

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	1
SUMMARY	2
PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	3
ESTRATEGIAS DE MANEJO INTEGRADO DEL MONTE Y DEL PASTOREO	6
Selectividad	7
Planificación del sistema	9
TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DEL MONTE	10
Métodos Mecánicos	11
EXPERIENCIAS DE ROLADO EN CHACHARRAMENDI, LA PAMPA	16
Caracterización del sitio de estudio	16
Método de trabajo	19
BALANCE DE AGUA Y PRODUCTIVIDAD DEL PASTIZAL	21
Precipitaciones	22
Agua en el suelo	25
Forraje acumulado del estrato gramíneo – herbáceo.	28
Uso consuntivo	30

Eficiencia de uso de agua	31
CONTENIDO DE BROZA SOBRE EL SUELO	32
PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO	34
FRECUENCIA DE ARBUSTOS Y ACCESIBILIDAD AL PASTOREO	37
MANEJO GANADERO DEL MONTE ROLADO	40
INTERSIEMBRA DE PASTO LLORÓN CON ROLO CORTADOR EN FORTUNA, SAN LUIS	44
CONSIDERACIONES FINALES	46
AGRADECIMIENTOS	48
BIBLIOGRAFÍA	49

RECUPERACIÓN DE PASTIZALES MEDIANTE ROLADO EN EL CALDENAL Y EL MONTE OCCIDENTAL

Edgardo Adema
EEA Anguil, INTA
eadema@anguil.inta.gov.ar

RESUMEN

Esta publicación constituye una recopilación de información sobre algunas tecnologías aplicadas en manejo de pastizales, producida y publicada en diferentes ámbitos. Sobre una base conceptual de manejo de montes y pastizales, se describen los resultados y conclusiones alcanzados por un equipo de investigadores con sede en la EEA Anguil del INTA integrado por: Francisco Babinec, Vanina Gómez Hermida, Tito Rucci, Daniel Buschiazzo, Anibal Pordomingo, Alejandro Vallejo, Carla Ibarguren y Julieta Martín. El control mecánico de monte mediante rolo cortador ha mostrado ser una tecnología ambientalmente conservacionista de los recursos forrajeros nativos, del agua y del suelo en los ecosistemas del Caldenal y del Monte Occidental. Esta práctica permite el control selectivo de especies arbustivas, aumenta las áreas accesibles al pastoreo, preserva especies forestales deseables, aumenta la cobertura de broza sobre la superficie del suelo, optimiza el uso del agua por parte de las forrajeras y en definitiva mejora la condición de pastizales degradados. Simultáneamente al rolado de montes se puede realizar la intersiembra de especies adaptadas a condiciones de semiaridez y en consecuencia, aumentar la oferta forrajera así como la capacidad productiva de ambientes marginales.

Palabras clave: Control de monte, rolado, intersiembra, conservación de suelo y agua.

SUMMARY

This publication is a compilation of information on some technologies applied to the management of rangelands, published and produced at different scopes. On a conceptual basis concerning management of woodlands and rangelands, the results and conclusions reached by a team of researchers are described. These researchers were: Francisco Babinec, Vanina Gómez Hermida, Tito Rucci, Daniel Buschiazzo, Anibal Pordomingo, Alejandro Vallejo, Carla Ibarguren, and Julieta Martín. The mechanical shrub control with a roller chopper has shown to be an environmental conservationist technology of the native forage resources, water and soil in the Caldenal ecosystems and the Occidental wood. This practice allows the selective control of brushes, increases the accessible areas for grazing, preserving desirable forest species, increases the brush coverage on the surface of the soil, optimizes the use of the water by forage species improving the condition of degraded rangelands. Simultaneously with the woodland rolling, the interseeding of species adapted to semi-arid conditions could be done and consequently to increase the forage supply and the productive capacity of marginal environments.

Key words: wood control, rolling, interseeding, soil and water conservation.

PLANIFICACIÓN TERRITORIAL.

Gran parte de la superficie del territorio de la provincia de La Pampa está comprendida dentro de los ecosistemas denominados Caldenal y Monte Occidental. Estas áreas dedicadas predominantemente a la actividad ganadera, muestran evidentes signos de degradación debido al sobrepastoreo, incendios y, en general, extracción de recursos primarios que han provocado cambios importantes en la estructura y funcionamiento de ambos ecosistemas, particularmente en el Caldenal. Esta pérdida de productividad ganadera aumenta la presión sobre los sistemas provocando a su vez, mayor deterioro ambiental. La tendencia se acelera a medida que aumenta la degradación, por lo que es urgente intervenir para detener, recuperar o rehabilitar estas tierras.

En los últimos años, importantes áreas del Caldenal con buena aptitud, han sido incorporadas a la agricultura (Roberto et al., 2005), este hecho ha motivado el desplazamiento de la ganadería hacia zonas marginales-Caldenal y Monte-agudizando adicionalmente la presión sobre estos ambientes.

En esta región semiárida-árida se pueden diferenciar distintas fisonomías de la vegetación en función de la combinación de variables ambientales (clima, relieve, suelos) y antrópicas (manejo ganadero, tala de bosques, quemas); que han generado un gradiente de formaciones desde bosques de caldén y algarrobo con diferentes edades y densidades, arbustales puros o asociados al bosque, pastizales, pastizales asociados a formaciones leñosas y tierras de cultivo. Los estratos arbóreo, arbustivo y gramíneo-herbáceo se presentan en diferentes combinaciones que por su localización y problemática requieren diferentes estrategias de intervención.

La producción primaria principal es la ganadería bovina. En términos generales, predominan sistemas de ciclo completo en combinación con agricultura en el este del Caldenal, cría-recría en el centro del Caldenal, cría extensiva al oeste del Caldenal-este del Monte Occidental y sistemas mixtos muy extensivos de cría bovina en combinación con cría de caprinos en el centro-oeste del Monte Occidental. La actividad forestal presenta un rol secundario con escaso aprovechamiento de productos, principalmente postes, madera y leña. Finalmente, actividades complementarias como el turismo rural, la apicultura y la cinegética, completan el espectro productivo de la región.

Con el objetivo de alcanzar un desarrollo sustentado sobre bases socioeconómicas y ecológicas en el Caldenal-Monte Occidental, es imperioso generar un proyecto de ordenamiento territorial que permita compatibilizar las estrategias de intervención ambiental con fines productivos, dentro de un marco político y legal relacionado al aprovechamiento de estos recursos.

Toda estrategia de intervención sobre el ambiente debe ser evaluada "in situ" y "ex situ". Sus consecuencias, en el peor de los casos, no deben afectar negativamente al suelo, a la atmósfera, al régimen hídrico y en definitiva a la sociedad. Al efecto, las prácticas productivas deben asegurar la recuperación o el mantenimiento de los ecosistemas, revertir procesos de desertificación, atenuar los efectos catastróficos provocados por incendios como por precipitaciones anormalmente bajas, mantener o mejorar las propiedades del suelo y asegurar la biodiversidad para permitir, en la actualidad como en el futuro, la incorporación de producciones alternativas sucedáneas o complementarias de las actuales.

La diversidad de ambientes presentes en esta vasta región – casi dos tercios del territorio provincial – ameritan un reconocimiento detallado de cada sitio a fin de promover un uso eficiente y conservacionista de los recursos naturales. En

tierras áridas y semiáridas, el agua es un recurso escaso y generalmente la mayor limitante para la producción, mientras que el suelo es un recurso de extrema fragilidad, cuyo mantenimiento y eventual recuperación dependen de un apropiado manejo de la vegetación. El esfuerzo realizado para mejorar y mantener la cobertura vegetal, redundando en favor de parámetros fisicoquímicos del suelo, para lo cual es necesario lograr una adecuada infiltración, mejorar la capacidad de almacenamiento y reducir las pérdidas de agua y suelo por escurrimiento. Al respecto, el objetivo del sistema de manejo que se adopte en estas tierras, debe tender a la conservación de los recursos agua y suelo para lograr ambientes de buena o excelente condición.

Deben planificarse sistemas de producción integrados, que hagan un uso racional de los recursos básicos: agua, suelo y vegetación, poniendo énfasis en el uso de recursos alternativos con bajo impacto ambiental, tendientes a lograr un desarrollo sustentable. Entre otros, el uso de leñosas (maderas, postes, leña), la apicultura y el manejo de fauna silvestre, podrían ser algunos de los recursos alternativos complementarios de la actividad principal - la ganadería - aportando una renta sucedánea que permita aliviar la presión sobre el ambiente, tendiente a la recuperación de los pastizales (Adema, 2000).

Es imperioso incorporar y desarrollar tecnologías que reviertan el estado actual de pastizales naturales empajados y arbustizados, que han disminuido notablemente su capacidad de carga, implantando especies forrajeras mediante prácticas conservacionistas, asegurando el uso eficiente y el mantenimiento de las mismas con un manejo ganadero acorde a la capacidad del ambiente.

Por último, estas tierras constituyen el sustento de nuestras economías locales y regionales. En virtud de ello, es necesaria una gestión que asegure la productividad futura de la región. Como consecuencia de lo anteriormente planteado, el

ordenamiento del territorio en el Caldenal y el Monte Occidental, actualmente muy por debajo de su potencial productivo; debe ser abordado de manera interdisciplinaria por estamentos políticos, legislativos, de la producción, de la ciencia y la educación (Adema, 2004).

ESTRATEGIAS DE MANEJO INTEGRADO DEL MONTE Y DEL PASTOREO

La actividad principal en la mayoría de los ecosistemas semiáridos-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 al mantenimiento de un balance favorable entre la vegetación palatable y no palatable. El manejo adecuado del pastoreo debe asegurar una adecuada cobertura, la productividad de las forrajeras perennes y limitar el aumento de especies leñosas no palatables. 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.

Los desequilibrios provocados en la vegetación pueden afectar al suelo desencadenando procesos erosivos. El impacto del pastoreo y el grado de la respuesta ambiental difieren en distintas regiones, dependiendo de la combinación de parámetros de suelo, topografía y vegetación. El ganado afecta la capacidad de infiltración del suelo, como consecuencia de la reducción en la biomasa vegetal y broza, así como por pisoteo (Bari et al., 1993).

Los arbustos ejercen una fuerte competencia con las gramíneas por el agua, los nutrientes y la luz. La selectividad del ganado en pastoreo favorece a las leñosas aumentando en consecuencia, su cobertura y densidad. El control de las

leñosas induce a una sucesión secundaria del pastizal mejorando su condición y producción de forraje, siempre que exista en el suelo, un banco de semillas viables de especies forrajeras. Esto provoca un incremento en la densidad de las gramíneas perennes y una reducción en las pérdidas de agua y suelo por escurrimiento, respecto de las áreas que no tuvieron control (Martin y Morton, 1993).

Existen diferentes combinaciones entre el manejo del pastoreo y del monte, bajo una estrategia integral de producción del establecimiento. Cada combinación de manejos está asociada con cada tecnología individual y el grado con que éstas interactúan. La respuesta óptima de varios procedimientos de manejo del monte requiere de diferimientos del pastoreo, lo cual solo puede ser logrado a través de sistemas de pastoreo planificados, reestructuración de los rodeos y la adecuación del uso de tierras dentro del sistema. Un sistema de pastoreo en montes densos no puede mejorar la condición del pastizal a menos que sea acompañado por una reducción de la cobertura de las leñosas (Scifres et al., 1983). Sin embargo, un buen manejo del pastoreo puede retrasar la re-invasión de un monte previamente controlado, mediante el aumento de especies deseables que compitan con los arbustos.

