte en una especie invasora del Chaco Oriental (actualmente está invadiendo también el Chaco Occidental) debido al sobrepastoreo de los sistemas de pastizales naturales, lo que permite la aparición de sitios vacíos donde germina su semilla; se estima que en pastizales de buena cobertura y productividad (entre 1,0 y 1,2 kgs. de F.V./m²), la colonización de leñosas es muy dificultosa.

Control biológico

Una metodología alternativa para el control de la reinfestación de campos de pastoreo por renovales de leñosas, es el “control biológico” mediante el pastoreo estratégico con caprinos, basado en la afinidad de consumo que estos animales tienen sobre los arbustos, a través del ramoneo de brotes, hojas y frutos. Este método es de aplicación más eficaz en potreros de dimensiones limitadas, en los cuales se haya realizado previamente un tratamiento de control o desmonte (rolado, desmonte, fuego, etc.) y se pretenda reducir o frenar la reinvasión de renovales de leñosas.

Un aspecto a tener en cuenta al momento de utilizar el pastoreo de caprinos para controlar leñosas, es el referente a cual es la C..A. máxima a emplear, para que estos rumiantes menores no se transformen en una competencia por el mismo alimento con los bovinos en producción; esto en el caso en que deba apelarse al pastoreo combinado entre bovinos y caprinos, basado en la disímil dieta que ambos grupos pueden tener sobre sistemas de pastizales naturales arbustizados, como en los casos del Chaco Semiárido y Árido del NOA. Un sistema de pastoreo combinado es aquel en el cual dos o más especies animales se alimentan en la misma unidad de manejo en un tiempo determinado y en el que hay interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes.

Una situación muy frecuente en campos ganaderos de zonas áridas o semiáridas, es la implantación de pasturas cultivadas con la finalidad de recuperar o incrementar la productividad forrajera en áreas degradadas, aliviar la presión de pastoreo sobre el pastizal natural y facilitar el manejo del rodeo durante la parición. En general, con el tiempo, estos lotes de pastura tienden a rearbustizarse con la consecuente reducción de su potencial forrajero.

Ferrando et al. (2006), realizando un ensayo de control de arbustivas sobre una pastura de *Cenchrus ciliaris* invadida por leñosas (25 % de cobertura/ha con Tusca, Tintitaco y Algarrobo) en el Campo Experimental “Las Vizcacheras” de INTA EEA La Rioja, prueban diferentes C.A. de caprinos (T0 = sin cabras; T1 = 1 cabra/ha; T2 = 1,71 cabras/ha; T3 = 2,42 cabras/ha) en pastoreo combinado con una C.A. fija de bovinos (0,86 vaquillonas/ha), buscando determinar la C.A. máxima de caprinos que se puede utilizar en esas condiciones, sin que el consumo de pastura cultivada por parte de estos rumiantes menores constituya una competencia directa por el alimento con los bovinos. El pastoreo se hizo durante el período de crecimiento de la vegetación (30 Noviembre al 2 Mayo). Los resultados se muestran en la Tabla 12, donde se observa que para una escala de utilización o consumo de recursos forrajeros de 0 a 3 puntos (0 = recurso no utilizado; 1 = recurso poco utilizado; 2 = recurso medianamente utilizado; 3 = recurso muy utilizado), el nivel de selección y consumo de leñosas por parte de los caprinos, se incrementó a medida que aumentaba la C.A. impuesta, de 0,22 (T0) a 2,77 (T3). Por el contrario, el nivel de utilización de *Cenchrus ciliaris* por parte de los caprinos, no experimentó variación significativa entre T0 y T2 (2,50); bajo la C.A. más alta (T3), el nivel de consumo de *Cenchrus* por los caprinos se incrementó significativamente (2,80). Esto último indica una competencia en la selección y consumo de esta pastura entre bovinos y caprinos al nivel de la C.A. T3.

Tabla 12: Nivel de utilización de la vegetación por caprinos, en un sistema de pastoreo combinado con bovinos. (Adaptado de Ferrando et al., 2006)

Especies consumidas	T0	T1	T2	T3
Leñosas	0,22	1,86	2,34	2,77
Hierbas de hoja ancha	1,00	1,71	2,28	2,33
<i>Cenchrus ciliaris</i>	2,49	2,50	2,50	2,80

El ensayo demuestra que hasta el nivel de C.A. caprina de T2 (1,71 cabras/ha), se logra para las condiciones evaluadas, el mayor nivel de control de leñosas por ramoneo sin una manifiesta competencia con el bovino por la pastura implantada.

Los autores concluyen que si la C.A. total (cantidad de bovinos y caprinos por unidad de superficie) es acertadamente calculada en relación a las características productivas y estructurales de cada comunidad vegetal en particular, el pastoreo conjunto de caprinos y bovinos, es una herramienta eficiente tanto para el aprovechamiento de los recursos forrajeros disponibles como para la economía del productor. Por el contrario, si la C.A. impuesta al pastizal es superior a la adecuada, se generará una alta competencia por el mismo alimento entre las especies pastoreadoras, reduciendo el nivel de productividad del sistema e incrementando la degradación de los recursos forrajeros y el ambiente.

Renolfi (1994), haciendo una exhaustiva recopilación bibliográfica acerca del control biológico de leñosas mediante el pastoreo de caprinos, menciona que en las últimas décadas se han realizado numerosas experiencias a lo largo del mundo, entre ellas:

i) Green (1980) observa una reducción del estrato arbustivo y un incremento de la vegetación herbácea, en pastizales naturales de California (EE.UU.) sometidos durante varios años a manejos de pastoreo con ganado caprino;

ii) Stuart-Hill (1992), en un estudio desarrollado en el Parque Nacional de Addo (Sudáfrica) sobre el efecto del pastoreo combinado de animales silvestres y caprinos, encuentra que el pastoreo-ramoneo de estos últimos reduce la cobertura de los arbustos e incrementa el número de individuos de los mismos (densidad) en relación a las áreas protegidas al pastoreo; el análisis de estos resultados muestra que los caprinos disminuyen el número de ejemplares de las especies arbustivas dominantes, modificando así la composición botánica a favor de especies arbustivas pequeñas no palatables y de escasa cobertura;

iii) Clark y Lambert (1989) determinan que en las lomas de Palmerston (Nueva Zelanda), los caprinos utilizados en altas cargas (12 a 33 animales/ha) ramonean todas las especies arbustivas, originando como principal efecto la reducción de la altura y la densidad de estas plantas y produciendo la muerte de algunas de ellas. Los autores aducen que la dinámica de este proceso está íntimamente relacionada a la C.A. y que este método de control de arbustivas es frecuentemente utilizado por los granjeros de la

región para disminuir los costos de los programas contra la invasión de leñosas;

iv) Perevoltsky y Haimov (1992) encuentran que el pastoreo con caprinos en un bosque mediterráneo de Israel, incrementa los espacios abiertos del pastizal de 23 a 32 % de la superficie. En aquellos casos en que el pastoreo fue posterior a un tratamiento previo de raleo de leñosas, los espacios abiertos se extendieron al 45 % de la superficie;



Figura 15: Control biológico de arbustivas mediante el ramoneo de caprinos.

v) se establece que la reducción del estrato arbustivo en los casos mencionados, se debe fundamentalmente a la selección dietaria que el ganado caprino efectúa sobre estos tipos biológicos (Malechek y Leinweber, 1972; Nge'the y Box, 1976; Pfister y Malecheck, 1986; Miñon et al., 1991). Al respecto, Nge'the y Box (1976) señalan que la constitución de la dieta de cabras pastoreando a lo largo del año un pastizal arbustizado de *Acacias* en Kenia (Africa), resultó en un 45 % de hojas de arbustos y 35 % de hojas de Gramíneas, alcanzándose las menores diferencias porcentuales entre ambos componentes alimenticios durante la época de crecimiento de la vegetación y las mayores diferencias en el período seco donde las hojas de las arbustivas fueron altamente seleccionadas y consumidas. En referencia a los valores de tallos ingeridos, nunca superaron el 7 % de la dieta;

vi) Narjisse (1991) comenta que la capacidad del caprino para consumir leñosas se debe a que esta especie ha desarrollado una adaptación tanto anatómica como fisiológica (como poder mantener una posición bipedal, anatomía bucal con labios prensiles, alta producción de saliva, capacidad de reciclado de la urea, etc.), lo que le permite una gran plasticidad en la selección de su dieta en función de la maximización de su beneficio nutricional; esto le posibilita el aprovechamiento de alimentos no consumidos por otros herbívoros. En otras palabras, la cualidad del caprino de ser un activo consumidor de leñosas, está más bien ligada a la amplitud de su espectro dietario que a una preferencia directa por este tipo de alimento, y

vii) si bien se asume que el comportamiento del caprino y la oferta de alimento serían los dos principales factores condicionantes del efecto de control de este animal sobre las leñosas, Teague (1988) en una experiencia en la que compara la respuesta de una *Acacia* a la defoliación manual vs. la efectuada por el caprino, sugiere la intervención de un tercer factor relacionado con el efecto inhibitorio de la saliva del animal sobre el rebrote.

