



# Implementación de Rolados

\_\_\_\_\_● aspectos generales:  
rolados selectivos de baja intensidad

Ing. Agr. Carlos Kunst PhD

# Implementación de Rolados aspectos generales rolados selectivos de baja intensidad

Ing. Agr. Carlos Kunst PhD

## 1. ¿Qué es el rolado?

El rolado es una práctica muy difundida en la región chaqueña y consiste en el tratamiento de la vegetación natural presente en un lugar con la herramienta denominada comúnmente 'rolo'. En general, el rolo es un tambor o cilindro de metal, de ancho superior a los 2 m y diámetro 1,2 - 1,5 m, hueco y que puede ser lastrado con agua, alcanzando así 3000 - 4000 kg. de peso (Fig. 1). El rolo es traccionado por tractores o topadoras de distinta potencia, y en versiones mas pequeñas, por caballos y/o mulas (Fig. 1)

El objetivo de este Capítulo es presentar algunas consideraciones generales sobre la práctica del rolado entre ellas definición, visión ecológica y su uso en el contexto chaqueño.

El rolado aplasta los estratos leñosos bajos y medianos (el 'fachinal') y deja en pie un cierto número de árboles y arbustos de distinta edad y tamaño, de acuerdo al deseo del operador (Fig. 2)

Para la ganadería de la región el rolado tiene dos objetivos claves:

- (a) facilitar el acceso y tránsito de personal y hacienda; y
- (b) incrementar la oferta de forraje.

El primer objetivo se logra a través del control de la vegetación leñosa por aplastamiento y corte (Fig. 2). Aunque no se poseen datos prácticos para afirmarlo, existe la noción de que a mayor 'tamaño' del rolo y de su

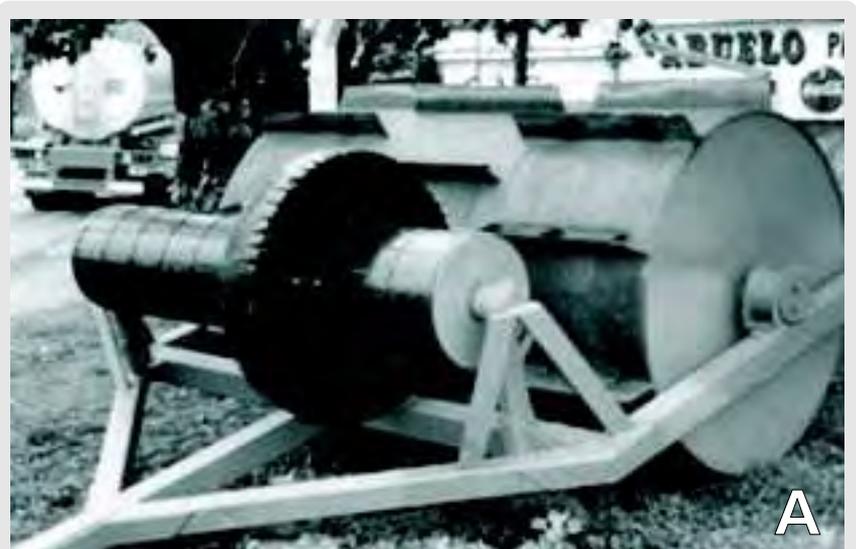


Figura 1. Distintos tipos de rolo (A) con sembradora (B) traccionado con topadora (C) traccionado a caballo, prototipo para pequeños productores

tracción, mayor el diámetro de troncos/ramas aplastadas y/o cortadas. El rolo produce cierta remoción de la capa superficial del suelo (Fig. 2)



Figura 2. Aspecto de un sector inmediatamente de aplicado el rolo. Se observan individuos leñosos

El segundo objetivo se obtiene mediante la activación del banco de semillas de especies nativas o a través de la siembra instantánea de especies subtropicales, tales como *Panicum maximum* cv gaton panic o *Panicum maximum* var *Trichoglume* (green panic) y *Cenchrus ciliaris*. El paisaje final es un parque compuesto por árboles y pasto (Fig. 3)



Figura 3. Dos paisajes de parque logrados mediante rolo. Región chaqueña occidental.

La limpieza manual de la vegetación arbustiva ('desbajero') genera el mismo tipo de parque. El rolo es muy rápido en el tiempo (proporción 6 a 1 con el desmonte total).

### 1.1 El rolo como disturbio

Desde el punto de vista ecológico, el rolo puede definirse como un disturbio o perturbación del ecosistema tratado, aplicado con fines agronómicos/ forestales. A nivel de una formación vegetal, un disturbio o perturbación se define como un evento discreto que perturba ecosistemas, comunidades, poblaciones y cambia la disponibilidad de recursos, sustratos y el ambiente físico. Es 'discreto' porque ocurre en un período de tiempo, tiene principio y fin; y está localizado en el espacio.

Otra manera de definir un disturbio es 'un evento que remueve biomasa'. En esa perspectiva, y al igual que el rolado, todas las fuentes de daño o mortalidad pueden considerarse también 'disturbio', tales como la herbivoría, extracción forestal, los ataques de insectos, irrupciones de patógenos, competencia entre plantas, tormentas, inundaciones, fuegos, etc.

Desde un punto de vista ecológico, un disturbio no es intrínsecamente 'malo' ni siempre produce 'daños': sólo produce cambios en las condiciones ambientales y en los individuos existentes, y por lo tanto puede favorecer y/o perjudicar al mismo tiempo organismos y ciclos de ecosistema. Así, es preferible referirse a 'efectos' del disturbio, y dejar para la interpretación posterior el porqué y para quien es positivo o negativo. Se debe tener en cuenta además que la evaluación del efecto de un disturbio es dependiente de la escala o nivel de percepción.

Como 'disturbio', el rolado puede caracterizarse por su intensidad ('fuerza' del agente o factor disturbante, 'dosis', Fig. 4) y por su severidad (efecto sobre los componentes del ecosistema: ej., suelo y vegetación)



Figura 4. Dos intensidades de rolado diferentes: alta, a la izquierda; y baja, a la derecha.

Los objetivos prácticos del disturbio rolado son, como ya se expresó, el aumento de la oferta de forraje y de la accesibilidad. La aplicación directa del concepto de intensidad es la repuesta a las siguientes preguntas:

*¿Cómo 'hago' el rolado?*

*¿Cuántas veces tengo que pasar y como debo pasar el rolo para lograr una buena pastura?*

*¿Cuánta cobertura de leñosas debo dejar? (O lo que lo es lo mismo: ¿cuánta biomasa actual debo remover?, ya que el rolado se paga por ha).*

La intensidad del rolado puede estimarse a través del peso y tamaño de la maquinaria empleada, el número de pasadas y la severidad de los cambios que se producen en los distintos componentes del ecosistema como resultado del rolado. Este aspecto tiene una importancia ecológica fundamental: La severidad está asociada a los efectos negativos y positivos del rolado sobre los ciclos de la naturaleza (ej. agua, nitrógeno) que son la base de la producción agropecuaria.



## 2. ¿Porque rolado?: el rolado en el contexto histórico de los ecosistemas chaqueños.

La región chaqueña argentina se caracteriza por la presencia de leñosas (árboles y arbustos). Las especies leñosas son nativas y expresan la alta calidad del ecosistema para producir biomasa vegetal (~fertilidad). En la actualidad, muchos campos y potreros de la región chaqueña se encuentran en gran proporción cubiertos por leñosas de hábito arbóreo y arbustivo ¿fue siempre así?

La vegetación original de la región chaqueña era un mosaico de bosques, arbustales y sabanas, no un manto homogéneo de leñosas. No solo los mapas antiguos así lo señalan, sino también viajeros, botánicos y fitogeógrafos que alcanzaron a conocer la región a principios del siglo XX (Figs. 5 y 6). Antaño, los disturbios naturales importantes eran el fuego, las inundaciones, las plagas, la caza efectuada por los pueblos originales, etc. Esos disturbios colaboraban para tener diversidad de paisajes, habitats y especies.

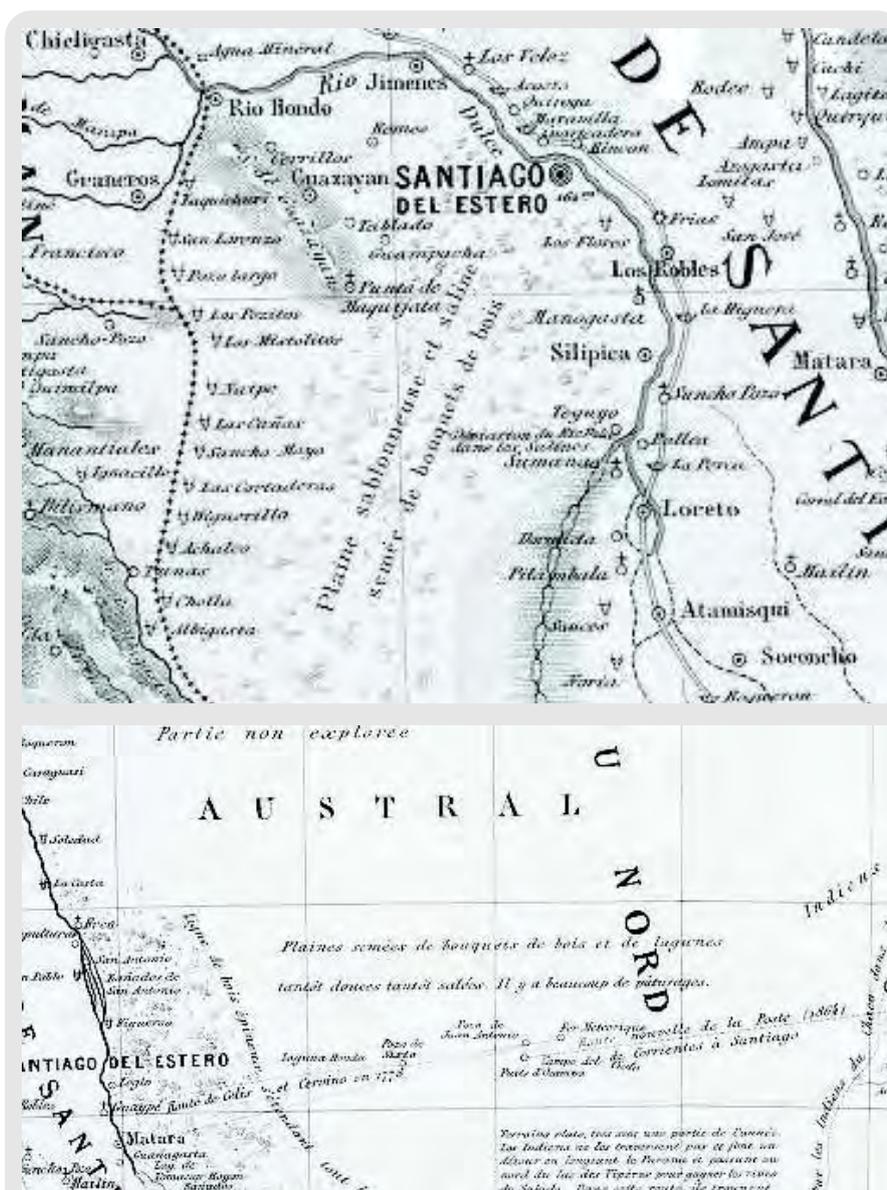
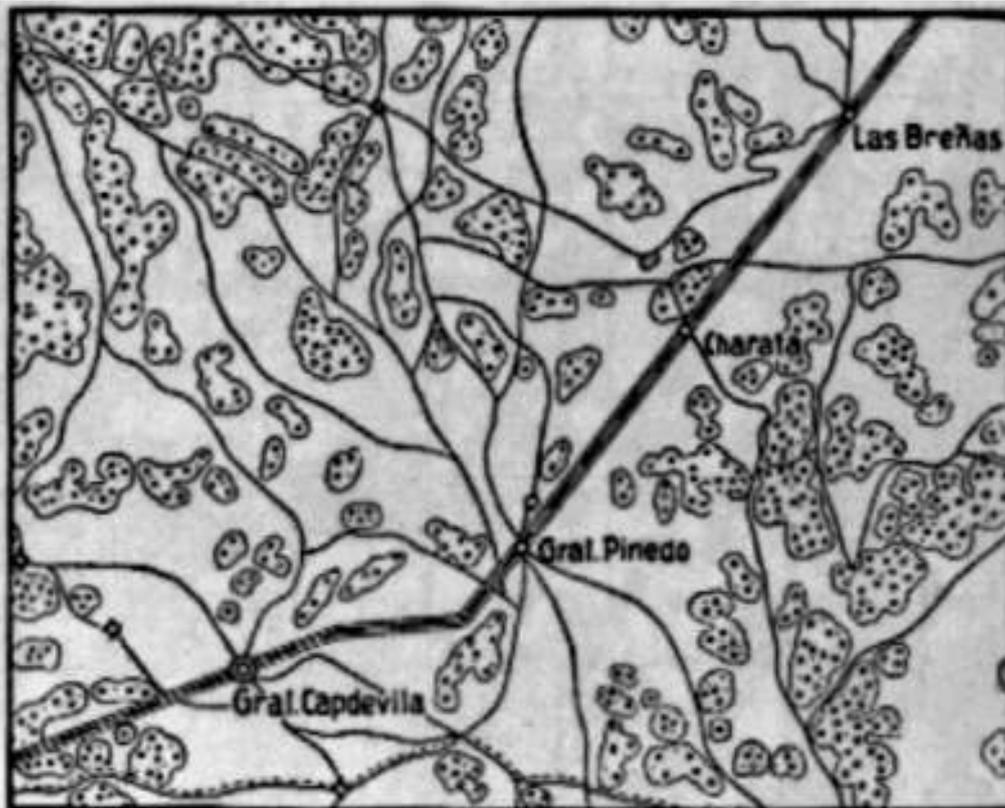


Figura 5. Vegetación de la Provincia de Santiago del Estero, de acuerdo a detalles de mapas de la Provincia de Santiago del Estero por Moussy (~ 1850)

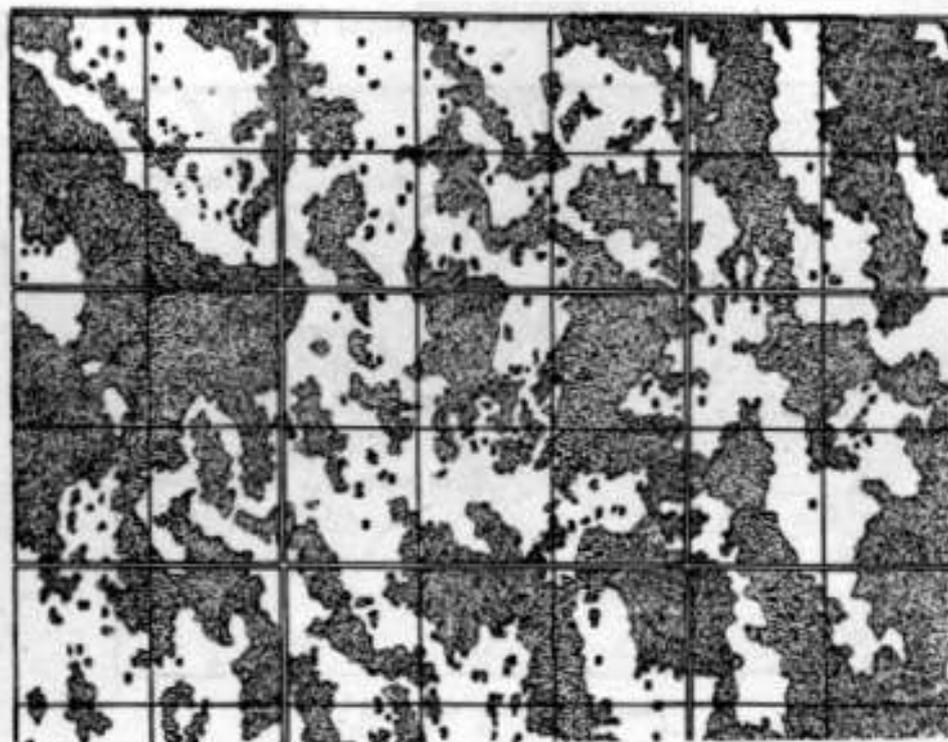
Desde la época de la conquista hasta fines del siglo XIX, la única actividad económica moderna con potencial de disturbio que se realizó en la región chaqueña era la ganadería (vacuna y caprina) extensiva.





0 5 10 15 20 25 km

Fig. 2. — Distribución de las « isletas » y de los « campos » en la región de la Colonia General Necochea (Chaco), según O. Schmieider



0 1 2 3 4 km

Fig. 3. — Distribución del bosque y de las obras en el SW de la Colonia General de Necochea (Chaco) según O. Schmieider

Figura 6. Esquemas de la vegetación del Chaco a gran escala. Según Schmieider, citado por Frenguelli, 1940

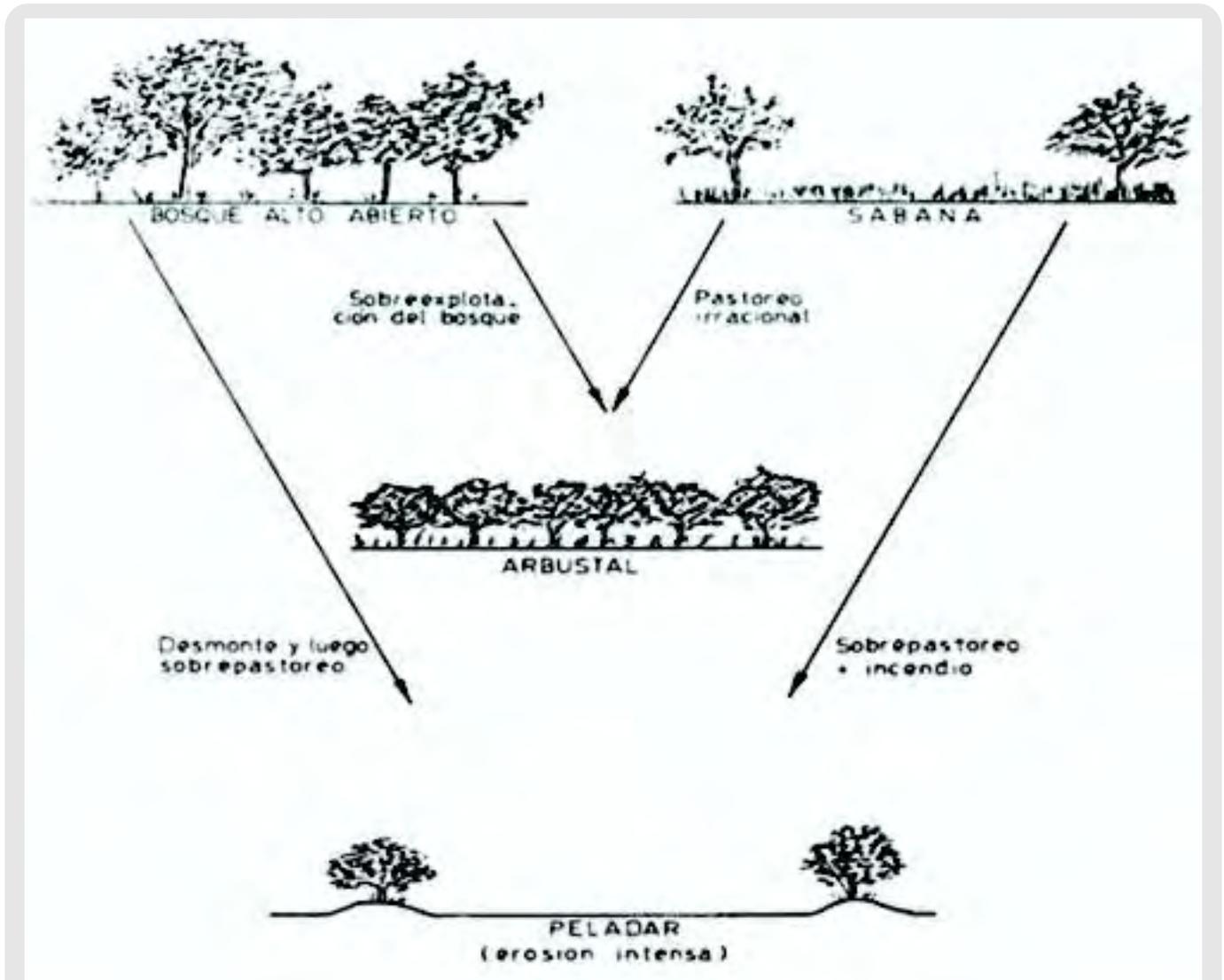


Figura 7. Vegetación de la región chaqueña y su dinámica frente a disturbios tales como la sobretala y el sobrepastoreo (Adámoli et al., 1972)

A partir de principios del siglo XX, la presión sobre la vegetación natural chaqueña aumenta a través de la actividad forestal y el aumento del pastoreo de animales domésticos debido a la expansión demográfica y económica del país. El advenimiento de los obrajes, estancias y puestos genera sobrepastoreo de vacunos, caprinos y equinos. La interacción de la sobretala, el sobrepastoreo y el clima variable tienen como consecuencia la 'lignificación' (predominio de leñosas) y homogeneización de los distintos tipos de vegetación y de paisajes (Fig. 7).

Entre 1940 - 1980 los campos de la región chaqueña sufren un proceso de abandono, ligado principalmente a la decadencia del obraje. A partir de 1970, los campos de la región chaqueña se revalorizan debido al potencial para la agricultura basada en especies de verano, que aprovechan las lluvias estivales, tales como soja, poroto, sorgo y algodón.

La disponibilidad de maquinaria de gran porte, subproducto de la 2da guerra mundial, empleada principalmente para la construcción de obra pública, permite la habilitación indiscriminada de grandes superficies de tierra (Fig. 8). La transpolación directa de conceptos y normas de manejo de maquinaria pesada para construcción de caminos, etc., ha sido uno de los grandes errores de la habilitación de tierras para agricultura y ganadería de la región.



Un exceso en la densidad y cobertura de leñosas puede ser perjudicial para la ganadería, una importante actividad de la región debido a los problemas de falta de luz y acceso. A pesar de ser a veces un problema, las leñosas chaqueñas representan una ventaja gracias a su valor como leña y madera, aporte de materia orgánica y sombra para cualquier actividad.

Debido al grado de dominancia actual de las leñosas, el disturbio o tratamiento mecánico (~rolado), con sus ventajas y desventajas, es el único posible para comenzar a realizar una integración ganadero-forestal. El tratamiento mecánico de esa vegetación 'natural' es necesario si el objetivo es realizar un manejo sustentable de los ecosistemas chaqueños. El propósito de esta publicación es revisar antecedentes para desarrollar así recomendaciones de aplicación y manejo de rolados.

## 2.1 Rolado y sitios de la región chaqueña

Como se expresó en un párrafo anterior, la comprensión y evaluación de los efectos de los disturbios están influenciados por el nivel de percepción o escala. Los ecosistemas y agroecosistemas chaqueños adonde se aplica el rolado no son homogéneos: hay una gran variabilidad de distancias menores a los 500 m, aunque exista cierta tendencia a la homogeneidad de la fisonomía de la vegetación debido al manejo anterior.

La escala o nivel de percepción y el límite son dos aspectos claves al tratar de delimitar ecosistemas. En toda la región chaqueña, no solo en la subregión occidental o semiárida, y en distancias de 1000-2000 m, los ecosistemas se extienden a lo largo de un gradiente generado por la pendiente por escasa que esta sea- y la consecuente escorrentía de agua de lluvia. Se generan así ecosistemas denominados técnicamente 'sitios', que se diferencian entre sí por el suelo y la comunidad vegetal que soportan. Los sitios de la región de la región chaqueña son esencialmente 3: el sitio alto, que posee una vegetación de bosque; el bajo, con una vegetación de sabana, y la media loma, que es una 'franja' ecotonal entre ambos sitios. Los suelos y la vegetación varían en función de los sitios (Fig. 9).

Todos los parámetros de interés agronómico y forestal resultantes (ej. presencia de especies forestales deseables, plantas de forrajeras por m<sup>2</sup>) del disturbio rolado están influenciados por esta variabilidad espacial. Para planificar la práctica del rolado, evaluar sus efectos, sus éxitos y fracasos en términos agronómicos y forestales se deben tener en cuenta los sitios al nivel de percepción correspondiente.