Selectividad

La comprensión de la palatabilidad relativa de las plantas leñosas y de la disponibilidad de las partes ramoneables por el ganado, es necesaria para el desarrollo de sistemas de pastoreo que impacten directamente en el monte. Dándoles la oportunidad, los animales en pastoreo pueden extraer una dieta de un valor nutricional superior al promedio, a través de la selección de partes de plantas leñosas de mayor calidad. De acuerdo a su selectividad, la que depende de la especie animal, las leñosas se clasifican en preferidas,

proporcionales, de selección forzada, dañinas y rechazadas (Stuth, 1983).

Preferidas: Estas plantas son buscadas por el animal en pastoreo; generalmente constituyen un porcentaje en la composición de la dieta mayor al esperado, considerando su relativa disponibilidad en la pastura. Estas plantas mejoran el estado nutricional del animal y son ampliamente responsables de las ganancias de peso y concepción, comparados con los animales que se encuentran en áreas similares que carecen de estas especies. La presión de pastoreo sobre las plantas individuales de esta categoría, aumenta a medida que la abundancia de estas especies disminuye.

Proporcionales: Estas plantas son seleccionadas en proporción a su disponibilidad en el pastizal. Las especies forrajeras de esta categoría proporcionan volumen a la dieta y mantienen el estado nutricional del animal, lo cual favorece la ganancia de peso y la concepción.

De selección forzada: Son aquellas plantas que son consumidas solo cuando los animales son forzados a ello, debido a reducciones severas en la disponibilidad de plantas preferidas y proporcionales. Ellas juegan un rol importante permitiendo que el animal sobreviva a condiciones adversas, particularmente cuando los alimentos primarios han sido drásticamente reducidos durante períodos de sequía.

Dañinas: Cuando los animales dependen de significativas cantidades de plantas de selección forzada, pueden consumir plantas dañinas o tóxicas que provoquen serios trastornos somáticos, y en ocasiones, causarles la muerte.

Rechazadas: En esta categoría se encuentran las plantas no seleccionadas por el animal. Estas plantas generalmente no contribuyen directamente al estado nutricional del animal (pueden ocurrir algunas excepciones con ciertas partes de las plantas). En cambio, generalmente reducirán la capacidad de

carga del pastizal, al desplazar a las especies preferidas y proporcionales.

Planificación del sistema

Generalmente, durante el proceso de integración de los manejos del monte y del pastizal en un plan integral, emerge una de tres situaciones:

1. Una mayor inversión y un compromiso de manejo realizados en el sistema de pastoreo. En esta situación, las estrategias de manejo del monte deben ser incorporadas al sistema de pastoreo existente y sólo permiten pequeños ajustes en la rotación o tiempos cortos de descanso, para acomodar el plan de manejo del monte.
2. Otra situación de planeamiento involucra el manejo del monte donde el desarrollo del campo natural ha sido mínimo. Las estrategias de pastoreo entonces son planeadas alrededor de los requerimientos de diferimiento antes o después de los tratamientos para mejorar la efectividad del manejo del monte.
3. Cuando ambos manejos son planificados simultáneamente, puede lograrse la aproximación óptima en el desarrollo integrado de los recursos naturales, ya que son posibles un número mayor de combinaciones de manejo. Las secuencias de combinaciones alternativas de tratamientos para el manejo del monte y los sistemas de pastoreo planificados pueden ser evaluados por su respuesta productiva y su factibilidad económica. Esta situación sería la más deseable en establecimientos donde se quiere intensificar el manejo y la producción (Stuth y Scifres, 1998).

La efectividad de muchas prácticas de manejo del monte depende de períodos de diferimiento necesarios y claves, antes y después de realizar la intervención, para permitir que las especies deseables mejoren su vigor. Por ejemplo: diferimientos de pastoreo que permitan acumular material combustible antes de una quema, son esenciales para la efectividad del fuego. La facilidad de integrar las estrategias de manejo del monte con los sistemas de pastoreo a lo largo

de un tiempo, depende no sólo de los requerimientos de diferir el pastoreo, sino también de las características físicas y logísticas del sistema del pastoreo. La ubicación de las aguadas, la forma del potrero, la disposición de los alambrados, la ubicación de los corrales, caminos, etc., pueden limitar las alternativas de tratamientos realistas. Las secuencias de pastoreo-descanso, la flexibilidad de movimiento de la hacienda, la posibilidad de realizar pastoreos intensivos de corto plazo, la sensibilidad a la carga animal, la porción del establecimiento comprometida en un sistema de pastoreo estructurado; todos interactúan para caracterizar la compatibilidad de un sistema de pastoreo, con una estrategia de manejo de monte establecida a largo plazo.

Las estrategias de pastoreo inmediatamente posterior al tratamiento, son generalmente requeridas luego de la instalación de un procedimiento de control del monte. La razón principal para diferir el pastoreo luego de un tratamiento es para permitir el aumento en vigor de las plantas establecidas y para posibilitar el establecimiento de las semillas, evitando la presión de pastoreo sobre las especies preferidas, al estar más accesibles luego de la remoción del monte.

Por su parte, las estrategias de largo plazo generalmente enfatizan la inducción de una tendencia ascendente en condición del pastizal, lo cual permite que aumente la proporción de las especies gramíneas y herbáceas más deseables. Un manejo del pastoreo a largo plazo es crucial para una respuesta económica sustentable de la producción animal. La mayoría de los métodos de pastoreo sistematizados establecidos, están diseñados con secuencias de pastoreo-descanso que promueven el mejoramiento de la composición forrajera (Stuth y Scifres, 1998).

TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DEL MONTE

La selección de tecnología para el manejo del monte debe ser considerada después de determinar los objetivos de

uso posterior y el estado actual y potencial de los recursos previamente evaluados. Discusiones acerca de los métodos de manejo de arbustos pueden ser obtenidas, entre otros, de: Casas et al. (1978), Huss et al. (1986), Nazar Anchorena (1988), Scifres (1980), Vallentine (1980) y Welch et al. (1998). Cada método de control de arbustos tiene aplicaciones para las cuales es efectivo y limitaciones que impiden su completa efectividad. Antes de seleccionar los tratamientos para su inclusión en un sistema de manejo integrado del monte, se deberían evaluar las alternativas tecnológicas en los siguientes aspectos: 1) efectividad biológica, 2) debilidades de la práctica, 3) vida esperada del tratamiento, 4) efectos secundarios 5) requerimientos para su aplicación y 6) efectos sobre el hábitat de la fauna silvestre.

Métodos Mecánicos

Los implementos usados para el control mecánico de leñosas están diseñados para remover la parte aérea o la planta entera. Los métodos que remueven solo la parte aérea generalmente proveen un control de las plantas leñosas de corta duración, mientras que los que remueven toda la planta, provocan un control más prolongado (Welch et al., 1998). Nazar Anchorena (1988) clasifica los desmontes en agrícolas o ganaderos, dependiendo del grado de extracción de material leñoso. Los desmontes agrícolas dejan el suelo libre de leñosas y en condiciones para realizar agricultura, mientras que los desmontes ganaderos tienen como objetivo mejorar la productividad de los pastizales dejando restos leñosos en la superficie como debajo del suelo. Si bien estos desmontes permiten realizar siembras o interseibras para mejorar la receptividad, la mejora del pastizal es temporal y tiende a la reinfección de leñosas en el mediano plazo.

Por razones de costos y futura rentabilidad, los desmontes de sitios destinados a la agricultura deben hacerse sobre suelos profundos y con adecuada aptitud en sus características fisicoquímicas, preferentemente sobre relieves

planos o con la menor pendiente posible para evitar riesgos de erosión.

Desmalezadora: El desmalezado remueve la parte aérea de los arbustos pero raramente mata a las plantas leñosas, especialmente aquellas que son capaces de brotar a partir de raíces o bases de tallos. Las desmalezadoras de tipo rastrero son eficientes cuando las plantas tienen un tallo con un diámetro basal menor de 6 cm., pero las desmalezadoras de alta capacidad, operadas hidráulicamente pueden remover plantas leñosas con troncos de más de 10 cm. de diámetro. Las plantas leñosas pueden rebrotar rápidamente después del desmalezado, que realizado en forma repetida, generalmente causa un aumento en el número y tamaño de los tallos en la zona basal.

Arrancador de potencia: El arrancado de potencia se usa generalmente como una práctica de mantenimiento. Es efectivo cuando se usa para controlar especies que no rebrotan o rebrotan desde la base del tallo ya que el arrancado se realiza por debajo de la superficie del suelo (10 a 40 cm. de profundidad). Esta práctica es favorecida cuando las plantas son lo suficientemente grandes para que el operador del equipo pueda verlas fácilmente. El tamaño de la planta que puede ser arrancada, depende de la potencia del tractor.

La textura del suelo y su contenido hídrico afectan la eficiencia del arrancado, la cual disminuye a medida que aumenta el contenido de arcilla y disminuye el contenido hídrico. En suelos arcillosos secos, muchas plantas pueden ser cortadas por la cuchilla del arrancador, dejando parte de la zona de rebrote en el suelo. Por otro lado, el arrancado en suelos arenosos y profundos pierde efectividad.

Se han desarrollado varios tipos de arrancadores de potencia con bajo consumo de energía. Estos arrancadores son usados con tractores oruga y tractores de cultivos en hilera. Los desarraigadores de bajo consumo de energía pueden ser

usados para el control de arbustos en franjas angostas. Estos implementos no son recomendables para plantas cuyas raíces posean un diámetro mayor de 10 cm.

Subsolador. El subsolado es un tratamiento no selectivo, utilizado en stands de plantas leñosas de mediana densidad. El subsolador tiene una cuchilla con forma de V y aletas levantadas perpendicularmente a la misma. Es arrastrado por un tractor oruga y la cuchilla trabaja a una profundidad aproximada de 20 a 35 cm.

Este implemento controla la mayoría de las especies arbustivas, sin embargo es menos efectivo sobre especies con raíces someras. Además de controlar los arbustos, el subsolador generalmente aumenta la infiltración del agua en el suelo.

Aunque el subsolado es un método de alta efectividad para controlar arbustos, perturba considerablemente la superficie del terreno y puede destruir muchos pastos perennes. Por lo tanto, la siembra frecuentemente es necesaria luego de este tratamiento. Si un área subsolada no es sembrada, la mayor parte de la producción de forraje durante los primeros años será proporcionada por especies anuales. La explosión de hierbas en estos sitios puede aumentar drásticamente, antes que los pastos perennes se vuelvan dominantes. De esta manera, la capacidad de carga animal será reducida hasta que se reestablezca el pastizal.

Si bien esta labor es costosa, el efecto de la práctica puede durar hasta 20 años o más. La efectividad puede disminuir en suelos someros y rocosos y en suelos arcillosos, mientras que es más prolongada en suelos fértiles, profundos y friables, donde la reimplantación de la vegetación se ve favorecida.

Rastra pesada: La rastra pesada puede controlar efectivamente especies arbustivas pequeñas y con escaso

desarrollo de raíces. Debido a la limitada profundidad lograda con esta herramienta, generalmente es poco efectiva sobre plantas con tejidos meristemáticos profundos y no se adapta bien a suelos rocosos. Además, arar antes o inmediatamente después de una lluvia disminuye la efectividad, porque las plantas desarraigadas pueden restablecer sus sistemas radicales. Debido a la extrema perturbación del suelo y al daño potencial sobre las especies perennes existentes, este laboreo es recomendable en suelos profundos que puedan ser sembrados.