En el NOA, una experiencia de control biológico de leñosas mediante el pastoreo de cabras, es desarrollada por Renolfi (1994) en un arbustal-bosque abierto de la Región Chaqueña Semiárida de la Provincia de Sgo. del Estero. Los objetivos del estudio fueron determinar la factibilidad de controlar arbustos, verificar y cuantificar el efecto diferencial del pastoreo caprino sobre los estratos arbustivo y gramíneo y evaluar si el efecto es diferente de acuerdo al sistema de pastoreo empleado (continuo vs. estratégico):

i) las C.A. utilizadas fueron de 0 animales/ha en el tratamiento testigo sin pastoreo; de 3 animales/ha en el pastoreo continuo y de 12 animales/ha en el pastoreo estratégico (esta última es la C.A. instantánea, puesto que la C.A. media anual fue igual en los dos tratamientos bajo pastoreo);

ii) metodológicamente, se buscó un criterio funcional de medición a través de la fenología de especies herbáceas y arbustivas y la tasa de consumo sobre ambos estratos, procurando generar un alto impacto sobre los arbustos y un mínimo impacto sobre las Gramíneas. Los períodos de pastoreo confrontados fueron: Primavera (con rebrote generalizado, más temprano en arbustos que en Gramíneas) y Otoño (con Gramíneas finalizando el estado reproductivo);

iii) en Primavera, el ingreso de los animales al potrero se efectuó con un rebrote generalizado en arbustos, encontrándose estos con una expansión foliar de 50 % (por estimación visual); los animales fueron retirados al observar una utilización de las Gramíneas de aproximadamente 20 %, en términos de número de matas con signos de defoliación. En Otoño, los animales ingresaron al potrero en el momento en que las Gramíneas comenzaban la diseminación de semillas, y

iv) se comparó el efecto del pastoreo sobre dos especies arbustivas dominantes de la zona y consumidas por los caprinos, pero diferentes en morfología y estructura poblacional: *Celtis pallida* (Talilla), lignificada, espinosa y con hábito de distribución agregado y *Lippia turbinata* (Poleo), con baja lignificación, inerme y con hábito de distribución disperso.

Los resultados de la experiencia planteada, muestran que:

i) el pastoreo de los caprinos afectó la vegetación del arbustal-bosque abierto, demostrando capacidad de control diferencial sobre el estrato arbustivo, sin deteriorar el componente graminoso;

ii) el control sobre el estrato arbustivo se verificó solamente en la variable Cobertura, para las bajas C.A. utilizadas;

iii) de los dos sistemas de pastoreo implementados, el continuo fue el que provocó las mayores reducciones en la cobertura de leñosas respecto al testigo, con una disminución del 26 % en los 3 años de duración del ensayo; la supremacía del pastoreo continuo sobre el estratégico se explica por la mayor frecuencia con que las cabras ramoneaban a los arbustos a lo largo de la estación de crecimiento. El sistema continuo produjo un estado permanente de defoliación en muchos arbustos, provocando en las plantas un continuo rebrote y reemplazo de los tejidos foliares eliminados. La cobertura se vió reducida porque estos rebrotes originaron hojas más pequeñas y aglomeradas alrededor de las ramas más viejas y lignificadas y como los brotes emitidos casi no presentaron elongación, el crecimiento no compensó el volumen de canopia perdido por efecto del pastoreo. Respecto del pastoreo estratégico, al retirar los animales a fines de Primavera (cuando las Gramíneas comenzaban a ser defoliadas más intensamente), los arbustos tuvieron oportunidad de reponer gran parte del tejido vegetal perdido, haciendo que el nuevo período de pastoreo durante el Otoño tuviera un impacto menor sobre las plantas; esto como consecuencia de que durante el receso sin pastoreo los arbustos elongaban sus nuevos brotes más que en el sistema continuo, pero menos que en el sistema sin pastoreo;

iv) el impacto diferencial sobre la cobertura y densidad de los arbustos, puede estar relacionado con la C.A. empleada. Al respecto, Bilbrough y Richards (1993) trabajando sobre mecanismos de tolerancia de leñosas al pastoreo, encuentran que las mismas reducen el volumen de la canopia ante incrementos en la C.A. o P.P., pero mantienen la producción de biomasa mientras no se superan ciertos límites de defoliación; cuando estos son rebasados, se produce una disminución de biomasa y finalmente la muerte de la planta, con la consiguiente alteración de la densidad. En conclusión, con C.A. bajas se logra por efecto acumulativo del pastoreo, la reducción del volumen de biomasa de la leñosa (tanto en altura como en diámetro de la copa), lo que aumenta el espacio entre individuos y favorece la instalación de los pastos;

v) en cuanto a la densidad de leñosas/ha, las C.A. bajas no la modifican; el incremento progresivo de la C.A. determina la mortandad de individuos y la modificación de la densidad. Wood (1987) y Clark y Lambert (1989), determinan que a valores de 16 a 18 caprinos/ha en pastizales naturales arbustizados, se verifica una importante mortandad (entre 50 y 60 %) de individuos en el estrato leñoso;

vi) a bajas C.A., las diferencias morfológicas y estructurales entre especies arbustivas no parecen ser determinantes en la posibilidad de control, mostrando similares tasas de reducción de la biomasa/individuo bajo pastoreo continuo. Es importante sin embargo, tener en cuenta que bajo pastoreo estratégico, el diferente patrón temporal de utilización o consumo de especies como *Celtis pallida* y *Lippia turbinata*, determinan variaciones en el parámetro cobertura. Esto se debe a que *Lippia* es consumida todo el año con igual intensidad (tanto en la época húmeda como en la seca), mientras que *Celtis* sólo es

seleccionada en la época húmeda; esto permite que esta última, bajo pastoreo estratégico y a baja C.A., sea mucho menos consumida que bajo pastoreo continuo por coincidir su período normal de ramoneo con buena parte del período de exclusión de los animales en dicho tratamiento;

vii) en cuanto al comportamiento del estrato gramíneo frente al pastoreo de caprinos, se logró el mantenimiento de los valores de cobertura en ambos tratamientos en relación al testigo (alrededor del 12 % de la superficie, valor frecuente en ambientes degradados de la Región Chaqueña Semiárida). En relación con la densidad de plantas/ha, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos bajo pastoreo, pero sí un aumento progresivo de la misma en relación con el tratamiento testigo sin pastoreo; considerando que la densidad absoluta de Gramíneas en los tres tratamientos registró incrementos durante el período de estudio, las diferencias relativas observadas reflejan un mayor establecimiento de nuevos individuos en las condiciones bajo pastoreo. En el potrero del tratamiento sin pastoreo, se detectó la muerte de muchas plantas adultas como producto del envejecimiento del canopeo. Los resultados presentados permiten verificar el mantenimiento de la cobertura y productividad del estrato herbáceo en pastizales arbustizados, al mismo tiempo que se controla la invasión de leñosas con un sistema de pastoreo caprino continuo mucho más fácil de manejar que un sistema de pulsos de defoliación y descansos estratégicos;

viii) los componentes mantillo y suelo desnudo analizados dentro del estrato herbáceo, no mostraron efectos estadísticamente negativos producidos por el pastoreo. Ello refuerza la idea de que el caprino, cuando es manejado racionalmente, no degrada al ecosistema chaqueño semiárido sino que tiende a mantener o mejorar la estructura de los estratos inferiores del bosque en una relación que permite desarrollar actividades ganaderas productivas;

ix) finalmente, es importante considerar que las características anatómicas y fisiológicas del caprino le permiten acceder y controlar arbustos espinosos cuyo follaje resulta casi inaccesible para el bovino, al igual que ramonear material vegetal situado notablemente más alto que la alzada de los animales, provocando también con ello, daños mecánicos a las plantas que favorecen el objetivo de control. El manejo del pastoreo caprino como método biológico para el control de leñosas, debe contemplar la disponibilidad forrajera de cada uno de los estratos vegetales del sitio, para efectuar un consumo diferencial entre ellos y producir los desbalances buscados en el plan de manejo del pastizal. En la medida en que a través del control ejercido, se verifiquen reducciones en la densidad y cobertura del estrato arbustivo, deberá disminuirse el número de animales/ha en los sucesivos períodos de pastoreo, si la meta es recuperar o mantener el estrato gramíneo.

Como vemos, es variado el espectro de tecnologías que pueden emplearse para la recuperación de pastizales naturales degradados. El mayor o menor éxito que se pueda tener a través de cada una de ellas, dependerá sin duda del grado de deterioro del ecosistema a tratar y de la eficiencia de aplicación de los preceptos que cada técnica requiere. Es importante tener en cuenta que cualquiera sea el sistema de recuperación de pastizales empleado, este proceso requiere durante y después de finalizado, tener establecido un sistema racional de manejo para el o los lotes tratados. El aspecto más importante a considerar para no afectar el avance realizado, es el de fijar adecuadamente año a año la C.A. correcta para cada potrero, en función del nivel de precipitaciones de cada año, el que definirá directamente la productividad forrajera de cada sitio. En otras palabras, significa que dependiendo de la disponibilidad hídrica en cada año, la C.A. de un mismo potrero recuperado será variable según las condiciones climáticas anuales.

Como regla general y para evitar caer en situaciones de degradación o frenar el proceso de deterioro ya iniciado en un pastizal natural, la mejor herramienta para evitar el enmalezamiento de los potreros o la invasión de leñosas, es el mantenimiento de una adecuada cobertura de pasto sobre el suelo. Al respecto, Pélaez et al. (1991) demuestran sobre un pastizal natural de la Prov. de La Pampa (donde la principal actividad es la cría de ganado en base a pastoreo continuo con altas cargas animales), como el deterioro de la cobertura de las especies gramíneas de alta contribución forrajera, permite la instalación y supervivencia de leñosas. En una experiencia diseñada para demostrar la relación entre la cobertura de pastos y el grado de incidencia que esto tiene en la invasión de leñosas, estos autores comprueban que en todos aquellos sitios donde las Gramíneas muestran adecuados índices de cobertura y tasas de crecimiento vegetativo, los renovales de leñosas que pueden establecerse tienen entre el 42 y el 62 % menos de masa aérea (en M.S.) y entre el 53 y el 65 % menos de masa radicular (en M.S.), que aquellos individuos de la misma especie que crecen sin competencia de los pastos.