Figura 8. Promoción de maquinaria agrícola pesada (circa 1950)

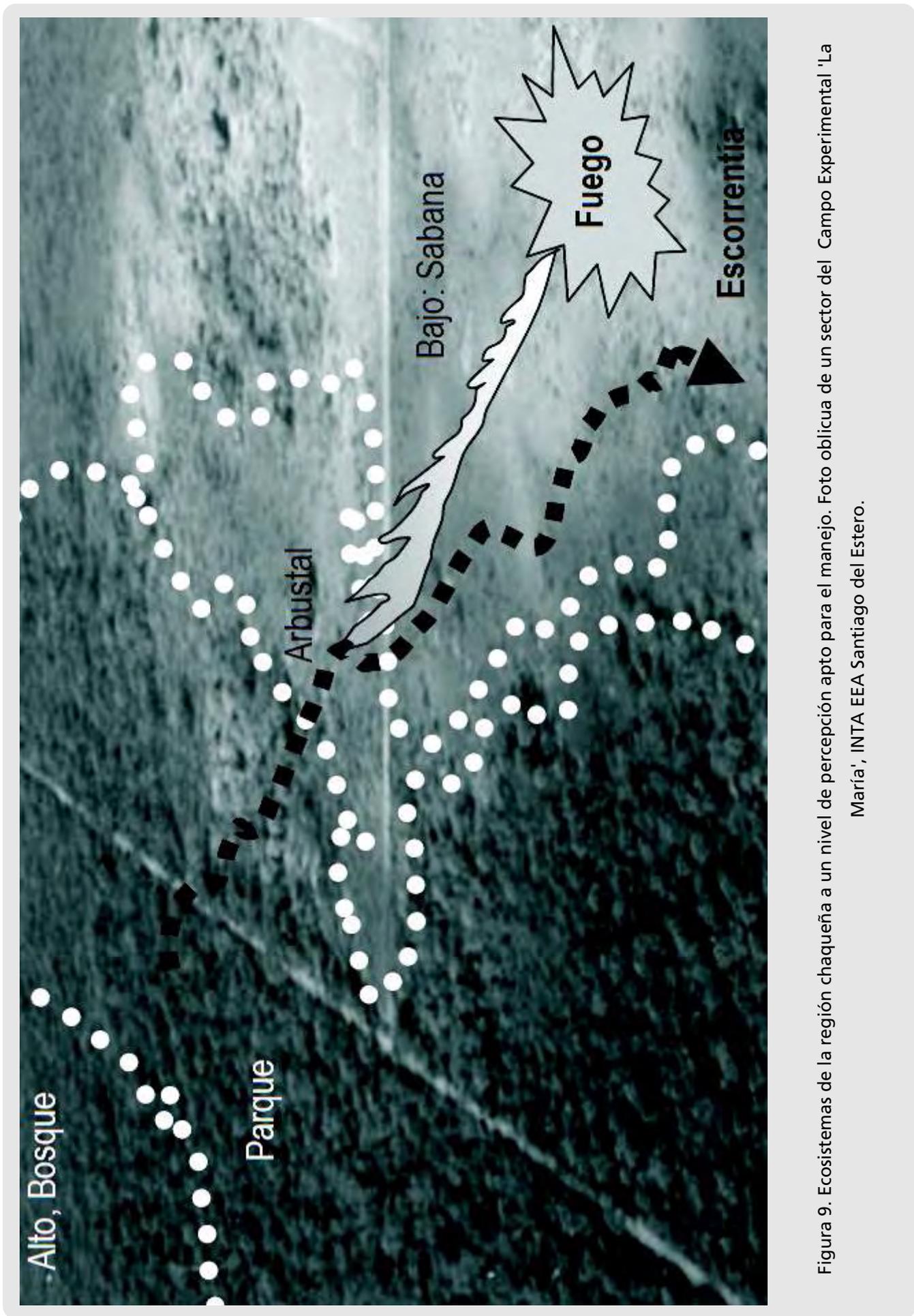


Figura 9. Ecosistemas de la región chaqueña a un nivel de percepción apto para el manejo. Foto oblicua de un sector del Campo Experimental 'La

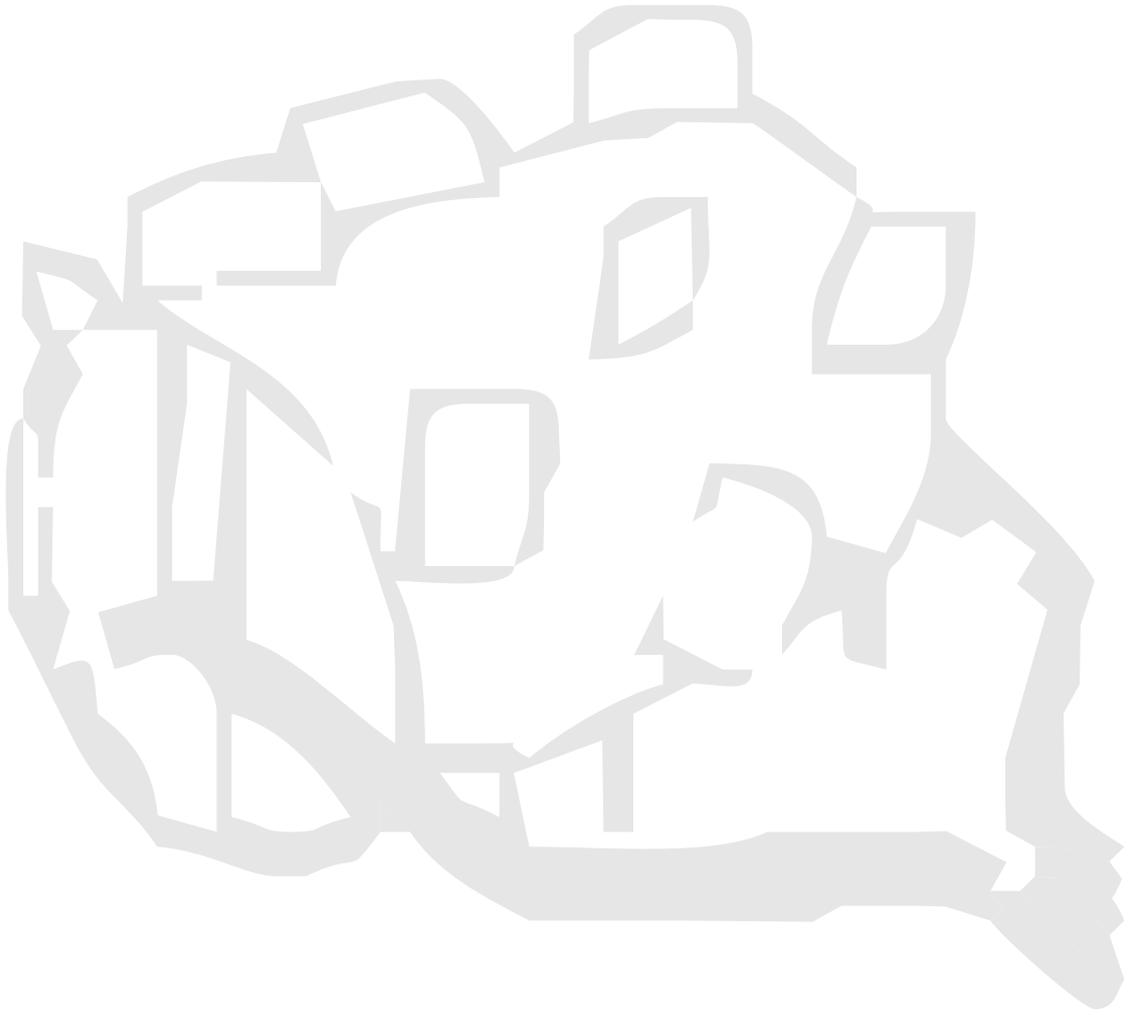
María', INTA EEA Santiago del Estero.



## Bibliografía consultada y citada

- Adámoli, J., Neumann, R., Colina, A., Morello, J. (1972) El Chaco aluvional salteño. INTA, Revista de Investigaciones Agropecuarias Serie 3, 9: 165-237.
- Adámoli, J., Sennhauser, E., Acebo, J., Rescia, A. (1990) Stress and disturbance: vegetation dynamics in the dry Chaco region of Argentina. *Journal of Biogeography* 17: 491-500.
- Bailey, R. (1996) *Ecosystem geography*. Springer-Verlag, Berlin.
- Blöschl, G., Sivapalan, M. (1995) Scale issues in hydrological modelling: a review. *Hydrological Processes* 9: 251-290.
- Boletta, P. E. (1988) Clima. Cap.1, pag. 7-21, In: Desmonte y habilitación de tierras en la Región Chaqueña semiárida. R. R. Casas, ed. Red de Cooperación Técnica en el uso de los Recursos Naturales en la Región Chaqueña Semiárida, FAO, Santiago, Chile.
- Bravo, S., Kunst, C., Giménez, A., Moglia, G. (2001) Fire regime of a *Elionorus muticus* Spreng. savanna, western Chaco region, Argentina. *International Journal of Wildland Fire* 10: 1-8.
- Bray, J., Curtis, J. (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27: 325-349.
- Briske, D., Fuhlendorf, S., Smeins, F. (2003) Vegetation dynamics on rangelands: a critique of the current paradigms. *Journal of Applied Ecology* 40: 601-614.
- Briske, D., Fuhlendorf, S., Smeins, F. (2005) State-and-transition models: thresholds, and rangeland health: a synthesis of ecological concepts and perspectives. *Rangeland Ecology and Management* 58: 1-10.
- Bucher, E. (1982) Chaco and Caatinga. South American arid savannas, woodlands and thickets. p. 48-79. In: B. Huntley and B. Walker (eds): *Ecology of tropical savannas*. Ecol. Studies Vol. 42. Springer Verlag, Berlín.
- Creque, J., Basset, S., West, N. (1999) Viewpoint: delineating ecological sites. *Journal of Range Management* 52: 546-549.
- Frenguelli, J. (1940) Rasgos principales de fitogeografía argentina. *Publicación periódica N°2*, Museo de La Plata, La Plata, Argentina.
- Gastó, J., Cosío, F., Panario, D. (1993) Clasificación de ecoregiones y determinación de sitio y condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Red de Pastizales Andinos, Santiago, Chile.
- Gastó, J., Silva, F., Cosío, F. (1990) Sistemas de clasificación de pastizales de Sudamérica. *Sistemas en Agricultura* 9: 1-92.
- Ja<sup>o</sup>, K., Jones, C., Pickett, S. (1998) The self-identity of ecological units. *Oikos* 82: 253-264.
- Kunst, C., Bravo, S., Moscovich, F., Herrera, J., Godoy, J., Vélez, S. (2003) Fecha de aplicación de fuego y diversidad de herbáceas en una sabana de *Elionorus muticus* (Spreng). O. Kuntze. *Revista Chilena de Historia Natural* 76: 105-115.
- Kunst, C., Dalla Tea, F., Pérez, H., Renolfi, R. (1987) Vegetación natural y oferta de biomasa herbácea del sitio "Valle fluvial actual del Río Dulce", región chaqueña occidental, Sgo del Estero. *Revista Argentina de Producción Animal* 7: 163-179.
- Lopez de Casenave, J., Pelotto, J., Protomastro, J. (1995) Edge-interior differences in vegetation structure and composition in a Chaco semi-arid forest, Argentina. *Forest Ecology and Management* 72: 61-69.
- Ludwig, J., Tongway, D., Eager, R., Williams, R., Cook, G. (1999) Fine-scale vegetation patches decline in size and cover with increasing rainfall in Australian savannas. *Landscape Ecology* 14: 557-566.
- Ludwig, J., Tongway, D. (1995) Spatial organisation of landscapes and its function in semiarid woodlands, Australia. *Landscape Ecology* 10: 51-63.
- Mauchamp, A., Rambal S., Lepart, J. (1994) Simulating the dynamics of a vegetation mosaic. *Ecological Modelling* 71: 107-130.
- McNab, W. Henry. (1993) A topographic index to quantify the effect of mesoscale landform on site productivity. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 1100-1107.
- McNab, W. Henry. (1993) A topographic index to quantify the effect of mesoscale
- Morello J., Adámoli, J. (1974) Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. 2da. parte: Vegetación y ambientes de la Pcia. del Chaco. INTA Serie fitogeográfica No 13, Buenos Aires.
- Morello, J. (1968) Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. INTA Serie fitogeográfica No 10, Buenos Aires.
- Morello, J., Saravia Toledo, C. (1959) El bosque chaqueño I y II. *Rev. Agronómica del Noroeste Argentino* 3: 5-81/209-258.
- Moussy, M. de. (1873) *Description géographique et statistique de la Confederation Argentine*. 2<sup>o</sup>me edition, Atlas. Paris Librairie de Firmin, Didot Freres.
- Peña Zubiarte, C., Salazar, J., Scoppa, C., Musto, J. (1978) Carta de suelos de los Departamentos Belgrano y General Taboada, Santiago del Estero. INTA, Buenos Aires.
- Pieper, R., Beck, R. (1990). Range condition analysis: modifications to meet multiple use objectives. *Journal of Range Management* 43: 550-552.
- Popolizio, E. (1983) Importancia de la cartografía geomorfológica en la hidrología de llanura. Comité Permanente de los Congresos Nacionales del Agua. *Memorias XI Congreso Nacional del Agua*, Tomo 2, Aguas Superficiales 417-445.
- Pyke, D., Herrick, J., Shaver, P., Pellant, M. (2002) Rangeland health attributes and indicators for qualitative assessment. *Journal of Range Management* 55: 584-597.
- Ragonese, A. (1951) La vegetación de las Salinas Grandes. *Revista de Investigaciones Agrícolas* 5: 3-232. INTA, Buenos Aires.
- Rowe, J. S. (1991) Forests and ecosystems: implications for their regionalization and classification. In: D. Mengel and D. Thompson Tew: 'Ecological land classification: applications to identify the productive potential of southern forests'. *Symp. Proc. USDA Forest Service Southeastern E<sup>o</sup>p. Sta.*, GTR SE-68.
- Sarmiento, G. (1963) Las comunidades vegetales del Chaco semiárido santiagueño. Tesis. Facultad de Ciencias E<sup>o</sup>ctas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Teague, W., Smit, G. (1992) Relations between woody and herbaceous components and the effects of bush clearing in southern African savannas. *Journal of the Grassland Society of Southern Africa*. 9: 60-71.
- Tothill, J., Hargreaves, J., Jones, R. (1978) BOTANAL. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. I. Field sampling. CSIRO, Australian Div. Trop. Crops and Pastures. Brisbane, Queensland, Trop. Agron. Tech Mem. 8.
- Walker, B. (1993) Rangeland ecology: understanding and managing change. *Ambio* 22: 80-87.
- Zuccardi, R., Fadda, G. (1971). Los suelos del área de Guasayán, Santiago del Estero. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 9: 273-305





# Implementación de Rolados

## —● caracterización de rolos

**Ing. Agr. Carlos A. Oneto, MSc.**

# Implementación de Rolados caracterización de rolos

Ing. Agr. Carlos A. Oneto, MSc.

## Generalidades sobre rolos

El rolo resulta una máquina con la conformación física de un cilindro que gira acostado sobre el suelo, traccionado desde los extremos de su eje longitudinal, equipado en su periferia con cuchillas de disposición radial, resultando un equipo de no alto costo, extremadamente simple en su construcción, utilización, principios de diseño y de trabajo, resultando centrado el mismo en el abatimiento y eventual trozado de vegetación arbustiva y arbórea de diámetros limitados. El abatimiento se logra con el rodar de la superficie del rolo y eventualmente con el avance de la parte frontal del tractor. El trozado se logra con las cuchillas, sobre la vegetación ya abatida (Fig. 1 y 2)



Figura 1: Vista frontal de un rolo



Figura 2: Vista lateral de un rolo

La masa del rolo en su rodar, resulta el principio por el cual se logra el abatimiento y trozado de la vegetación. A mayores tamaños de rolo (mayores masas y radios) pueden enfrentarse mayores densidades de vegetación y algo mayores diámetros de arbustos/árboles por abatir y trozar.

En mayor descripción orgánica, el rolo se muestra como un cilindro de radio y altura (longitud) variable con su interior hueco a efectos de permitir la posibilidad de diferentes pesos de lastrado con agua, arena, etc. Sus cuchillas radiales poseen longitud, altura, número y disposición variables. Las mismas se hallan soldadas en ángulo de 90 grados sobre una tangente al cilindro en su punto de inserción, resultando en una disposición radial. Las cuchillas poseen filo y deben contar con refuerzos traseros que eviten su desprendimiento de la superficie del rolo.

El tiro del rolo se realiza por medio de su armazón en bastidor, sujetando al rolo desde su centro de giro por el eje allí ubicado, proyectándose dicho bastidor hacia delante para su unión a la barra de tiro de un tractor.

Existen rolos de diferentes tamaños (radio y altura de cilindro), pesos, capacidades de lastrado, tamaño de cuchillas, su distribución, y la cantidad de las mismas, tanto para tracción animal como mecánica, posibilitando el enfrentamiento de diferentes densidades y diámetros de vegetación. Otros tipos de rolos diferentes y citados al final permiten un trabajo de remoción del suelo, o son usados en labranzas y siembras.

El sustrato de trabajo de un rolo resulta ser la vegetación arbustiva y arbórea limitada en

diámetro hasta aproximadamente unos 12 cm para los rolos mas grandes y pesados. Dicha sustrato vegetativo resulta en general de renovales de anteriores desmontes o de montes de baja densidad. Puede también añadirse como sustrato de acción del rolo a una parte de la capa arable del suelo al que en ciertos casos logra disturbar con sus cuchillas. Sobre el mencionado sustrato arbustivo-arbóreo se busca su abatimiento y trozado. En el caso del suelo puede ser deseable en algunos casos una remoción o poceado mínimo, adecuado a una posible interseembra forrajera.

Puede ser aprovechada la mencionada remoción de suelo efectuada por las cuchillas del rolo, para adosarle una sembradora elemental de especies forrajeras cuando el sitio a rolar lo permita y resulte indicado, y cuando la densidad de vegetación permita a las cuchillas trabajar aunque sea levemente sobre el suelo (Figura 3)



Figura 3: Rolo con cajón sembrador para interseembra

Si bien para el tiro del rolo resulta indicada la tracción con orugas debido a que no existe el daño que se suele infligir a los tractores engomados neumáticos, suelen utilizarse tractores engomados pero con protección. La protección de cubiertas posee dos puntos específicos a resguardar: la banda de rodamiento, y especialmente los hombros o laterales de la cubierta, siendo esto último lo mas importante. Se han diseñado bandas imitación de oruga para cubrir la banda de rodamiento, pero al ser la protección del hombro de las cubiertas la mas importante y descuidada, ésta protección sólo puede lograrse con mallas de cadenas usadas en tractores industriales, o bien con sobrecubiertas recortadas de mayores medidas que las que calce el tractor siempre que pueda evitarse el patinamiento entre ambas.

#### Principios de trabajo y diseño en rolos

El principio de acción de un rolo reside en la generación de energía cinética de rotación y de traslado para el abatimiento y posterior trozado de una masa arbustiva/arbórea resistente.

$$[ ECR ] = [ E(t) + E(r) ] = [ 1/2 m v^2 + 1/2 m r^2 \omega ]$$

(fórmula 1)

donde:

**ECR:** Energía cinética del rolo

**E(t):** Energía cinética de traslación.

**E(r):** Energía cinética de rotación.

**m:** masa del rolo.

**v:** velocidad de avance del rolo.

**r:** radio del rolo.

**$\omega$ :** velocidad angular del rolo.

### 1)- Velocidad de avance:

- La velocidad de avance del rolo.
- La velocidad angular del rolo o velocidad de giro, derivada de su velocidad de avance.
- La velocidad tangencial del rolo en su periferia, dependiente de su radio.

### 2)- Conformación:

- El radio del rolo.
- El peso o masa del rolo resultante de su radio y de su lastrado.

Asimismo, y también derivado de fórmula 1, inciden en el trabajo y eficiencia del rolo:

### 3)- Cuchillas:

- La altura de las cuchillas de corte.
- La distancia entre una cuchilla y la siguiente, a una misma altura del cilindro.
- Los metros lineales totales de cuchillas sobre el rolo, o metros totales de cuchillas en relación a la superficie del rolo.
- La discontinuidad de las cuchillas, o disposición alternada a diferentes alturas del cilindro.
- El ángulo de ataque de las cuchillas (ver figura 4).
- El ángulo correspondiente al filo de las cuchillas

## Consideraciones sobre los principios mencionados

La resistencia al avance del rolo se opone al tiro del tractor, haciendo variar el esfuerzo de tiro. La posibilidad de desarrollar y solventar los necesarios esfuerzos de tiro, otorgará la adecuada energía cinética al rolo.

La resistencia al avance que sufre un rolo trozador durante su trabajo, sin considerar al tractor, se manifiesta con tres componentes que se oponen como resistencia, a la energía cinética lograda durante el rodar del rolo.

#### 1)- Resistencia durante el abatimiento de la vegetación.

La resistencia variará principalmente en acuerdo a:

- La densidad de la masa vegetativa y,
- Su estado de humedad (verde, menor resistencia y seca, mayor).
- La preponderancia de árboles o fustes, respecto de la de arbustos.
- El logro de un preabatimiento parcial de la vegetación por parte del frente del tractor.

#### 2)- Resistencia durante el trozado de la vegetación.

La resistencia variará principalmente en acuerdo a:

- La densidad de masa vegetativa total y,
- Su estado de humedad (verde mas resistente y seco menos resistente).
- El peso específico o dureza del material vegetal.
- El diámetro medio del material por trozar.

#### 3)- Resistencia en acuerdo al índice de cono del suelo.

La resistencia variará aquí de diferente forma:

- Suelo mas denso/duro no permite hundirse al material a trozar, resultando en un más adecuado trozado y en una proporción mas alta de trozado, pero generándose una mayor resistencia al logro de la energía cinética necesaria para el actuar del rolo. El índice de cono se expresa en kilopascales o en  $\text{kg/cm}^2$  y resulta ser la presión necesaria para introducir un cono estandarizado a una velocidad ídem, en una determinada profundidad de suelo, indicándose por la presión necesaria de penetración, el grado de compactación de dicho suelo.



De la energía cinética lograda durante el rodar del rolo al ser traccionado, dependerá su acción deseada sobre su sustrato de trabajo. Reducciones de velocidad durante el trabajo, implican reducciones de la energía cinética necesaria para el rolo y su acción de trozado.

A la energía cinética lograda durante el rodar de la masa del rolo se oponen la resistencia del diámetro medio arbóreo y de la densidad de vegetación. Esto es: a mayor resistencia durante el abatimiento y trozado (siempre que implique una reducción momentánea o prolongada de la velocidad de avance), se logrará una menor energía cinética en el rolo. Las reducciones de velocidad momentáneas por resistencia de la masa vegetativa durante el trabajo del rolo, se deben usualmente a una falta de potencia en la barra de tiro del tractor, a la falta de lastre adecuado del tractor que provoca su patinamiento, o a un exceso puntual de densidad de vegetación.

Un mayor radio de rolo se halla en relación directa con su capacidad de abatimiento y especialmente su capacidad de trozado en función de su mayor masa o peso derivados. Así, el radio del cilindro se relaciona con el volumen y el peso final del rolo en forma directa, sin importar el largo del cilindro (ancho de labor). De ello puede desprenderse que comparativamente y en situaciones de trabajo pesado, ante menores radios de un rolo, sólo puede manifestarse un adecuado trabajo eficiente del mismo, con el añadido de grandes lastres.

La capacidad de abatimiento y especialmente la capacidad de trozado de un rolo, aumentan con su radio y masa o peso derivados. El lastrado del rolo determina su eficiencia de trabajo. Sin embargo, un lastrado excesivo, frente a masas vegetativas poco resistentes al abatimiento y al corte, afectará algo al tiro del tractor, y con ello al consumo de combustible. Ello podrá solucionarse en esos casos de bajas densidades vegetativas y altos lastres, con un aumento de la velocidad de avance, con el quitado parcial de lastre, o con la elección de un rolo mas pequeño en radio.

Una mayor masa en un rolo, ayuda a través de su inercia al mantenimiento de la energía cinética del rolo durante el vencimiento de la resistencia de la vegetación, pero también debe considerarse que el peso añadido como lastre dentro del rolo, afecta negativamente a la recuperación de los picos de esfuerzo de tiro que se manifiestan durante el trabajo del rolo.

Una mayor masa en un rolo ayuda asimismo positivamente a la fuerza ejercida por las cuchillas sobre el material a trozar, siendo las características de diámetros medios arbóreos y densidades de vegetación las que indiquen el lastrado completo, parcial, o nulo del rolo en función de su eficiencia de trabajo sobre la vegetación, durante el tiro con tractor.

La eficiencia del trozado depende del grado de compactación del suelo. En suelos sueltos, el hundimiento del material vegetal reduce el efecto de la fuerza ejercida por las cuchillas del rolo.

La presencia de cierto ángulo de ataque positivo de las cuchillas (figura 4) incide negativamente sobre el peso instantáneo aplicado sobre la masa vegetativa a trozar. Sin embargo, dicho ángulo de ataque (adelantamiento angular de las cuchillas en el sentido de giro del rolo) favorece levemente al esfuerzo de tiro del rolo. Esto es: las cuchillas no deben subir totalmente sobre el material para comenzar el trozado, reduciendo en algo el esfuerzo de tiro.

Un filo de menor angulación (figura 5) favorece el trozado del material, con leve reducción de las variaciones o picos instantáneos en el esfuerzo de tiro. Un buen filo de las cuchillas y con menor ángulo del mismo, otorgan un efecto parecido a lo citado en párrafo anterior, reduciendo también algo al esfuerzo de tiro.



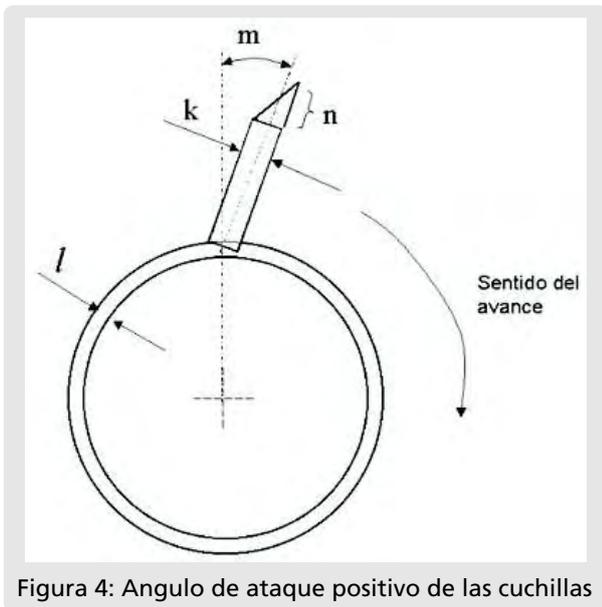


Figura 4: Ángulo de ataque positivo de las cuchillas

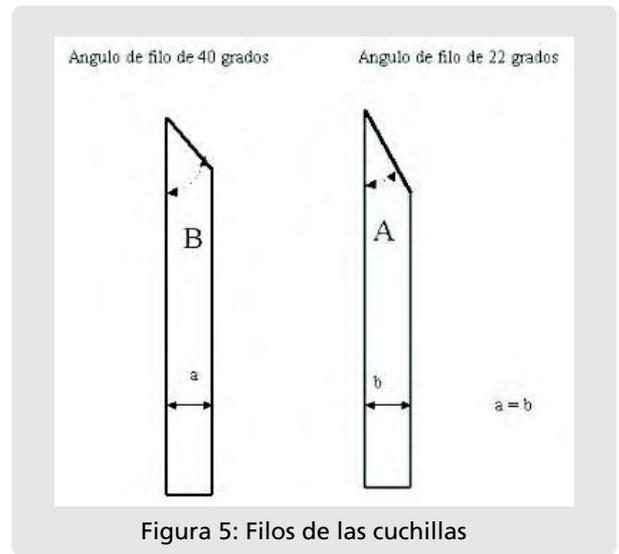


Figura 5: Filos de las cuchillas

La altura de las láminas de corte (cuchillas) incide positivamente y en forma directa sobre la fuerza aplicada en el trozado, pero incide negativamente aumentando el esfuerzo de tiro requerido. La mayor altura de las cuchillas provoca un mayor esfuerzo para mantener la energía cinética en el avance del rolo, pero contribuye directamente a una mayor fuerza instantánea ejercida sobre el material a trozar.

El caso de distribución física de las cuchillas en forma continua o de base a base sobre el cilindro como imitando a un rolo "faca", incide favorablemente en la fuerza aplicable al trozado. Por el contrario, las cuchillas discontinuas y repartidas inciden favorablemente en favorecer la capacidad de trozado por concentrar el peso del rolo en una menor longitud de cuchilla. Sólo en los rolos tipo "faca" (figura 8) se utilizan cuchillas de base a base del cilindro, ya que se busca "encamar" rastrojos o malezas, trozándolos en tamaños constantes de iguales y cortas longitudes, a efectos de favorecer y permitir el posterior sembrado con sembradoras de siembra directa.