Cadena: La cadena puede ser usada para voltear o clarear stands de plantas de densidades moderadas a altas. Como único tratamiento, ofrece normalmente un control temporario. Es más efectiva sobre árboles de 10 a 45 centímetros de diámetro y con una densidad no mayor a 1000 plantas por hectárea. Las plantas pequeñas y flexibles se doblan debajo de la cadena o se quiebran sobre la superficie del suelo. Para obtener un máximo control, la humedad del suelo debe ser suficiente para que las coronas de las plantas y las raíces laterales sean arrancadas completamente fuera del suelo. Con pasadas en dos sentidos, cubriendo el área dos veces en direcciones opuestas, ofrece un mejor control que una única pasada. Puede ser usada en suelos rocosos y rugosos con significativa perturbación del mismo.

El porcentaje de plantas eliminadas con la cadena es frecuentemente bajo y el rebrote puede ser rápido. Sin embargo, la producción herbácea puede aumentar al año del tratamiento, dejando material combustible adecuado para un fuego que permita eliminar los residuos y el rebrote. El acordonado puede ser necesario para remover los residuos leñosos luego de pasar la cadena, en áreas con alta cobertura de plantas.

Cable: El cable es similar a la cadena, debido a su menor peso (usualmente de 6 a 8 cm. de diámetro), los cables tienden a deslizarse sobre la superficie de los pequeños arbustos y

restos leñosos. Esta práctica es más efectiva sobre especies erguidas y de tamaño moderado.

Rieles: Dos o más rieles de hierro arrastrados en tandem pueden ser usados para el control de leñosas pequeñas sin rebrotes. El máximo control se logra cuando la superficie del suelo está seca. La perturbación del suelo es moderada, por lo tanto la respuesta de la vegetación, depende de las condiciones de humedad luego del tratamiento.

Rastrillos: Es una herramienta frontal montada sobre topadora y usada para labores primarias de desmonte como para labores de repaso y limpieza de restos leñosos. Los rastrillos de monte tienen púas abiertas que reúnen los residuos de monte sin mayor acumulación de tierra. Puede ser usado tanto en suelos perturbados como en superficies de suelo firmes. El rastrillo de raíces es de arrastre y remueve material leñoso sobre y debajo de la superficie del suelo, como labor complementaria en un desmonte agrícola. El propósito principal es limpiar y alisar la superficie para la preparación de la cama de siembra, además disminuye la probabilidad de rebrote al remover la corona y las raíces de las leñosas. El apilador, es un rastrillo frontal especial modificado, con púas cerradas, cercanas a la superficie del suelo. Desgarra o corta las leñosas al nivel del suelo y las amontona con una mínima pérdida, comparado con el rastrillo de monte.

El acordonado se usa para juntar y amontonar los desechos dejados por otros tratamientos mecánicos como el subsolado. El rastrillado de arbustos es usado para juntar y amontonar los desechos dejados por otro tratamiento mecánico y causa una mínima perturbación en el suelo penetrando de 15 a 25 centímetros de profundidad. Son usados para preparar una cama de siembra limpia.

Rolo cortador: Los rolos son cilindros equipados con cuchillas paralelas al eje del mismo. Varían en tamaño y pueden ser llenados con agua para aumentar su peso. El trabajo que

realizan es más durable que el desmalazado, pueden ser usados en superficies mayores y en topografías más rugosas. El rolado, al igual que el desmalazado mata pocas plantas. La respuesta del forraje y la vida del tratamiento son similares a las descritas para el desmalazado. Las cuchillas pueden penetrar la superficie del suelo entre 15 y 25 centímetros de profundidad. Por lo tanto, el suelo sufre una roturación que favorece la infiltración del agua. Estos implementos se pueden utilizar en tandem o en trenes.

EXPERIENCIAS DE ROLADO EN CHACHARRAMENDI, LA PAMPA

Caracterización del sitio de estudio

El estudio se realizó en el Campo Anexo del INTA en Chacharramendi, ubicado al oeste del Departamento Utracán, La Pampa (37°22' S, 65°46' W). La temperatura media anual es de aproximadamente 15,5 °C (media de julio = 7 °C y media de enero = 24 °C). La zona presenta una marcada continentalidad climática con días invernales muy cortos (10 horas de luz) y una heliofanía media diaria de 5 h, mientras que los días de verano (14,5 h de luz) presentan una heliofanía media diaria de 9,5 h (datos de la Estación Meteorológica del Campo Anexo del INTA, Chacharramendi).

La precipitación media anual del período 1961-2000 fue de 492 mm distribuidos de la siguiente forma: DEF=185 mm, MAM=121,6 mm, JJA=45,4 mm y SON=140 mm. Las precipitaciones presentan una alta variabilidad anual (CV = 30,8%) con distribución estacional primavera-estival (Roberto et al., 1994). La evapotranspiración potencial (Thornthwaite) para el período 1976-1996 fue de 789 mm y la deficiencia hídrica media anual de 297 mm. Si bien el régimen de precipitaciones es primavera-estival, la elevada evapotranspiración que se produce entre los meses de octubre y marzo, provoca una marcada deficiencia hídrica ubicando a esta región bajo un régimen hídrico semiárido (Jacyszyn y Pitaluga, 1977).

El material original de los suelos está constituido por sedimentos de origen eólico, con carbonato de calcio pulverulento, cenizas volcánicas y gravilla. El suelo sobre el cual se realizó este estudio es de textura franco arenosa y fue clasificado como Ustortente típico (Jacyszyn y Pittaluga, 1977). Se determinó carbono orgánico (Walkley-Black), nitrógeno total (Kjeldhal), fósforo asimilable (Bray-Kurtz), pH en pasta, textura por el método de Bouyoucos, densidad aparente por el método de los cilindros y conductividad hidráulica a flujo saturado. Las constantes hídricas se estimaron usando el método de Richards. En la Tabla 1 se muestran las principales características físico-químicas del suelo.

Tabla 1. Caracterización del suelo en el sitio de estudio. Chacharramendi, La Pampa.

Horizontes	AC	C _k
Profundidad (cm)	0-12	12-95
Carbono orgánico (g.Kg ⁻¹)	5,9	3,6
Nitrógeno (g.Kg ⁻¹)	0,7	0,5
Fósforo asimilable (mg.Kg ⁻¹)	9,53	1,11
pH en pasta	8,20	8,24
Densidad aparente (g.cm ⁻³)	1,38	1,26
Arcilla (%)	7,4	6,4
Limo (%)	18,7	19,7
Arena (%)	73,9	73,9
Conductividad hidráulica (mm.h ⁻¹)	53,8	79,6

El contenido hídrico a capacidad de campo para todo el perfil es de 169 mm con un rango de variación de $\pm 9,2\%$. Mientras que el punto de marchitez medido en laboratorio es de 89 mm con un rango de variación de $\pm 13,3\%$. En consecuencia, el agua disponible en condiciones de capacidad de campo es de 80 mm teóricos. La baja disponibilidad de agua para las plantas se debe al bajo porcentaje de las fracciones

texturales más finas del suelo y al escaso contenido de carbono orgánico (Tabla 1).

La vegetación presenta la fisonomía de un arbustal perennifolio con árboles aislados de algarrobo y un estrato de gramíneas bajas e intermedias (INTA et al., 1980). Dentro del establecimiento se seleccionó un sitio de pastizal con un estrato arbustivo de 0,50 m a 3 m de altura y una cobertura del 40%, con dominancia de *Chuquiraga erinacea* (chilladora), *Larrea divaricata* (jarilla), renuevos de *Prosopis flexuosa* (algarrobo) y *Prosopidastrum globosum* (manca caballo). El número de plantas por ha. de las principales especies del estrato arbustivo fueron: chilladora con un rango de 370 a 1670, jarilla con 430 a 2030, *Lycium chilense* (llaollín) con 100 a 1970 y *Prosopis flexuosa* con 170 a 600. *Condalia microphylla* (piquillín) con un promedio de 169, manca caballo con 144, *Cassia aphylla* (pichanilla) con 92, *Ephedra ochreatea* (solupe) con 36 plantas por ha. Otras especies presentes fueron *Bredemeyera microphylla* (hualán), *Lycium gillesianum* (piquillín de víbora), *Ephedra triandra* (tramontana) y *Verbena seriphioides* (tomillo macho).

El estrato graminoso-herbáceo (Tabla 2) presenta una comunidad donde predominan las gramíneas invernales (65%) sobre las estivales (13%) y las hierbas (22%). Entre las principales especies se pueden mencionar: *Stipa tenuis* (flechilla fina), *Poa ligularis* (unquillo), *Piptochaetium napostaense* (flechilla negra), *Digitaria californica* (pasto plateado), *Trichloris crinita* (plumerito), *Acantholipia seriphioides* (tomillo) y *Baccharis ulicina* (yerba de oveja). Puede apreciarse que las gramíneas invernales: flechilla fina, unquillo y flechilla negra, presentan un fuerte predominio dentro de la comunidad.

Tabla 2. Composición florística y densidad del estrato graminoso-herbáceo.

ESPECIES	DENSIDAD (plantas/m ²)
<i>Stipa tenuis</i>	8,9
<i>Poa ligularis</i>	5,8
<i>Piptochaetium napostaense</i>	5,3
<i>Poa lanuginosa</i>	0,9
<i>Bromus brevis</i>	0,2
<i>Digitaria californica</i>	2,8
<i>Trichloris crinita</i>	0,9
<i>Aristida subulata</i>	0,5
<i>Setaria leucopila</i>	0,1
<i>Plantago patagonica</i>	1,1
<i>Acantholipia seriphioides</i>	1,7
<i>Gaillardia megapotamica</i>	0,3
<i>Hoffmanseggia erecta</i>	1,3
<i>Baccharis ulicina</i>	0,8
<i>Glandularia hookeriana</i>	0,6
<i>Sphaeralcea crispa</i>	1,9

El campo se ha destinado a la cría de ganado vacuno con una carga histórica variable entre 15 y 18 ha/unidad animal.

Método de trabajo

En el sitio de estudio se instaló una clausura de 16 ha, en la que se rolaron franjas de 50 m de ancho por 400 m de largo, alternadas por franjas sin control de leñosas, de igual medida. La mitad de cada franja rolada (25 m por 400 m), fue intersembrada. El diseño del experimento se realizó con cuatro repeticiones por tratamiento, con un total de 12 franjas paralelas. Los tratamientos fueron pastizal rolado (R), rolado

con intersiembra de *Panicum coloratum* cv. verde (I), y pastizal natural (N) como testigo.

El control de arbustos se realizó en octubre de 1997 con un rolo cortador de 1,5 m de diámetro por 3 m de largo y un peso aproximado de 10000 kg. Sobre la superficie del rolo se disponen 14 hileras de cuchillas, dos cuchillas por hilera y en posición alternada. El rolo fue traccionado por un tractor Macrosa de 180 HP, con las cubiertas protegidas por orugas. Para realizar la intersiembra se adaptó un cajón sembrador al bastidor del rolo y la misma se realizó al voleo (2,5 kg. de semilla por ha) en forma simultánea al control de las leñosas, a una velocidad de 5 km/h.

La humedad del suelo se midió mensualmente, en capas de 20 cm. hasta los 100 cm. de profundidad, en todas las parcelas desde el comienzo de la experiencia hasta octubre de 2001. Los valores se expresaron como lámina de agua (mm) usando la densidad aparente determinada en las mismas profundidades. Las precipitaciones fueron medidas en la estación meteorológica del Campo Anexo del INTA y el uso consuntivo mensual (UCm) fue calculado como $UCm = AI + P - AF$, donde AF es la cantidad de agua en el suelo al finalizar el mes, AI es la cantidad de agua en el suelo al comienzo del mes, y P es la lluvia acumulada en el mismo período. La eficiencia de uso de agua (EUA) se determinó mediante el cociente FA/UCa , donde FA es la fitomasa acumulada durante cada año de estudio y UCa es el uso consuntivo anual.