Una vez llevado a cabo el proceso para revertir una situación de degradación en un pastizal natural, este debe complementarse “a posteriori” de la aplicación de una o más de las técnicas citadas, con las siguientes estrategias de manejo:

- i) correcta adecuación de la C.A., en función de la productividad forrajera, la que a su vez es dependiente del nivel de precipitaciones anuales;
- ii) oportuno Tiempo de Descanso de los potreros;
- iii) adecuado Sistema de Pastoreo, y
- iv) en lo posible, Mejoramiento del Pastizal o su Complementación con Pasturas Cultivadas.

Habiendo sido los puntos i, ii y iii suficientemente abordados en los Capítulos anteriores, corresponde una pequeña referencia acerca de la importancia del Mejoramiento de la cantidad y calidad del pastizal natural y/o de su Complementación, como estrategia de manejo, con pasturas cultivadas.

El primer aspecto (Mejoramiento del Pastizal), involucra la implementación de algunas técnicas como la modelación de la estructura del pastizal a través de la Presión de Pastoreo, el Desmalezado o Corte, el uso racional del Fuego, la Fertilización, el manejo del Agua Superficial y la Intersiembrá.

La Complementación del pastizal con pasturas cultivadas se refiere específicamente a contar dentro de la cadena de pastoreo de cada establecimiento ganadero, con potreros de forrajeras implantadas de probada adaptación a la zona en cuestión, tendiente a cubrir con ellas cualquier déficit alimentario que pudiera devenir de contingencias imprevistas o reducciones estacionales de la productividad forrajera por efectos climáticos. La complementación aludida se refiere tanto a los potreros con pastura verde como a los sistemas de conservación de forrajes (heno, silaje y henolaje).

La Complementación de los pastizales naturales con pasturas cultivadas, presenta varias ventajas (De León, 2004):

- i) permite una rápida recuperación de áreas degradadas (con escaso pasto o con invasión de malezas o forrajeras de baja calidad);
- ii) permite incrementar la productividad promedio del campo;
- iii) permite otorgar descansos a los pastizales naturales en épocas claves para su recuperación, y
- iv) permite mejorar el manejo nutricional y sanitario de los rodeos.

Como una hectárea de pastura cultivada tiene generalmente mayor productividad que una hectárea de pastizales naturales, con una menor superficie de la primera se puede reemplazar una gran superficie de la segunda. Al respecto, De León (2004) cita casos en el Norte de la Provincia de Córdoba, donde establecimientos con superficies de 10 a 15 % de pasturas cultivadas sobre el total del campo, obtienen incrementos de producción de carne/ha de entre 35 y 40 %.

Cualquiera sea la metodología o combinación de metodologías que se empleen para recuperar el nivel de productividad o composición florística de un ecosistema natural de uso pastoril, es importante concientizarse de que el trabajo no termina con la aplicación correcta del método. Anderson (1980) propone el desarrollo de tecnologías locales para lograr la recuperación de pastizales degradados, poniendo énfasis en que debe tenerse en cuenta la influencia que sobre los resultados, tienen los factores ecológicos intervinientes y el manejo posterior a las prácticas de mejoramiento aplicadas.

Finalmente, las tareas de recuperación o refinamiento de campos degradados y la implementación de métodos para lograrlo, no sólo deben ser tareas propias del productor involucrado, sino que deben estar enmarcadas en una política ambiental nacional que propenda a la preservación del ambiente y los recursos naturales, buscando reducir o evitar los riesgos de la desertificación. Es por ello importante citar aquí las acciones y proyectos que la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina propone ejecutar, a tal fin:

- i) Creación de un “Sistema de Información Ambiental Regional” que permita respaldar el total de las acciones necesarias para el Programa de Lucha contra la Desertificación, incluyendo el fortalecimiento de las instituciones integrantes del proyecto, la aplicación de teledetección y sistemas de información geográfica a problemas de desertificación, la mejora de los sistemas de información meteorológica, el

seguimiento de los procesos de desertificación mediante monitoreo para la predicción y prevención de cambios en el ambiente natural y la complementación y multiplicación de toma de datos específicos a cargo de productores y pobladores de cada región, y

ii) Implementación de un “Sistema de Áreas Prioritarias”, para que en cada zona afectada por procesos de degradación actual o potencial, se establezcan fincas o campos demostrativos de medidas contra la degradación y a favor de la prevención y recuperación de los ecosistemas, con acciones como:

ii a) recuperación, manejo y mejoramiento de pastizales naturales e introducción y mejoramiento genético de pasturas cultivadas;

ii b) manejo ganadero basado en el uso racional de calusuras, aguadas y C.A.;

ii c) utilización de cobertura vegetal de protección para la recuperación de áreas críticas en arenas móviles y médanos;

ii d) manejo del agua superficial y subterránea para riego; cosecha de agua y control de torrentes;

ii e) creación de “áreas protegidas” para la recuperación de especies nativas de la flora y la fauna y regeneración de comunidades leñosas;

ii f) elaboración de listas de especies de la flora y de la fauna de cada región, expuestas a desaparición;

ii g) fortalecimiento y adecuación de la normativa vigente respecto a la utilización y aprovechamiento de los recursos naturales; vigilancia y control del recurso y subsidios para el empleo de insumos especiales (fertilizantes, alambrados, etc.), que garanticen la prevención y control de la degradación;

ii h) búsqueda y adaptación de fuentes alternativas de energía que eviten o reduzcan el uso tradicional de combustible leñoso; evaluación y monitoreo de todo el sistema energético;

ii i) implementación y valoración de sistemas productivos en base a especies y productos regionales (naturales), a través de la investigación en plantas comestibles, aromáticas, medicinales, artesanías, domesticación de especies de la fauna silvestre, etc.;

ii j) importancia de la diversificación productiva en el tiempo y el espacio, a través de la búsqueda de tecnologías conocidas y apropiables por los productores, sistemas de labranza conservacionista, implantación de especies forestales y regulación y legalización de la tenencia de la tierra (como un reaseguro de que las actividades productivas a realizar no generarán degradación), y

ii k) implementación de un “Programa de Alerta de Sequías” en base a datos satelitales e información de pobladores, para desarrollar un sistema de monitoreo y tecnologías para la prevención de sus efectos.

El éxito de las estrategias enunciadas, dependerá del grado de transferencia y concientización hacia la comunidad toda y de la capacitación, educación y adopción de tecnologías no degradantes por parte de los productores. Para ello es fundamental fomentar la participación social de todos los actores (consorcios de productores, técnicos agropecuarios, climatólogos, instituciones educativas y de extensión, docentes, agentes sanitarios, asociaciones ambientalistas, gobiernos, organismos de seguridad y gendarmería, etc.), que tengan incidencia en los diferentes aspectos que hacen al proceso de detección, prevención y control de la degradación, según sus capacidades de acción.

TENDENCIA DEL PASTIZAL

La Tendencia del pastizal es el Estado o Condición que adoptará el pastizal, después de haberse aplicado sobre él, algunas normas de manejo tendientes a modificar una o más de sus características ecológicas o productivas. Este parámetro pone énfasis en el seguimiento estacional o anual que hagamos de nuestros potreros y el análisis de los resultados obtenidos a través de estas evaluaciones.

La Tendencia nos habla entonces de la evolución o involución ecológica y/o productiva que experimenta el pastizal natural, a través del tiempo. Según sean positivos o negativos los parámetros medidos a través de ella, sabremos que normas de manejo mantener o cambiar en el futuro. La Tendencia es una medida de la sustentabilidad del sistema.

La Tabla 13 muestra algunos parámetros indicativos de Tendencia positiva, que obviamente significan un adecuado manejo del pastizal.

Para conocer la Tendencia del Pastizal, es aconsejable medirla cada año, por lo menos en los primeros 5 años de manejo; posteriormente puede hacerse cada 2 o 3 años, si se comprueba que la Tendencia está estabilizada o es positiva. La forma más práctica de establecer la Tendencia es mediante la lectura de transectas. Es importante que las transectas evaluadas, estén situadas en los mismos lugares que se colocaron en oportunidad de medir la Condición o Estado del Pastizal; para ello es conveniente dejar instaladas en el campo, las estacas correspondientes a cada transecta, con su número de identificación. Esto permitirá comparar los resultados obtenidos año tras año y determinar si los patrones indicativos de buen manejo, presentan tendencia positiva a través del tiempo.

Cuando se requiere evaluar la Tendencia en los estratos arbustivo y/o arbóreo, una herramienta muy práctica para medir índices de regeneración o densidad de especies, es la parcela. Se determinan parcelas dentro del bosque o monte, al azar o sistemáticamente y en números representativos relacionados al objetivo de la medición, dentro de las cuales se procede a medir los parámetros previstos. Un punto frecuentemente en discusión es el referente al tamaño de la parcela a emplear en estas situaciones, pues se considera que la magnitud de la misma está muy correlacionada a la precisión de las mediciones.

Al respecto, Brassiolo (1996), evaluando el tamaño de parcela promedio para medir la regeneración natural de Quebracho colorado santiagueño y Quebracho blanco, determina que unidades de entre 80 y 120 m² son las más adecuadas para esta finalidad. Si bien con estas dimensiones el CV de los datos obtenidos tiene todavía un valor elevado, no se han obtenido reducciones significativas del mismo con parcelas mucho mayores; es más, debido a la creciente dificultad para la toma precisa de datos que se deriva de parcelas más grandes en el ecosistema del monte chaqueño, por problemas de accesibilidad, movilidad y visualización de las plantas, se sugiere no superar las dimensiones antes establecidas.