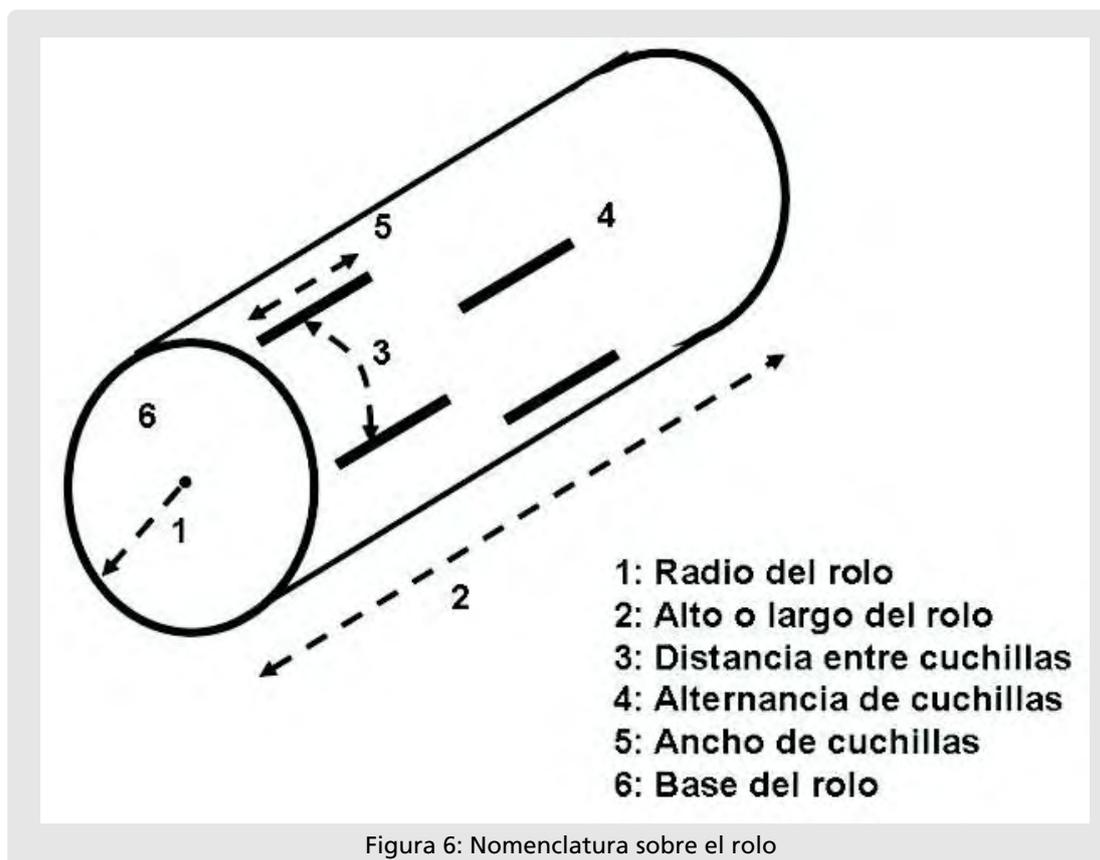


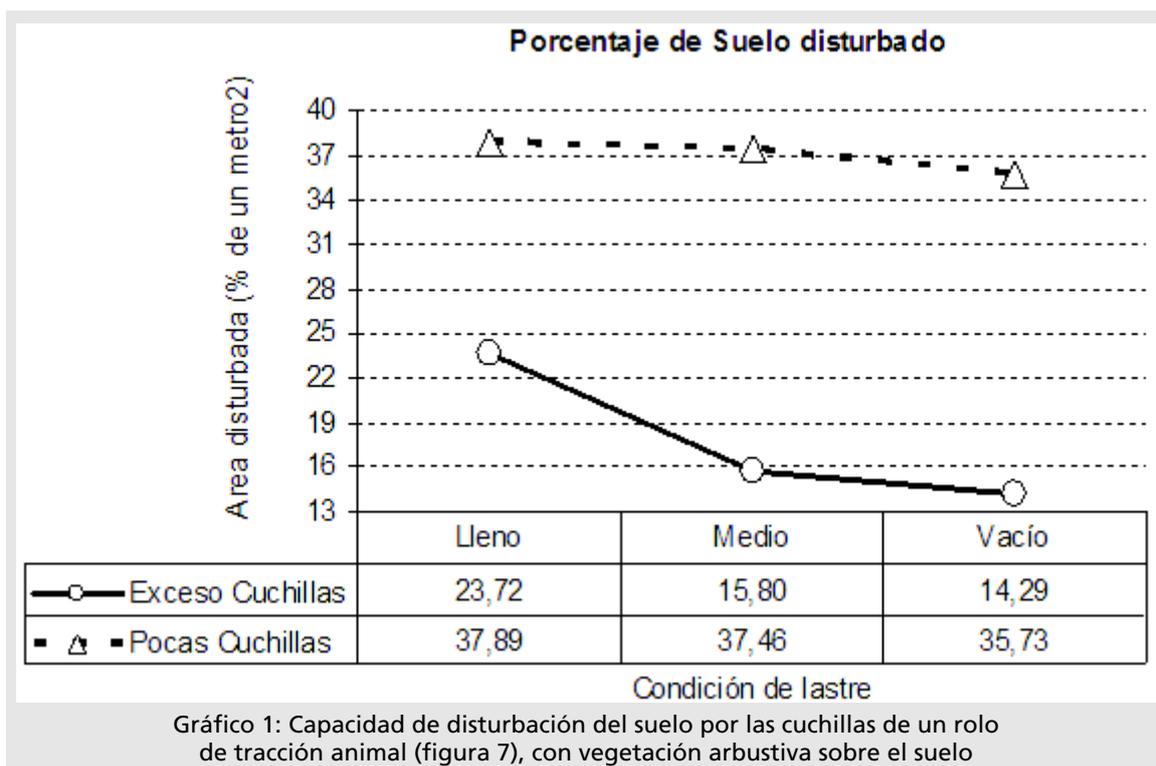
Figura 6: Nomenclatura sobre el rolo

Excesivos metros lineales de cuchillas sobre el rolo (extensión métrica total en relación a la superficie del cilindro) reducen el esfuerzo de tiro, pero también disminuyen la fuerza ejercida por las cuchillas sobre la masa vegetal a trozar, desde el momento que el peso del rolo llega a repartirse entre mas de una línea de cuchillas quitando efectividad a la capacidad de trozado individual de cada cuchilla.

Un exceso de láminas o cuchillas (cantidad de las mismas y metros lineales totales) si bien disminuye la capacidad de trozado, no disminuye el abatimiento. Una mayor distancia entre dos cuchillas consecutivas (figura 6) sobre el perímetro correspondiente.

La mayor velocidad de avance se manifiesta en una mayor eficiencia del rolo (fórmula 1), pero el exceso de velocidad de avance (mayor a 11 km/h), si bien pocas veces factible, debe examinarse y evaluarse en algunos casos, debido a que podría manifestarse un leve flotar del rolo por sobre la masa de vegetación.

Durante el trabajo de rolos sobre un suelo con poca masa arbustiva, se observó que (Kunst et al. - 2002), ante una gran cantidad de cuchillas (metros lineales totales) y su mala distribución física sobre el cilindro, existe una relación inversa o negativa con respecto al porcentaje de suelo disturbado para una posible interseembra con el rolo (gráfico 1). Ello se debió a que el exceso de metros lineales de cuchillas provoca poco peso de cada una de ellas sobre la masa vegetativa, pasando las cuchillas sobre la vegetación sin llegar a un trozado completo de la misma y sin alcanzar así el suelo.



### Consideraciones sobre el esfuerzo de tiro en un rolo

El esfuerzo de tiro de un rolo se halla afectado positiva o negativamente en acuerdo a los siguientes puntos:

Variación del esfuerzo de tiro: El tiro de un rolo trozador no posee características constantes, sino que varía en función de la variación resistente de la masa vegetativa, registrándose picos de esfuerzo de tiro debidos a los golpes de resistencia provocados por su trabajo específico sobre una vegetación no homogénea.



El peso del rolo: No son de relevancia las implicaciones de capacidad de tiro de una masa rodante. Sí resultan de importancia los necesarios retomes de velocidad de avance frente a la resistencia variable en el abatimiento y trozado de la vegetación, siendo allí donde el exceso de peso puede jugar en contra del tiro, cuando la inercia del rolo es vencida. El retome de inercia de la masa rodante es la que provoca el pico de esfuerzo.

La velocidad de avance elegida: A mayor velocidad de avance, mayor esfuerzo, por simple relación de fórmula de la física (Potencia en la barra de tiro = Fuerza durante el tiro \* Velocidad desarrollada)

La resistencia general de la masa vegetativa al abatimiento: Según sea a) la densidad vegetativa, b) el diámetro medio del material de troncos vegetal, y c) su estado seco/húmedo: a mayor resistencia de la masa vegetativa, mayor será el esfuerzo de tiro.

La altura de las cuchillas de corte: A mayor altura, mayor esfuerzo de tiro, pero asimismo mayor factibilidad, facilidad y logro en el trozado, por mayor y mejor fuerza ejercida por cada cuchilla sobre el material.

La cantidad de cuchillas: Excesos de cuchillas o excesos de metros lineales totales de cuchillas, quitan peso al momento del corte por repartirse el peso del rolo sobre esa mayor cantidad de metros de filo. Demasiada cantidad de cuchillas provocan así un menor esfuerzo de tiro, a costa de un peor trozado.

La separación entre cuchillas sobre una misma altura del cilindro (figura 6):. A mayor separación, mayor esfuerzo de tiro, pero mayor capacidad de trozado, con la misma explicación que para el número de cuchillas antes mencionado.

El largo, alto, o ancho de labor del rolo (figura 6): A mayor ancho de labor, mayor esfuerzo de tiro por mayor frente de resistencia al abatimiento y trozado.

El índice de cono del suelo que determina el esfuerzo de rodadura del tractor: Bajos índices de cono (suelos mas sueltos) aumentarán la rodadura del tractor (cuando sus ruedas se desplacen sobre suelo la mayor parte del tiempo de trabajo), requiriendo potencia del motor para esa vencer dicha rodadura, potencia que deja de estar disponible para el tiro del rolo. *El efecto de rodadura puede explicarse como una suba constante de una pendiente por parte del tractor algo hundido en suelo suelto, pendiente que resultará mayor a mayor hundimiento del tractor debido al suelo suelto.*

El ángulo de ataque de las cuchillas: El efecto logrado al disponer las cuchillas un ángulo de ataque positivo menor a los clásicos 90 grados, equivale a una reducción de altura de las cuchillas, y con ello una pequeña disminución en el esfuerzo de tiro, lograda con una pequeña rebaja en la efectividad del trabajo de trozado.

El filo de las cuchillas: El mantenimiento de un buen filo y una elección de baja angulación del mismo (figura 5) provoca algo de mejora en el esfuerzo de tiro, al evitar una "subida" completa de la cuchilla y el rolo sobre el material, al momento del inicio de un trozado.

Disposición frontal en el tractor: Si bien para el esfuerzo del tractor, la masa resistente vegetativa es la misma tanto si la enfrenta sólo el rolo como el tractor y el rolo a la vez, se logra un mejor trabajo de trozado del rolo con el preabatimiento logrado por el frente del tractor. A su vez, el preabatimiento del frente del tractor podrá disminuir en algo los golpes o tirones del rolo, con lo que podría llegar a lograrse un pequeño efecto positivo de disminución del esfuerzo de tiro del tractor. El uso de rolos en tándem con ancho de labor por fuera del frente del tractor, no logra aprovechar el preabatimiento de vegetación por el tractor.



Tabla 1: Requerimientos aproximados en el tiro mecánico de rolo de figuras 1 y 2

POTENCIA REQUERIDA	CANTIDAD DE ROLOS EN TÁNDEM	ANCHO LABOR	CANTIDAD CUCHILLAS	PESO EN kg SIN LASTRE	PESO EN kg CON LASTRE
70-90 HP	1	2,4 m	32	1300	2400
90-120 HP	2	4,5 m	96	2600	4100
140-180 HP	3	7,5 m	160	3900	6900
180-240 HP	4	9 m	192	5200	8400

Tabla 2: Costos y rendimientos aproximados de maquinaria para desmonte (AACREA)

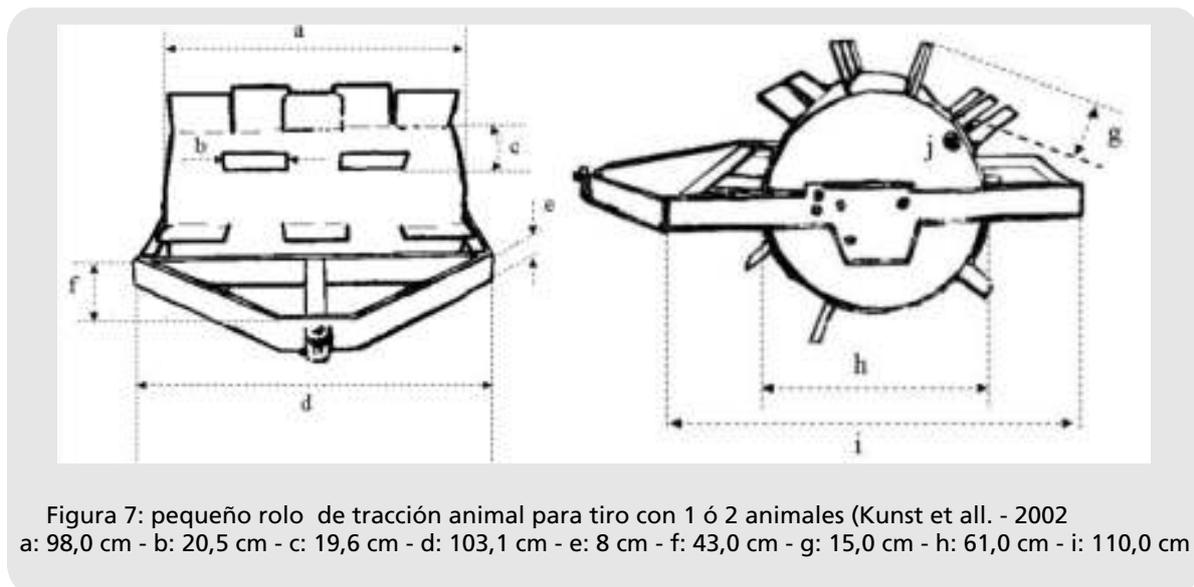
	TOPADO	ROLADO	CADENEO	ROZADEIRA
Capacidad de trabajo	0,22 a 0,25 ha/h	0,8 a 1,5 ha/h	5 a 7 ha/h	3 a 4 ha/h
Velocidad de trabajo	-	10 km/h	5 km/h	6 km/h

Nota: Las velocidades y capacidades de trabajo variarán en función del tipo y homogeneidad de vegetación

## Otros tipos de rolos

### Rolo trozador de tracción animal:

De diseño muy similar a un rolo de trozador de tracción mecánica, pero limitado en su tamaño y evidentemente en su lastrado, a efectos de permitir el tiro con uno o mas animales (fig. 7)



En estos rolos, y debido a la configuración del enganche con el animal, libre en oscilaciones verticales, aparecerán tirones y golpes durante el tiro del rolo, debido al pivote del bastidor sobre el eje del rolo en forma constante. Llegaría a ser recomendable el descentrado del eje de giro del rolo respecto de su bastidor a efectos que resulte mas bajo que el eje del cilindro, minimizando las oscilaciones del bastidor cada vez que éste caiga hacia abajo.



## Rolo picador o faca

Generalmente provistos de fábrica con reducidas dimensiones en su altura o ancho de labor debidas a su origen en el uso con tracción animal así como debido a la necesidad de mantener peso sobre las cuchillas, evitando el desnivelado de altura de los extremos del rolo durante el trabajo, son usados por ello en tándem. Tiene uso principal en el picado de masa vegetal herbácea poco resistente como rastrojos en siembra directa, o en cultivos herbáceos. Busca encamar el material con trozado de iguales y cortas longitudes para facilitar posteriores trabajos de siembra mecánica directa.



Figura 8: Rolo Picador ó rolo faca

Tabla 3: Detalles constructivos y Potencias requeridas para el rolo picador de figura 8

POTENCIA REQUERIDA	CANTIDAD DE ROLOS	ANCHO TOTAL DE LABOR	CANTIDAD TOTAL DE CUCHILLAS	PESO TOTAL EN kg SIN LASTRE	PESO TOTAL EN kg CON LASTRE
90-120 HP	3	4,5 m	96	2400	4100
140-180 HP	5	7,5 m	160	4000	6900
180-240 HP	6	9 m	192	4800	8400
240-300 HP	9	13,5 m	288	7200	12600

## Rolos de labranza

### Rolo Aireador:

Este tipo de rolo trata de lograr sólo un efecto específico de remoción del suelo, ya que no logra un trozado adecuado de vegetación con motivo en su excesivo número de cuchillas. El peso de estos rolos resulta de importancia en función del grado de cobertura del suelo y de los valores presentes de índice de cono del mismo (a mayor índice de cono del suelo se requerirá mayor peso). La disposición helicoidal de las bases de las cuchillas (figura 9) trata de sortear sus problemas durante la penetración en el suelo o entre la vegetación que pudiere haber sobre el mismo, evitando que todas las cuchillas toquen la vegetación o el suelo al mismo tiempo.





Figura 9: Rolo aireador de pasturas

Tabla 4: Detalles constructivos y Potencias requeridas para el rolo aireador de figura 9

POTENCIA REQUERIDA	ANCHO DE TRABAJO	LASTRE EN LITROS	DIÁMETRO DEL CILINDRO	TAMAÑO CUCHILLAS
60-110 HP	2,50 m	1140	76,2 cm	Alto 17 cm Ancho 15 cm
70-120 HP	2,85 m	1299		
80-130 HP	3,15 m	1436		
120-160 HP	3,65 m	1664		
140-180 HP	4,20 m	1914		

#### Rolos para trabajos en siembra:

El rolo compactador superficial (figura 10) es usado en la compactación superficial de suelos trabajados finamente en forma previa y frente al uso de semillas de pequeño tamaño, tanto para compactar superficialmente y asegurar una adecuada formación de surco por la sembradora, como para compactar por sobre alguna semilla muy pequeña luego de su siembra. Son de pequeño tamaño y se puede variar su peso, utilizándoselos en tándem.

El rolo desterronador (figura 10) se diseña con planchuelas trapezoidales que permiten escapar a los terrones de entre ellas, y tienen uso en suelos que por su degradación estructural o alto contenido de arcilla, tienen terrones difíciles de romper con rastras de casquetes. Resulta un rolo abierto en su volumen, el que permite escapar a los terrones que hayan pasado a su interior. Se utilizan también en tándem.

El rolo compactador subsuperficial (figura 10) es usado para asegurar el buen contacto semilla-suelo en suelos finamente trabajados, pero sin compactar suelo por encima de las semillas, sino aproximadamente a la profundidad de la semilla depositada, a efectos de: a) permitir su adecuada germinación y b) no compactar otras zonas de suelo que pongan en condiciones de germinar a semillas de malezas. Son comúnmente utilizados por detrás de un vibrocultivador a efectos de evitar la estratificación de terrones que el mismo provoca.



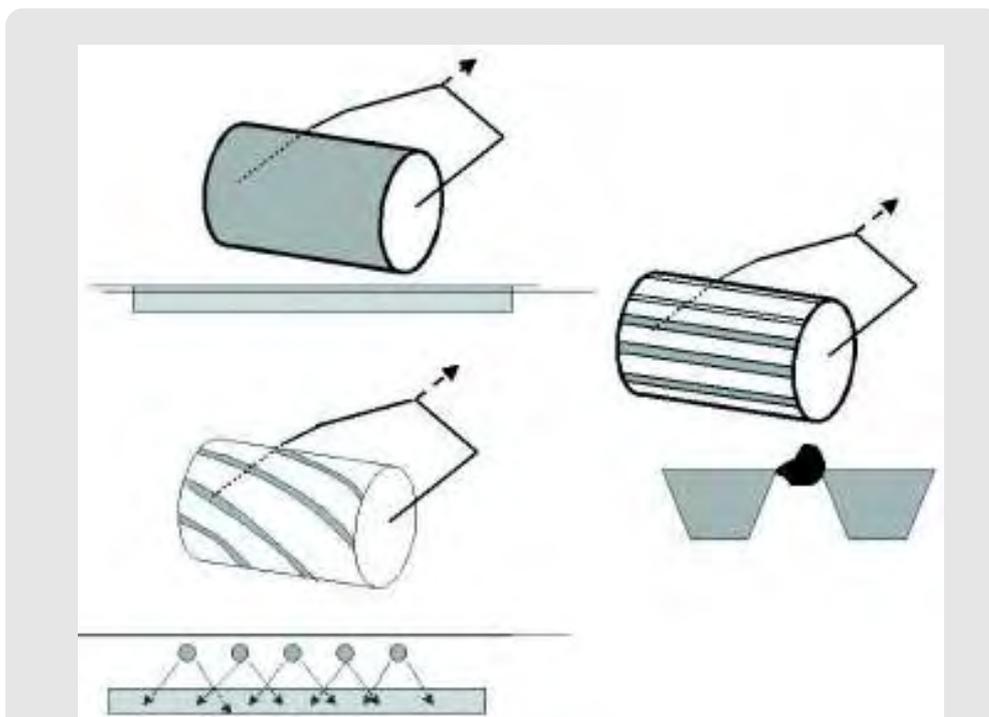


Figura 10: Rolos de labranza / Desde arriba y en el sentido de las agujas del reloj:  
 Rolo compactador superficial    Rolo desterronador    Rolo compactador subsuperficial

## Tareas de mantenimiento de rolos

**En consideración a la simplicidad del rolo, son sólo de relevancia las siguientes acciones:**

**Mantenimiento del afilado de las cuchillas (tarea compleja).**

**Control de altura de las cuchillas (debido al desgaste normal o por sucesivos afilados).**

**Prevención de la oxidación interior del cilindro (aditivos antioxidantes de mercado en caso de usar agua como lastre).**

**Lubricación de los rodamientos o bujes del eje (si son metálicos y requieren engrase).**

**Control o cambio de cuchillas rotas, sueltas flojas en su soporte trasero, o desoldadas.**

**Control de juego de los bujes o rodamientos.**

### BIBLIOGRAFÍA ORIENTATIVA

Araújo A. - Casao R. - Abreu de Figueiredo P. 1993 - Recomendacoes para dimensionamento e construação do rolo-faca. 1er. Encontro Latinoamericano sobre plantio direto na pequenas propriedades - IAPAR - Ponta Grossa - Brasil. - Pp. 271-280.

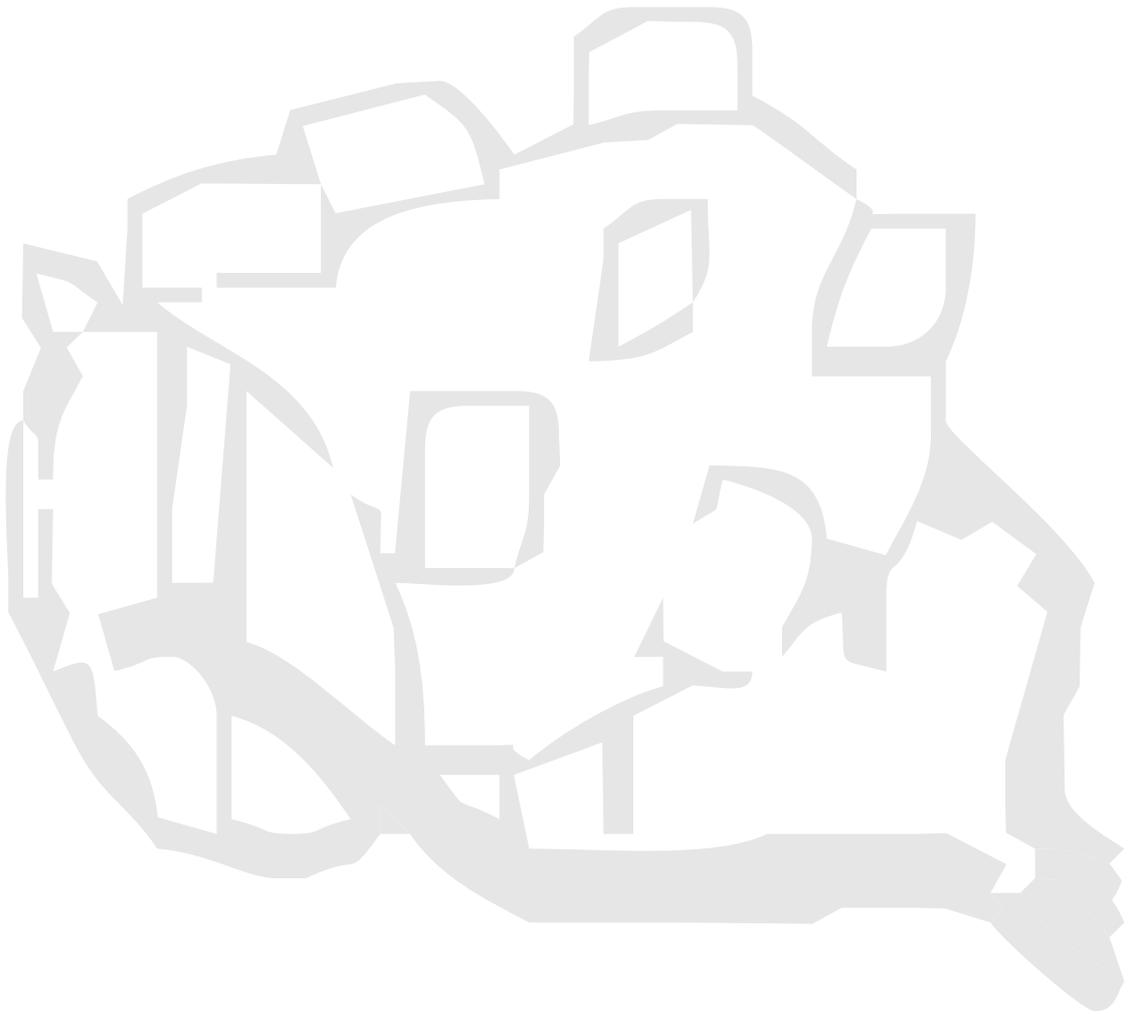
Casao R. - Figueiredo P. - Araujo A. 1989 - Desenvolvimento de rolo-faca a tração animal - Congresso Brasileiro de engenharia agrícola - Anais Sociedade Brasileira de engenharia agrícola. Recife - pp 52-66.