La cantidad de materia seca del estrato graminoso-herbáceo se determinó trimestralmente en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre por el método de corte y pesada. En cada parcela se tomaron ocho muestras al azar de $1/4 \text{ m}^2$ y en cada muestra se cortó la vegetación al ras del suelo. Los residuos fueron evaluados anualmente, en el mes de junio, mediante la recolección de ocho muestras de $1/4 \text{ m}^2$ por parcela, tomadas al azar.

En junio de 2001 se realizó un muestreo de suelo al azar con 12 repeticiones en R y 12 en N a: 0 - 10 cm, 10 - 20 cm y 20 - 30 cm de profundidad. Se determinó carbono orgánico, nitrógeno total y fósforo asimilable, mediante los métodos antes mencionados.

Después a la realización de los tratamientos, el área intervenida fue dividida en cuatro potreros, cada uno incluyó a los tres tratamientos con dos repeticiones (50% monte rolado y 50% monte sin rolar). Sobre estos potreros se implementó un pastoreo rotativo con una carga instantánea de 2,5 vacas ha⁻¹.

A las parcelas ingresaron a pastorear vacas secas en un esquema definido previamente de 25 días de pastoreo con una carga instantánea de 2,5 animales. ha⁻¹ y un descanso previo y posterior de 13 meses. El estudio se llevó a cabo durante un período de 3,5 años desde enero de 1999 a julio de 2002. Durante este periodo todas las parcelas tuvieron al menos 3 ingresos de pastoreo.

Todas las variables fueron analizadas mediante ANOVA y test de comparación de medias (SAS Institute, 1988).

BALANCE DE AGUA Y PRODUCTIVIDAD DEL PASTIZAL

El monte pampeano es una zona de baja productividad debido a que la evapotranspiración potencial es mayor que las precipitaciones, lo que provoca una considerable deficiencia hídrica media anual (INTA et al., 1980). Los suelos presentan, en general, una escasa evolución, con bajos contenidos de materia orgánica y limitada capacidad de almacenamiento de agua (Jacyszyn y Pitaluga, 1997). Diferentes estudios han demostrado que la vegetación leñosa compite eficientemente por el consumo de agua y que su control, favorece el almacenamiento de agua en el suelo (Sturges, 1993).

Además de las limitaciones ambientales, la cría de ovinos durante las primeras décadas del siglo, el posterior

sobrepastoreo con bovinos y la ocurrencia de incendios han provocado la degradación de los pastizales y los suelos del área aumentando la densidad de arbustos. El control de las leñosas induce a una sucesión secundaria del pastizal con el consecuente mejoramiento de su condición y producción de forraje (Adema et al., 2004; Martin y Morton, 1993).

El rolado es una técnica que permite controlar el monte y mejorar la condición de los pastizales. El rolo cortador logra un alto control de la parte aérea de los arbustos en montes bajos (tallos de menos de 12 cm de diámetro), pero escasa muerte de plantas. Trabaja mejor en suelos no muy sueltos, caso contrario entierra la vegetación sin cortarla (Casas et al., 1978). Deja un alto porcentaje de residuos en superficie, remueve el suelo sin enterrar el horizonte superficial y favorece la germinación de semillas existentes o incorporadas al ambiente.

La intersiembra es una práctica complementaria del manejo de pastizales para aumentar las forrajeras disponibles, que permitan mejorar la condición del pastizal (Huss et al., 1986). Se puede realizar adaptando a los equipos de desmonte, diferentes implementos de siembra conforme el sistema utilizado.

Bajo la hipótesis que el control de monte con rolo cortador y la intersiembra simultánea de pasturas, aumentan la productividad y la condición del pastizal; los objetivos de este estudio fueron evaluar los efectos del rolado de un pastizal–arbustal y la intersiembra de mijo perenne sobre la dinámica del agua del suelo y la productividad del pastizal bajo corte y pastoreo, en un ambiente marginal de La Pampa.

Precipitaciones

En la Figura 1 se grafican las lluvias anuales del área de estudio. La alta variabilidad interanual muestra un rango de 185,5 a 915,5 mm. De igual forma, es muy alta la variabilidad

mensual y estacional de las lluvias (Tabla 3). Esta situación condiciona fuertemente la toma de decisiones acerca de prácticas de manejo que estén estrechamente relacionadas con esta variable ambiental. No obstante las limitaciones mencionadas, Umazano et al. (2004) informan la existencia de una tendencia creciente de las precipitaciones.

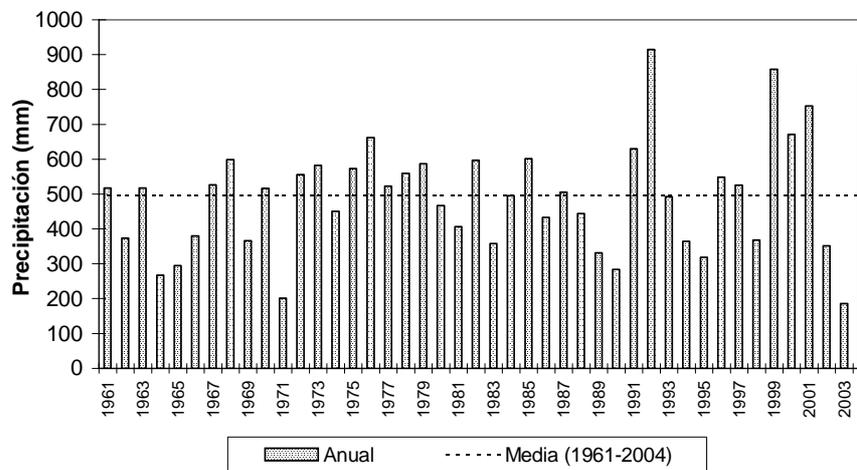


Figura 1. Precipitación anual registrada en la Estación Meteorológica del Campo Anexo INTA Chacharramendi durante el período 1961-2004.

Agua en el suelo

Los contenidos de agua en el perfil del suelo (1997-2001), manifestaron una gran variabilidad entre años y épocas de un mismo año (Figura 2), debido a la variabilidad de las lluvias antes mencionada y a la dinámica de crecimiento de la vegetación. Puede observarse un ciclo de baja humedad edáfica comprendido entre octubre de 1997 y abril de 1999, con cantidades de agua por debajo del punto de marchitez durante la mayoría de las fechas de muestreo. El segundo ciclo comprendido entre abril de 1999 y noviembre de 2000 presenta una importante recarga hídrica del perfil, que alcanza e incluso supera el contenido de agua a capacidad de campo (169 mm), llegando en los meses de mayo y abril de 1999 a almacenamientos promedios de 206 mm y 211 mm, respectivamente. Dentro de este ciclo húmedo, existieron cortos períodos secos, en particular en febrero y mayo de 2000, donde los contenidos de agua edáfica promediaron 81 mm y 102 mm, respectivamente. Desde noviembre de 2000 hasta abril de 2001 se produce un nuevo período de baja humedad en el perfil y a partir de allí, ocurre una recarga que supera nuevamente el contenido de agua a capacidad de campo en mayo (184 mm), septiembre (185 mm) y octubre (207 mm) de 2001.

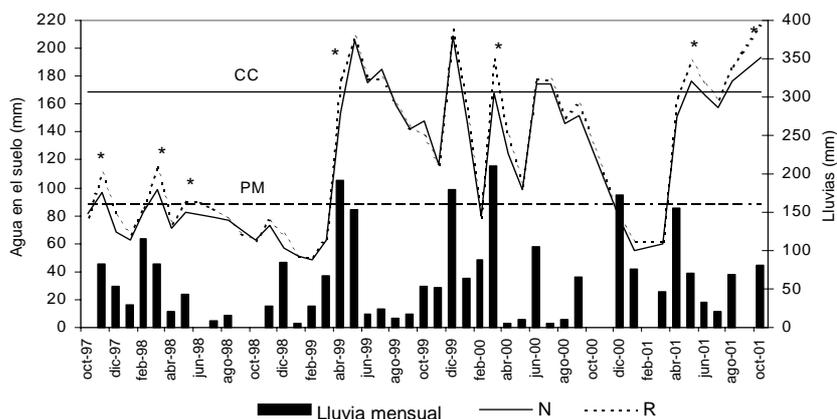


Figura 2. Contenido de agua del suelo (0-100 cm) y lluvias mensuales desde octubre de 1997 hasta octubre de 2001. N: pastizal natural, R: pastizal rolando, CC: capacidad de campo, PM: punto de marchitez. * Indica diferencias significativas entre el pastizal rolando y el pastizal natural. Adaptado de Adema et al. (2004)

Si bien existe una correspondencia entre las precipitaciones y el contenido de agua del suelo, estas variables no presentan una alta correlación en virtud de la complejidad del sistema ecológico. Por un lado, la vegetación presenta estratos y distribución heterogéneos, por otro, existe gran variación de la evapotranspiración potencial durante el año.

La escasa humedad del suelo en los meses estivales, coincide con el modelo presentado en la Figura 3, donde la mayor deficiencia hídrica media, ocurre en los meses de D, E y F, si bien es el trimestre de mayores precipitaciones (185 mm). En cambio en los meses de invierno se produce la recarga hídrica a pesar de las escasas precipitaciones en los meses de J, J y A (45 mm), como consecuencia de la menor evapotranspiración.

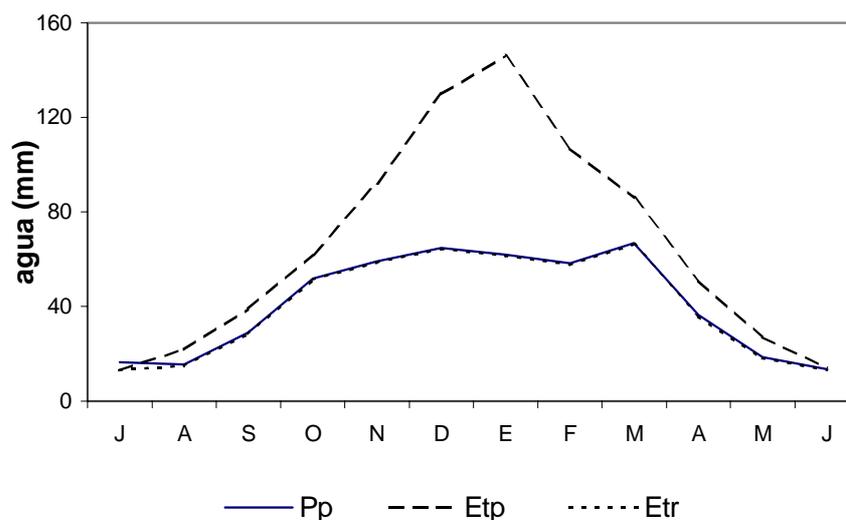


Figura 3. Balance hídrico de Chacharramendi, según datos climáticos de la Estación Meteorológica del Campo Anexo INTA Chacharramendi. Etp: evapotranspiración potencial (Thornthwaite), Etr: evapotranspiración real media, Pp: precipitación media. Adaptado de Adema et al. (2004).

Aún con los menores contenidos de agua en el perfil del suelo, la vegetación no alcanzó la marchitez permanente, de manera que este pastizal puede extraer agua a mayor tensión que -1,5 MPa. Los restos de arbustos que pasaron a formar parte de la cobertura de broza sobre la superficie, así como el aumento de la rugosidad del suelo provocado por las cuchillas del rolo, contribuyeron a incrementar la humedad edáfica. Esto es consecuencia de la reducción del escurrimiento y el aumento de la infiltración de agua en el perfil (Blackburn et al., 1986).