Tabla 13: Parámetros indicativos de tendencia positiva en el pastizal

Parámetros indicativos de Tendencia	Tend.
Mayor diversidad florística de valor forrajero	+
Mayor vigor o desarrollo de las buenas forrajeras	+
Mayor tasa de reproducción de las buenas forrajeras	+
Mayor densidad de plantas forrajeras/m ²	+
Mejor condición de suelo (Estructura, % M.O.)	+
Mayor cantidad de mantillo	+
Mayor productividad (kgs M.S./ha) de las buenas forrajeras	+
Menor superficie de suelo desnudo	+
Menor cobertura de malezas y plantas tóxicas	+
Escasas matas defoliadas por encima del Factor de Uso	+
Area basal de árboles sin sobrepastoreo	+
Adecuado estado nutricional del rodeo (condición corporal)	+

Si bien como hemos visto, son numerosos los factores y acciones que inciden y hacen a un buen manejo de los pastizales, se puede sintetizar que de una forma u otra, todos ellos tienden a confluír en tres aspectos fundamentales que pueden ser perfectamente controlados por el hombre: los Pastoreos, los Descansos y el Impacto Animal. Deregibus (1988), esquematiza (Tabla 14) como el manejo de estos tres aspectos puede influír positivamente sobre algunos procesos funcionales del ecosistema pastizal, que aseguren una Tendencia favorable a través del tiempo; esos procesos funcionales son el Flujo de Energía, la Partición del Agua, la Circulación de Nutrientes y la Sucesión Ecológica y a continuación se detalla como impactan sobre ellos, los aspectos de manejo mencionados.

Basándonos en los conceptos desarrollados y planificando el uso ordenado de estas acciones o aspectos de manejo, es posible implementar una metodología de utilización racional de los pastizales naturales, para evitar o revertir sus procesos de deterioro. Una primera acción determinante es agrupar

a los animales de todo el establecimiento en función de su categoría (por edad o peso), para proceder a la diagramación de un número adecuado de potreros por cada grupo animal. En general, se deberían tener entre 8 y 12 potreros, para planificar el movimiento de los animales por los mismos, respetando los tiempos de descanso requeridos por cada uno de ellos, después de cada pastoreo; estos tiempos no deberían ser mayores a 30-35 días en épocas de lluvia o en verano-otoño y entre 70 y 90 días en períodos secos o en invierno-primavera.

Ocupando durante poco tiempo cada potrero y permitiendo su adecuada recuperación, se evita el principal flagelo de los pastizales naturales: el sobrepastoreo. La clave del manejo es variar la velocidad de movimiento de los animales entre potreros, en función de la velocidad de rebrote de las forrajeras; esto mantiene a las plantas permanentemente estimuladas a rebrotar y además se evita en gran parte el deterioro de su calidad por retrasos respecto del momento oportuno de consumo.

Por supuesto que no todo es rotar de potrero por rotar. Se debe procurar usar los Pastoreos, los Descansos y el Impacto Animal en la promoción de los procesos funcionales del ecosistema pastizal. Esto significa que los potreros no tienen por que ser de iguales dimensiones, ni tampoco iguales los tiempos de ocupación en cada ciclo o pastoreo. Así, algunos potreros podrán en ciertos años ser saltados o pastoreados más intensamente o quemados o intersembrados o subdivididos en base a una planificación estratégica estacional o momentánea. El monitoreo permanente de los resultados obtenidos, orientará los ajustes que en cada caso se requieran. Esto significa que el manejador de pastizales, deberá tener claros algunos conceptos básicos de funcionamiento de un ecosistema pastoril y del efecto de las interacciones del mismo con los animales de producción. A todo esto deberá sumar su habilidad, capacidad de observación, flexibilidad de criterio y constancia. Al decir de Deregibus (1988), “sólo con el uso intensivo de intelecto y dedicación (dos productos de bajo costo), podrán obtenerse permanentes y productivos resultados”.

Tabla 14: Efectos de los pastoreos (P), los descansos (D) y el impacto animal (IA), sobre el flujo de energía (FE), la partición del agua (PA), la circulación de nutrientes (CN) y la sucesión ecológica (SE). (Adaptado de Deregibus, 1988)

	FE	PA	CN	SE
P	Permiten aumentar la captación de E, al estimular el rebrote y la actividad fotosintética de las plantas	Mantienen activas a las hierbas, reduciendo percolación y escurrimiento	Aceleran la CN, por el procesamiento de tejidos vegetales en el tracto digestivo animal	Al disturbar los canopeos, permiten la instalación de nuevas plantas y el rebrote de especies de porte bajo
D	Permiten aumentar la captación de E, por la vigorización de las plantas herbáceas; esto se traduce en mayor productividad	Incrementan el uso eficiente del agua, porque las plantas vigorosas exploran mejor el perfil del suelo	Mejoran la exploración del suelo por las raíces y así mejoran la captación de nutrientes	Favorecen la Sucesión, al permitir el triunfo de plantas perennes más vigorosas y una mejor semillazón
IA	Reduce la forrajimasa mediante el consumo y estimula el rebrote con captación de E	Rompe por pisoteo costras del suelo y acumula residuos vegetales, lo que mejora la infiltración	Pone en contacto residuos vegetales con los Descomponedores del suelo	Al romper costras y mezclar residuos, favorece la creación de micrositios para la germinación de nuevas plantas

A lo largo de los Capítulos precedentes, hemos desarrollado las técnicas y herramientas de manejo más aconsejadas, para asegurar un correcto y eficiente aprovechamiento de los recursos forrajeros naturales. Si pretendemos asegurarnos de obtener productividades importantes y sustentables sobre estos ecosistemas, no podemos prescindir de planificar en tiempo y forma, un paquete tecnológico básico para el manejo de pastizales que puedan ser vulnerables a procesos de degradación, el que debe incluir necesariamente las siguientes acciones o tecnologías:

- i) Relevamiento aéreo o satelital de la zona;

- ii) Relevamiento de los recursos naturales existentes: Estructura de la Vegetación, Diversidad, Densidad, Cobertura, Fenología y Productividad;
- iii) Determinación de la Condición del pastizal natural;
- iv) Frecuencia, Intensidad y Factor de Uso del proceso de pastoreo;
- v) Determinación de las Especies Clave;
- vi) Sistema de Pastoreo a emplear;
- vii) Carga Animal adecuada;
- viii) Medición anual o bianual de la Tendencia del pastizal:
- ix) Técnicas de Refinamiento del pastizal: Descanso oportuno, Clausura, Rolado, Desmonte (total o selectivo), Control Químico, Intersiembra, Quema Prescripta;
- x) Apotreramiento del Campo (convencional o eléctrico);
- xi) Distribución de Aguadas;
- xii) Estacionamiento de Servicios y Pariciones;
- xiii) Categorización de Animales (por edad, sexo, etc.);
- xiv) Plan Sanitario preventivo, y
- xv) Mejoramiento Genético Animal progresivo: por selección, cruzamiento o absorción.

Los puntos i a ix han sido previamente tratados; los puntos x a xv están incluidos en el campo de la Zootecnia, razón por la cual no son objeto de tratamiento en este libro.

A partir de la planificación y ejecución de todos y cada uno de los aspectos técnicos de manejo de pastizales que hemos desarrollado a lo largo de los Capítulos precedentes, podemos inferir que los resultados obtenidos tendrán altas probabilidades de éxito. Sin embargo, cualquier sistema de manejo sería incompleto si no tuviera un mecanismo de monitoreo permanente acerca de cómo evoluciona o responde el sistema a las normas de manejo implementadas. Este proceso de monitoreo, derivado fundamentalmente de los resultados obtenidos periódicamente de las mediciones de Tendencia, debe estar asociado a un diagrama de trabajo, que permita la Toma de Decisiones para el manejo de los pastizales, ante diversas circunstancias. La Figura 16 presenta el diagrama a utilizar para la Toma de Decisiones que hacen al manejo de los sistemas de pastoreo.

Es importante tener en cuenta que no debe teorizarse demasiado acerca de la realidad que a veces se considera para los pastizales naturales del NOA. Nos referimos a la situación de creer que todo el Chaco Occidental presenta los mismos problemas y puede ser abordado con las mismas soluciones. Es necesario concientizarse que cada lugar, cada zona, cada potrero y aún más, cada sitio de pastoreo, tiene una problemática particular que debe ser profundamente conocida por quien va a manejarlo.

Es allí donde factores tales como la Productividad del pastizal (en kgs. de M.S./ha), su Densidad, su Frecuencia y su Cobertura, comienzan a tomar real significación al momento de tener que decidir sobre el manejo. Parámetros meramente agronómicos como la Productividad y la Densidad de plantas/m², son claves a la hora de caracterizar un pastizal e inferir su potencial productivo bajo pastoreo. Parámetros más ecológicos como la Frecuencia y la Cobertura, ayudan en muchos casos a realizar más finamente esta tarea.

Todos ellos, sumados al conocimiento de la Diversidad Florística, el Valor Forrajero de las especies y la Condición del pastizal, serán los factores que nos deberán orientar sobre el Sistema de Pastoreo y la C.A. que nos aseguren la sustentabilidad del ecosistema con una adecuada ganancia de peso por animal y/o por hectárea, que son las finalidades últimas de todo buen programa de Manejo de Pastizales Naturales.