Conti M. 1950 - Tratado de Mecánica Agrícola - Universidad de Buenos Aires - Biblioteca Agronómica y Veterinaria - Tomo 1: 2ª parte - Capítulo II - pp 100-152.

Hopfen H. 1970 - Aperos de labranza para las regiones áridas y tropicales - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO - Colección Agricultura No 13 - Cuaderno de fomento agropecuario No 91 - pp 2-28.

Kunst C. Radrizzani A. Oneto C. Renolfi R. 2002 - Adaptación y prueba de herramientas para recuperación de oferta de forraje en ecosistemas degradados de Sgo. del Estero. INTA - EEA santiago del estero - Informe de proyecto, período 2001/2.





# Implementación de Rolados

**rolados y suelos:  
calidad de suelos**

**Ing. Agr. Ada Albanesi MSc**

# Implementación de Rolados rolados y suelos: calidad de suelos

Ing. Agr. Ada Albanesi MSc

## Introducción

La productividad de los ecosistemas se mantiene sosteniendo las funciones del suelo y depende del manejo que se realice del mismo (Bezdicsek et al. 1996).

Las funciones del suelo son numerosas: entre ellas se cuentan la función de producción, de regulación del clima y del ciclo del agua, de control de los residuos y la contaminación, y ser el ambiente de la biota. Estas funciones, en combinación con las del agua y de la vegetación, son las que dan las bases para el uso de las tierras.

Para evaluar la funcionalidad del suelo se aplica el concepto de 'calidad de suelos', conceptualmente indiscutible para determinar la sustentabilidad agrícola-ganadera, la calidad medioambiental, y como consecuencia determinar la calidad vegetal, animal y humana (Doran, Parkin 1996). El concepto de calidad de suelo contempla las características propias del suelo en sus aspectos físicos, químicos y biológicos y factores externos tales como el uso de las tierras, las prácticas de manejo, las interacciones medioambientales, etc. (Doran, Parkin 1996).

El objetivo de este capítulo es poner en conocimiento el enfoque integrador de calidad de suelos para su evaluación con fines productivos en pro de la sustentabilidad de los ecosistemas silvopastoriles de ambientes semiáridos.

## El problema de la sustentabilidad y su evaluación

### Calidad del suelo

Karlen et al. (1994) definen la calidad del suelo como la aptitud de un tipo específico de suelo para funcionar dentro de los límites de los ecosistemas naturales o manejados, sostener la productividad primaria y secundaria, y soportar el asentamiento y la salud humana .

El concepto de calidad de suelos se distingue del concepto de calidad de tierras porque es la condición de salud de las tierras con relación a su capacidad de uso y de manejo sostenible (FAO, 1997).

El concepto de calidad de suelos está relacionado con sus propiedades físicas, químicas y biológicas y se traducen en las siguientes características:

- i) habilidad del suelo de aumentar la productividad vegetal y animal (componente productivo),*
- ii) habilidad para actuar como un amortiguador medioambiental en la formación y destrucción de compuestos tóxicos, patógenos, etc. (componente ambiental) y*
- iii) relación con la salud humana, animal y vegetal (componente de salud) (Harris, Bezdicsek 1994; Larson, Pierce 1991, 1994, citados por Doran et al 1996).*

Conocer la calidad del suelo es importante para determinar las funciones del mismo en el ecosistema, su capacidad de producción, su manejo sostenible y su resiliencia. Esta última se define como la tolerancia al estrés o la habilidad de un sistema de retornar a un nuevo equilibrio dinámico después de un disturbio (Szabolcs; Blum, Santelises, en Besdicsek et al 1996).

El concepto de calidad de suelos ha sido desarrollado principalmente para el monitoreo de áreas agrícolas, mientras que en los sistemas de producción con vegetación natural el mismo ha estado focalizado en la composición de la comunidad de plantas y en la productividad.

Recientemente, y en reconocimiento a la importancia de las interacciones suelo-vegetación, se ha tratado de integrar información del suelo dentro del monitoreo y manejo de tierras con vegetación natural (Herrick et al 2002).

Uno de los inconvenientes que se presenta en la evaluación de la calidad del suelo es la falta de información previa en ecosistemas habilitados recientemente o en regiones que no tienen historia productiva. Este es el caso de los ambientes semiáridos del país como la región chaqueña, en donde la evaluación cobra particularidades por las características del ambiente y de sus ecosistemas, por los métodos de habilitación y por el manejo posterior empleados.

### **Indices de calidad de suelos**

Para definir y describir la calidad del suelo es necesaria la construcción de índices que identifiquen problemas de producción y detecten cambios en la sustentabilidad de los suelos explicando la variabilidad del mismo. Para ello se utilizan, como herramientas, determinadas variables denominadas indicadores, que evalúan las características y procesos que ocurren en el suelo.

Las variables medibles del suelo pueden ser físicas, químicas y biológicas. De todas estas, son las últimas las que cobran relevancia porque inciden sobre las demás. Se debe tener en cuenta que la calidad de un suelo no se evalúa con el análisis de un atributo solamente (por ej. biomasa microbiana del suelo), sino a través de índices multicriterio con parámetros de calidad evaluados según el rol específico que desempeña en el sistema. Esto posee numerosas ventajas porque nos permite conocer el funcionamiento del ecosistema y suministra información para definir políticas de tenencia y distribución de tierras.

Los indicadores de calidad de suelos son variables que evalúan un proceso o suceso (descriptor) que contribuyen a explicar una parte de la variabilidad del sistema evaluado; son atributos que se miden y que se relacionan con la capacidad del suelo para la producción primaria o secundaria o para regular el ambiente; generalmente se clasifican en indicadores físicos, químicos y biológicos.

Se debe considerar que el suelo es un sistema multifuncional y los cambios generados en un atributo generan cambios en otros. Así, un cambio en el contenido de agua del suelo modifica su condición de oxidación lo que a su vez influye en el sistema radicular de las plantas y en el predominio de determinados tipos respiratorios de la biota del suelo. Un cambio más permanente, como la modificación de la densidad aparente, afecta a la materia orgánica del suelo, a la agregación, a la actividad biológica, etc.

Para evaluar los cambios en la calidad de los suelos debido a diferentes sistemas de manejo se requiere medir un número mínimo de indicadores (Tabla 1 Doran, Parkin 1996).

Para monitorear y manejar sistemas productivos con vegetación natural, la calidad de los suelos debe considerar (Herrick et al 2002):

- Que se identifiquen una serie de indicadores correlacionados con la condición funcional de uno o más procesos críticos del ecosistema. Por ej. Infiltración de agua básica para describir el proceso del movimiento de agua en el suelo.
- Que los indicadores de base sean seleccionados en relación con las características del suelo y del sitio, por ej. el mismo indicador señalado en el párrafo anterior seleccionado para la región chaqueña (indicador regional) dado que el agua es el aspecto limitante en estos ambientes.
- El uso de la variabilidad espacial para desarrollar e interpretar indicadores que aseguren la representatividad de los procesos ecológicos.
- El uso y la interpretación de indicadores para entender la dinámica de procesos ecológicos no lineales.



Los indicadores deben ser seleccionados cuidadosamente dependiendo de que los estudios que se realicen para evidenciar el impacto en la calidad del suelo sean retrospectivos o prospectivos, dependiendo si el objetivo sea la habilitación o el manejo posterior.

### Umbral de los indicadores de calidad

Los indicadores utilizados para medir cambios en la calidad del suelo se deben comparar con los valores deseables a diferentes intervalos de tiempo, en el agroecosistema seleccionado. Estos son los límites críticos o niveles umbrales.

El nivel umbral de cada indicador puede ser obtenido de los ecosistemas no disturbados (Albanesi et al 2001) y debe ser fijado para cada indicador en cada 'sitio', asumiendo como sitios semejantes aquellos que, dentro de una región, tienen una misma posición topográfica, un mismo tipo de suelo y poseen una misma fisonomía de vegetación natural (Kunst et al 1999).

En áreas donde ya no existen ecosistemas naturales, el nivel umbral puede acordarse en estrecha relación con el nicho ecológico de los cultivos que se realicen en los agroecosistemas a evaluar, es decir con los requerimientos óptimos de las especies que se cultivan en la región, área o sitio.

Otra manera es fijar el nivel umbral sobre la base de los valores medios resultantes de estudios realizados con anterioridad, de los mismos suelos de los agroecosistemas que se desea evaluar (Albanesi et al 2001).

Otra aproximación se logra fijando como límite crítico una proporción por encima de los valores medios del indicador y fijar este exceso como nivel de sostenibilidad de ese indicador.

También puede considerarse monitorear los cambios en el tiempo (dinámica) de los indicadores para determinar la calidad del suelo, ya que puede suceder, por ejemplo, que al evaluar un sistema se produzcan cambios en determinados indicadores, pero si esos cambios son pequeños en el tiempo, y si además el sistema es productivo y resiliente, entonces los valores determinados para esos indicadores se pueden considerar óptimos (Sikora et al. 1996). Un mismo indicador puede explicar diferentes funciones y tener un límite crítico diferente para cada una de ellas.

Características del suelo	Relaciones entre condiciones y funciones del suelo	En relación a la materia orgánica
<b>Indicadores físicos</b>		
Textura	Capacidad de almacenaje de agua y elementos químicos	Grado de protección de la MOS y niveles de equilibrio
Suelo superficial (color y aspecto) y profundidad radicular	Estimación de la productividad potencial y la erosión	Correlacionada con la MOS
Densidad del suelo Infiltración	Indicación de compactación y lixiviación, productividad y erodibilidad	Correlacionada con la MOS
Capacidad para almacenar agua	Relacionado a la retención de agua, transporte, y erodibilidad	Correlacionada con la MOS
<b>Indicadores químicos</b>		
C orgánico total y N (MOS)	Define la fertilidad del suelo, la estabilidad, y la erosión	Estabilidad de la MOS relacionada con relación C/N
Conductividad eléctrica	Define la actividad de las plantas y actividad microbiana	Los efectos varían con el contenido de MOS
pH	Define actividad biológica y química	Estabilidad y actividad de las fracciones de la MOS
<b>Indicadores biológicos</b>		
Biomasa microbiana	Pool y flujo de nutrientes activos	Rápido indicador de los cambios de la MOS
Potenciales de mineralización	Productividad del suelo y suministro potencial de nutrientes	Pool activo de la MOS
Respiración edáfica	Indicadores de actividad de la biomasa	Indicador del retorno de la MOS,

Tabla 1. Indicadores físicos, químicos y biológicos, básicos del suelo para monitorear la calidad del suelo y su relación con la materia orgánica (MOS) (Doran, Parkin, 1994 en Sikora et al., 1996)

## Conclusiones

La calidad de los suelos es un concepto multivariado relacionado con la capacidad de éstos para aumentar la productividad vegetal y animal, para ser amortiguador medioambiental y relacionarse con la salud humana, animal y vegetal.

La calidad de suelos en ambientes semiáridos es muy importante por las características peculiares de los ecosistemas y su evaluación se dificulta en la región chaqueña por la falta de valores de referencia.

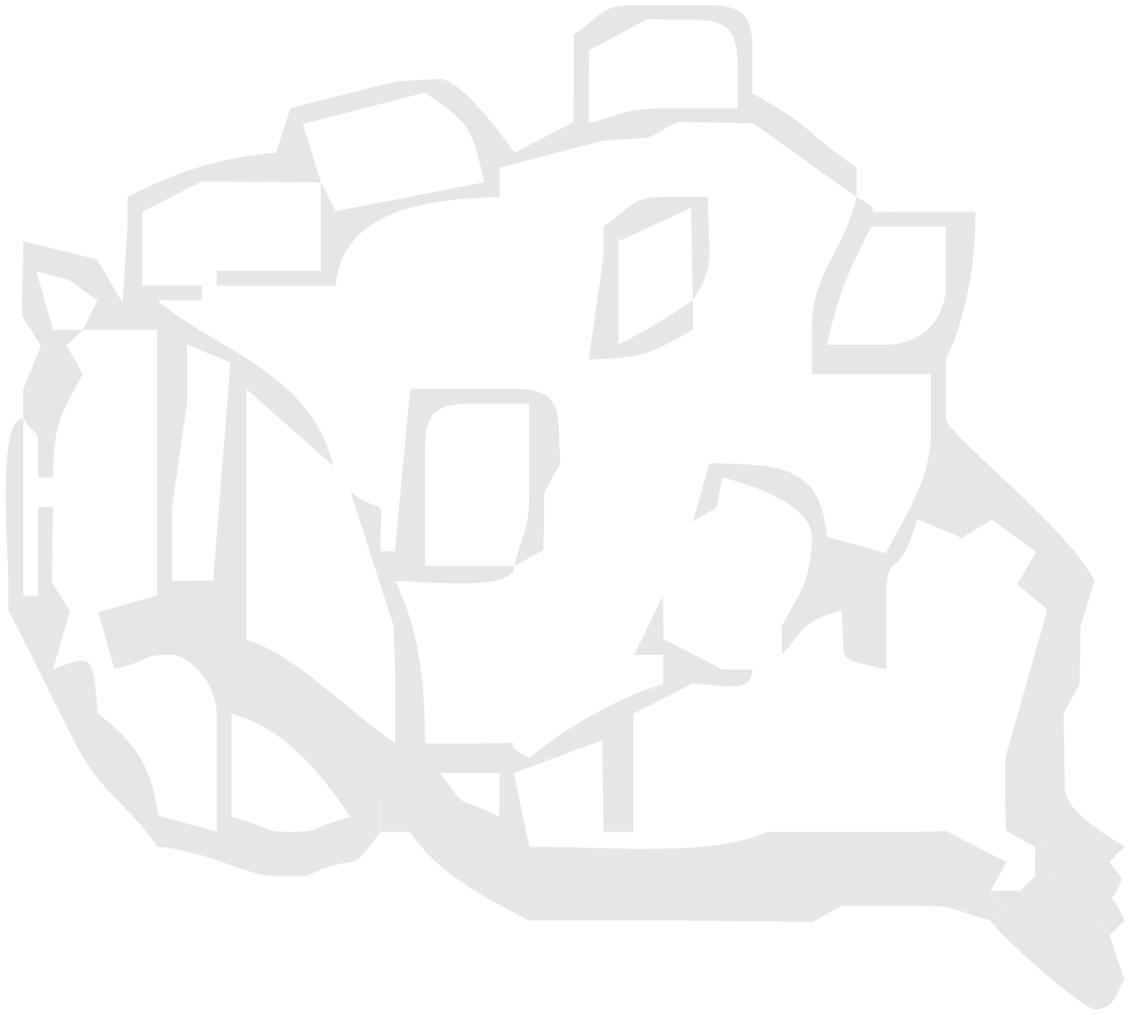
De los indicadores de la calidad del suelo son relevantes los indicadores biológicos que describan la cantidad y calidad de la materia orgánica por su asociación a un gran número de funciones de importancia en el suelo.

El análisis estadístico es utilizado como herramienta para detectar la sensibilidad de los indicadores, las variaciones espaciales y temporales, las relaciones entre los indicadores; seleccionando un conjunto de ellos que explican los procesos que se suceden en el suelo y, en algunos casos, permite estudiar las correspondencias entre los indicadores (variables) y los sitios.

### Bibliografía

- Albanesi, A., Anriquez A., Polo Sánchez A. 2001. Efectos de la agricultura convencional en algunas formas del N en una toposecuencia de la Región Chaqueña, Argentina. *Agriscientia*. XVIII: 3-11.
- Bezdicsek, D.F., Papendick R.I., Lal R. 1996. Introduction: importance of soil quality to health and sustainable land management. En: *Methods for assessing soil quality*. 1-8 (special publication).
- Doran, J.W., Parkin T.B: 1996. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. En: *Methods for assessing soil quality*. Chapter 2: 25-37 (special publication).
- Doran, J.W., Sarrantonio M., Liebig M.A. 1996. Soil health and sustainability. En: *Advances in agronomy*. Sparks D.L. (ed). Academic Press, Inc. San diego, CA. 56:1-54.
- FAO. 1997. Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development. *FAO Land and Water Bulletin* N° 5. FAO, Roma, 212 p.
- Herrick J. E., J. R. Brown, A. J. Tugel, P. L. Shaver, K. M. Havstad 2002. Application of soil quality to monitoring and management: Paradigms from rangeland ecology. *Agron. J.* 94: 3-1.
- Karlen, D.L., Stott D.E. 1994. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. En: Doran, J.W., Coleman D.C., Bezdicsek D.F., Stewart B.A. (eds.). *Defining soil quality for a sustainable environment*, Madison, W.I. *Soil Soc. Am.* 35: 53-73 (special publication).
- Kunst C., M Cornacchione y J. Godoy. 2001. Prácticas de control del fahinal I: Efectos sobre la oferta de forraje de herbáceas. *Memorias 1er Congreso Nac. sobre Manejo de Pasturas Naturales*. Asoc. Manejo de Pastizales Naturales, San Cristóbal, Santa Fé.
- Sikora L. J., Yakovchenko V., Cambardella C. A., Doran J. W. 1996. Assessing Soil Quality by Testing Organic Matter. En *Soil Organic Matter: Analysis and Interpretation*. Magdoff F. R, Tabatabai M. A., Hanlon E. A. Jr. (eds). *Soil Sci. Soc. Am.* Madison, Wisconsin, USA. 5: 41-50.





# **Implementación de Rolados**

**rolados y suelos:**

**el rolado y el agua en los suelos**

**Ing. Agr. Analia Anriquez MSc**

**Ing. Agr. Roxana Ledesma MSc**

**Ing. Agr. Carlos Kunst PhD**

**Ing. Agr. Ada Albanesi MSc**

# Implementación de Rolados el rolado y el agua en los suelos

Ing. Agr. Analia Anriquez MSc, Ing. Agr. Roxana Ledesma MSc  
Ing. Agr. Carlos Kunst PhD, Ing. Agr. Ada Albanesi MSc

## Introducción

La modificación de la vegetación natural mediante desmontes y rolados y el establecimiento de las pasturas modifican las propiedades del suelo, como el contenido de humedad y de materia orgánica. Estos factores se consideran críticos para la estabilidad y productividad de los suelos (Casas et al., 1978).

Se conoce muy poco de los efectos del rolado sobre la calidad del suelo en ecosistemas semiáridos de la región chaqueña. El objetivo de este capítulo es informar los resultados obtenidos al evaluar los efectos del rolado y las prácticas complementarias (siembra de pasturas y fuego prescrito) sobre el suelo, con énfasis en el contenido y dinámica del agua del mismo. La finalidad es generar normas de manejo sostenible para los ecosistemas chaqueños manejados con fines ganaderos.

## Experiencias de rolado en Santiago del Estero

### Nivel de percepción

Los resultados de las investigaciones realizadas en ambientes rolados se presentarán según dos niveles de percepción o escala:

El primer nivel de percepción corresponde al sitio con un nivel de detalle (escala > 1:20.000) donde los suelos y la vegetación de la región chaqueña se distribuyen a lo largo de un gradiente topográfico o catena desde el 'Alto', con suelos de textura gruesa donde se encuentra el bosque de *Aspidosperma quebracho blanco* y *Schinopsis quebracho colorado* hasta la sabana de *Elionorus muticus* (aibe) en el 'Bajo' con suelos de textura más fina y mayor desarrollo. Los 'parques' se ubican en la Media Loma. Este conjunto de vegetación y suelos pueden asimilarse a tres 'sitios' denominados 'Alto' (A), 'Media Loma' (ML) y 'Bajo' (B), respectivamente, que son propios a toda la región chaqueña (Morello, Adámoli, 1974). Los arbustales o fachinales son ubicuos y poseen distinto origen (falta de fuego, sobrepastoreo, etc).

Un segundo nivel de percepción, mayor que el anterior, corresponde al micrositio y está relacionado con la distribución espacial de los árboles. Se delimitan dos microambientes: los influenciados por la cobertura arbórea, y otros que no lo están. El conjunto de especie arbórea, ambiente edáfico y microclima puede denominarse 'con cobertura de una especie arbórea' y al que no está influenciado por la cobertura arbórea 'sin cobertura'.

Los sistemas de manejo para la habilitación de ecosistemas en donde se realizaron prácticas de rolado fueron:

*SISTEMA I. Rolado selectivo en sitio Media Loma, evaluado durante un año.*

*SISTEMA II. Rolado selectivo en sitios Alto (A), Media Loma (ML) y Bajo (B) y micrositios sin cobertura (SC); y con cobertura de mistol (M) y de quebracho blanco (Qb).*

Los mismos fueron evaluados durante cuatro años consecutivos.

En los Sistemas I y II los tratamientos evaluados fueron:

1. Rolado (RR): dos pasadas de rolo en 45°. El rolo utilizado para aplicar este tratamiento tenía 1,4m de diámetro y 2m de largo con un peso de 3.000 kg, y fue traccionado con topadora Caterpillar D-6.
2. Rolado con siembra (RS). Dos pasadas en 45° de rolo similar a RR y siembra instantánea

de *Panicum maximum* cv. *Trichoglume* cv. *green panic* con una densidad de 6 kg ha<sup>-1</sup>

3. Rolado con fuego (RF). Dos pasadas en 45° de rolo similar a RR sin siembra de *green panic* y aplicación de fuego prescripto a los dos años y medio de rolado;

4. T1 y T2: controles sin disturbar,

*SISTEMA III. Rolado selectivo en sitio Alto (A) y en micrositos sin cobertura (SC), con cobertura de mistol (M) y de quebracho blanco (Qb), evaluado al año de rolado.*

En este caso los tratamientos fueron:

Rolado\*1. Una pasada de rolo de 1,4 m de diámetro y 2 m de largo con un peso de 3.000 kg y traccionado con topadora Caterpillar D-6 y siembra simultánea de 5 kg ha<sup>-1</sup> de semillas de *Gatton panic* (*Panicum maximum* cv. *Trichoglume* cv *gatton panic*).

Rolado\*2. Dos pasadas en 45° de rolo similar al anterior y siembra simultánea de la misma pastura.

Testigo-Control sin disturbar, monte natural degradado *fachinal* con una densidad de leñosas mayor a 2000 tallos ha<sup>-1</sup>, de distinto diámetro.



Figura 1. Niveles de percepción de sitio y micrositio.

## Importancia del agua en el suelo

El contenido hídrico es la cantidad de agua que tiene el suelo en un momento particular. Este influye en todas las propiedades del suelo y en todos los procesos que ocurren en el mismo. En ambientes semiáridos, el agua es el factor limitante por excelencia, y controla la entrada de materia orgánica y determina la producción anual de las plantas (García et al., 1997).

La distribución horizontal y vertical del agua en el suelo no es homogénea y varía en el tiempo. Esta variabilidad depende de la topografía, de la vegetación presente, de las propiedades del suelo como estructura, contenido de materia orgánica y textura (Ratto, 2000).

## Cómo entra el agua en el suelo

La infiltración es el proceso de entrada de agua al suelo. La velocidad de infiltración de agua depende del tipo de suelo, de la estructura, de la agregación y del contenido de agua del mismo. El agua que penetra muy lentamente puede provocar anegamiento en terrenos planos o erosión por escurrimiento en sitios con pendiente.

Las prácticas de manejo que modifican el encostramiento y la compactación del suelo así como la cobertura vegetal y la porosidad del suelo pueden aumentar o disminuir la velocidad de infiltración del agua en el suelo. Por ejemplo, la baja infiltración de agua puede deberse al aumento de la compactación o a la pérdida de la estructura del suelo por las labranzas; por el contrario los residuos de cosecha en superficie pueden mantener la agregación y mejorar la infiltración. La infiltración es rápida en los macroporos, principalmente en los primeros cm del suelo y disminuye a medida que se reduce el tamaño de los poros.

La velocidad de infiltración de agua aumenta por los agregados de enmiendas orgánicas y por la rotación de cultivos; y disminuye por la remoción o quema de residuos de cosecha, labranzas continuas y compactación (USDA, 1999).

La compactación puede evaluarse por la densidad aparente, que se define como el peso del suelo presente un volumen determinado. Esta medida está relacionada con la porosidad que determina los niveles de aire y agua del suelo. Cuando aumenta la compactación del suelo, se restringe el crecimiento de las raíces y disminuye la permeabilidad del estrato de suelo compactado. Esto inhibe el movimiento del aire y el agua, produciendo encharcamientos y/o mayores escorrentías con el consecuente peligro de erosión y disminución de la reserva de agua en el suelo. Este factor es una limitante importante para la vegetación en los climas semiáridos (Reynolds et al., 2002).

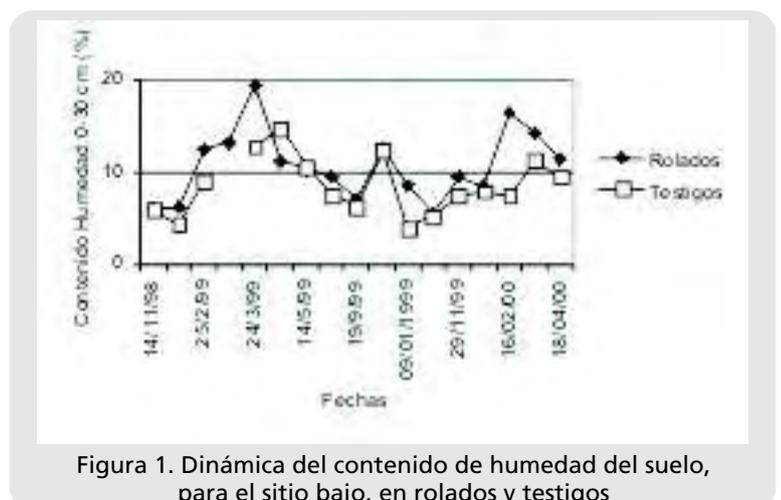


Figura 1. Dinámica del contenido de humedad del suelo, para el sitio bajo, en rolados y testigos

## Efecto del rolado en el agua del suelo

Un primer efecto del rolado sobre el contenido de agua del suelo es un aumento de la misma inmediatamente después del rolado (Fig. 1). Este efecto se atribuye al aplastamiento de toda la cobertura vegetal que transpira agua.