Al mes de haberse realizado el control de las leñosas, se produjo un incremento significativo de humedad edáfica

($p < 0,05$) en los tratamientos R e I, con respecto a N (Figura 2), esta diferencia se mantuvo durante el mes de diciembre, para desaparecer en enero a causa del desecamiento del perfil. El efecto de los tratamientos se manifestó nuevamente en otoño de 1998, donde el contenido de agua del suelo fue mayor en los tratamientos rolados que en el testigo, llegando a ser significativamente diferentes a principios del mes de junio con valores que alcanzaron 90,3 mm en R; 88,6 mm en I; mientras que en N alcanzó 80,6 mm. En la primavera y verano siguientes, desaparecieron las diferencias entre tratamientos para volver a manifestarse en el mes de abril del año 1999, mes en que se produjo una recarga de agua en el perfil del suelo, de más de 100 mm en promedio, con respecto al mes anterior. Al igual que el otoño anterior, los tratamientos R e I acumularon mayor cantidad de agua en el perfil ($p < 0,05$) que N y los valores fueron 178,6 mm, 177,7 mm y 153,9 mm, respectivamente.

El mayor contenido de agua en los tratamientos rolados, en otoño, fue un patrón que se repitió durante los años que duró el estudio y que coincidió con la recarga de agua del perfil, después de la sequía edáfica estival. Esta situación podría deberse al mayor almacenamiento provocado por efecto del rolado.

Forraje acumulado del estrato gramíneo – herbáceo.

Los valores de forraje acumulado ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$) del estrato gramíneo-herbáceo se muestran en la Figura 4. La cantidad de materia seca evaluada en los sucesivos cortes, presentó variaciones entre años y épocas de corte, como consecuencia de las diferencias climáticas que ocurren entre las estaciones del año, en particular temperaturas y variaciones en las lluvias que condicionan la producción del pastizal.

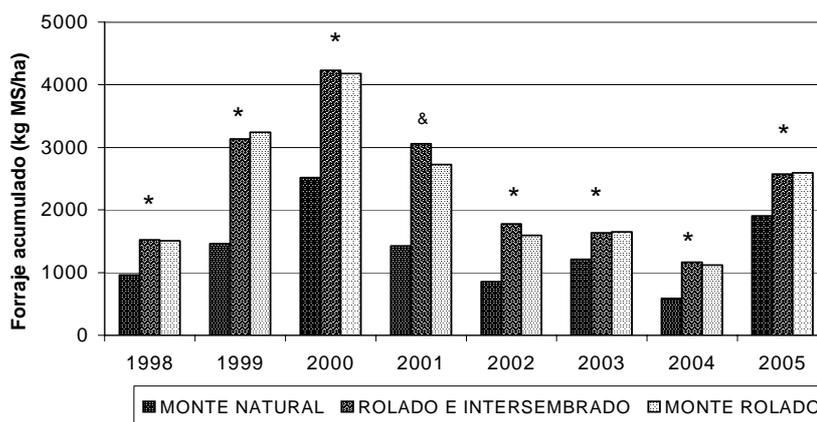


Figura 4. Forraje acumulado del estrato gramíneo - herbáceo (kg. MS.ha⁻¹) al mes de junio, en Chacharramendi, La Pampa. * Indica diferencias (p<0,05) entre N con respecto a I y R, & Indica diferencias (p<0,05) entre todos los tratamientos.

El promedio de forraje total acumulado, en cada corte realizado en el mes de junio, presentó un valor mínimo de 957 kg. MS.ha⁻¹ en 2004, alcanzando un máximo de 3643 kg. MS.ha⁻¹ en 2000, lo que significa una variación máxima de 3,8 veces dentro del período de evaluación. El promedio anual de materia seca por tratamiento, durante los ocho años de estudio, fue de 1367 kg MS.ha⁻¹ en el pastizal natural N, 2388 kg MS ha⁻¹ en el pastizal rolado e intersebrado y 2328 kg MS.ha⁻¹ en el pastizal rolado.

Los tratamientos rolados tuvieron una cantidad mayor (p<0,05) de forraje acumulado que varió entre 35% (2003 y 2005) y 118% (1999) por encima del monte natural durante todo el período, en tanto que los tratamientos rolados e intersebrados no presentaron diferencias significativas entre sí, en la mayoría de los cortes. La excepción se produjo en Junio de 2001, donde el rolado con intersembra presentó mayor cantidad de forraje acumulado (p<0,05) que el rolado,

con una diferencia de 324 kg MS/ha. A pesar de la baja densidad del *Panicum coloratum* intersembrado (5% de la composición del pastizal), durante tres años manifestó una tendencia de mayor acumulación de fitomasa con respecto al monte rolado. Estos valores muestran que durante ocho años la productividad media del pastizal rolado fue 76% mayor que la del pastizal natural, como consecuencia del mejor aprovechamiento del agua edáfica por parte del estrato gramíneo-herbáceo. Es evidente que en los últimos años de evaluación, decaen las diferencias de producción de forraje entre el monte intervenido y el monte natural como consecuencia de la reinvasión de leñosas.

Uso consuntivo

No existieron diferencias significativas entre los valores mensuales de UC para los distintos tratamientos desde 1997 hasta 2001. El UC anual fue muy semejante entre los distintos tratamientos, promediando durante los cuatro años de estudio: N= 634,35±67,8 mm, I= 627,72±64,6 mm, R= 627,93±63,4 mm y la precipitación media anual en el mismo período: 662,13±74,4. El paralelismo existente entre las lluvias y el UC refleja la dependencia que presenta la vegetación por la lluvia, debido a la escasa capacidad del suelo para almacenar agua (Figura 5). No obstante, el perfil del suelo alcanzó a almacenar agua por breves períodos de tiempo, de manera que los pulsos de crecimiento de la vegetación están estrictamente relacionados a la presencia de las precipitaciones, coincidentemente con lo informado por Cable (1980).

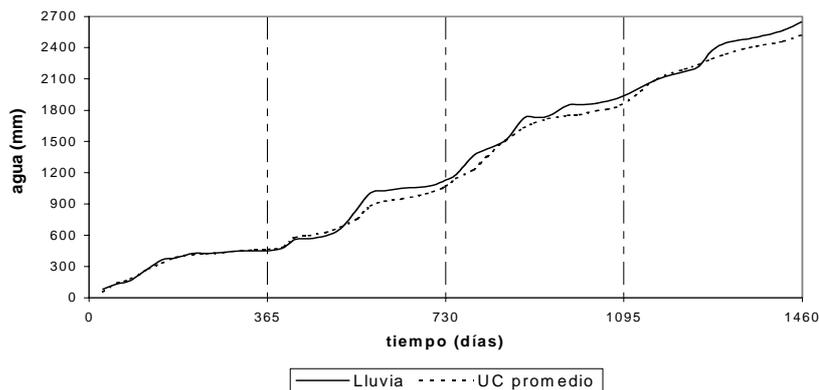


Figura 5. Uso consuntivo acumulado, promedio de los tres tratamientos y precipitación acumulada (mm) en Chacharramendi, La Pampa. Octubre 1997-octubre 2001. Adaptado de Adema et al. (2004)

Eficiencia de uso de agua

La eficiencia de uso de agua del estrato graminoso-herbáceo aumentó significativamente en el pastizal rolado, con un promedio anual, entre 1997 y 2001, de $4,22 \pm 0,1$ kg/ha.mm en I, $4,27 \pm 0,2$ kg/ha.mm en R, respecto del pastizal natural ($N=2,07 \pm 0,2$ kg/ha.mm). Diferentes estudios han demostrado que la vegetación leñosa requiere mayor cantidad de agua que las gramíneas por unidad de fitomasa producida, es decir que son menos eficientes en el uso del agua (Dwyer y De Garmo, 1970). Nuestros resultados corroboran que existe un incremento en la eficiencia del estrato graminoso-herbáceo por mm de agua usada, cuando se controlan los arbustos.

Cuando el aporte de las lluvias incrementó la recarga hídrica del suelo, el pastizal rolado fue más eficiente en captar agua. Sin embargo, el uso consuntivo fue el mismo en los distintos tratamientos e igual a las precipitaciones. De esto se

deduce que el rolado reduce la habilidad competitiva de los arbustos, cambiando el destino de la limitada cantidad de agua disponible para las plantas y aumentando la productividad del estrato gramíneo-herbáceo y en definitiva su EUA con respecto a la situación inalterada. La interseembra, bajo las condiciones en que se realizó este estudio, no produjo un aporte adicional al rolado más allá de incorporar esta nueva especie a la comunidad del pastizal.

CONTENIDO DE BROZA SOBRE EL SUELO

El trozado de arbustos a través del rolado, provoca un aumento significativo de la broza sobre la superficie del suelo, lo que constituye una de las causas del aumento del contenido hídrico del suelo (Adema et al., 2004), como consecuencia de la disminución del escurrimiento superficial y mayor infiltración del agua en el perfil (Ruan et al., 2001).

La descomposición de residuos vegetales presenta un rol importante en la acumulación de carbono y nutrientes disponibles para las plantas. La dinámica de descomposición de residuos está controlada por la calidad del sustrato (morfología y química de los tejidos vegetales), condiciones abióticas (temperatura, humedad y textura del suelo) y la actividad biótica que depende la comunidad de microorganismos y mesofauna del suelo (Parton et al., 1987).

El rolado de monte aumenta el contenido de broza sobre el suelo y favorece su descomposición al generar un ambiente más estable (temperatura y humedad) sobre la superficie intervenida. El objetivo de este trabajo fue medir la dinámica de la broza sobre la superficie del suelo bajo diferentes condiciones de manejo de monte.

La broza del suelo sobre el monte natural promedió 1550 kg MS.ha⁻¹, mientras que sobre el rolado la media fue de

5200 kg MS.ha⁻¹, lo que constituye un aporte de broza 3,5 veces mayor en el rolado (Figura 6).

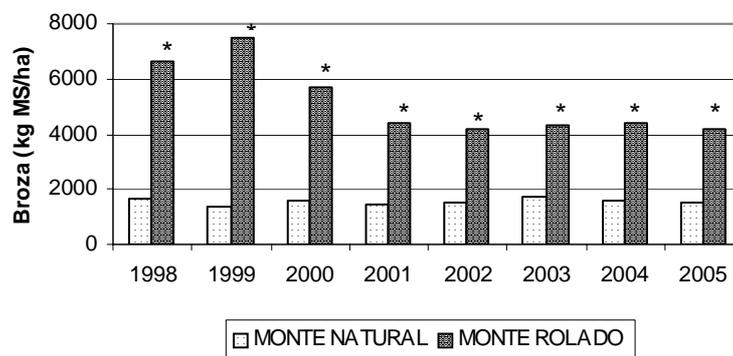


Figura 6. Broza en la superficie del suelo (kg MS.ha⁻¹) en Chacharramendi, La Pampa.* Indica diferencias ($p < 0,05$) entre el monte rolado y el monte natural.

El pastizal sin rolar mantuvo aproximadamente el mismo nivel de broza en superficie durante los seis años de estudio, en los cuales no se observaron diferencias significativas en el transcurso del tiempo. Es probable que este sea el pool normal de broza para el sistema en condiciones naturales y que las ligeras variaciones entre años estén condicionadas, principalmente, por el aporte y descomposición de restos vegetales, fácilmente degradables por los microorganismos del suelo.

El rolado presentó una disminución con respecto a su cantidad inicial, alcanzando al octavo año, el 63% de la biomasa presente al inicio del tratamiento. Esta reducción fue consecuencia del fraccionamiento y descomposición de los tejidos más vulnerables a la actividad microbiana (hojas y cortezas), quedando un remanente leñoso de difícil descomposición y más estable en el tiempo, como puede

observarse en los últimos cinco años. Como la descomposición de residuos depende de las características físico-químicas del ambiente, la calidad de la broza y la presencia de descomponedores, estos procesos pueden usarse como indicadores para evaluar el comportamiento de diferentes ecosistemas o prácticas de manejo (Coleman and Crossley, 1996).