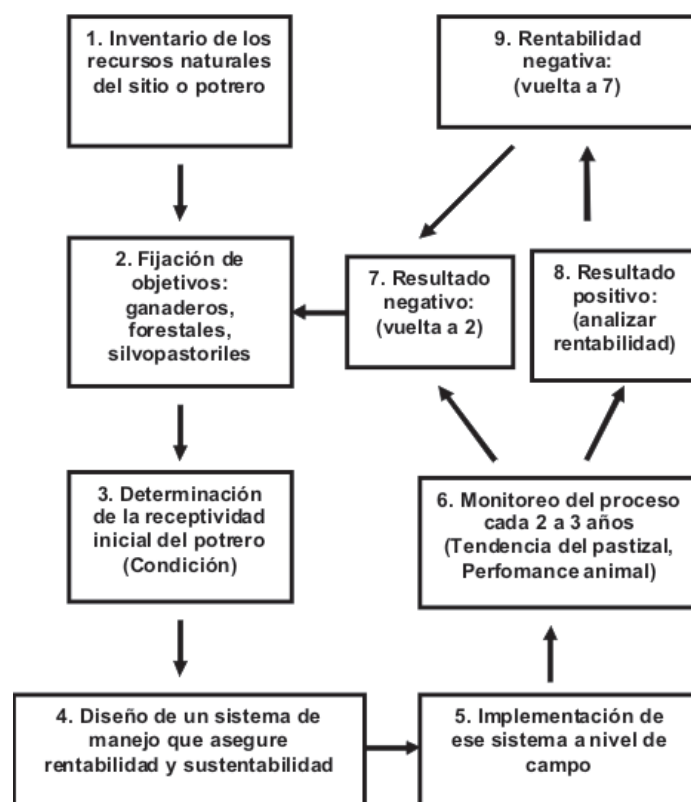


Figura 16: Proceso de toma de decisiones para el manejo de pastizales naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM de NOIR, F., S. BRAVO y R. ABDALA (2002). "Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano". *Revista Quebracho* 9: 140-150; Sgo. del Estero, Argentina.
- ABRIL, A. (2002). "La microbiología del suelo: su relación con la agricultura sustentable". In: S.J. Sarandon (ed.); *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas; La Plata, Argentina: 129-150.
- ABRIL, A. y E.H. BUCHER (2001). "Overgrazing and soil carbon dynamics in the Western Chaco of Argentina". *Applied Soil Ecology* 16: 243-249.
- ADÁMOLI, J. (1993). "Deforestación y degradación de bosques nativos". *Revista Desarrollo y Comunidad Campesina-GTZ* 5 (2); Salta, Argentina.
- ADÁMOLI, J., R. NEUMANN, A. COLINA y J. MORELLO (1972). "El Chaco aluvional salteño". INTA, *Revista de Investigaciones Agropecuarias Serie 3* (9): 165-237.
- ADEMA, E.O. (2006). "Rolado en el Caldenal y el Monte Occidental". In: C. Kunst (comp.); *Manejo y Control del Renoval*. Public. EEA INTA Sgo. del Estero, Argentina: 141-157.
- ADEMA, E.O., V.F. GÓMEZ HERMIDA, D.E. BUSCHIAZZO, F.J. BABINEC, C. IBARGUREN y T. RUCCI (2001). "Rolado de arbustos e intersiembra de *Panicum coloratum* en un pastizal natural de La Pampa". In: *Siembra Directa II*; Panigatti, J.L., Buschiazzi, D. y Marelli, H. (eds.); Ediciones INTA; Bs. As, Argentina: 303-309.
- AGUILERA, M.O y D.F. STEINAKER (2001). "Rolado y siembra en arbustales semiáridos de San Luis". In: *Siembra Directa II*; Panigatti, J.L., Buschiazzi, D. y Marelli, H. (eds.); Ediciones INTA; Bs. As, Argentina: 289-302.
- ANDERSON, D.L. (1980). "La recuperación y manejo de los pastizales". *Ecología* 4: 9-11.
- ANDERSON, D.L. (1983). "Compatibilidad entre pastoreo y mejoramiento de los pastizales naturales". *Rev. Producción Animal* 10: 3-22; Argentina.
- ANSLEY, J. (2007). "Alternativas de control de arbustivas en sistemas de producción ganaderos del subtrópico". Taller: Control del Renoval - Nuevos Enfoques; In: *XXX Congreso Argentino de Producción Animal*; Sgo. del Estero, Argentina.
- BACHELET, D., J.M. LENIHAN, C. DALY y R.P. NEILSON (2000). "Interactions between fire, grazing and climate change at Wind Cave National Park; *SD Ecological Modelling* 134: 2-3.

- BADIA, D. y C. MARTI (2003). "Plant ash and heat intensity effects on chemical and physical properties of two contrasting soils". *Arid Land Research and Management* 17: 23-41.
- BERNARDIS, A.C., J.A. FERNANDEZ, M.C. GOLDFARB y J.F. CASCO (2004). "Impacto ambiental de la quema prescrita de un pastizal sobre la Materia Orgánica y el Nitrógeno del suelo". In: *Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, SECYT y UNNE*; Resistencia, Chaco, Argentina: 4 p.
- BILBROUGH, C.J y J.H. RICHARDS (1993). "Growth of sagebrush and bitterbrush following simulated winter browsing: mechanisms of tolerance". *Ecology* 74 (2): 481-492.
- BLANCO, L., C. FERRANDO, P. NAMUR, E. ORIONTE, D. RECALDE, F. BIURRUN y G. BERONE (2001). "Biomasa forrajera acumulada en arbustales semiáridos degradados tratados y no tratados con rolado y siembra de Pasto Buffel". *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 21 (Supl. 1): 86-87; Bs. As, Argentina.
- BLANCO, L., C. FERRANDO, E. ORIONTE, F. BIURRUN, G. BERONE, D. RECALDE y P. NAMUR (2003). "Efecto de dos tratamientos de rolado sobre la cobertura de leñosas en un arbustal degradado del Chaco Arido". *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 23 (Supl. 1): 115-116; Bs. As, Argentina.
- BLANEY, H.F. (1952). "Evapo-transpiration by vegetative cover with particular reference to semiarid areas". *Proc. IV International Grassland Congr.:* 1064-1069.
- BOND, W. y J. KEELEY (2005). "Fire as a global "herbivore": the ecology and evolution of flammable ecosystems". *Trends in Ecology and Evolution* 20: 387-394.
- BORDÓN, A.O. (1981). "Recursos naturales del Chaco Arido y Semiárido: aprovechamiento forrajero de especies leñosas y herbáceas". *Dpto. Producción Animal INTA EERA Sáenz Peña: Doc. N° 1218*; Chaco Argentina.
- BORDÓN, A.O. (1998). "Manual de uso, conservación y mejoramiento integral de recursos naturales". *Archivo Privado N° 100*; Documento de trabajo de difusión restringida.
- BORK, E.W., B.W. ADAMS y W.D. WILLMS (2002). "Resilience of foothills rough fescue, *Festuca campestris* rangeland to wildfire". *Canadian Field Naturalist* 116: 51-59.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1950). *Sociología Vegetal: estudio de las comunidades vegetales*. Acme Agency; Bs. As, Argentina.
- BRAVO, S. y A. GIMÉNEZ MOSCA (1996). "Efectos del fuego sobre las plantas": 29-36. In: C. Kunst y F. Moscovich (eds.); *Introducción a la Ecología de Fuego y Manejo de Fuego Prescrito*. INTA EEA Sgo. del Estero, Argentina: 134 p.
- BRASSIOLO, M. (1996). "Determinación del tamaño de parcela para estudios de regeneración natural de Quebracho colorado santiaguense y Quebracho blanco". *Revista Quebracho* 4: 5-10; UNSE, Santiago del Estero, Argentina.
- BUCHER, E. (1980). "Ecología de la fauna chaqueña: una revisión". *Ecosur* Vol. 7 (14): 111-159.
- BUCHER, E. (1982). "Chaco and Caatinga. South American arid savannas, woodlands and thickets". In: B. Huntley y B. Walker (eds.); *Ecology of Tropical Savannas. Ecol. Studies* Vol. 42: 48-79; Springer Verlag, Berlín.
- CANDOTTI, J.J. y R.N. BERTI (2000). "Efecto de la fecha de corte y la fertilización nitrogenada sobre la disponibilidad y el valor nutritivo del forraje diferido de Grama Rhodes (*Chloris gayana* Kunth) cv. Callide". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20 (Supl. 1): 186-187.
- CANFIELD, R. (1941). "Application of the Line Interception Method in sampling range vegetation". *Journal For* 39: 388-394.
- CARVALHO, M.M. (1993). "Recuperação de pastagens degradadas". Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL. (*EMBRAPA-CNPGL Documentos* 55): 51 p.
- CASAS, R. y R. MICHELENA (1983). "La degradación de los suelos y la expansión de la frontera agropecuaria en el Parque Chaqueño Occidental". *IDIA Supl.* N° 36: 141-146.
- CASCO, J.F. (1993). "El uso del fuego en los pastizales del N.O. de la Prov. de Corrientes": 139-140. In: *Ecología y Manejo de Fuego en Ecosistemas Naturales y Modificados*. Seminario-Taller; EEA INTA Sgo. del Estero, Argentina.
- CLARK, D.A. y M.G. LAMBERT (1989). "The role of goats in New Zealand hill country farming". *XVI International Grassland Congress:* 1359-1360; Nice, France.
- COLOMBO SPERONI, F. y M. DE VIANA (2000). "Requerimientos de escarificación en semillas de especies autóctonas e invasoras". *Ecología Austral* 10: 123-131.
- CORNACCHIONE, M. (2001). "Rolado y Fuego en Especies Nativas: efectos del rolado y fuego sobre la composición química de las especies nativas". GT Producción Animal; EEA INTA Sgo. del Estero. *Sitio Internet*.
- COUTINIO, L.M. (1982). "Ecological effects of fire in brazilian cerrado". In: B.J. Huntley y B.H. Walker (eds.);

Ecology of Tropical Savannas. Springer-Verlag, Berlín: 273-291.