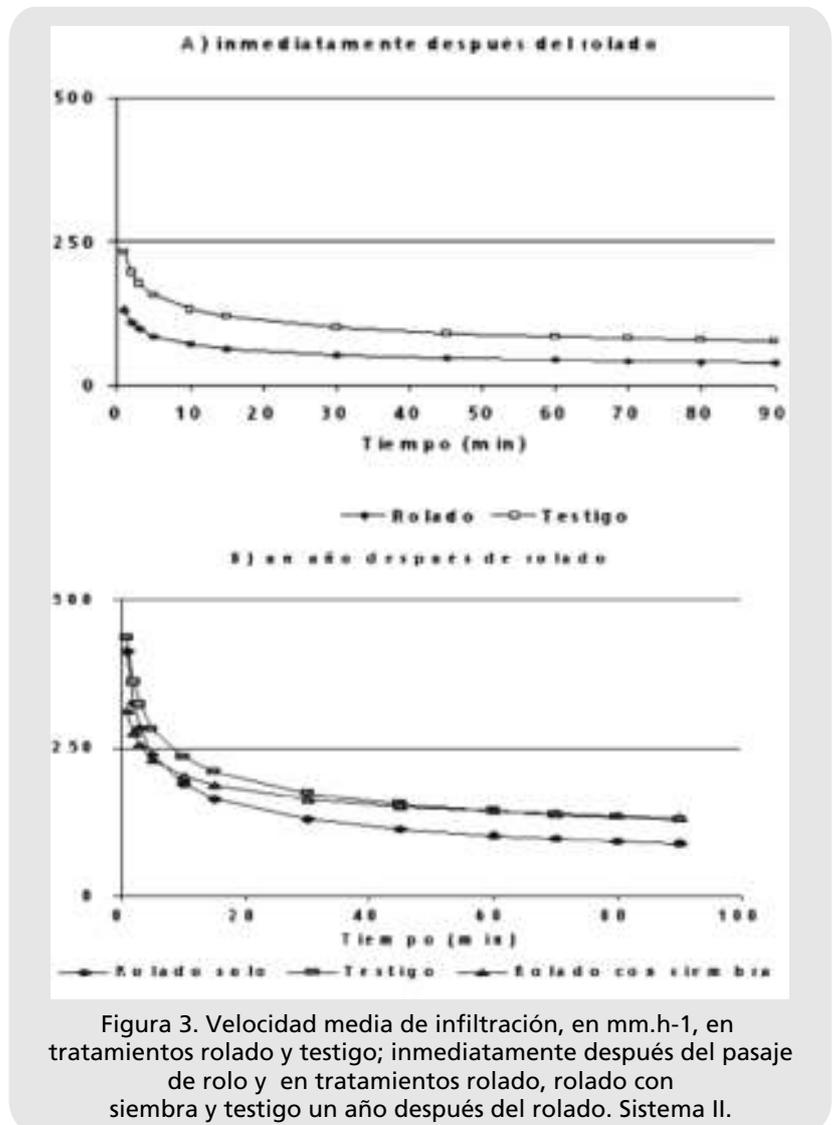
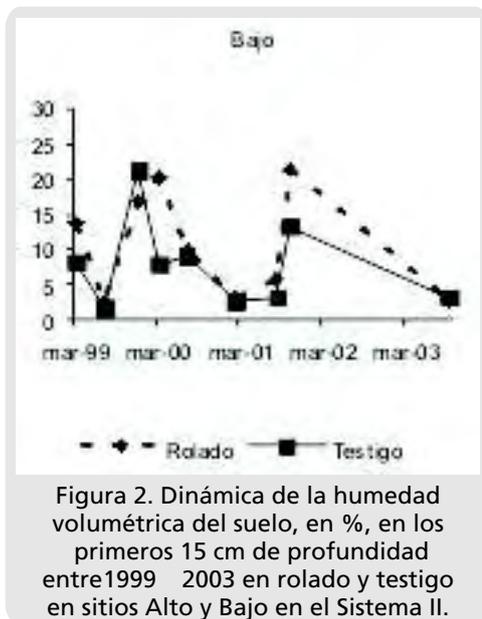


## A nivel de sitio

Diferentes intensidades de rolado no modifican el contenido de agua del suelo ni la dinámica de la misma. El contenido de agua varía por efecto estacional debido a las lluvias y por sitio ya que en las áreas más bajas del paisaje el contenido de humedad del suelo es mayor y se mantiene por más tiempo (Figura 2).

El rolado mantiene condiciones de humedad del suelo, situación de suma importancia en los ambientes semiáridos; y no expone el suelo a una mayor evaporación, por la acumulación en superficie de los restos vegetales, tampoco impide el crecimiento de las plantas porque no modifica el nivel de aire ni la capacidad de almacenamiento de agua en el mismo (Anriquez et al., 2005).

La infiltración inicial (velocidad inicial) y la infiltración básica (velocidad estabilizada) disminuyen inmediatamente después del rolado debido al peso de la maquinaria, pero se restablece en la temporada siguiente (Kunst et al., 2003) (Figura 3).



## A nivel de micrositio

En un rolado instalado sobre dos sitios, alto y media loma, se observó que la humedad el suelo fue mayor en las áreas bajo cobertura arbórea que en las áreas fuera de la cobertura (Tabla 1).

Sitio	Micrositio	Periodo seco (HS %)	Inicio de periodo húmedo (HS %)	Final de periodo húmedo (HS %)
Alto	Sin cobertura	6,34	4,66	12,55
	Con cobertura	5,85	5,45	22,11
Media loma	Sin cobertura	6,14	6,14	11,58
	Con cobertura	5,64	7,20	14,12

Tabla 1. Humedad gravimétrica del suelo (HS), en %, con y sin cobertura arbórea observada en los sitios Alto y Media Loma en el sistema II en tres momentos de muestreo.

El árbol ejerce una influencia positiva sobre la humedad. La sombra y la acumulación de mantillo de leñosas (arbóreas y arbustivas) reducen la temperatura del suelo y disminuyen la evaporación de los primeros centímetros del perfil. El contenido de agua en el suelo aumenta bajo la cobertura de los árboles como el mistol y quebracho blanco debido que la densificación del suelo es menor y, por lo tanto, aumenta la porosidad y la capacidad de almacenaje de agua en el mismo (Figura 4). El contenido de agua en el suelo disminuye en profundidad (horizontes subsuperficiales) sin influencia de la cobertura arbórea (Figura 5).

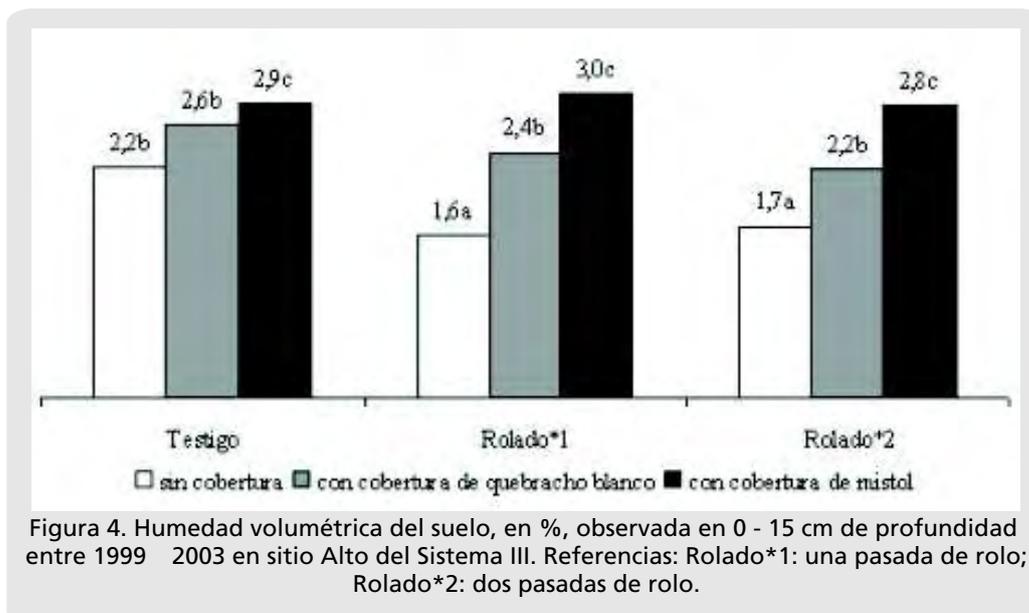
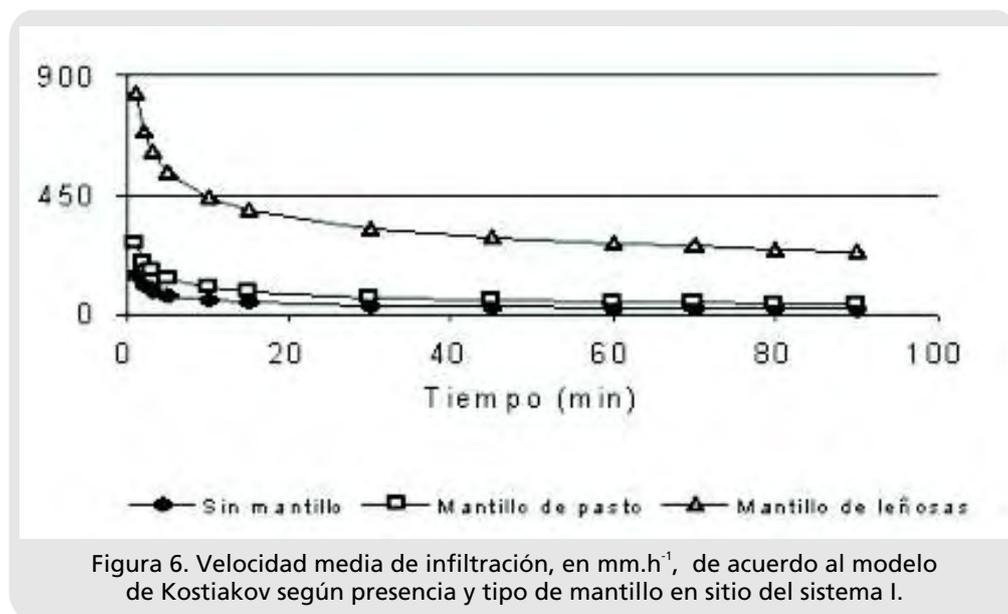
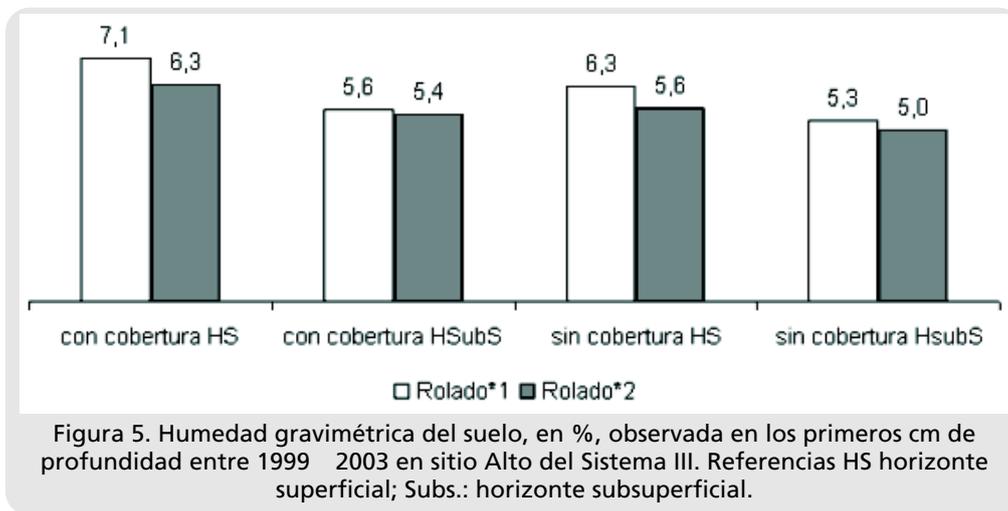


Figura 4. Humedad volumétrica del suelo, en %, observada en 0 - 15 cm de profundidad entre 1999 - 2003 en sitio Alto del Sistema III. Referencias: Rolado\*1: una pasada de rolo; Rolado\*2: dos pasadas de rolo.

El proceso de infiltración del agua en el suelo (inicial y básica) es mayor en las áreas con cobertura arbórea por el aporte de mayor cantidad de materia orgánica muerta (mantillo) que estimula la actividad biológica y provoca menor densificación (Figura 6).



## Efecto del rolado y siembra de pasturas en el agua del suelo

### A nivel de sitio

El contenido de agua en el suelo aumenta cuando se rola y se clausura el área tratada durante dos temporadas de lluvia. Esto es el resultado del aumento en la biomasa de las pasturas nativas que logran una mayor cobertura y además permite una mayor capacidad de almacenaje de agua del suelo (Figura 6).

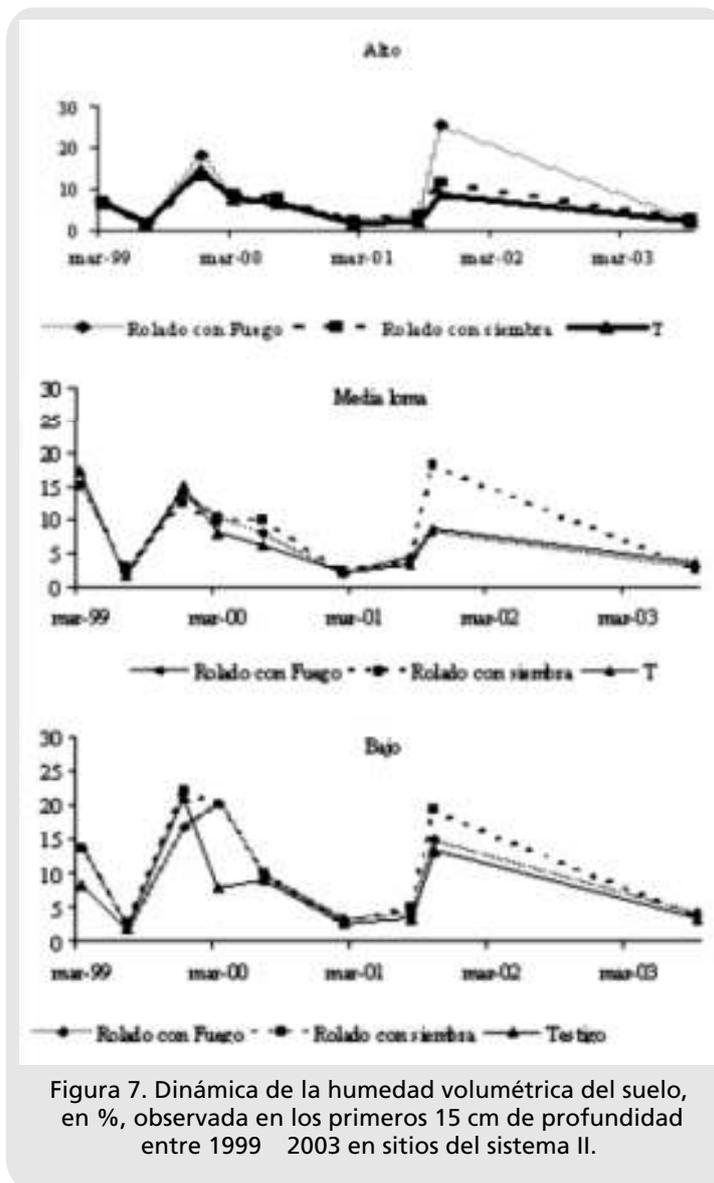
En ambas circunstancias, es decir en áreas roladas y con revenimiento de pastizal natural; o roladas y sembradas con pasturas exóticas, es aconsejable el ingreso de animales cuando la pastura esté implantada, con tiempo de pastoreo y carga regulados.

El contenido de agua en el suelo aumenta al segundo año de implantación de pasturas como *Panicum maximum* cv. Green panic sembrada inmediatamente después de rolar. Es relevante porque recién en este período la pastura acumula biomasa aérea de importancia ganadera (Figura 7).

### Efecto del rolado y fuego en el agua del suelo

El contenido de agua del suelo en sitios rolados no cambió cuando se aplicó fuego con prescripciones adecuadas, de intensidad media a alta y con acumulación de suficiente material combustible fino durante dos años (Figura 7). Esta acumulación de material vegetal protegió al suelo de la acción directa del fuego.





## Conclusiones

El sitio y el microsítio son factores clave para comprender el ciclo del agua y los procesos como la infiltración y el escurrimiento.

Cuando se rola y reviene el pastizal natural o se siembran pasturas exóticas, es recomendable pastorear al segundo año de implantación para evitar el efecto inmediato en la merma de la infiltración del agua en el suelo.

Cuando se aplica fuego con prescripciones para eliminar residuos y controlar rebrotes, es recomendable aplicarlo previa acumulación de suficiente material combustible fino porque la presencia de los residuos leñosos posrolado protegen al suelo de las pérdidas de humedad. La cobertura arbórea y el mantillo, que varía según la especie vegetal, mejora las condiciones de humedad del suelo e indica que el rolado debe ser selectivo y de baja intensidad. La presencia del árbol puede reducir las pérdidas del agua del suelo por evaporación, que son importantes en ambientes semiáridos.



## Bibliografía

- Anderson J.E., Ingram J. 1989. The tropical soil biology and fertility programme, TSBF, C.A.B. Intern. (ed), Wallingford, UK. 171 p.
- Cambardella C., Elliott E. 1992. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 777-783.
- Curtin D., Wen G. 1999. Organic matter fractions contributing to soil nitrogen mineralization potential. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 410-415.
- García C., Hernandez T., Roldan A., Albaladejo J. 1997. Biological and biochemical Quality of a Semiarid Soil after Induced Devegetation. *J. Environ. Qual.* 26: 1116-1122
- Harris R.F., Bezdicek D.F. 1994. Descriptive aspects of soil quality/health. En: *Defining soil quality for a sustainable environment*. Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicek D.F., Stewart B.A. (eds). SSSA Special Publication Number 5. Madison, Wisconsin, USA. 23-35.
- Magdoff F. 1996. Soil organic matter fractions and implications for interpreting organic matter test. En *Soil Organic Matter: Analysis and interpretation*. Magdoff F.F., Tabatabai M.A., Hanlon E.A. Jr. (eds) *Soil Sci. Soc. Am. Special publication N° 46*, 2: 11-19
- Oliva L., Mazzarino M. J., Nuñez G. Abril A., Acosta M. 1993 Dinámica del nitrógeno y del agua del suelo en un desmonte selectivo en el Chaco Árido Argentino. *Pesq. Agropec. Bras., Brasília*, v.28, n. 6, p. 709-718.
- Sikora L. J., Yakovchenko V., Cambardella C. A, Doran J. W. 1996. Assessing Soil Quality by Testing Organic Matter. *Soil Organic Matter: Analysis and Interpretation*. Magdoff F.F., Tabatabai M.A., Hanlon E. A. Jr. (eds) *SSSA Special Publication N° 46*, 5: 4150. Sparling, 1992),
- Tabatabai M. A. 1996. Soil organic matter testing: An overview. En *Soil Organic matter: analysis and interpretation*. SSSA special Publication N° 46.
- Turco R.F., Kennedy A.C. Jawson M.D. 1994. Microbial Indicators of Soil Quality. En: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Doran, J.W.; D.C. Coleman; D.F. Bezdicek y H.A. Stewart (de). SSSA, Am. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin, USA. 15, 73-106.





# **Implementación de Rolados**

**rolados y suelos:**

**el rolado y la materia orgánica**

**Ing. Agr. Analia Anriquez MSc  
Ing. Agr. Ada Albanesi MSc**

# Implementación de Rolados rolados y suelos: rolado y materia orgánica

Ing. Agr. Analia Anriquez MSc

Ing. Agr. Ada Albanesi MSc

## Introducción

El rolado reduce el volumen de las leñosas arbustivas y estimula el crecimiento de las gramíneas forrajeras porque disminuye la competencia interespecífica. Además, aporta gran cantidad de restos leñosos y de hojas aplastadas por las cuchillas del rolo, que se suman al aporte natural de hojas, ramas, frutos y raíces de los árboles del sitio.

En los ecosistemas semiáridos, la degradación biológica de la materia orgánica es el problema más serio, porque predominan altas temperaturas en el suelo y en el aire que estimulan los procesos biológicos de degradación. El laboreo contribuye a este efecto por aumento de la exposición de la materia orgánica a tales procesos. Así, en estas zonas es muy importante el manejo de los residuos vegetales que afectan la cantidad y calidad de la materia orgánica del suelo y la velocidad con que ésta retorna al mismo. El rolado selectivo de baja intensidad logra un ambiente donde las herbáceas aprovechan mejor la energía, el agua y los nutrientes que son puestos a disposición por la actividad microbiana.

El objetivo de este capítulo es informar los resultados obtenidos al evaluar los efectos del rolado y las prácticas complementarias (siembra de pasturas y fuego prescripto) sobre la materia orgánica del suelo, con la finalidad de generar normas de manejo sostenible para los ecosistemas chaqueños manejados con fines ganaderos.

## Importancia de la materia orgánica del suelo (MOS)

La materia orgánica del suelo contribuye al crecimiento y desarrollo de las plantas debido a los efectos positivos que ejercen en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Cumple una función nutricional ya que es fuente de nutrientes (N, P, S, etc.), una función biológica que involucra a la actividad de los microorganismos y una función física que promueve la buena estructura del suelo, con lo cual mejora la compactación, aireación y retención de agua.

La materia orgánica ejerce un efecto protector del impacto de la radiación y de las gotas de lluvia, mejora las condiciones de aireación y el flujo de agua en el suelo, colabora en su estructuración, aumenta la capacidad de intercambio catiónico (Harris, Bezdicek, 1994), influye en la biota por ser fuente de carbono y energía (Anderson, Ingram, 1989) y refleja el balance del pasado entre las tasas de formación de humus y de mineralización (Sikora et al., 1996).

La degradación biológica altera la biota y la materia orgánica del suelo, influyendo por lo tanto en las propiedades físicas y químicas de éste. Los cambios de uso del suelo, generalmente disminuyen las reservas de materia orgánica y el manejo puede o no recuperar esas pérdidas.

Por esto es muy importante que las prácticas de manejo que se realicen tengan como principal objetivo el mantenimiento de la materia orgánica del suelo.

## Composición de la materia orgánica del suelo

La materia orgánica del suelo (MOS) está formada por numerosas sustancias de diferente estructura química y está presente en diferentes niveles de organización que abarcan la solución de nutrientes de distinta complejidad, la asociación en diferentes tamaños de agregados, y la relación con distintas moléculas de constitución húmica, entre otras (Anderson, Ingram, 1989). La MOS es una entidad multifuncional que varía cualitativamente y cuantitativamente de acuerdo al tipo de ecosistema, a las intervenciones que se realicen y al manejo posterior.

La materia orgánica del suelo puede definirse, entre otras maneras, por sus componentes totales, por ej. carbono orgánico total, nitrógeno total (Nt), etc. La MOS está constituida principalmente por tres fracciones diferentes que se interrelacionan entre sí, que son:

i) fracción activa: residuos de rápida mineralización que no se asocian íntimamente con los constituyentes minerales del suelo; y que tienen un importante rol en la dinámica de nutrientes del mismo (por ej. la denominada materia orgánica particulada que puede explicarse por sus componentes como el carbono orgánico particulado o el nitrógeno particulado) (Cambardella, Elliot, 1992).

ii) fracción de organismos vivos (biota del suelo), que llevan a cabo muchas funciones relacionadas a la estructura del suelo, a la fertilidad y a las enfermedades de las plantas. Existen numerosas metodologías de determinación (por ej. la respiración edáfica) (Tabatabai, 1996). La fracción de MOS que corresponde a la biota del suelo (macro y micro), cumple las funciones de ser fuente y destino de los nutrientes, controla las poblaciones de muchos patógenos, mejora la porosidad (por ej. canales de lombrices de tierra), produce hormonas para las plantas, así como sustancias que mejoran la agregación del suelo (Turco et al, 1994). De esta fracción en particular la microbiota es la llave que permite la conversión de una a otra función en donde los nutrientes son inmovilizados constituyendo la fuente de más rápida disponibilidad para el siguiente ciclo de mineralización (Magdoff, 1996).

iii) fracción de materiales húmicos: se encuentran unidos a partículas de limo y arcilla (por ej. la denominada fracción pesada o asociada a partículas menores a 53  $\mu\text{m}$ , que puede explicarse por sus componentes como el carbono orgánico pesado o el nitrógeno pesado)

Las dos primeras fracciones son las de mayor labilidad y sensibilidad. Estas fracciones son las primeras en ser afectadas, tanto en cantidad como en calidad, como resultado de las prácticas de manejo del suelo y modifican, como consecuencia, el suministro de nutrientes para el crecimiento vegetal. La fracción de materiales húmicos es más resistente a la descomposición y constituye la reserva del suelo porque comprende formas protegidas química y físicamente al estar ligada con partículas de arcilla y limo.

Se considera a la dinámica de la materia orgánica como el proceso más importante de la calidad del suelo y el principal componente de un conjunto mínimo de datos que se requieren para determinar la calidad del suelo (Larson, Pierce, 1991; Doran, Parkin, 1994 en Sikora et al. 1996). La MOS es un descriptor de la calidad de suelos que puede ser explicado por un sinnúmero de indicadores, cada uno de ellos explicará una pequeña parte de la variabilidad si cumple con las condiciones de un buen indicador.

## **Rolado y materia orgánica en Santiago del Estero**

### **Nivel de percepción**

Los niveles de percepción o escala de sitio fueron Alto (A), Media Loma (ML) y Bajo (B) y en micrositio fueron con cobertura de la especie arbórea de que se trate y sin cobertura .

*SISTEMA I. Rolado selectivo en Media Loma.*

*SISTEMA II. Rolado selectivo en A, ML y B. Los tratamientos fueron:*

1. *Rolado: dos pasadas en 45°.*
2. *Rolado con siembra. Dos pasadas en 45° y siembra instantánea de *Panicum maximum* cv. *Trichoglume* cv. *green panic* con una densidad de 6 kg ha<sup>-1</sup>*
3. *Rolado con fuego. Dos pasadas en 45° de rolo similar a RR sin siembra de *green panic* y aplicación de fuego prescripto a los dos años y medio de rolado;*
4. *T1 y T2: controles sin disturbar,*

**SISTEMA III. Rolado selectivo en A y en micrositios sin cobertura (SC), con cobertura de mistol (M) y con cobertura de quebracho blanco (Qb), evaluado al año de rolado. Los tratamientos fueron:**

**Rolado\*1.** Una pasada de rolo de 1,4 m de diámetro y 2 m de largo con un peso de 3.000 kg y traccionado con topadora Caterpillar D-6 y siembra simultánea de 5 kg ha<sup>-1</sup> de semillas de Gaton panic (*Panicum maximun cv. Trichoglume cv gatton panic*).