La cantidad de broza sobre el suelo roado, aunque inevitablemente disminuya en el tiempo, permite hipotetizar que el volumen alcanzado puede mantenerse dentro de estos valores si la recurrencia de la práctica fuera cada 8 a 10 años, donde habría un nuevo aporte de residuos vegetales sumado al retrozado y acondicionamiento de la broza remanente de la labor anterior. Este proceso reactivaría los mecanismos de descomposición, mejorando las propiedades químicas y físicas del suelo.

PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

La degradación ambiental en las áreas del Caldenal y el Monte Occidental se caracterizan por la erosión de suelos con pérdida de sedimentos, nutrientes y materia orgánica. La pérdida de nutrientes está inversamente relacionada al porcentaje de cobertura del suelo, con un fuerte incremento en aquellos sitios que presentan ausencia de vegetación y broza (Adema et al., 2001). Contrariamente, el aumento de la cobertura de vegetación y/o broza crean un microambiente que favorece la actividad microbiana y acelera la descomposición de restos vegetales. Esto produce un incremento de materia orgánica humificada en el suelo, favorece la formación de agregados estables y en definitiva la capacidad de infiltración (Thurow, 1991).

La descomposición involucra no solo pérdida de biomasa sino también cambios en el contenido de nutrientes de los residuos; mediante lixiviación de componentes solubles orgánicos e inorgánicos, catabolismo de la materia orgánica y

fragmentación física de los residuos (Swift et al., 1979). Procesos que en definitiva transforman restos vegetales en materia orgánica lábil y estable dentro del suelo.

La mayor acumulación de broza provocada por roldado de montes y su posterior descomposición, produciría cambios diferenciales en las propiedades químicas del suelo. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del roldado sobre propiedades químicas del suelo, cuatro años después de realizada la labor.

Los macronutrientes disminuyen significativamente su contenido a medida que aumenta la profundidad del suelo. La mayor concentración de carbono orgánico (CO) se encuentra en la capa superficial del suelo, con una marcada disminución en profundidad (Figura 7). Los valores medios para el monte roldado fueron: 8,7 g.kg⁻¹ (0 a 10 cm), 4,9 g.kg⁻¹ (10 a 20 cm) y 4,5 g.kg⁻¹ (20 a 30 cm), mientras que en el monte natural fueron: 7,4 g.kg⁻¹ (0 a 10 cm), 4,6 g.kg⁻¹ (10 a 20 cm) y 4,3 g.kg⁻¹ (20 a 30 cm). En consecuencia, el roldado aumentó ($p < 0,10$) el contenido de CO en los primeros 10 cm del perfil de suelo.

En la Figura 8 se presentan los valores medios de nitrógeno total (N) para el roldado, los que promediaron: 0,79 g.kg⁻¹ (0 a 10 cm), 0,76 g.kg⁻¹ (10 a 20 cm) y 0,54 g.kg⁻¹ (20 a 30 cm), mientras que en el monte natural fueron: 0,81 g.kg⁻¹ (0 a 10 cm), 0,55 g.kg⁻¹ (10 a 20 cm) y 0,55 g.kg⁻¹ (20 a 30 cm). Con respecto al fósforo disponible (P), en la Figura 9 se aprecia el marcado descenso (en cantidad) de este nutriente a medida que aumenta la profundidad. Los contenidos de P en el monte roldado promediaron: 20,6 mg.kg⁻¹ (0 a 10 cm), 8,6 mg.kg⁻¹ (10 a 20 cm) y 4,1 mg.kg⁻¹ (20 a 30 cm) bajo roldado y 18,7 mg.kg⁻¹ (0 a 10 cm), 8,0 mg.kg⁻¹ (10 a 20 cm) y 3,9 mg.kg⁻¹ (20 a 30 cm) en el testigo sin rolar. No se observaron efectos significativos del roldado sobre N y P.

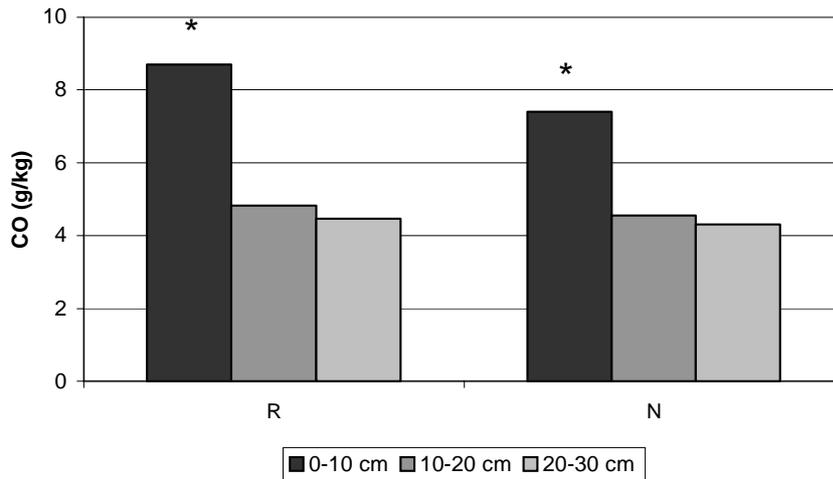


Figura 7. Contenido de carbono orgánico (g.kg⁻¹) en Chacharramendi, La Pampa. R: monte rolado, N: monte sin rolar. * Indica diferencias ($p < 0,10$) entre R y N.

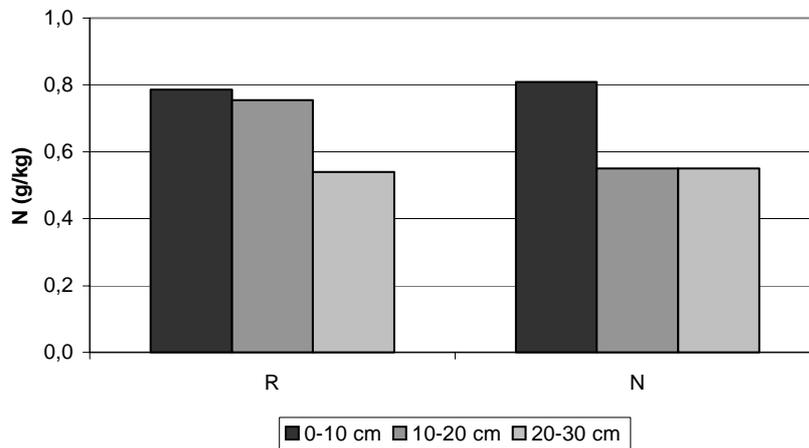


Figura 8. Contenido de nitrógeno total (g.kg⁻¹) en Chacharramendi, La Pampa. R: monte rolado, N: monte sin rolar.

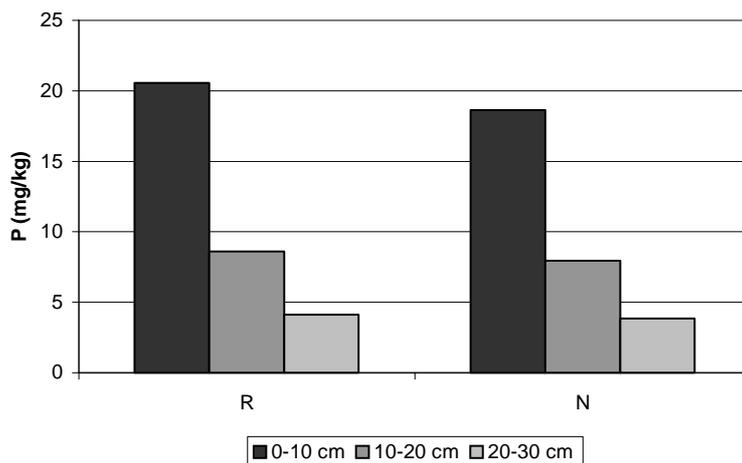


Figura 9. Contenido de fósforo disponible ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) en Chacharramendi, La Pampa. R: monte rolar, N: monte sin rolar.

El CO es el indicador que posee mayor influencia sobre calidad y productividad de suelo (Reeves, 1997). Este componente aumentó en el horizonte superficial del suelo después de cuatro años de rolar, probablemente como consecuencia del importante aporte y descomposición del material más lábil de los residuos leñosos (Martín et al., 2004).

FRECUENCIA DE ARBUSTOS Y ACCESIBILIDAD AL PASTOREO

Como ocurre en numerosos pastizales semiáridos del mundo, la combinación de procesos naturales y antrópicos ha incrementado la densidad de algunas especies arbustivas (Archer, 1995). El rolar reduce el dosel del estrato arbustivo, aumentando el área de forrajeo como consecuencia del triturado de las leñosas (Adema et al., 2002). Por otra parte, el

control del monte aumenta la disponibilidad de agua para el estrato gramíneo-herbáceo e incrementa la producción de forraje (Adema et al., 2004). En consecuencia, este doble efecto permite mejorar la productividad del pastizal.

Con la finalidad de estudiar la velocidad de recuperación de la vegetación leñosa al estado anterior a la intervención del ambiente, se planteó como objetivo evaluar la frecuencia de las principales especies arbustivas, así como el área accesible al pastoreo en un sitio de arbustal-pastizal, con control de arbustos mediante rolo.

Luego de 7 años, en promedio, las especies más frecuentes en el monte sin rolar fueron: chilladora (86%), manca caballo (77%), jarilla (69%) y en el monte rolado: tomillo macho (75%), chilladora (73%) y algarrobo (67%). En general, la presencia de arbustos fue significativamente menor (1,5 veces) en el monte rolado que en el testigo, aunque sujeto a una alta variabilidad (~30%). La chilladora y los renuevos de algarrobo no disminuyeron significativamente por efecto del rolo cortador, mientras que sí lo hicieron el manca caballo, el piquillín, la jarilla y el llaollín ($p < 0,10$). El tomillo macho tuvo tendencia a incrementarse, probablemente por la reducción de competencia de arbustos de mayor porte, aunque sin alcanzar diferencias significativas.

Durante el período de evaluación, la inaccesibilidad al pastoreo fue significativamente mayor bajo la condición natural que en el monte rolado (Figura 10). Siete años después del control del monte, el área inaccesible en el rolado fue de 13,2%, mientras que en el monte natural fue de 25,2%. Si bien puede apreciarse un aumento de la revegetación arbustiva bajo rolado, el área inaccesible fue un 50% menor que bajo la condición natural.

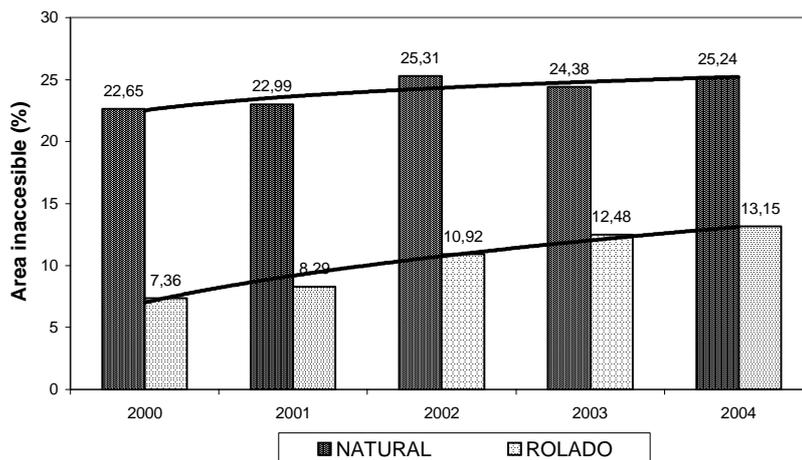


Figura 10. Porcentaje de área inaccesible al pastoreo sobre un pastizal con y sin control de leñosas en Chacharramendi, La Pampa.