- DALLA TEA, F., R. RENOLFI y C. KUNST (1992). "Estimación de la disponibilidad forrajera de especies leñosas de la Región Chaqueña Occidental". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 12 (4): 401-408.
- DALY, R. y K. HODGKINSON (1996). "Relationships between grass, shrub and tree cover on four landforms of semiarid eastern Australia and prospects for change in burning". *Rangelands Journal* 18: 104-117.
- DANTAS, M. (1998). "Recuperação de ecossistemas degradados". *Diálogo XLIX*, Recuperación y manejo de ecossistemas degradados: 31-40.
- DAUBENMIRE, R. (1959). "A canopy-coverage method of vegetation analysis". *North West Science* 31 (1): 4364.
- DE LEÓN, M. (2004). "Los pastizales naturales". Dpto. Producción Animal de INTA Manfredi, Córdoba, Argentina. Trabajo publicado en Internet: *RealAgro.com*
- DE LEÓN, M., A. ABRIL y J. VIRASORO (1992). "Asociación de gramíneas y leguminosas subtropicales en el Centro-Norte de la Provincia de Córdoba". *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 12 (supl. 1): 53-54; Bs. As, Argentina.
- DEREGIBUS, V.A. (1988). "Metodología de utilización de los pastizales naturales: sus razones y algunos resultados preliminares". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 8 (1): 79-88.
- DIAZ ZORITA, M. (1997). "Forrajeras: pasturas mixtas templadas": 161-173. In: R. Melgar y M. Díaz Zorita; *La Fertilización de Cultivos y Pasturas*; Publicaciones INTA y Editorial Hemisferio Sur; Bs. As, Argentina: 259 p.
- DWYER, D. y H. DE GARMO (1970). "Greenhouse productivity and water use efficiency of selected desert shrubs and grasses under four soil-moisture levels". *New Mexico Agric. Ext. Sta. and New Mexico State Univ.: Bull.* 570.
- ECHEVERRÍA, H. y R. BERGONZI (1995). "Estimación de la mineralización de N en suelos del sudeste bonaerense". INTA Balcarce, Centro Regional Bs. As. Sur; *Boletín Técnico N° 135*: 16 p.
- FELDMAN, I. (2006). "Control químico del renoval". In: C. Kunst (comp.); *Manejo y Control del Renoval*. Public. EEA INTA Sgo. del Estero, Argentina: 115-117.
- FERNÁNDEZ GRECCO, R. y M. AGNUSDEI (2004). "Fertilización nitrogenada en un pastizal de la Pampa Deprimida: acumulación de forraje y composición botánica". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24 (3-4): 199-206.
- FERNÁNDEZ GRECCO, R., A.E. MAZZANTI y H. ECHEVERRÍA (1995). "Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento de forraje de un pastizal natural de la Pampa Deprimida bonaerense". *XIV Reunión Latinoamericana de Producción Animal y 19° Congreso Argentino de Producción Animal*: 173-176; Mar de Plata, Argentina.
- FERRANDO, C., F. BIURRUN, R. AVILA, J. MOLINA y A. RICARTE (2006). "Utilización eficiente de los recursos forrajeros disponibles, mediante pastoreo combinado de bovinos y caprinos en pasturas de Buffel grass invadidas por leñosas". *Sitio Internet: www.inta.gov.ar/larioja/news*.
- FIGUEROA, M.M. (1997). "Pasturas subtropicales": 183-185. In: R. Melgar y M. Díaz Zorita; *La Fertilización de Cultivos y Pasturas*; Publicaciones INTA y Editorial Hemisferio Sur; Bs. As, Argentina: 259 p.
- FONT QUER, P. (1975). *Diccionario de Botánica*. Edit. Labor; Barcelona, España: 1244 p.
- FUENTES YAGUE, J.L. (2000). *Iniciación a la Meteorología y la Climatología*. Edic. Mundi-Prensa; Madrid, España: 222 p.
- FUMAGALLI, A.E. y C.R. KUNST (2002). "Producción de carne vacuna en el NOA: como mejorar la oferta forrajera de los sistemas de cría". *IDIA XXI* Año 2 (2): 73-78; Bs. As, Argentina.
- GARCÍA, F.O. (1993). "Efecto del fuego sobre las propiedades edáficas en pastizales naturales". In: *Ecología y Manejo de Fuego en Ecosistemas Naturales y Modificados*; EEA INTA Sgo. del Estero, Argentina: 14-23.
- GARCÍA POSSE, F. y C. RONCEDO (2001). "Renovación y fertilización de pasturas subtropicales". *Nuevo Boletín Pecuario*, Año 1, N° 2: 23 p.; Tucumán, Argentina.
- GARAY, J.A., M.O. AGUILERA, A.O. AVILA, J. CORIA, R. LUNA y J.D. GIULIETTI (1999). "Control químico de chañar en pastizales naturales semiáridos: evaluación experimental de cuatro herbicidas". Informe Public. Interna EEA INTA San Luis: 1 p.
- GILSMAN, A.J. y R.J. THOMAS (1996). "Evaluation of some physical properties of an oxisol after conversion of native savanna into legume-based on pure grass pastures". *Tropical Grasslands* 30: 237-248.
- GIORGETTI, H.D., O.A. MONTENEGRO, G.D. RODRÍGUEZ y C.A. BUSSO (2000). "Frecuencia de especies herbáceas y leñosas en pastizales naturales del centro de Argentina recobrándose de disturbios". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20 (Supl. 1): 138-139.
- GOETZ, H. (1969). "Composition and yield of native grassland sites fertilized at different rates of Nitrogen". *J. of Range Management* 22: 238-390.

- GOETZ, H. (1975). "Effect of site and fertilization on protein content of native grasses". *J. of Range Management* 28: 380-385.
- GONZÁLEZ, C., A. ABRIL y M. ACOSTA (1999). "Efecto del fuego sobre la fertilidad edáfica y las comunidades microbianas en el Chaco Occidental Argentino". *Ecología Austral* 9 (1-2): 3-10.
- GONZÁLEZ, C., A. ABRIL y J.J. VOLLENWEIDER (2004). "Efecto de una quema prescrita de pastizales nativos sobre los procesos biológicos del suelo". *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 24 (3-4): 207-215.
- GOTTFRIED, G. (2004). "Tools for management for grassland ecosystem sustainability: thinking outside the box": Cap. 8: 142-163. In: D. Finch (ed.); *Assessment of Grassland Ecosystem Conditions in the Southwestern United States*. USDA Forest Service General Tech. Rep. RMRS GTR 135, Vol. 1.
- GREEN (1980). Citado in: R.F. Renolfi (1994). "Control de arbustos mediante pastoreo con caprinos en un arbustal-bosque abierto de la Región Chaqueña Semiárida". *Tesis de Magister Scientiae* de la Univ. Nac. de Mar del Plata - INTA; Balcarce, Bs. As, Argentina: 66 p.
- GREEN, L. (1981). "Burning by prescription in chaparral". *USDA Forest Service Bulletin GTR PSW-51*.
- GUZMÁN, L.P. y M. ECKER (1991). "Rejuvenecimiento de la pradera de Grama Rhodes". *Revista Avance Agroindustrial EEAOC*, Año 12, N° 45: 25-26; Tucumán, Argentina.
- HEITSCHMIDT, R., R. SCHULTZ y C. SCIFRES (1986). "Herbaceous biomass dynamics and net primary production following chemical control of honey mesquite". *Journal of Range Management* 39: 67-71.
- HODGKINSON, K. (1992). "Water relations and growth of shrubs before and after fire in a semiarid woodland". *Oecologia* 90: 467-473.
- HODGKINSON, K. y G. HARRINGTON (1996). "The case for prescribed burning to control shrubs in eastern semiarid woodland". *Australian Rangelands Journal* 7: 64-74.
- HUSS, D.L., A.E. BERNARDÓN, D.L. ANDERSON y J.M. BRUN (1986). "Principios de manejo de pasturas naturales". *INTA y FAO (Oficina Regional para América Latina y el Caribe)*; Santiago de Chile y Bs. As. de Argentina: 356 p.
- HYDER, D.N., W.R. HOUSTON y J.B. BURWELL (1976). "Drought resistance of Blue Grama as affected by Atrazine and N fertilizer". *J. of Range Management* 29: 214-216.
- INGEBO, P. y A. HIBBERT (1974). "Runoff and erosion after brush suppression on the natural drainage watersheds in Central Arizona (USA)". *USDA, Forest Service: Note RM-275*.
- IRURTIA, C.B. y J.E. LUNA (1988). "Sistemas y equipos de desmonte". Cap. 7: 102-128; In: *Desmonte y Habitación de Tierras en la Región Chaqueña Semiárida*; FAO, Santiago de Chile: 306 p.
- JANZEN, D. (1981). "Guanacaste tree seeds-swallowing by Costa Rican range horses". *Ecology* 62 (3): 587-592.
- JARVIS, S.C. (1999). "Soil-plant-animal interactions and impact on nitrogen and phosphorus cycling and re-cycling in grazed pastures". In: *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology* (A. de Moraes, edit.); Curitiba, Paraná, Brazil: 215-234.
- JELTSCH, F., S. MILTON, W. DEAN y N. VAN ROOVEN (1997). "Analysing shrub encroachment in the Southern Kalahari: a grid-based modelling approach". *Journal of Applied Ecology* 34: 1497-1508.
- JELTSCH, F., G. WEBER y V. GRIMM (2000). "Ecological buffering mechanisms in savannas: a unifying theory of long term tree-grass coexistence". *Plant Ecology* 161: 161-171.
- JENKINSON, D. y J. LADD (1981). "Microbial biomass in soil: measurement and turnover". In: Paul, E. and Ladd, J.; *Soil Biochemistry* 5, New York: 415-471.
- KARLIN, O.U. y R. DIAZ (1984). "Potencialidad y manejo de algarrobos del Arido Subtropical Argentino". *SECYT, Programa Nacional de Recursos Renovables*: 50 p.
- KLUSMANN, C. (1988). "Trees and shrubs for animal production in tropical and subtropical areas". *Plant Research and Development* 27: 92-104.
- KNUDTSEN, O. (1983). "El uso de arbusticidas para mejorar la producción de forraje y el manejo del ganado en campos de cría con malezas leñosas". *II Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas*; Villa Dolores, Córdoba, Argentina: 155-161.
- KUNST, C. (1993). "Fuegos prescritos: consideraciones técnicas y prácticas para su investigación e implementación". In: *Ecología y Manejo de Fuego en Ecosistemas Naturales y Modificados*; EEA INTA Sgo. del Estero, Argentina: 24-40.
- KUNST, C. (1996). "Efectos del fuego sobre el suelo". In: INTA (ed.); *Fuego Prescrito*. Sgo. del Estero, Argentina: 17-28.