**Rolado\*2.** Dos pasadas en 45° de rolo similar a R1 y siembra simultánea de la misma pastura.

**T.control sin disturbar,** monte natural degradado "fachinal" con una densidad de leñosas mayor a 2000 tallos ha<sup>-1</sup>, de distinto diámetro

### **Rolado y aporte de residuos al suelo**

El pasaje del rolo aplastó aproximadamente 6Tn ha<sup>-1</sup> de la vegetación leñosa de baja y mediana altura (<3m) (Figura 1), siendo las especies arbustivas leñosas dominantes en los sitios Alto (A) y Media Loma (ML): *Acacia furcatispina* (garabato), *Celtis spinosa* (tala) y *Capparis atamisquea* (atamisqui). La densidad de cada una de las especies mencionadas fue de 600 arbustos ha<sup>-1</sup>, con una masa estimada de, aproximadamente, 1260 Kg MS de arbustos ha<sup>-1</sup>. De ésta última se considera que un 50% es C y que al año de realizado el rolado se mineraliza un 50% del C y N (Tabla 1)

Los residuos vegetales de cada una de las especies aplastadas por el rolo se incorporan al suelo y aportan a la materia orgánica del mismo por mineralización o descomposición, proceso mediado por los microorganismos del suelo y regulado principalmente por el clima y el tipo y calidad de sustrato (relación C:N). La actividad microbiana puede mineralizar o inmovilizar el nitrógeno, es decir que puede suministrar formas disponibles al suelo o contribuir con biomasa microbiana al mismo, respectivamente y la relación C:N es el factor que determina que proceso predomina (Curtin y Wen 1999).

Al año de rolar, la relación C: N de la mayoría de los residuos de los principales arbustos fue menor a 25, evidenciando el predominio del proceso de mineralización, es decir que hubo nutrientes en disponibilidad para el crecimiento vegetal. La acumulación de material vegetal mejoró la disponibilidad de sustrato nitrogenado y energético y por lo tanto la tasa de mineralización neta (Oliva et al, 1993).

El rolado se constituye así en una práctica conservacionista porque los residuos no son eliminados del sistema, sino que contribuyen con nutrientes que colaboran con el reservorio de materia orgánica del suelo y aportan para el crecimiento del estrato herbáceo. La relación C:N del tejido de Gaton panic fue muy elevada lo que indica, por un lado, que el aporte como residuo al suelo involucraría una inmovilización de N del mismo implicando más sustrato nitrogenado disponible en un próximo período húmedo. Por otro lado el aporte a la dieta de los animales es



Figura 1. Vegetación arbustiva aplastada por el rolo, vista general y en detalle.

Especies	Densidad (Nº individuos ha <sup>-1</sup> )	Biomasa (kg ha <sup>-1</sup> )	Materia Seca (kg ha <sup>-1</sup> )	C en MS (kg C ha <sup>-1</sup> ) *	N en MS (kg N ha <sup>-1</sup> )	C en MS al año (kg C ha <sup>-1</sup> ) **	N en MS al año (kg N ha <sup>-1</sup> ) **
Atamisqui ( <i>C. atamisquea</i> )	600	1800	1260	630	29,9	315	15,0
Garabato ( <i>A. furcatispina</i> )	600	1800	1260	630	22,2	315	11,1
Tala ( <i>C. spinosa</i> )	600	1800	1260	630	32,3	315	16,1
otros	200	600	420	210	9,4	105	4,7
<b>TOTAL</b>				<b>2100</b>	<b>93,7</b>	<b>1050</b>	<b>46,9</b>
Gatton panic ( <i>P. maximum</i> )***			4975	2487,5	5,57	780	2,785

\* del total de materia seca de las especies vegetales, el 50% corresponde a C

\*\* un año después del rolado se mineralizan un 50 % de C y 50 % de N de los residuos de arbustos y un 30 % de C y 50 % de N de los residuos de Gatton panic

\*\*\*Los datos de Gatton panic corresponden a cosechas invernales, pasto diferido.

Tabla 1. Estimaciones de densidad (Nº de individuos ha<sup>-1</sup>), biomasa (kg ha<sup>-1</sup>), materia seca (kg ha<sup>-1</sup>), contenido de carbono (kg C ha<sup>-1</sup>), contenido de nitrógeno (kg N ha<sup>-1</sup>) de las distintas especies de arbustos y del Gatton panic (*P. maximum*)\*\*\* antes del rolado; y carbono (kg C ha<sup>-1</sup>), nitrógeno (kg N ha<sup>-1</sup>) y relación C: N de los residuos de los mismos un año después del rolado.

## Rolado y carbono orgánico total (COT) y nitrógeno total (Nt) del suelo

El COT y el Nt son considerados los indicadores más generalizados del contenido de materia orgánica en estudios de larga duración y los más importantes para explicar la calidad del suelo y la sustentabilidad agronómica.

En los distintos sitios, el rolado selectivo no modificó la cantidad ni la dinámica del COT y el Nt (Figuras 1 y 2) y por lo tanto mantuvo las reservas y la variabilidad natural de la materia orgánica del suelo.

El rolado, en dos diferentes intensidades (una y/o dos pasadas de rolo), disminuye el valor del COT en la temporada siguiente a la aplicación debido a que favorece los procesos de mineralización. Esta disminución se produce en mayor medida en el suelo bajo la canopia de los árboles porque en estos micrositos existe fracción de materia orgánica de mayor disponibilidad que se mineraliza (Figura 3).

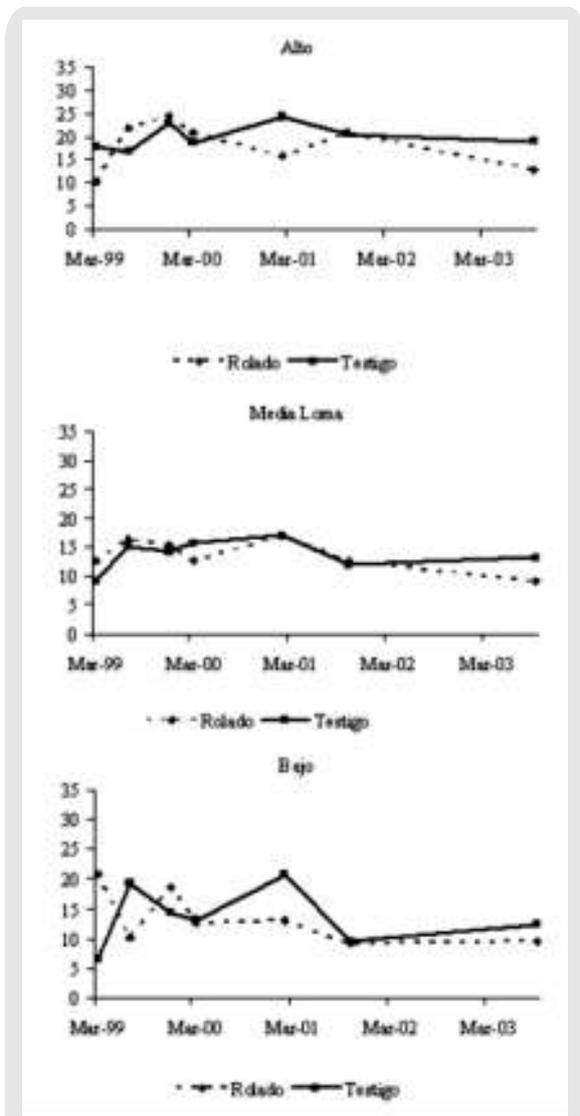


Figura 1. Dinámica del carbono orgánico total (g C kg<sup>-1</sup> de suelo), a 0-15 cm de profundidad del suelo entre 1999-2003 en los tratamientos rolado y testigo del sistema II.

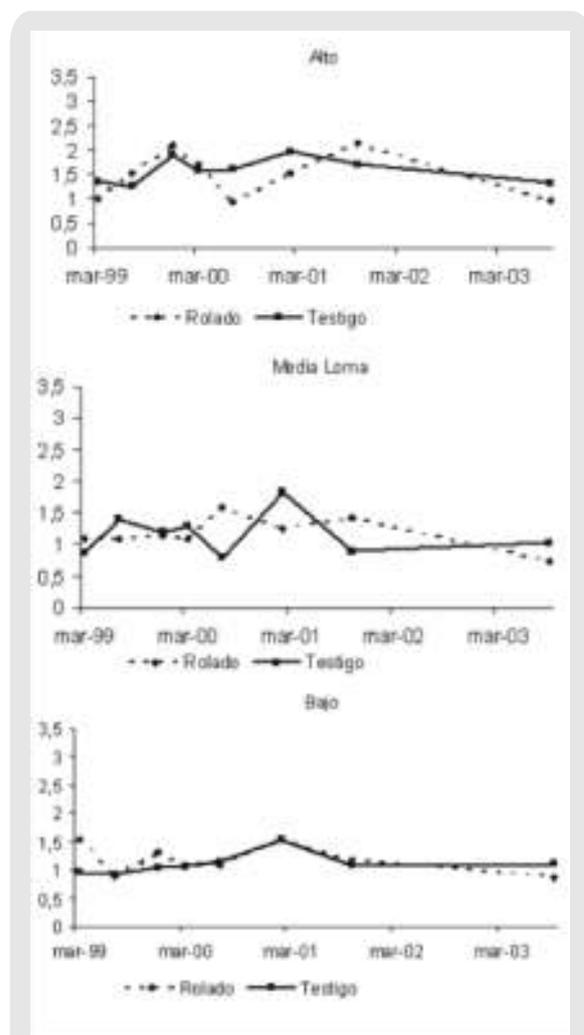


Figura 2. Dinámica de nitrógeno total (Nt), en g N kg<sup>-1</sup> de suelo, a 0-15 cm de profundidad del suelo entre 1999-2003 en los tratamientos rolado y testigo del sistema II.

El Nt aumenta en rolados con dos pasadas de rolo (Figura 4) posiblemente debido a que el mayor aporte de residuos vegetales y el aumento en la mineralización generan mayor disponibilidad de N el cual en esta estación de crecimiento aún no es aprovechado eficazmente por las pasturas que aún no alcanzaron los mayores requerimientos de nutrientes.

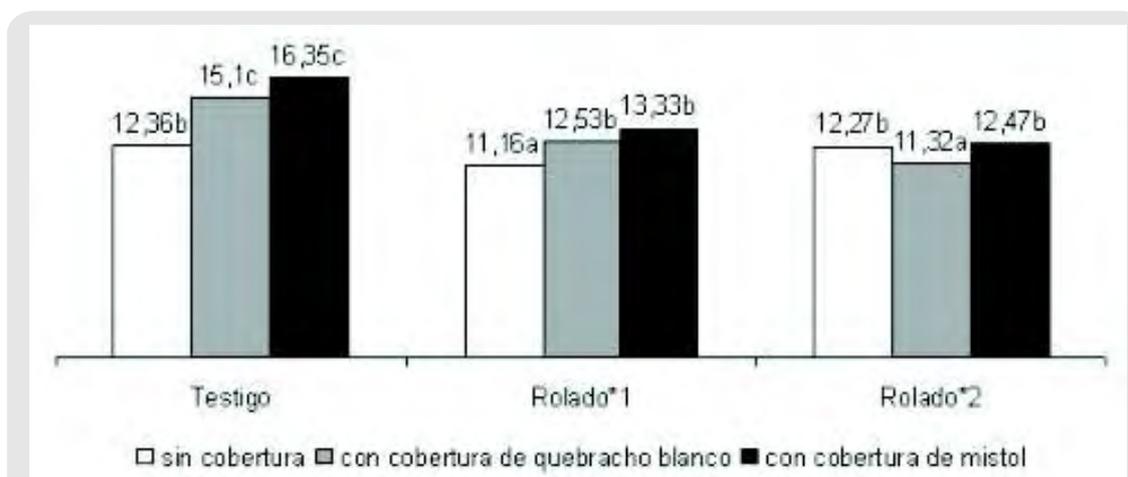
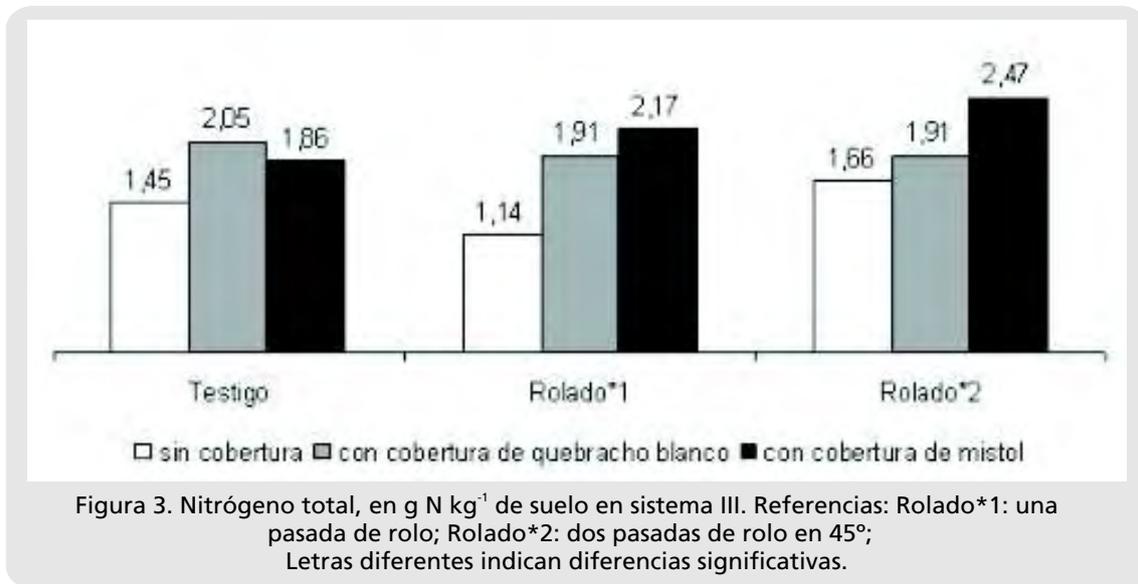


Figura 3. Carbono orgánico total, en g C kg<sup>-1</sup> de suelo en sistema III. Referencias: Rolado\*1: una pasada de rolo; Rolado\*2: dos pasadas de rolo en 45°; Letras diferentes indican diferencias significativas.



### Rolado con siembra de pasturas y COT y Nt del suelo

Cuando se rola y se siembra una pastura como *Panicum maximun* cv. Green Panic, los valores de COT (Figura 5) y Nt (Figura 6) comienzan a disminuir al segundo año de implantación porque es en esta estación de crecimiento cuando comienza una alta demanda nutricional de la pastura.

Cuando se rola y se siembra una pastura, los valores de Nt se reestablecen cuatro estaciones de crecimiento posteriores al rolado (Figura 6). El rolado y la inmediata clausura del sector tratado durante dos estaciones de crecimiento permite el aumento de los valores de COT y Nt por un mayor aporte de materia orgánica del mantillo de la vegetación herbácea. (Figuras 5 y 6)

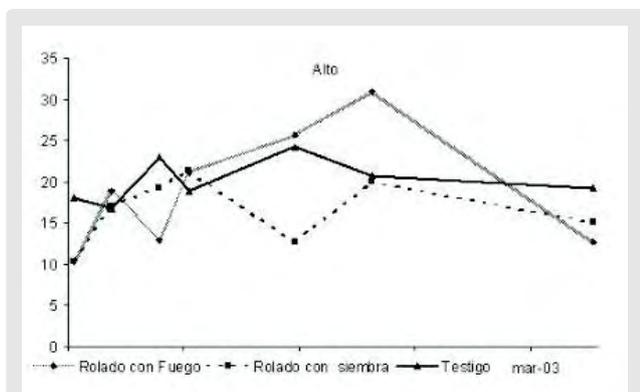


Figura 5. Dinámica de carbono orgánico total, en g C kg<sup>-1</sup> de suelo, a 0-15 cm de profundidad del suelo entre 1999-2003 en los tratamientos rolado con fuego, rolado con siembra y testigo del sistema II.

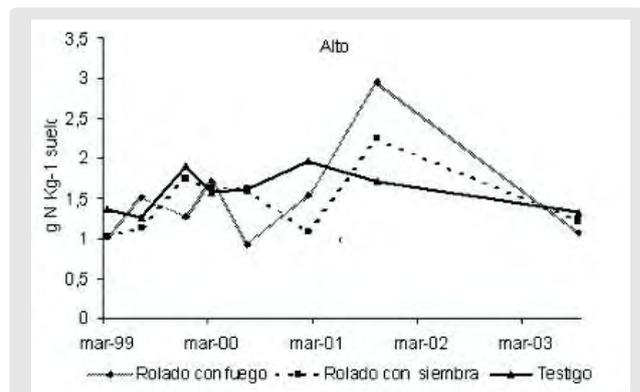


Figura 6. Dinámica de Nitrógeno total, en g N kg<sup>-1</sup> de suelo, a 0-15 cm de profundidad del suelo entre 1999-2003 en los tratamientos rolado con fuego, rolado con siembra y testigo del sistema II.

### Rolado con fuego prescripto y COT y Nt del suelo

Los valores de COT en sitios rolados no se modifican si se aplica fuego prescripto dos temporadas siguientes al rolado (Figura 7). En forma contraria, los valores de Nt disminuyen inmediatamente después de la aplicación del fuego, debido a que gran cantidad del N de la necromasa se volatiliza en los fuegos de pastizales y/o arbustales generalmente como N<sub>2</sub>, sumado al aumento de la temperatura del suelo posfuego que acelera la nitrificación microbiana. El Nt se restituye a cantidades similares a las de sitios no quemados luego de transcurridas dos estaciones desde la quema (Figura 8).

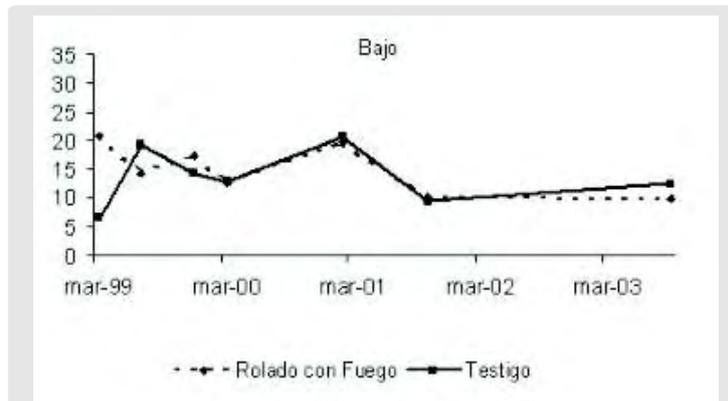


Figura 7. Dinámica de carbono orgánico total, en  $\text{g C kg}^{-1}$  de suelo a 0-15 cm de profundidad del suelo entre 1999-2003 en los tratamientos rolado con fuego y testigo del sistema II.

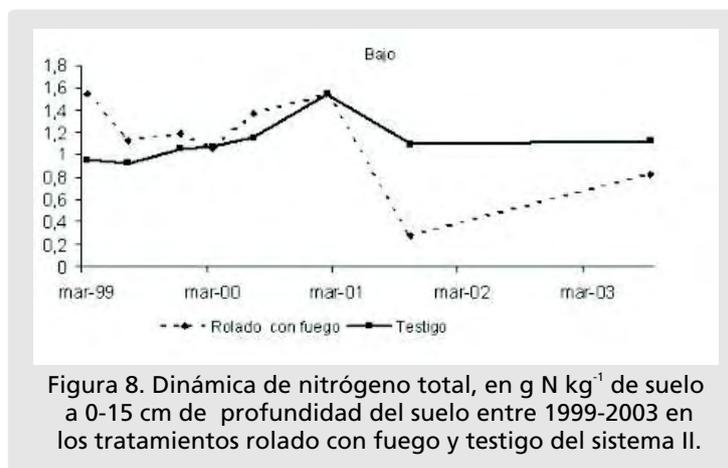


Figura 8. Dinámica de nitrógeno total, en  $\text{g N kg}^{-1}$  de suelo a 0-15 cm de profundidad del suelo entre 1999-2003 en los tratamientos rolado con fuego y testigo del sistema II.

### Efectos del rolado en el carbono orgánico particulado (COP)

La proporción de COP en sitios rolados aumenta, es decir se incrementa la proporción de carbono desprotegido de la acción microbiana, especialmente en los sitios Alto y Media Loma (Figura 9), indicando que se favorecen los procesos de mineralización de la materia orgánica, proceso que no se evidencia con la evaluación del COT.

El carbono orgánico particulado (COP) disminuye con las dos intensidades de rolado especialmente en micrositos fuera de la cobertura aérea (Figura 10).

El carbono orgánico particulado bajo la canopia de los árboles es mayor y la proporción con respecto a COT aumenta en los sitios rolados (Figura 11) implicando que existe más cantidad de C asociado a macroagregados grandes y pequeños más desprotegidos de la acción microbiana (Cambardella, Elliot 1992)

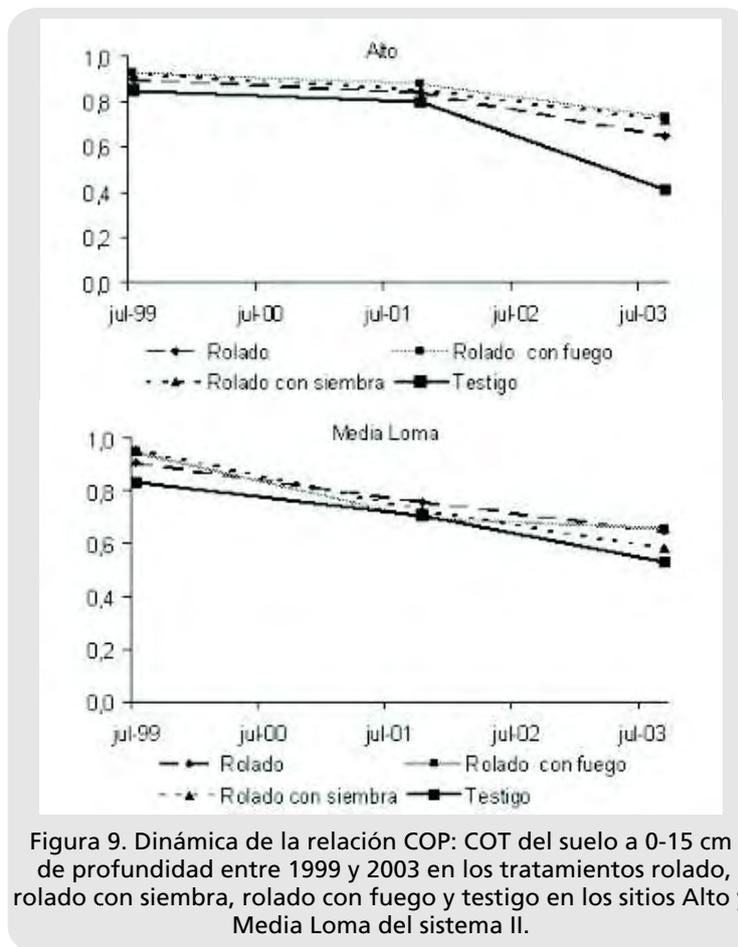


Figura 9. Dinámica de la relación COP: COT del suelo a 0-15 cm de profundidad entre 1999 y 2003 en los tratamientos rolado, rolado con siembra, rolado con fuego y testigo en los sitios Alto y Media Loma del sistema II.

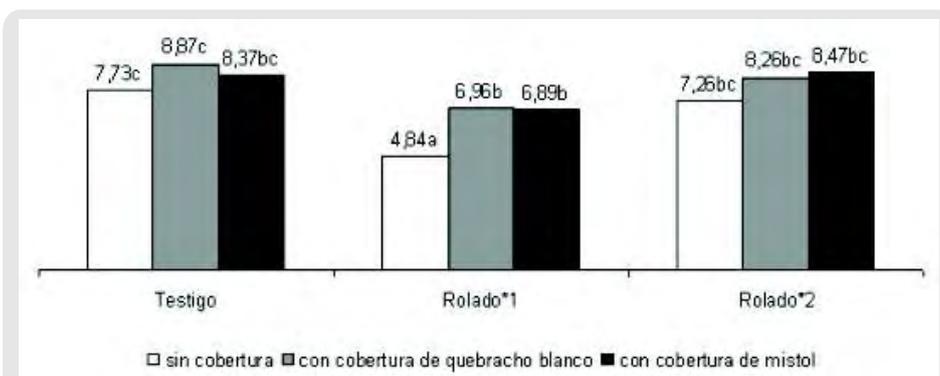


Figura 10. Carbono orgánico particulado, g C kg<sup>-1</sup> de suelo en Sistema III. Referencias: Rolado\*1: una pasada de rolo; Rolado\*2: dos pasadas de rolo en 45°; Letras diferentes indican diferencias significativas.