La tendencia lineal para ambos estados evolutivos, muestra un aumento del impedimento al pastoreo debido al crecimiento de las leñosas. Sin embargo, la tasa de crecimiento del impedimento al pastoreo en el monte rolado es de 1,45% anual, mientras que en el monte natural es de 0,65% anual. En función de esta tendencia, y de mantenerse la tasa de crecimiento en el rolado, se espera que en los próximos 5 años se retorne a la condición inicial de inaccesibilidad (20%). En consecuencia, el sitio estaría en condiciones de ser sometido nuevamente a un tratamiento de control de leñosas.

MANEJO GANADERO DEL MONTE ROLADO

La reducción de la cobertura del arbustal aumenta la oferta de forraje del pastizal (Adema et al., 2004). Esa mejora se puede hipotetizar no sólo en cantidad sino en calidad del estrato gramíneo. El objetivo fue evaluar la oferta forrajera y el peso de los animales sobre lotes con 50% de monte rolado y con alta carga animal. En el área intervenida se realizó una experiencia de pastoreo rotativo sobre cuatro parcelas iguales, con 50% de monte rolado y 50% sin rolar.

El esquema de utilización ganadera previsto se cumplió para cada parcela. No se detectaron efectos ($p > 0,75$) de la época del año en la que ocurrió la utilización y los parámetros del sistema de pastoreo (Tabla 4). El uso medio efectivo fue de 26 días y el descanso medio de 389 días. La carga animal instantánea resultó similar entre épocas de pastoreo ($2,4$ vacas. ha^{-1}), con una demanda de forraje por animal semejante ($1,01$ EV / vaca día) y una cosecha de raciones también similar ($p > 0,68$) de 63 raciones. ha^{-1} entre descansos o de 59 raciones. ha^{-1} año. La época de pastoreo tuvo un efecto significativo sobre el peso medio de las vacas durante el período de uso ($p < 0,05$) y sobre el cambio de peso ($p < 0,05$). El cambio de peso de las vacas fue positivo en todas las épocas de pastoreo, alcanzándose los mejores incrementos en primavera ($p < 0,05$).

Tabla 4. Efecto del momento de utilización sobre el aumento de peso vivo (APV, g /día), carga instantánea (Carga inst., vacas.ha⁻¹), período de descanso entre pastoreos (Desc, días), raciones totales (Rac/ha) cosechadas por las vacas, y carga anual ponderada (CA, ha /vaca) en un sistema de pastoreo de 26 días de uso y 390 días de descanso promedio en un arbustal de Chacharramendi, La Pampa, rolado en el 50% de su superficie. Adaptado de Pordomingo et al. (2004).

	PVm kg	APV g/día	Días past.	Carga inst.	Desc. días	Rac /ha	CA Ha/vc
Inv	433 b	303 b	27	2,6	378	65	6,0
Prim	416 b	596 a	25	2,4	400	65	6,2
Ver	464 a	344 b	26	2,5	388	64	6,1
Ot	479 a	183 c	28	2,2	393	57	7,3
Prom			26	2,4	389	63	6,4

¹Se utilizaron vacas Angus sin ternero al pie, pesadas con desbaste previo de 17 horas al ingreso y a la salida de cada período de pastoreo. PVm = Peso vivo promedio de las vacas durante el período de uso. Días past = días de pastoreo efectivamente ocurridos. a.b.c: Medias con índices diferentes en columnas difieren (p<0,05).

De estos resultados podría concluirse que el sistema de 50% rolado-50% campo natural provee una calidad y estabilidad suficientes para sostener una carga de 6 EV.ha⁻¹ año, indiferente de la época del año, con un potencial de aumento de peso en vacas secas siempre positivo. Esta demanda de forraje exigiría, sin embargo, una calidad que no se reflejó en los muestreos de planta (Tabla 5). El estrato gramíneo conforma comúnmente la mayor parte de la oferta forrajera disponible.

Es manifiesto el bajo contenido de proteína bruta de las gramíneas a diferencia de la fracción arbustiva. Esa calidad sería limitante de altos consumos y generaría dudas sobre los

aumentos de peso registrados en las vacas durante el presente estudio. Es probable que otros factores hayan influido en el resultado animal, entre ellos los más evidentes estarían asociados a la composición de la dieta. Los arbustos muy posiblemente han tenido una participación importante y con su aporte proteico han incrementado la digestibilidad de la materia seca total y estimulado el consumo de biomasa de gramíneas.

Tabla 5. Contenido de fibra detergente ácido (FDA, %), lignina (lig, %), digestibilidad*(DMS, %) y proteína bruta (PB, %) de las especies forrajeras más comunes del pastizal en Chacharramendi, La Pampa, bajo un sistema de pastoreo de 26 días de uso y 390 días de descanso¹. Adaptado de Pordomingo et al. (2004).

Especie	%FDA	%Lig*	%DMS	%PB
<u>Arbustos</u>				
<i>Bredemeyera mycrophylla</i>	43,1	16,9	55,3	9,1
<i>Ephedra triandra</i>	51,8	18,5	48,6	8,1
<i>Lycium chilense</i>	40,9	18,9	57,0	12,9
<u>Gramíneas perennes de invierno</u>				
<i>Poa ligularis</i>	49,4	14,4	50,4	5,0
<i>Piptochaetium napostaense</i>	50,6	13,7	49,5	6,0
<i>Stipa tenuis</i>	49,4	14,3	50,4	5,8
<u>Gramíneas perennes de verano</u>				
<i>Digitaria californica</i>	52,6	12,6	47,9	5,2
<i>Aristida subulata</i>	50,0	15,7	50,0	5,2
<i>Trichloris crinita</i>	42,0	17,1	56,2	7,7
<i>Bothriochloa springfieldi</i>	47,8	14,6	51,7	5,6
<i>Panicum coloratum</i>	39,4	13,0	58,2	6,6

* Se estimó a partir del dato de FDA

¹No se detectaron interacciones entre años y estaciones ($p>0,10$). No se detectó efecto de estación al momento del corte en ninguna de las variables de composición química ($p>0,05$). Se reportan las medias por especie, promedio de 3 años y de las 4 estaciones.

Por otro lado, el efecto de selectividad por parte del animal es posible que haya sido el factor más relevante. Con la biomasa forrajera acumulada anualmente, al momento de entrar los animales, ajustada por la accesibilidad al pastoreo, se calculó la oferta forrajera disponible media de cada parcela (Figura 11), la que promedió 2006 kg MS.ha⁻¹ durante el tiempo que duró esta experiencia. Por su parte, los animales consumieron estimativamente 590 kg MS.ha⁻¹ año, representando una eficiencia de cosecha de forraje del 30%, por lo que hubo espacio para la selección de plantas y fracciones de plantas. Esto habría permitido la conformación de una dieta de calidad muy diferente a la que podría esperarse a través de análisis de plantas cortadas a mano. La diferencia en los aumentos de peso, en particular con los de primavera y verano, sería un argumento adicional en apoyo a esta hipótesis.

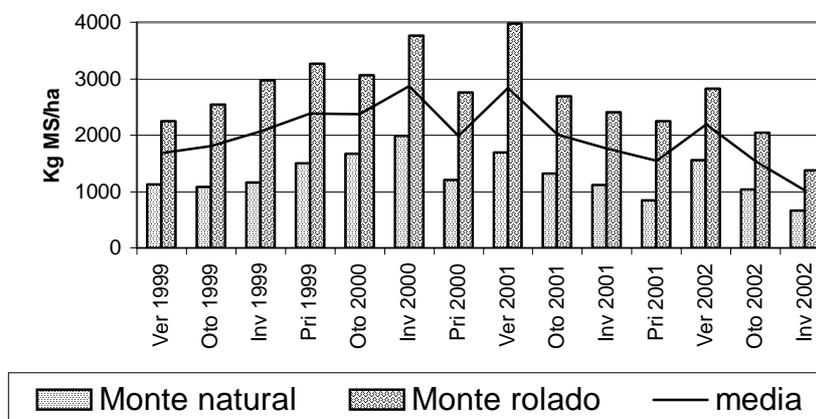


Figura 11. Forraje total disponible al momento de pastoreo, en cada parcela con 50% de monte rolado y 50% de monte natural en Chacharramendi, La Pampa. Adaptado de Pordomingo et al. (2004).

Estos resultados estarían sugiriendo la necesidad de la revisión del sistema de pastoreo implementado, en particular el período de descanso entre usos. Aunque muy probablemente los descansos prolongados son la razón de la baja sensibilidad de la oferta al momento de utilización o el año, la pérdida de calidad en el forraje acumulado durante un año o más puede convertirse en una limitante tan severa como la variabilidad en la oferta de materia seca en rotaciones con cortos períodos de descanso. El caso puede verse agravado en pastizales puros o con monte rolado en su totalidad, donde la masa arbustiva es notablemente reducida como oferente de una fuente proteica suplementaria. En circunstancias de calidad de la oferta similar a la relevada en el presente trabajo, la suplementación proteica sería necesaria si la carga animal no permitiera una alta selectividad (Pordomingo et. al, 2004).

INTERSIEMBRA DE PASTO LLORÓN CON ROLO CORTADOR EN FORTUNA, SAN LUIS

La principal actividad económica en la región del Caldenal es la cría extensiva de ganado bovino. La producción ganadera tiene como limitante la productividad de los pastizales, y como consecuencia, el ganado frecuentemente realiza pastoreos severos o destructivos (Covas y Glave, 1988). La degradación de los pastizales y los suelos en el Caldenal ha limitado la productividad primaria del área. La alta densidad de pajas y arbustos, la baja densidad de gramíneas palatables y la presencia de procesos de erosión, son algunos indicadores de la degradación del ambiente.

Para lograr una producción ganadera aceptable y sostenible en el tiempo, sin romper el equilibrio natural del ecosistema, es necesario desarrollar y aplicar técnicas de conservación de suelo haciendo un uso eficiente del agua edáfica, favorecer la resiembra de especies forrajeras nativas, e introducir nuevas forrajeras que permitan mejorar la calidad de los pastizales (Capellino et al., 1991).

El objetivo de este trabajo fue mejorar la condición del pastizal a través del control mecánico de leñosas e intersembrado de pasto llorón, sobre un pastizal degradado en el área del Caldenal.

En Octubre de 2001 se realizó el control de monte con rolo cortador e intersembrado simultánea de pasto llorón sobre un pastizal degradado, previamente quemado, en el sur de la provincia de San Luis. En la Tabla 6 se muestra la densidad de plantas de las principales especies del pastizal. La densidad media de pasto llorón en el tratamiento de intersembrado fue muy alta (50 plantas.m²). Estos resultados muestran una alta eficiencia en la siembra realizada con el rolo cortador, cuando se prepara adecuadamente el suelo con reducción previa de la cobertura del pastizal (quema inmediatamente anterior a la siembra). Otros aspectos de fundamental importancia fueron la densidad (1,8 kg.ha⁻¹) y calidad de la semilla incorporada, así como la época de siembra.

Tabla 6. Densidad (N° plantas.m⁻²) de las principales especies del estrato graminoso-herbáceo en Fortuna, San Luis. Adaptado de Vallejo y Adema (2002).