- KUNST, C. (2006). "El Renoyal: pasado, presente y futuro". In: C. Kunst (comp.); *Manejo y Control del Renoyal*, EEA INTA Sgo. del Estero, Argentina: 9-27.
- KUNST, C. (2006). "El fuego y el renoyal". In: C. Kunst (comp.); *Manejo y Control del Renoyal*, EEA INTA Sgo. del Estero, Argentina: 79-95.
- KUNST, C., S. BRAVO, F. MOSCOVICH, J. HERRERA, J. GODOY y S. VELEZ (2000). "Control de tusca (*Acacia aroma* Gill. ap. H. et A.) mediante fuego prescripto". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20 (3-4): 199-213.
- KUNST, C., F. DALLA TEA, R.F. RENOLFI y H. PÉREZ (1987). "Vegetación natural y oferta de biomasa herbácea del sitio Valle Fluvial actual del Río Dulce, Región Chaqueña Occidental (Sgo. del Estero)". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 7 (2): 163-179.
- KUNST, C., M. CORNACCHIONE, L.F. GELID y J. GODOY (2003). "Ganadería en el Este Santiagueño: aumento de la oferta de forraje, manejo desmonte y post-desmonte y persistencia de pasturas subtropicales". In: *Intensificación de la producción ganadera y sustentabilidad de recursos naturales en Sgo. del Estero*; Publ. INTA y FAyA-UNSE: 3-12; Sgo. del Estero, Argentina.
- KUNST, C., E. MONTI, H. PÉREZ y J. GODOY (2006). "Assessment of the rangelands of Southwestern Santiago del Estero, Argentina, for grazing management and research. (En prensa).
- LATTANZI, A.F. (1998). "Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento de festucas de tipo templado y mediterráneo". Tesis de Magister Scientiae de la Fac. de Cs. Agrarias de Balcarce de la Univ. Nac. de Mar del Plata; Bs. As., Argentina: 115 p.
- LABREVEAUX, M., M. AGNUSDEI, M. COLABELLI y A.E. MAZZANTI (1997). "Crecimiento invernal de gramineas nativas e introducidas de la Pampa Húmeda argentina". *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 17 (Supl. 1): 165-166.
- LINDORF, H., L. PARISCA y P. RODRÍGUEZ (1985). "Botánica: clasificación, estructura y reproducción". *Univ. Central de Venezuela, Ediciones de la Biblioteca*; Caracas, Venezuela.
- LIZZI, J.M. (2006). "Control mecánico del renoyal: la experiencia del CREA Semiárido Norte". In: C. Kunst (comp.); *Manejo y Control del Renoyal*. Public. EEA INTA Sgo. del Estero, Argentina: 163-172.
- MAGURRAN, A. (1988). *Ecological Diversity and its Measurements*. Chapman and Hall (eds.); New York: 167 p.
- MALECHECK, J.C. y C.L. LEINWEBER (1972). "Forage selectivity by goats on lightly and heavily grazed ranges". *J. Range Manage.* 25: 105-111.
- MARINO, M.A. y A. BERARDO (2000). "Fertilización fosfatada de pasturas en el sudeste bonaerense: 2. Efecto de la aplicación de Nitrógeno sobre la respuesta a Fósforo". *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 20 (2): 113-121.
- MARTÍN, G.O.(h). (1999 a). "Manejo silvopastoril racional: un aporte a la estabilidad". *Producción Agroindustrial del NOA* 11(108): 26-27; Tucumán, Argentina.
- MARTÍN, G.O.(h). (1999 b). "¿Que tipo de fuego puedo usar en mi campo?". *Producción Agroindustrial del NOA* 11 (112): 18-19; Tucumán, Argentina.
- MARTÍN, G.O.(h). (2000). "Control de leñosas en pastizales (I° y II° parte)". *Producción Agroindustrial del NOA* 12 (115): 24-25 y 12 (117): 24-25; Tucumán, Argentina.
- MARTÍN, G.O.(h) y M.M. FERNÁNDEZ (2001). "Valor forrajero de leñosas frecuentes del monte chaqueño occidental de la Provincia de Sgo. del Estero, Argentina". *II Reunión de Producción Vegetal del NOA*; Tucumán, Argentina: 556-562.
- MARTÍN, G.O.(h), M.G. NICOSIA y E.D. LAGOMARSINO (1993). "Rol forrajero y ecológico de leñosas nativas del NOA". *XIV Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Area Tropical y Subtropical (Grupo Chaco)*; Sgo. del Estero, Argentina: 93-98.
- MARTÍN, G.O.(h), F. RAYA, J. LUCAS, D. FERNÁNDEZ, M.B. COLOMBO, y N. DE MARCO (2002). "Gradiente de distribución de la diversidad florística, en la transecta Tañi del Valle - Amaicha (Prov. de Tucumán, Argentina)". *XIX Jornadas Científicas de la Asociación de Biología de Tucumán, Vol. I*; Tucumán, Argentina: 5 p.
- MARTIN, S.C. y J.L. MORTON (1993). "Mesquite control increases grass density and reduces soil loss in southern Arizona". *J. Range. Manage.* 46: 170-175.
- MIÑÓN, D.P., A. FUMAGALLI y A. AUSLENDER (1991). "Hábitos alimentarios de vacunos y caprinos en un bosque de la región chaqueña semiárida". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 11 (3): 275-283.
- MOMBELLI, J.C. y C.A. CANGIANO (1985). "Producción de forraje en Grama Rhodes. Influencia de la fertilización nitrogenada". EEA INTA Manfredi; *Producción Animal* Vol. 5 (Supl. 1); Bs. As., Argentina.
- MORELLO, J. y C. SARAVIA TOLEDO (1959). "El bosque chaqueño I y II: paisaje primitivo, paisaje natural y paisaje cultural del Oriente de Salta". *Rev. Agron. del Noroeste Argentino* 3: 5-81 y 209-258.