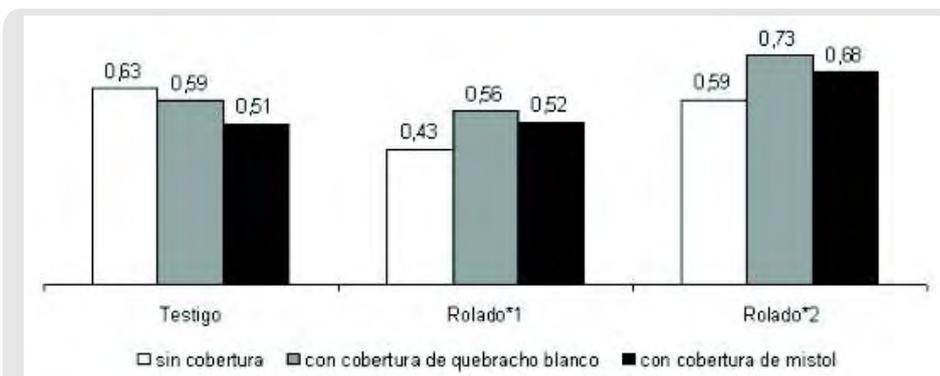
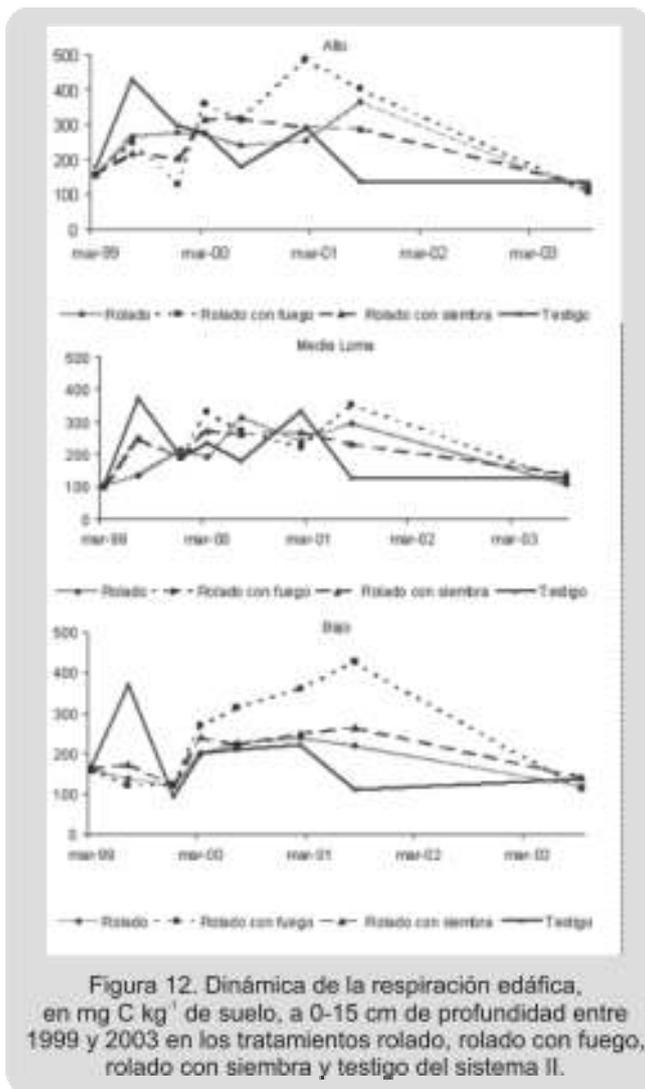


Figura 11. Relación COP : COT en Sistema III. Referencias: Rolado\*1: una pasada de rolo; Rolado\*2: dos pasadas de rolo en 45°; Letras diferentes indican diferencias significativas.

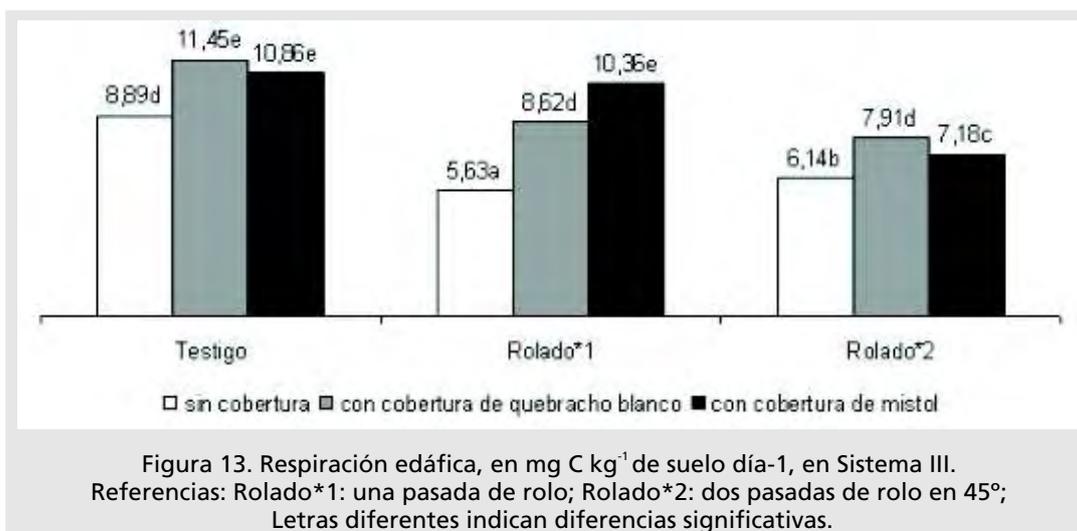
## Efectos del rolado en la respiración edáfica (RE)



La RE disminuye inmediatamente después del rolado selectivo porque la biota heterotrófica inmoviliza temporalmente los nutrientes del suelo al degradar los residuos recién semiincorporados (García et al. 1997). En el transcurso del tiempo la respiración edáfica aumenta debido a la paulatina disminución de la relación C : N de los residuos semiincorporados por el rolado, a modificaciones en la calidad de los mismos por aumento de las fracciones de mayor labilidad, aportadas por las pasturas cultivadas y nativas (Anderson, Ingram 1989), y al ingreso de mayor radiación por eliminación de árboles y arbustos que favorecen la actividad microbiana y la descomposición de residuos (Figura 12).

Las pasturas al aumentar su biomasa en forma paulatina, aportan necromasa aérea y exudados radiculares en forma continua, y estimulan las poblaciones microbianas que metabolizan materiales de más fácil descomposición.

La respiración edáfica es mayor bajo la canopia del mistol y quebracho blanco (Figura 13) debido al aporte de necromasa aérea y exudados radiculares en forma continua desde la canopia de los árboles, que estimularon las poblaciones microbianas que metabolizan materiales de más fácil descomposición.



## Conclusiones

El sitio es un factor clave para comprender los cambios en la concentración y dinámica del carbono y nitrógeno del suelo cuando se realiza rolado selectivo y prácticas complementarias.

El rolado selectivo no incide sobre la cantidad ni la dinámica del carbono y nitrógeno total del suelo pero modifica la actividad microbiana, evaluada por la respiración edáfica, al modificar temporariamente los aportes de residuos.

El rolado selectivo con una intensidad de dos pasadas en 45° aumenta la proporción de carbono particulado (COP), con énfasis en el suelo bajo cobertura de los árboles; implicando que existe más cantidad de C asociado a macroagregados grandes y pequeños más desprotegidos de la acción microbiana.

El rolado selectivo y la inmediata clausura del sitio, para el revenimiento de pastizal natural durante dos estaciones de crecimiento, permite que el carbono y el nitrógeno del suelo aumenten por un mayor aporte de materia orgánica del mantillo del pastizal natural.

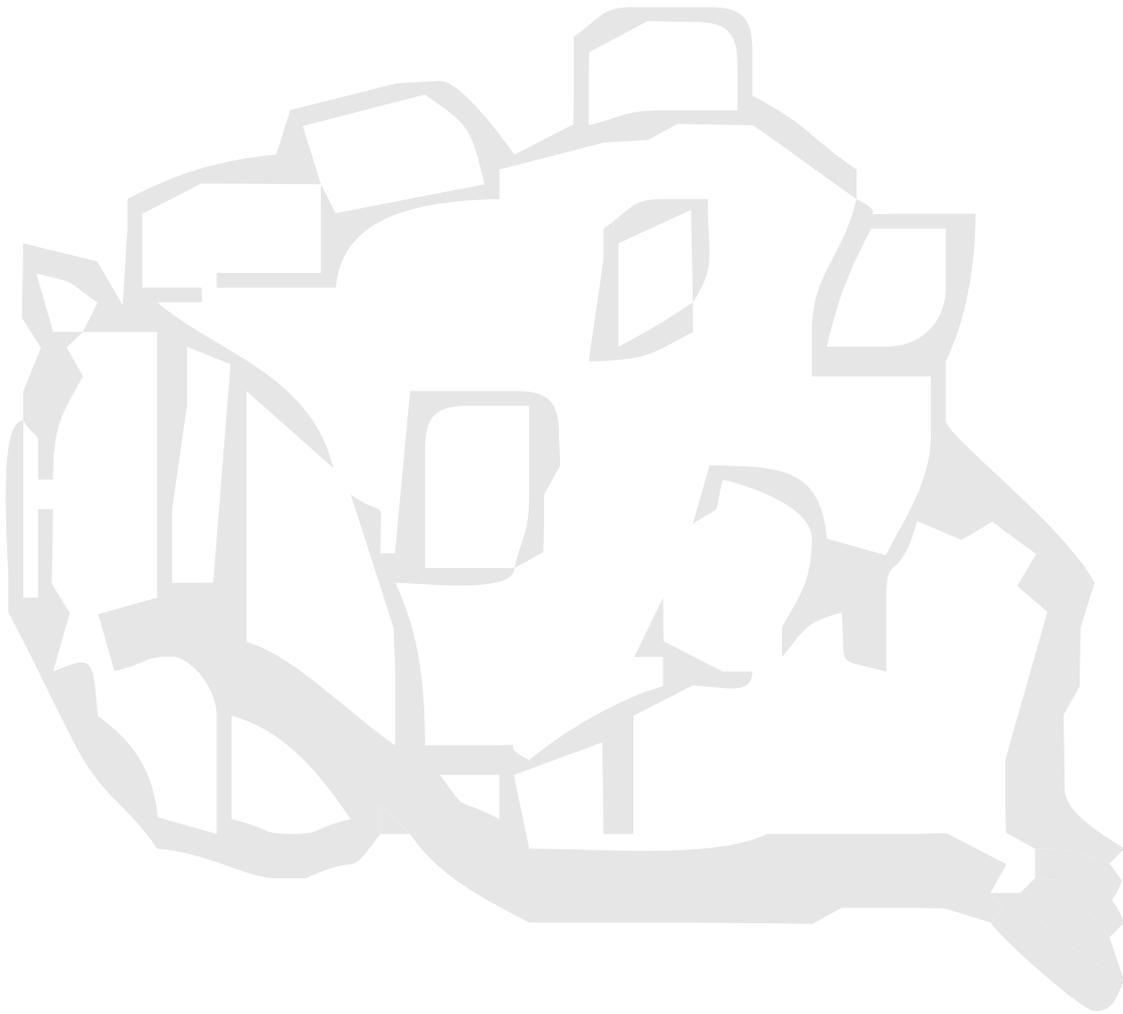
El rolado selectivo y la siembra de pasturas exóticas disminuyen el carbono y el nitrógeno del suelo al segundo año de implantación, por la gran demanda de nutrientes de la pastura. Sin embargo, los valores de Nt se reestablecen cuatro estaciones de crecimiento posteriores al rolado, por lo que se recomienda pastorear al segundo año de siembra de la pastura.

El fuego con prescripciones para control de leñosas en áreas tratadas con rolado selectivo disminuye temporariamente la cantidad de nitrógeno, pero éste se restituye en sólo dos estaciones de crecimiento.

La presencia del árbol puede reducir las pérdidas de nutrientes del suelo, de suma importancia en ambientes semiáridos.

#### Bibliografía

- Anderson J.E., Ingram J. 1989. The tropical soil biology and fertility programme, TSBF, C.A.B. Intern. (ed), Wallingford, UK. 171 p.
- Cambardella C., Elliott E. 1992. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56: 777-783.
- Curtin D., Wen G. 1999. Organic matter fractions contributing to soil nitrogen mineralization potential. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 410-415.
- García C., Hernandez T., Roldan A., Albaladejo J. 1997. Biological and biochemical Quality of a Semiarid Soil after Induced Devegetation. *J. Environ. Qual.* 26: 1116-1122
- Harris R.F., Bezdicsek D.F. 1994. Descriptive aspects of soil quality/health. En: *Defining soil quality for a sustainable environment*. Doran J.W., Coleman D.C., Bezdicsek D.F., Stewart B.A. (eds). SSSA Special Publication Number 5. Madison, Wisconsin, USA. 23-35.
- Magdoff F. 1996. Soil organic matter fractions and implications for interpreting organic matter test. En *Soil Organic Matter: Analysis and interpretation*. Magdoff F.F., Tabatabai M.A., Hanlon E.A. Jr. (eds) *Soil Sci. Soc. Am. Special publication N° 46*, 2: 11-19
- Oliva L., Mazzarino M. J., Nuñez G. Abril A., Acosta M. 1993 Dinámica del nitrógeno y del agua del suelo en un desmonte selectivo en el Chaco Árido Argentino. *Pesq. Agropec. Bras., Brasilia*, v.28, n. 6, p. 709-718.
- Sikora L. J., Yakovchenko V., Cambardella C. A., Doran J. W. 1996. Assessing Soil Quality by Testing Organic Matter. *Soil Organic Matter: Analysis and Interpretation*. Magdoff F.F., Tabatabai M.A., Hanlon E. A. Jr. (eds) SSSA Special Publication N° 46, 5: 4150.Sparling, 1992),
- Tabatabai M. A. 1996. Soil organic matter testing: An overview. En *Soil Organic matter: analysis and interpretation*. SSSA special Publication N° 46.
- Turco R.F., Kennedy A.C. Jawson M.D. 1994. Microbial Indicators of Soil Quality. En: *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment*. Doran, J.W.; D.C. Coleman; D.F. Bezdicsek y H.A. Stewart (de). SSSA, Am. Soc. of Agron., Madison, Wisconsin, USA. 15, 73-106.



# Implementación de Rolados

## ● fuego y rolados

**Ing. Agr. Carlos Kunst PhD**  
**Ing. Agr. Roxana Ledesma MSc**

# Implementación de Rolados fuego y rolados

Ing. Agr. Carlos Kunst PhD  
Ing. Agr. Roxana Ledesma MSc

## Introducción



Figura 1. Rolado de alta intensidad con exceso de residuos leñosos

En un rolado, los residuos leñosos se generan como consecuencia de la remoción y aplastamiento de la biomasa aérea vegetal y son una consecuencia directa del disturbio y su intensidad (Fig. 1). La presencia de ramas y troncos yacentes en el suelo influye directamente dos aspectos clave de un rolado: la accesibilidad al forraje y el tránsito de personal y hacienda.

Si estos últimos aspectos no están logrados, el rolado no puede considerarse exitoso desde el punto de vista ganadero, aunque exista una oferta de forraje significativa (Fig. 2).

Los residuos leñosos generados por un rolado consisten en troncos y ramas de árboles y arbustos de distinto diámetro. Están compuestos por lignina y celulosa, materiales que no se descomponen rápidamente. El fuego, otro disturbio común en la región chaqueña, se presenta como una alternativa para eliminar esos residuos del rolado en un tiempo acorde a las necesidades de uso de las áreas tratadas (Fig. 3). Así, el fuego deja de ser un factor ecológico y se transforma en una herramienta agronómica, pero que debe ser empleada cuidadosamente para evitar perjuicios.

La aplicación y el manejo del fuego en rolados requiere de información sobre intensidad del fuego, cantidad de combustibles, época de quema y efecto de fuego sobre las distintas especies de leñosas. La energía liberada por el fuego puede influenciar negativa o positivamente el suelo y los árboles dejados en pie en un rolado. La probabilidad de cambios negativos aumenta con la mayor liberación de energía, que a su vez está influenciada por la cantidad de combustible (leña, residuos) presente en un rolado. El objetivo de este capítulo es analizar algunos aspectos prácticos de la aplicación del fuego en rolados.



Figura 2. Rolado de alta intensidad con problemas de acceso y tránsito



Figura 3. Fuego severo en un rolado de alta intensidad.

## El fuego como disturbio

El fuego, de manera similar al rolado, es un disturbio, y como tal posee intensidad y severidad (Fig. 4). La intensidad o 'dosis' de un fuego está en relación directa con la energía liberada en la combustión, que a su vez depende la cantidad de la combustible presente en condiciones de arder. La intensidad que puede alcanzar un fuego se estima mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Intensidad (kW.m)} = \text{CC} * \text{va} * \text{pc} [1],$$

donde: **CC** = cantidad de combustible por unidad de superficie en condiciones de arder,

**va** = velocidad de avance del frente de fuego, que está en parte influenciada por el clima y

**pc** = poder calorífico del combustible. El poder calorífico se considera una constante para todas las sustancias

(a)			
Especies	Poder calorífico superior		
	kcal/kg	kJ/kg	
<i>Elyonurus muticus</i>	3920	16409	
<i>Setaria globulifera</i>	3670		
<i>Pappophorum pappipherum</i>	3845	16095	

(b)			
Especie	Peso específico	Poder calorífico	
		Absoluto	Relativo
<i>Schinopsis quebracho colorado</i>	1,185	4,55	5,000
<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	0,875	4,75	3,850
<i>Acacia (tintaco)</i>	1,330	4,55	5,650
<i>Prosopis alba</i>	0,765	4,60	3,400
<i>Prosopis rustifolia</i>	0,785	4,40	3,2
<i>Prosopis nigra</i>		4,5	3,00
<i>Charar</i>	0,653		

Tabla 1 (a) Poder calorífico de tres gramíneas de la región chaqueña (según Vélez 1997); y (b) Peso específico, poder calorífico absoluto y poder calorífico relativo de especies leñosas nativas de la región chaqueña argentina. (Extraído de Melillo (1937) y Devoto y Rothkugel (1945). 8 % de contenido de humedad).

En la práctica, el término CC indica la cantidad de combustible que se va a quemar e influencia directamente la intensidad: a mayor cantidad de combustible, mayor intensidad de fuego. Para una misma va, a mayor cantidad de combustible, mayor intensidad, mayor liberación de energía hacia los cuerpos circundantes y por lo tanto, mayor probabilidad de cambios.

La velocidad de avance y la intensidad del fuego se engloban en el concepto de 'comportamiento de fuego'.

La intensidad puede ser estimada observando el largo de llama (Fig. 4), que está fuertemente relacionada al contenido de energía del combustible (Agee, 1993). La severidad del fuego está relacionada con los efectos sobre el ecosistema y puede caracterizarse mediante la clasificación de los pulsos de calor recibidos por la vegetación y por el suelo y el estado de los mismos luego del fuego. El comportamiento del fuego está influenciado por el diámetro de los combustibles, y la cantidad y el contenido de agua de los mismos. Los combustibles se clasifican de acuerdo a su diámetro en finos, medianos, gruesos y muy gruesos (Tabla 2).

Tipo de combustible	Ref	Diámetro (cm)	Tiempo de retardo (h)
Fino	1	0,62 - 2,54	10
Mediano	2	2,54 - 7,62	100
Grueso	3	7,62-20,32	1000

Tabla 2. Características de los tipos de combustibles.



Figura 4. Caracterización del disturbio fuego: longitud de llama y radiación en un fuego de pastizal

### Cantidad y calidad de combustibles en rolados.

El modelo de combustible en un rolado consiste en una matriz de pastos (combustible fino), adonde se encuentran dispersos residuos de vegetales de mayor tamaño (combustibles medianos y gruesos).

### ¿Es factible emplear fuego en estas circunstancias?

La cantidad y proporción de residuos leñosos presente en un potrero rolado está relacionada directamente con la intensidad del tratamiento rolado aplicado. Estimaciones de la cantidad de combustible fino a muy grueso de origen arbóreo y arbustivo en rolados 'conservadores' (~ poca intensidad y severidad, muchos árboles por ha quedan en pié) realizados en campos de productores indican que la carga total de residuos puede variar entre 1000-20000 kg.ha-1 (Fig. 5), siendo el combustible grueso el componente que representa un 60-70 % del total, seguido del combustible mediano (30-40 %). La carga de combustible de origen leñoso puede ser igual o superar el combustible fino de origen herbáceo (pasto), que en el caso de una pastura de gatton panic varía entre 6000-12000 kg.ha-1 según zonas de la región chaqueña. La cantidad de combustible presente se debe tener en cuenta en la planificación de quemas prescriptas con la finalidad de completar la habilitación de rolados. Esta recomendación tiene en cuenta además las características intrínsecas de las especies chaqueñas, que poseen en general un alto peso

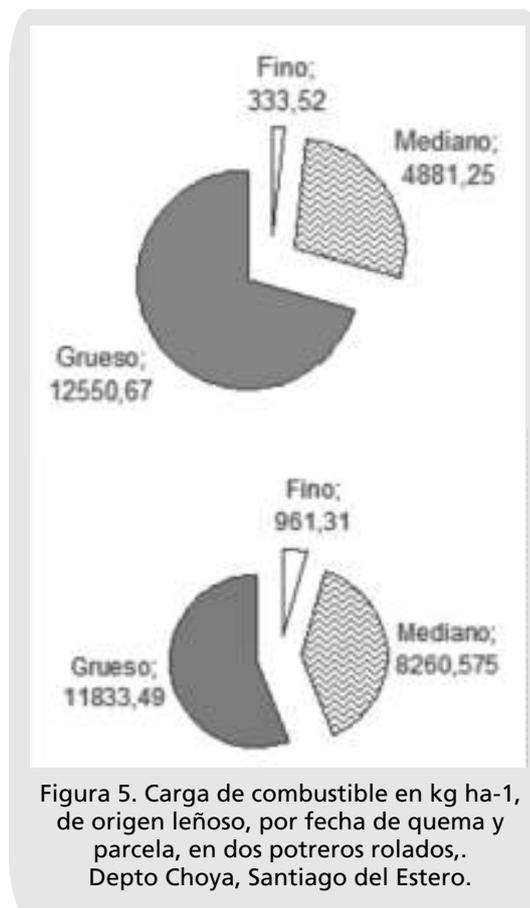
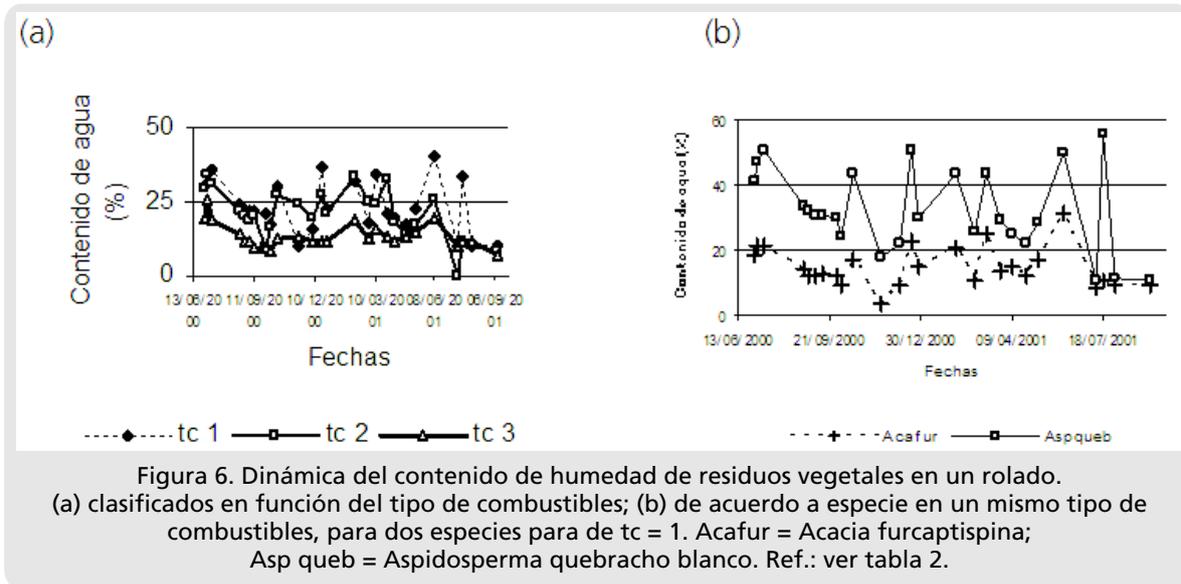


Figura 5. Carga de combustible en kg ha-1, de origen leñoso, por fecha de quema y parcela, en dos potreros rolados, Depto Choya, Santiago del Estero.

específico y aceites esenciales, que implican un comportamiento del fuego intenso y severo (Tabla 1). Lo ideal es 'voltear' solo lo estrictamente necesario con el rolo y reciclar toda la madera posible (ej. fabricación de carbón) y quemar solo para eliminar los combustibles de menor diámetro.

### Contenido de humedad de los combustibles.



Debido al alto poder calorífico del agua, la presencia de la misma dentro del tejido vegetal (combustible) modifica la reacción de combustión, es decir el proceso y el comportamiento del fuego propiamente dichos. El factor mas importante que influye sobre la disponibilidad de un combustible para el fuego (ver fórmula 1) es su contenido de agua o humedad. Así, los combustibles finos pueden arder en determinadas circunstancias, mientras que los medianos y gruesos no 'quemarse', es decir no efectuar ningún aporte sobre el comportamiento del fuego. Este hecho es clave para el manejo del fuego en rolados. La dinámica del contenido de humedad (CH) clasificados de acuerdo al tipo de combustibles es variable debido a que los residuos vegetales se comportan de acuerdo al concepto de tiempo de retardo. Una vez separados de la planta, el contenido de agua de los residuos leñosos depende del contenido de agua del aire, es decir de la humedad relativa. Expresado en forma simple, el concepto de tiempo de retardo dice que el equilibrio contenido de agua y humedad relativa es una función del diámetro de los combustibles: a menor diámetro, mas fácilmente pierden o absorben agua y lo contrario en los combustibles gruesos. Los residuos de tamaño fino presentan una gran variación en el contenido de humedad, mientras que en los de tamaño mediano la variación es menor (Tabla 2 y Fig. 6). Los residuos leñosos se encuentran generalmente en el suelo, bajo el pasto y el follaje de los arbustos remanentes. Si dentro de un mismo tamaño se clasifica por especie, se observa que aunque el patrón de variación es el mismo, *Aspidosperma quebracho blanco* presenta mayor contenido de humedad que *Acacia furcatispina*. En el sitio alto, se observó un efecto estadísticamente significativo de cobertura de especie ( $p < 0,0001$ ), especie ( $p < 0,0001$ ) y tamaño de combustible ( $p < 0,0001$ ).

El contenido medio de humedad fué mayor bajo cobertura de *Zyzyphus mistol* que de *Aspidosperma quebracho blanco*, y *Celtis spp.* presentó un mayor contenido hídrico que *Acacia furcatispina* para un mismo tamaño. El mayor contenido medio de humedad se presenta en el tamaño fino. En el sitio bajo, y para el tamaño mediano, se observó un efecto diferencial de especie: *Cercidium australe* (brea) presenta una mayor contenido de humedad que otras especies a través del tiempo.

En general, se observó que el período con menor contenido de humedad de los combustibles se extiende desde Junio a Setiembre, mientras que se observó la mayor 'sequedad' de Julio a Octubre. Se observa además un importante descenso en el mes de Agosto y las bajas magnitudes en los combustibles medianos y gruesos continuaron hasta Febrero-Marzo, donde la humedad asciende levemente. Se observa además la tendencia progresivamente negativa que sufre la humedad de los combustibles a largo del tiempo, indicando su degradación. En un lapso de 2 años y medio hubo una reducción del 87% de la humedad. En ambos sitios se observa que los combustibles de menor tamaño son los que con mayor facilidad absorben y pierden humedad, aunque todos los tipos copian un mismo patrón de secado y humedecimiento, condicionado por las variaciones en la humedad relativa del ambiente.