Sp.	PASTIZAL NATURAL			PASTIZAL INTERSEBRADO		
	Dic.	Jun.	Oct.	Dic.	Jun.	Oct.
Pasto llorón	0	0	0	51	52	47
Pasto plateado	10	8	7	8	11	9
Plumerito	1	3	2	0	0	2
Unquillo	3	4	2	2	3	3
Flechilla negra	2	5	3	2	4	2
Sp. Hoja ancha	18	16	19	15	10	12
Pajas	6	11	9	8	9	7
Total	40	47	42	86	89	82

Entre las principales especies forrajeras nativas de verano se encuentra el pasto plateado con más de 8 plantas. m^{-2} en el pastizal rolado y testigo. El plumerito aparece en menor proporción dentro del pastizal. Entre las forrajeras de invierno se encuentra el unquillo y la flechilla negra con una densidad media para ambas especies de 3 plantas. m^{-2} en el testigo y el rolado. Las especies herbáceas en ambos tratamientos, presentaron alta densidad. La densidad de pajas fue similar en los diferentes tratamientos en la primavera de 2002, con un valor promedio de 7 plantas. m^{-2} . Se espera, en los próximos años, disminuir la presencia de estas especies en el pastizal sembrado, a través de un manejo del pasto llorón que tienda a optimizar su desarrollo y en consecuencia genere una competencia efectiva sobre las pajas.

CONSIDERACIONES FINALES

Las tierras de pastizal, generalmente presentan limitada productividad debido a las escasas precipitaciones y suelos poco evolucionados. En estos ambientes, los arbustos compiten eficientemente con los pastos por el consumo de agua. El control de las leñosas favorece el almacenamiento de agua en el suelo y en consecuencia la producción de forraje así como el mejoramiento de la condición del pastizal.

El rolo cortador permite realizar un control selectivo del monte bajo, lo cual aumenta el área de pastoreo disponible sin dañar los árboles presentes en el sitio. Como resultado, aumenta la productividad respecto del monte sin intervenir.

La intersiembra de montes degradados mediante rolos con cajones de siembra, constituye una práctica promisoriosa que permite potenciar la receptividad ganadera, transformando ambientes degradados en sitios de alta productividad.

La reducción del dosel arbustivo y el aumento de los residuos sobre el suelo, contribuyen a incrementar la humedad

y favorecen el nacimiento e implantación de las especies nativas y/o incorporadas.

La descomposición del material más lábil de los residuos leñosos aumenta el contenido carbono orgánico en el horizonte superficial y probablemente mejore, a mediano plazo, la fertilidad fisicoquímica del suelo.

La duración efectiva de esta práctica está controlada por la interacción de las condiciones ambientales (clima, suelo, vegetación) y el manejo posterior a la aplicación de la misma. Estrategias de pastoreo, manejo de rodeo y tratamientos secundarios de control de monte con bajo costo, son prácticas complementarias que permiten prolongar la efectividad del rolado y en última instancia mejorar el beneficio económico sobre el costo de aplicación.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a las instituciones que financiaron y apoyaron la realización de estas experiencias. A la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam., a la Dirección de Recursos Naturales del Gobierno de La Pampa, a la Dirección Provincial de Vialidad de La Pampa y en particular, a la EEA Anguil del INTA.

Al Sr. Thompson por su invaluable contribución en la experiencia llevada a cabo en su establecimiento.

Agradezco a los colegas con los cuales desarrollamos diferentes etapas de labor y pudimos consolidar un excelente grupo de trabajo para alcanzar los resultados que compartimos con productores, alumnos y docentes universitarios, autoridades provinciales y profesionales del medio.

Mi expreso reconocimiento al personal de apoyo técnico, tanto del Laboratorio de Suelos (Raúl Brañas, Luis Cornejo, Carlos Cappello, Omar Gutierrez y Antonio Dominguez) como de campo (Adalberto Colotti, Roberto Gómez, Daniel Pérez, Raúl Olguín y Eduardo Calabaza) de la EEA Anguil del INTA, al personal del Campo Anexo del INTA Chacharramendi (Hugo Patiño y Nelly de Patiño) y a todos aquellos que en estos años de labor contribuyeron al logro de estos resultados.

Finalmente, agradezco a Osvaldo Tuya por su aporte en la traducción del resumen de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Adema, E. O. 2000. Erosión hídrica en dos suelos de pastizal bajo diferentes porcentajes de cobertura vegetal y mantillo en la región del Caldenal Pampeano. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. 100 p.
- Adema, E. O. 2004. Una preocupante degradación. Diario "La Arena". 28 de Abril de 2004. Pp: 9.
- Adema, E. O. y F. J. Babinec. 2002. Área accesible al pastoreo en un arbustal-pastizal rolado de Chacharramendi, La Pampa. Actas VIII Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales. Santa Rosa. La Pampa. Pág: 49-51.
- Adema, E. O., F. J. Babinec y N. Peinemann. 2001). Pérdida de nutrientes por erosión hídrica en dos suelos del Caldenal Pampeano. Ciencia del Suelo. 19 (2). 144-154.
- Adema, E. O., D. E. Buschiazzo, F. J. Babinec, T. E. Rucci and V. F. Gómez Hermida. 2004. Mechanical control of shrubs in the semiarid argentina and its effects on soil water content and grassland productivity. Agricultural Water Management. 68: 185-194.
- Archer, S., 1995. Tree-grass interactions in a *Prosopis*-thornscrub savanna parkland: reconstructing the past and predicting the future. Ecoscience. 2. 83-99.
- Bari, F., M. K. Wood, and L. Murray. 1993. Livestock grazing impacts on infiltration rates in a temperate range of Pakistan. J. Range Manage. 46: 367-372.
- Blackburn, W. H., T. L. Thurow, and C. A. Taylor Jr. 1986. Soil erosion on rangeland. In: Proc. Use of Cover, Soil and Weather Data in Range. Monitor. Symp. Soc. for Range Manage., Denver, CO. USA. p: 31-39.
- Cable, D. R. 1980. Seasonal patterns of soil water recharge and extraction on semidesert ranges. Jour. Range Manage. 33:9-15.
- Capellino, H., H Davico y H. Seculini. 1991. Siembra de pasturas en el desmonte. Experiencia con Gatton Panic.

- Segunda Jornada de producción Ganadera en zonas semiáridas. Jesús María, Córdoba.80-82.
- Casagrande G. A., M. E. Deana de Gómez y F. J. Babinec. 2003. Precipitaciones 1961-2003. Campo Anexo Chacharramendi. INTA. 4 p.
- Casas R. R., C. B. Irurtia y R. O. Michelena. 1978. Desmonte y habilitación de tierras para la producción agropecuaria en la República Argentina. CIRN, INTA Castelar. Public. N° 157. 114 p.
- Coleman, D. C., and D. A. Crossley Jr. 1996. Fundamentals of Soil Ecology. Academic Press, New York, USA.
- Covas, G. y A. E. Glave. 1988. Erosión. Provincia de La Pampa. *En*: El deterioro del ambiente en la Argentina. Fundación para la educación, la ciencia y la cultura. FECIC. p.109-114.
- Dwyer D. D., and H. C. De Garmo. 1970. Greenhouse productivity and water use efficiency of selected desert shrubs and grasses under four soil moisture levels. Agric. Exp. Sta. and State Univ., New Mexico. Bull. 570.
- Huss, D. L., A. E. Bernardón, D. L. Anderson y J. M. Brun. 1986. Principios de manejo de praderas naturales. INTA Bs. As., Argentina y FAO Santiago, Chile. 356 p.
- INTA, Prov. de La Pampa, UNLPam. 1980. Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de La Pampa. 493 p.
- Jacyszyn, B. y A. Pittaluga. 1977. Suelos del área de Chacharramendi, provincia de La Pampa. CIRN, Castelar. 42 p.
- Martín, M. J, F. J. Babinec y E. O. Adema. 2004. Efecto del rolado sobre propiedades químicas del suelo en el ecotono Caldenal -Monte Occidental. Libro de Resúmenes II Reunión Binacional de Ecología. Pág web: www3.cricyt.edu.ar/eco2004.
- Martin, S. C., and H. L. Morton. 1993. Mesquite control increases grass density and reduces soil loss in southern Arizona. *Jour. Range Manage.* 46: 170-175.

- Nazar Anchorena, J. B. 1988. Pastizales naturales de La Pampa. Manejo de los mismos. AACREA-Prov. de La Pampa. 112 p.
- Parton, W.J., D. S. Schimel, C. V. Cole, and D. S. Ojima. 1987. Analysis of factors controlling soil organic matter levels in a Great Plains Grasslands. Soil Sci. Soc. Am. Jour. 51: 1173- 1179.
- Pordomingo, A. J., E. O. Adema, A. B. Pordomingo y T. E. Rucci. 2004. Uso ganadero de montes rolados en la provincia de La Pampa. Investigación en producción animal 2002-2003. Boletín de divulgación técnica N° 79. EEA Anguil. 164-168.
- Reeves D. 1997. The role of soil organic matter in maintaing soil quality in continuous cropping system. Soil Till. Res. 43: 131-167.
- Roberto, Z. E., G. Casagrande y E. F. Viglizzo. 1994. Lluvias en la Pampa Central. Tendencias y variaciones. Centro Reg. La Pampa-San Luis, INTA. N° 12. 25 p.
- Roberto, Z., E. O. Adema y T. E. Rucci. 2005. Relevamiento fisonómico de la vegetación del Caldenal. Publ. técnica N° 60. Ed. INTA Anguil. 24 p.
- Ruan, H., L. R. Ahuja, T. R. Green, and J. G. Benjamin. 2001. Residue cover and surfase-sealing effects on infiltration: Numerical simulations for field applications. Soil Sci. Soc. Am. J. 65, 853-861.
- SAS Institute. 1988. SAS/STAT User's Guide, Version 6, 2nd. Edition. SAS Institute INC. Cary, NC, pp. 1088.
- Scifres, C. J. 1980. Brush management. Principies and practices for Texas and Southwest. College Station: Texas A&M University Press.
- Scifres, C. J., W. T. Hamilton, J. M. Inglis, and J. R. Conner. 1983. Development of integrated brush management systems (IBMS): Decision-makins processes. Brush Manage, Symp., Soc. Range. Manage. Albuquerque, N. M. 97-103.
- Sturges, D. L. 1993. Soil-water and vegetation dynamics through 20 years after big sagebrush control. J. Range Manage. 46: 161-169.

- Stuth, J. W. 1983. Benefits from grazing. Ranchers Roundup., Texas Agr. Ext. Ser. Pp. 143-153.
- Stuth, J. W., and C. J. Scifres. 1998. Integrando las estrategias del monte bajo y del manejo del pastoreo. Capítulo 6. Sistemas de Manejo Integrado del Monte Bajo para el Sur de Texas: Desarrollo e Implementación. I Encuentro Internacional de Especialistas, Producción Pastoril y Gerenciamiento de Empresas Ganaderas. UCA. 18 al 22 de mayo de 1998 . 9 p.
- Swift, M. J., O. W. Heal, and J. M. Anderson. 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Univ. of California Press, Berkeley an Los Angeles, California, USA.
- Thurrow, T. L. 1991. Hidrology and erosion. *In*: Grazing management an ecological perspective. Ed. By Radney K. Heitschmidt, and Jerry W. Stuth. Pp:141-159.
- Umazano A. M., E. O. Adema y S. B. Aimar. 2004. Tajamares: una tecnología alternativa para la zona árida-semiárida de La Pampa. Publ. Técnica N° 56. Ed. INTA Anguil. 52 p.
- Vallejo, F. A. y E. O. Adema. 2002. Control de monte e intersiembra de pasto llorón con rolo cortador en Fortuna, San Luis. Informe inédito. 15 p.
- Vallentine, J. F. 1980. Range development and improvements, 2nd ed. Provo, Utah: Brigham Young University Press.
- Welch, T. G., R. P. Smith, and G. A. Rasmussen. 1998. Tecnologías para el manejo del monte bajo. I Congreso Nacional Agroganadero de Zonas Semiáridas y Áridas. 109-118.