- MUELLER DOMBOIS, D. y H. ELLEMBERG (1974). "Causal-analytical inquiries into the origin of plant communities". In: *Aims and Method of Vegetation Ecology*; John Wiley & Sons.; New York, USA: 547 p.
- MUFARREGE, D.J., O. ROYO PALLARES, F. SALAVERRY y M. FERNÁNDEZ BELLOCQ (1974). "Fertilización de campo natural con nitrógeno y fósforo". EEA INTA Mercedes; *Producción Animal* Vol. 3; Bs. As., Argentina.
- NAI BREGAGLIO, M., U.O. KARLIN y R. COIRINI (1999). "Respuesta de especies arbustivas forrajeras a tratamientos de demonte selectivo en el Chaco Arido, Argentina". *Multequina* 8: 101-109; Mendoza, Argentina.
- NARJISSE, H. (1991). "Feeding behaviour goats on rangelands". In: *Goat Nutrition*, Vol 46 (P. Morandfehr, ed.). E.A.A.P., Wageningen: 13-24.
- NGE'THE, J.C. y T.W. BOX (1976). "Botanical composition of eland and goat diets on an acacia-grassland community in Kenia". *J. Range. Manage.* 29 (4): 290-293.
- NAZAR ANCHORENA, J. (1988). *Pastizales Naturales de La Pampa: manejo en regiones semiáridas*. AACREA - La Pampa; La Pampa, Argentina; Tomo II: 114 p.
- NAZAR ANCHORENA, J. (1988). "Fuegos controlados en el manejo de los pastizales naturales". *Tecnicrea* N° 12: 21-28; La Pampa, Argentina.
- NEILL, C., C. CERRI, J.M. MELILLO, B.J. FEIGL, P.A. STEDWUDLER, J.F.L. MORAES y M.C. PICCOLO (1998). "Stocks and dynamics of soil carbon following deforestation for pasture in Rondonia": 9-28. In: R.Lal, J.M. Kimble, E. Levine y V.A. Stewart (eds.); *Soil processes and the carbon cycle*. CRC Press. Boca Ratón, Florida, USA.
- NIEMBRO ROCAS, A. (1982). *Estructura y clasificación de semillas forestales mejicanas*. Edit. Limusa; México: 89 p.
- O'LEAR, H.A., T.R. SEASTEDT, J.M. BRIGGS, J.M. BLAIR y J.A. RAMUNDO (1996). "Fire and topographic effects on decomposition rates and N dynamics of buried wood in tallgrass prairie". *Soil Biol. Biochem.* 28: 323-329.
- OYHAMBURU, M., A. BALDO y M. SILVESTRINI (2000 a). "Pastizal natural tratado con Glifosato y fertilizado con N o Fosfato diamónico: 1. Producción de forraje". *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 20 (Supl. 1): 116-117.
- OYHAMBURU, M., A. BALDO y M. SILVESTRINI (2000 b). "Pastizal natural tratado con Glifosato y fertilizado con N o Fosfato diamónico: 2. Composición florística". *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 20 (Supl. 1): 117-118.
- PAPADAKIS, J. (1951). "Posibilidades agrícolas de La Rioja, Catamarca, Tucumán, Salta, Jujuy, Corrientes, Sgo. del Estero, SO de Bs. As, SE de La Pampa y NE de Río Negro". *Publ. Min. de Agric. y Ganadería*, Bs. As., Argentina: 230 p.
- PARUELO, J.M. y M.R. AGUIAR (2003). "Impacto humano sobre los ecosistemas: el caso de la desertificación". *Revista Ciencia Hoy*, Vol. 13, N° 77; Bs. As., Argentina.
- PASSERA, C.B., O. BORSETTO, R.J. CANDIA y C.R. STACI (1992). "Shrub control and seeding influences on grazing capacity in Argentina". *J. Range. Manage.* 45: 480-482.
- PEACOCK, J.M. (1975). "Temperature and leaf growth in *Lolium perenne*. II. Factors affecting seasonal differences". *J. Appl. Ecol.* 12: 685-697.
- PELAEZ, D.V., R.M. BOO, O.R. ELIA y M.D. MAYOR (1991). "Relaciones competitivas entre *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hackel y *Stipa tenuis* Phil. vs. plántulas de *Prosopis caldenia* Burk.". *X Reunión de CAPERAS*, Univ. Nac. del Sur; Bahía Blanca, Bs. As., Argentina: 155-156.
- PEREVOLTSKY, A. y Y. HAIMOV (1992). "The effect of thinning and goat browsing on the structure and development of Mediterranean woodland in Israel". *Forest Ecol. And Management* 49: 61-74.
- PÉREZ, H. (1998). "Pasturas cultivadas: implantación y manejo de pasturas subtropicales". *Informe INTA*, Región Semiárida Argentina; Sgo. del Estero, Argentina.
- PFISTER, J.A. y J.C. MALECHECK (1986). "Dietary selection by goats and sheep in a deciduous woodland of northeastern Brazil". *J. Range Manage.* 39 (1): 24-28.
- RAISON, R.J. (1979). "Modification of the soil environment by vegetation fires, with particular reference to Nitrogen transformations: a review". *Plant Soil* 51: 73-108.
- RAUZI, F., R.L. LANG y L.I. PAINTER (1968). "Effect of Nitrogen fertilization on native rangeland". *J. of Range Management* 21: 287-291.
- RENOLFI, R.F. (1994). "Control de arbustos mediante pastoreo con caprinos en un arbustal-bosque abierto de la Región Chaqueña Semiárida". *Tesis de Magister Scientiae* de la Univ. Nac. de Mar del Plata - INTA; Balcarce, Bs. As, Argentina: 66 p.

- RENOLFI, R.F., A.E. FUMAGALLI, P. ARAUJO y M.A. BRASSIOLO (2000). "Efecto de la eliminación de arbustos y del pastoreo de vacunos sobre la abundancia de gramíneas de un bosque chaqueño semiárido". *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20 (Supl. 1): 203-204.
- REYNOSO, A.A., J.C. GÓMEZ, R. CORZO y R.A. RICARTE (1994). "Establecimiento de Buffel Grass en un área degradada de los Llanos de La Rioja". *RIA* 25: 129-136.
- RICCI, H.R., L.P. GUZMÁN, P.G. PÉREZ, V.P. JUÁREZ y A.M. DÍAZ (1997). "Producción de materia seca de siete gramíneas tropicales bajo tres frecuencias de corte". *Pasturas Tropicales* 19 (2): 45-49; CIAT, Colombia.
- RICE, E. y R. PARENTI (1978). "Causes of decreases in productivity in undisturbed tallgrass prairie". *Amer. J. Bot.* 65: 1091-1097.
- RODGERSON, L. (1998). "Mechanical defense in seeds adapted for ant dispersal". *Ecology* 79 (5): 1669-1677.
- RODRIGUEZ REY, J.C. y A.S. ROVATI (1981). "Recuperación de pasturas naturales en montes, mediante el uso de herbicidas hormonales". *Revista Avance Agroindustrial EEAOC*, Año 2, N° 5: 19-23; Tucumán, Argentina.
- RODRIGUEZ REY, J.C. y A.S. ROVATI (1983). "Habilitación de pasturas naturales en el Noroeste Argentino mediante la aplicación aérea del herbicida Tordón 12-E". *II Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas*; Villa Dolores, Córdoba, Argentina: 295-305.
- RONCEDO, C.S. (2007). "Renovación de pasturas cultivadas". *1° Seminario de Pasturas del NOA*; Salta, Argentina: 37-43.
- ROTH, I. (1987). "Stratification of a tropical forest as seen in dispersal types". *Task for Vegetation Science* 17; Dr. W. Junk Publishers; Boston, Lancaster: 325 p.
- RYAN, K. (1990). "Predicting prescribed effects on trees in the interior west". In: M. Alexander y G. Bisgrove (eds.); *The Art and Science of Fire Management. Proc. 1° Interior West Fire Council Annual Meeting and Workshop*. Forestry Canada, NW Region; Information Rep. NOR-X-309.
- S.A.G. CORDOBA (Secretaría de Agric. y Ganadería de Córdoba) (2005). "Desmonte, hubo acuerdo". *Marca Líquida Agropecuaria* XV (138): 31-32; Córdoba, Argentina.
- SCHÜLE, W. (1990). "Landscapes and climate in prehistory: interactions of wildlife, man and fire": Cap. 13: 273-315. In: J. Goldammer (ed.); *Fire in the Tropical Biota*. Ecological Studies, Springer Verlag, Berlín.
- SEASTEDT, T.R. y R.A. RAMUNDO (1990). "The influence of fire on belowground processes of tallgrass prairie". In: Collins, S. and Wallace, L.; *Fire in North American Tallgrass Prairies*; University of Oklahoma Press: 99-117.
- SEIA, E. (2002). "Alternativas para después del rolado". *Rev. Marca Líquida* Año XII, N° 106: 41-42; Córdoba, Argentina.
- SOSEBEE, R. (1999). "Manejo de leñosas en pasturas naturales y cultivadas" (Conferencia). Fac. de Cs. Agrarias de la UNSE, Sgo. del Estero, Argentina.
- SPAIN, J.M. y R. GUALDRÓN (1991). "Degradación y rehabilitación de pasturas". In: CIAT, Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoques de investigación: 28 p.; Colombia.
- STUART-HILL, G.C. (1992). "Effects of elephants and goats on the Kaffrarian succulent thicket of the Eastern Cape, South Africa". *J. Appl. Ecol.* 29: 699-670.
- STURGES, D. (1973). "Soil moisture response to spraying big sagebrush the year of treatment". *J. Range Manage.* 26 (6).
- TEAGUE (1988). Citado in: R.F. Renolfi (1994). "Control de arbustos mediante pastoreo con caprinos en un arbustal-bosque abierto de la Región Chaqueña Semiárida". *Tesis de Magister Scientiae* de la Univ. Nac. de Mar del Plata - INTA; Balcarce, Bs. As, Argentina: 66 p.
- TERÁN CARDOZO, J.R. (1995). *Sistema Silvopastoril y Leñosas Forrajeras en el Monte Chaqueño Serrano de Chuquisaca*. Edit. Plafor, Sucre, Bolivia: 135 p.
- TOLEDO, J.M. y D. FORMOSO (1993). "Sustainability of sown pastures in the tropics and subtropics. Grassland for our world". *Proceedings Congress International of Grassland*; Australia - Nueva Zelanda: 710-715.
- URBAN, L., R.V. O'NEILL y H.H. SHUGART Jr. (1987). "Landscape Ecology. A hierarchical perspective can help scientist understand spatial patterns". *BioScience* 37: 119-127.
- WADE, D. y J.D. LUNSFORD (1988). "A guide for prescribed fire in Southern forests". *USDA Forest Service, Southern Region* R8-TP11.
- WEBER, M. y S. TAYLOR (1992). "The use of prescribed fire in the management of Canada's forested lands". *Forestry Chronicle* 68: 324-334.
- WELCH, T.G., R.P. SMITH y G.A. RASMUSEN (1999). "Tecnologías de manejo del monte bajo". In: *1° Congreso*

- Nacional Agroganadero de Zonas Semiáridas y Áridas*; Mendoza, Argentina: 109-118.
- WIENHOLD, B.J. y J.O. KLEMMENDSON (1992). "Effect of prescribed fire on nitrogen and phosphorous in Arizona Chaparral soil plant systems". *Arid Soil Research and Rehabilitation* 6: 285-296.
- WILSON, A. y D. TUPPER (1982). "Concepts and factors applicable to the measurement of range condition". *Journal of Range Management* 35: 684-689.
- WOOD, G.M. (1987). "Animals for biological brush control". *Agron. J.* 79: 319-321.
- WRIGHT, H.A. y A.W. BAILEY (1982). Fire Ecology (United States and Southern Canada). *J. Wiley and Sons. Ed.; Inc., New York: 495 p.*
- WUNDERLE, J.M. (1997). "The rol of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands". *Forest Ecology and Management Elsevier Science* 99: 223-235.



Publicado en línea en junio de 2014.
Sección Publicaciones de la Facultad de Agronomía y
Zootecnia de la Universidad Nacional de Tucumán.