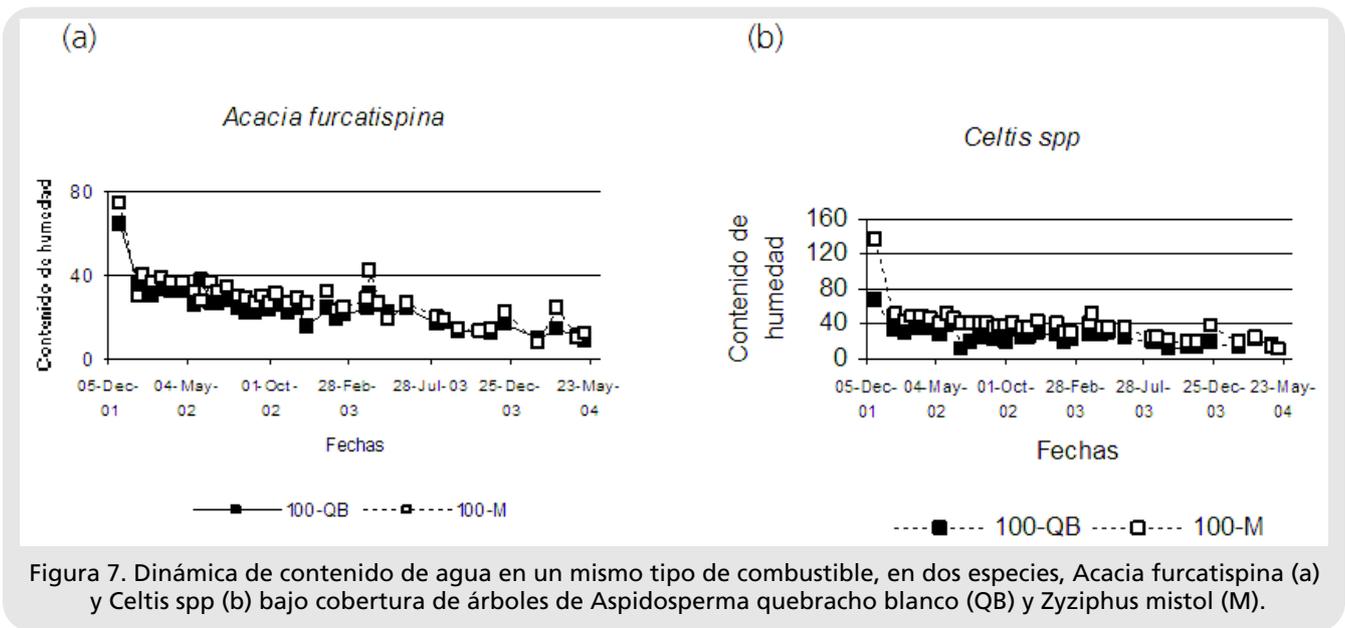


Figura 7. Dinámica de contenido de agua en un mismo tipo de combustible, en dos especies, *Acacia furcatispina* (a) y *Celtis spp* (b) bajo cobertura de árboles de *Aspidosperma quebracho blanco* (QB) y *Zyziphus mistol* (M).

Estas observaciones son básicas para la evaluación de riesgo de incendio y para la planificación más racional de quemas prescritas. Así, la decisión de cuándo realizar el fuego prescrito debe tener en cuenta que el período de Junio a Setiembre es el momento de mayor sequedad de los residuos leñosos, por lo que el fuego puede alcanzar mayor severidad e intensidad. Esta información debe complementarse con la elección adecuada de las condiciones meteorológicas para lograr efectividad en la práctica del fuego.

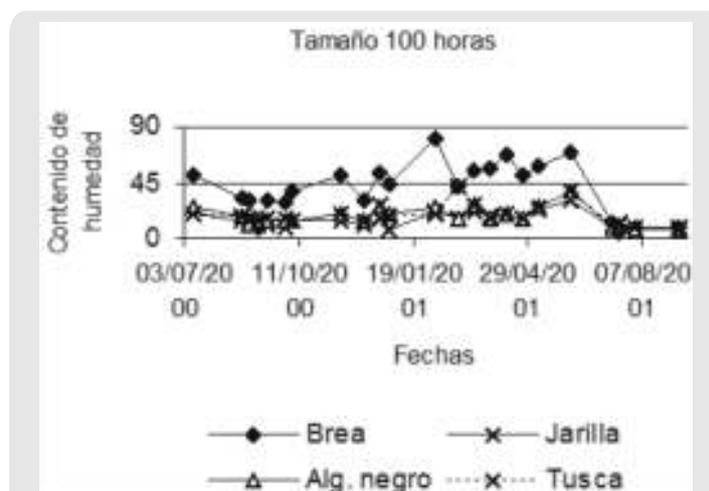


Figura 8. Dinámica del contenido de agua de  $t_c = 3$  de cuatro especies: *Cercidium australe* (brea), *Larrea divaricata* (jarilla), *Prosopis nigra* (algarrobo negro) y *Acacia aroma* (tusca), sin cobertura arbórea. Ref.: ver Tabla 2.

## Fuego y suelo

El fuego irradia energía que es absorbida por los cuerpos circundantes, entre ellos el suelo. La absorción de energía trae como consecuencia un aumento de temperatura. Los cambios que se producen en el suelo son producto de ese aumento de temperatura. Una relación general entre temperatura y los cambios que pueden producirse en el suelo se presenta en la Fig. 9).

Los efectos del fuego pueden resumirse en tres niveles diferentes:

1. *Calentamiento hasta 220 °C (ej. fuegos en pastizales): el suelo se deshidrata, incluyendo los geles, pero los parámetros físicos no se modifican sustancialmente. Se incrementa la disponibilidad de fósforo y amonio y se favorece la solubilidad de varios cationes. Los efectos sobre el suelo pueden considerarse beneficiosos.*

2. *Calentamiento entre 220 °C y 460 °C. Se produce la combustión parcial de la materia orgánica. Elementos nutritivos acompañados con la misma se mineralizan y están disponibles para las plantas. Aunque la combustión de materia orgánica puede ser negativa, puede ser restaurada con el tiempo.*

3. *Calentamiento por arriba de los 460 °C. Se produce pérdida de iones de las arcillas y destrucción de carbonatos, hay daño a la estructura cristalográfica del suelo, y el mismo pierde porosidad y elasticidad (se hace 'ladrillo'). Estas características no pueden ser restauradas.*

Bajo pilas de combustible grueso, los niveles de calentamiento alcanzan los puntos 2 y 3 fácilmente.

### Efecto del fuego sobre los árboles

Las leñosas se adaptan y sobreviven al efecto del fuego a través de varias adaptaciones como espesor de corteza, yemas subterráneas, etc. A pesar de ello, fuegos de alta intensidad dañan a los árboles de manera significativa (Fig. 10).

En tres quemas prescriptas realizadas los días 14/07/00, 30/08/00 y 21/09/00, respectivamente, en un establecimiento privado, la carga de combustible fino (pasto) se estimó entre 1000-2000 kg.ha<sup>-1</sup>, mientras que la carga de combustible mediano y grueso se estimó entre 1500 y 20000 kg.ha<sup>-1</sup>. Las condiciones meteorológicas y el comportamiento del fuego durante las quemas prescriptas se encontraron dentro de prescripción. En general el largo de llamas fue inferior a 1 m, aunque se emitió mucho calor. El fuego avanzó principalmente por el combustible mediano y grueso. La severidad del fuego en los manchones de arbustos fue considerada de mediana a alta. En este ensayo, el consumo de residuos leñosos por el fuego fue total en la primera y segunda fechas de quema, y parcial en la tercera. El contenido de humedad de los residuos fue alto en la última fecha de quema (setiembre) con respecto a las dos anteriores, a pesar de la baja humedad relativa del aire.

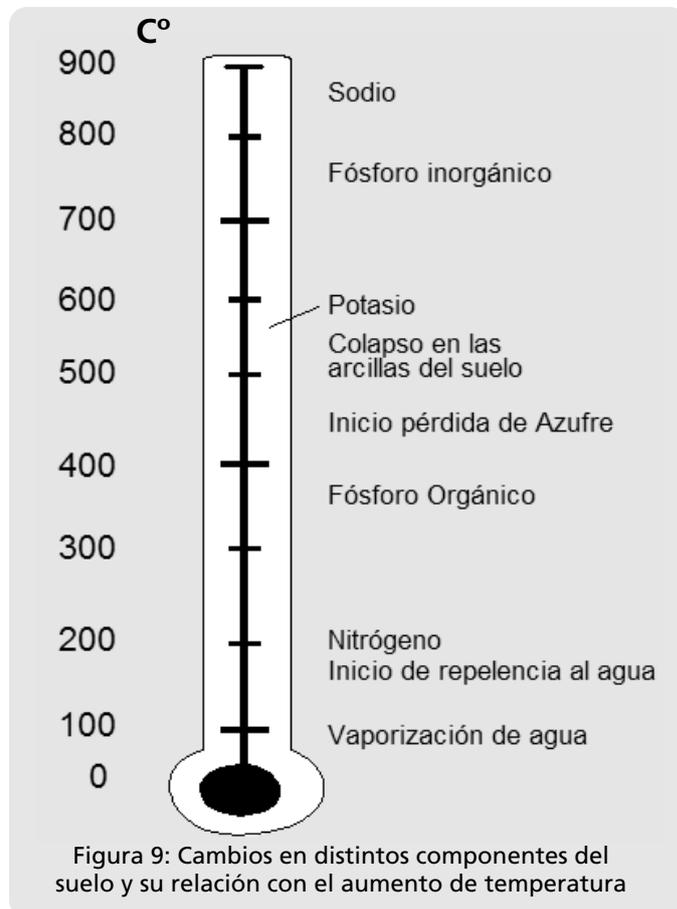




Figura 9. Efecto de fuego sobre los árboles: ejemplar de quebracho blanco dañado por alta intensidad de fuego producto a su vez de exceso de carga de combustible

Estos resultados preliminares indican que existe cierta interacción entre consumo de leña y contenido de humedad y permitiría la anulación de ciertos componentes del combustible que influyen en el comportamiento del fuego y el potencial daño a los árboles.

Fecha	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Intensidad kW.m <sup>-1</sup>	Viento m/seg
11/07	12.60	63.33	119.65	1.15
6/08	16.25	56	1729.21	2.67
22/08	21.11	32	7932.66	6.50
3/09	22.03	32	8141.61	0.98
27/09	29.07	31.33	2565.35	3.23

Tabla 4: Condiciones meteorológicas e Intensidad de fuego en cada fecha de quema.

En un estudio realizado en el establecimiento privado se evaluó el efecto de cuatro intensidades de fuego sobre el vigor, tamaño del árbol, presencia de rebrotes; porcentaje y altura de carbonización en cuatro especies leñosas de la región chaqueña occidental. El rebrote describe la capacidad de recuperación de las especies afectadas.

Se clasificó además la severidad de los fuegos en las diferentes fechas de quema. Las condiciones meteorológicas fueron más severas hacia fines de Setiembre, incrementándose así la intensidad (Tabla 4). El porcentaje y la altura de carbonización describen el daño provocado por el fuego en los árboles y depende de la especie en estudio y de su tamaño, observándose una influencia significativa de la intensidad de fuego sobre ambas variables ( $p < 0.05$ ). Los datos sugieren una tendencia lineal entre el log de la intensidad de fuego y log del % de carbonización (Figura 10). El tamaño del árbol incidió de manera significativa sobre la capacidad de rebrote y el vigor del mismo luego del fuego ( $p < 0.05$ ).

Fecha	Temperatura °C	Humedad Relativa %	Intensidad kW.m <sup>-1</sup>	Viento m/seg
11/07	12.60	63.33	119.65	1.15
6/08	16.25	56	1729.21	2.67
22/08	21.11	32	7932.66	6.50
3/09	22.03	32	8141.61	0.98
27/09	29.07	31.33	2565.35	3.23

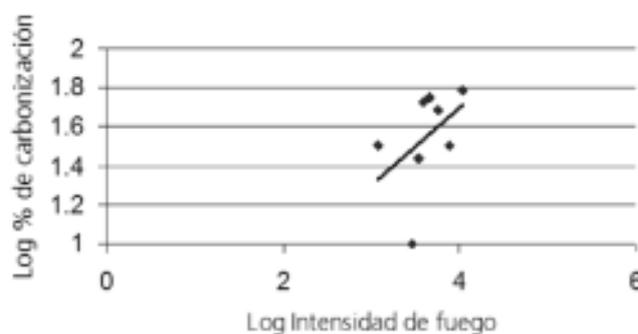


Figura 10. Relación entre la intensidad de fuego y el porcentaje de carbonización.

## Conclusiones

El efecto del fuego en rolados depende de la cantidad de combustible grueso presente. Es esencial mantener la carga de combustible grueso lo más baja posible a fin de evitar comportamiento e intensidades de fuego inmanejables y que pueden producir cambios no deseados en el ecosistema (ej.: suelos esterilizados, daño a los árboles). Para reducir la carga de combustible se aconseja: emplear intensidades medias a bajas de rolado; y si esto no es posible, reciclar la mayor parte de los residuos leñosos gruesos y medianos antes de emplear el fuego (Fig. 11).



Figura 11. Reciclado de 'leña' en rolados: (a) fabricación de carbón (b) extracción de postes y leña.

## Bibliografía consultada y citada

- Albanesi, A., A. Anriquez. 2003. El fuego y el suelo. Cap. 5, p. 47-59. en: Fuego en los ecosistemas argentinos. Editores: Kunst C., S. Bravo y J. Panigatti. 2003.. Ediciones INTA. 332 p.
- Bravo, S., A. Giménez, C. Kunst, G. Moglia. 2003. El fuego y las plantas. Cap. 6. p. 61-70. en: Fuego en los ecosistemas argentinos. Editores: Kunst C., S. Bravo y J. Panigatti. 2003.. Ediciones INTA. 332 p.
- Giovannini, G., S. Lucchesi, M. Giachetti. 1990. Beneficial and detrimental effects of heating on soil quality. p. 95-102. Fire in ecosystem dynamics, Editores: J. Goldammer y M. Jenkins. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.
- Kunst C., S. Bravo y J. Panigatti. 2003. Fuego en los ecosistemas argentinos. Ediciones INTA. 332 p.
- Ronde, C. de. 1990. Impact of prescribed fire on soil properties Comparison with wildfire effects. p. 127-136. Fire in ecosystem dynamics, Editores: J. Goldammer y M. Jenkins. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.



# Implementación de Rolados

## —● rolado y otros métodos de habilitación para ganadería

**Ing. Agr. Carlos Kunst PhD**  
**Ing. Agr. Roxana Ledesma MSc**

## Implementación de Rolados rolados y otros métodos para habilitación de ganadería

Ing. Agr. Carlos Kunst PhD  
Ing. Agr. Mónica Cornacchionne MSc  
Ing. Agr. Roxana Ledesma, Msc

### ¿Porqué 'mejorar la oferta de forraje'?

La causa básica de las bajas cargas animales en muchos sectores de la región chaqueña semiárida en la actualidad es la baja oferta de forraje (Fig. 1). Este hecho puede ser resultante de varios factores:

- *escasa densidad de plantas forrajeras (número de pl/m<sup>2</sup>);*
- *escaso tamaño de planta (poco peso por planta, en kg/ha);*
- *baja accesibilidad del forraje (el forraje existe pero los animales no pueden acceder a él, por ej. por ramas y plantas de arbustos, el famoso 'fachinal');*
- *baja transitabilidad de los potreros, debido a la presencia del fachinal, que actúa como una 'pared' para los animales y el personal. En potreros de monte cerrado es común observar que los animales solo pastorean en las picadas.*

La baja oferta de forraje y la escasa accesibilidad influyen directamente sobre la receptividad de una zona y/o establecimiento. La baja receptividad se traduce en que se necesitan más hectáreas por animal, o los mismos deben pastorear en áreas más extensas para encontrar la misma cantidad de forraje. Este problema es muy común entre los productores cabreros de la región chaqueña.

El aumento de la oferta actual de forraje es uno de los principales cambios buscados al aplicar el 'disturbio' rolado por los productores (Ledesma 2006). El objetivo de este capítulo es analizar distintos métodos para aumentar la oferta de forraje y algunos aspectos agronómicos para mejorar la eficiencia de los mismos.



Figura 1: Exceso de cobertura leñosa y falta de forraje.

## Aumento de la oferta de forraje: métodos

Una de las características distintivas de la región chaqueña semiárida es la presencia de árboles y arbustos en forma natural. La estrategia de manejo de esa vegetación leñosa es central en el manejo ganadero en la región. Aparte del rolado, también llamado 'desbajado' en el Chaco salteño, otros métodos para lograr pasturas destinadas a ganadería bovina son: el desmonte total, similar al utilizado para agricultura; y el cadeneado.

El desmonte total significa eliminar con maquinaria pesada (ej. topadora) toda la vegetación existente, y dejar el lote 'sin palos ni raíces', listo para ser convertido en 'chacra' apta para la agricultura. El desmonte total es muy agresivo para el ecosistema y muy costoso en tiempo y dinero. Implica acordonado y posterior quema de los residuos, una práctica de alto riesgo para el ecosistema, además de pasadas de rastra para sacar residuos leñosos chicos y 'limpieza' a mano de los lotes. De manera inevitable, en este tipo de habilitación existe arrastre de horizonte superficial y otros aspectos indeseables, como la quema de suelo en los cordones. En la actualidad, este método es raramente empleado para siembra de pasturas.

En el cadeneado se 'voltea' toda la vegetación existente mediante el pasaje de una cadena tirada por topadoras, que trabajan en un patrón rectangular. El gatton panic es sembrado inmediatamente después de pasada la cadena, empleando siembra aérea. Los residuos leñosos son luego quemados, empleando el combustible fino aportado por la especie herbácea. No se produce arrastre de suelo, pero la quema de residuos de gran diámetro puede tener efectos muy negativos en el suelo debido a que los mismos se encuentran depositados en la superficie (Fig. 1, ver Cap. IV, Fuego).



## ¿Cuál es el método de implantación más exitoso? Indicadores de éxito

Los tratamientos empleados buscan solucionar los cuatro aspectos mencionados como limitantes de la carga animal: la densidad y tamaño de las plantas forrajeras, la accesibilidad y la transitabilidad de los potreros. El éxito de implantación puede evaluarse además con los siguientes indicadores:

- número de plantas.m-2 logradas. Un umbral de 6-10 plantas.m-2 se considera como aceptable para una pastura subtropical.
- rapidez en el tiempo para alcanzar una oferta de forraje aceptable, con posibilidad de ser pastoreado. Una buena oferta de forraje para gaton y green panic puede estimarse en 5000 kg.ha-1 como mínimo. El plazo mínimo para lograr esta oferta y pastorear es una estación de crecimiento (6-8 meses), para asegurar un buen desarrollo radicular de las plantas y buenas reservas para el rebrote (Pérez 1998).

Entre 1998-2000 se realizaron muestreos en distintas pasturas realizadas en el este de Santiago del Estero para evaluar los indicadores definidos en el párrafo anterior en pasturas implantadas por los métodos descritos y el rolado. La accesibilidad y la transitabilidad fueron evaluadas de manera subjetiva.

La comparación de los distintos indicadores sugiere que la implantación de pasturas empleando el desmonte total sería el mejor método (Tablas 1 y 2). Se logran gran cantidad de plantas/m<sup>2</sup>, el tiempo al primer pastoreo es aceptable, y la accesibilidad y la transitabilidad son altas. Sin embargo, tiene el grave inconveniente de alto costo, inaceptable para productores ganaderos, y la severidad del disturbio del ecosistema producido (arrastre de suelos, eliminación de árboles, etc.) ya mencionada.

En el cadeneado el número de plantas/m<sup>2</sup> es aceptable, pero la accesibilidad y la transitabilidad son limitantes durante una o más estaciones de crecimiento, período necesario para acumular combustible para la quema que obligadamente debe completar la implantación.

El rolado presenta magnitudes intermedias de los indicadores de éxito. Parece ser el mejor método de implantación por numerosas razones: es más barato que el desmonte agrícola, el número de plantas /m<sup>2</sup> logradas es aceptable, la pastura está rápidamente lista para el pastoreo, y no existen problemas serios de accesibilidad ni transitabilidad. Tampoco se hace *absolutamente necesario* quemar para 'lograr la pastura', como en el caso del cadeneado.

Treatmento de Implantación	Número plantas/m <sup>2</sup> (*)	Tiempo al primer pastoreo	Accesibilidad del forraje	Transitabilidad del potrero	Sombra
Desmonte agrícola (acordonado + siembra)**)	24	1-2 estaciones de crecimiento	Alta	Alta	Solo en cortinas
Rolado + Cajón sembrador + Fuego.	8-13	1-2 estaciones de crecimiento	Alta-Mediana	Alta-Mediana	En todo el potrero
Cadeneado + Siembra por avión + Fuego.	4-36	1-3 estaciones de crecimiento Se necesita quemar para completar el trabajo	Baja al inicio luego alta	Baja al inicio luego alta	Solo en cortinas

Notas:

(\*) En pasturas de menos de 5 años.

(\*\*) Con cortinas, de acuerdo a lo exigido por leyes provinciales.

Tabla 1. Métodos de implantación de pasturas subtropicales: comparación de algunos indicadores.

<i>Precipitaciones anuales</i>									
Edad pastura	Más de 700 mm					Menos de 700 mm			
	Menos de 5 años			Mas de 5 años		Menos de 5 años			Más de 5 años
Pastura	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sitio (*)	Oferta de forraje o disponibilidad (kg/ha MS) (**)								
Alto	8640	2300	12000	7320	8760	17810	16950	6960	14620
Bajo	5280	--	1212	3720	560	--	1260	2640	3820
	Número de plantas/m <sup>2</sup>								
Alto	24	12	21	22	8	11	13	12	22
Bajo	32	--	12	16	6	--	3	3	23
	Diámetro promedio de base de plantas (cm)								
Alto	13	18	17	12	20	18	17	13	11
Bajo	10	--	7	12	10	--	4	7	9
	Altura promedio por planta (cm)								
Alto	87	57	188	66	120	138	131	122	86
Bajo	43	--	47	30	43	--	21	46	51
Método de implantación	DT	NFRs	R	?	FA	RF	RF	RF	
Retratamiento	--	--	No	A	A	No	No	No	A

(\*)Sitio se refiere a la posición topográfica. El alto está asociado a vegetación de bosque y posee generalmente suelos sueltos, mientras que el bajo posee suelos pesados y presenta aibales.

(\*\*) Pasturas en descarso.

#### Referencias.

DT: Desmonte total, N: Siembra natural, F: Fuego, Rs: Resiembra con cajón sembrador, R: Rolado, A: Aradas con rastra pesada (tipo Lawson o Rome).

Tabla 2: Indicadores de éxito de implantación y de manejo de pasturas subtropicales. Noreste de la Pcia de Sgo del Estero, área de influencia de la AER Quimilí, INTA.

## Un aspecto clave: la cobertura arbórea

Un aspecto esencial del rolado es que conserva gran cantidad de los árboles nativos presentes. Para un ecosistema ubicado en una zona subhúmeda-semiárida este hecho es muy positivo por distintas razones:

- El ambiente es más agradable bajo sombra: la cobertura arbórea reduce la velocidad del viento y la temperatura del aire.
- Los animales no sufren calores ni fríos excesivos: de acuerdo a Murúa (1982), hacienda con frío o durante temporales no engorda y se atrasa. Hacienda con mucho calor busca la sombra y no come.
- Los toros están desgastados y el servicio es deficiente.

Existen también ventajas del rolado respecto a la fertilidad del suelo en relación a los otros métodos. El rolado conserva el horizonte superficial y las leñosas realizan un aporte permanente de materia orgánica y nitrógeno. Los dos atributos del suelo más limitantes en zonas semiáridas-subhúmedas son la materia orgánica (MO) y un elemento muy ligado a la misma, el nitrógeno (N). **La importancia la MO y el N sobre la producción es clave: de hecho, son el verdadero capital natural que se adquiere con el establecimiento.**



Figura 2. La búsqueda de sombra por animales en rolados y desmontes de gran intensidad

La MO se origina a partir de los residuos de las plantas (hojas, ramas, 'mantillo') generados por el crecimiento, envejecimiento y renovación naturales. El mantillo y la MO se acumulan en el horizonte superficial (A) de los suelos. La eliminación brusca de la vegetación nativa trae como consecuencia la eliminación de la 'fábrica' natural de MO.

¿Qué ambiente de suelo generan las prácticas aplicadas como el cadeneo en la región chaqueña? Una remoción del suelo de 5 cm debido al arrastre para formar cordones como la resultante de tratamiento mecánico agresivo seguido de fuego puede tener consecuencias graves sobre la calidad del ecosistema. Se debe tener en cuenta que para un suelo con 2,5% de MO (una cifra considerada alta para una zona semiárida), en los primeros 5 cm de suelo existen 15 ton.ha<sup>-1</sup> de MO. Si el porcentaje de N es de 2,5%, ello representa 1500 kg.ha<sup>-1</sup> de N.

El gaton y el green panic se adaptan bien a la media sombra, y no reducen su producción. El eliminar árboles incrementa el 'problema' de la implantación de pasturas en la región semiárida, no lo reduce. Si los árboles son volteados, se debe reciclar de alguna manera todo ese material que impide accesibilidad y la transitabilidad; En estos casos el fuego no es la herramienta adecuada debido a la alta carga de combustible mediano y grueso generada cuando la intensidad del rolado es alta a muy alta. En general si el disturbio/modificación es aplicado de manera conservadora, no se producen cambios significativos en las propiedades del suelo.

Existen recomendaciones empíricas sobre cuantos árboles dejar por ha. Así Murúa (1982) sugiere dejar un 10-15 % de la cobertura original del 'monte', en forma de isletas de protección o en forma de árboles de buen porte o grupos de ellos. **La recomendación realizada por los autores de esta publicación es dejar todos los árboles de buen porte posibles, y realizar posterior al rolado una corta de manejo forestal y extracción de todos los residuos leñosos aprovechables (ver Cap. VI y XI).**

### Implantación en aibales

Los aibales están asociados a sectores bajos del paisaje. La implantación de pasturas mediante rolado en esos ecosistemas resulta un fracaso (Tabla 2).

### El rolado y su efecto sobre la vegetación herbácea

Un aspecto a tener en cuenta en el aumento de la oferta de forraje es la 'intensidad' o dosis del disturbio rolado. La intensidad del disturbio puede observarse en dos niveles: a nivel vegetación y a nivel suelo. A nivel **vegetación**, la cantidad de cobertura leñosa a dejar está relacionada con el 'esfuerzo' mecánico a realizar al aplicar el rolado. Resultados de observaciones y ensayos indican que a medida que aumenta la cobertura leñosa,

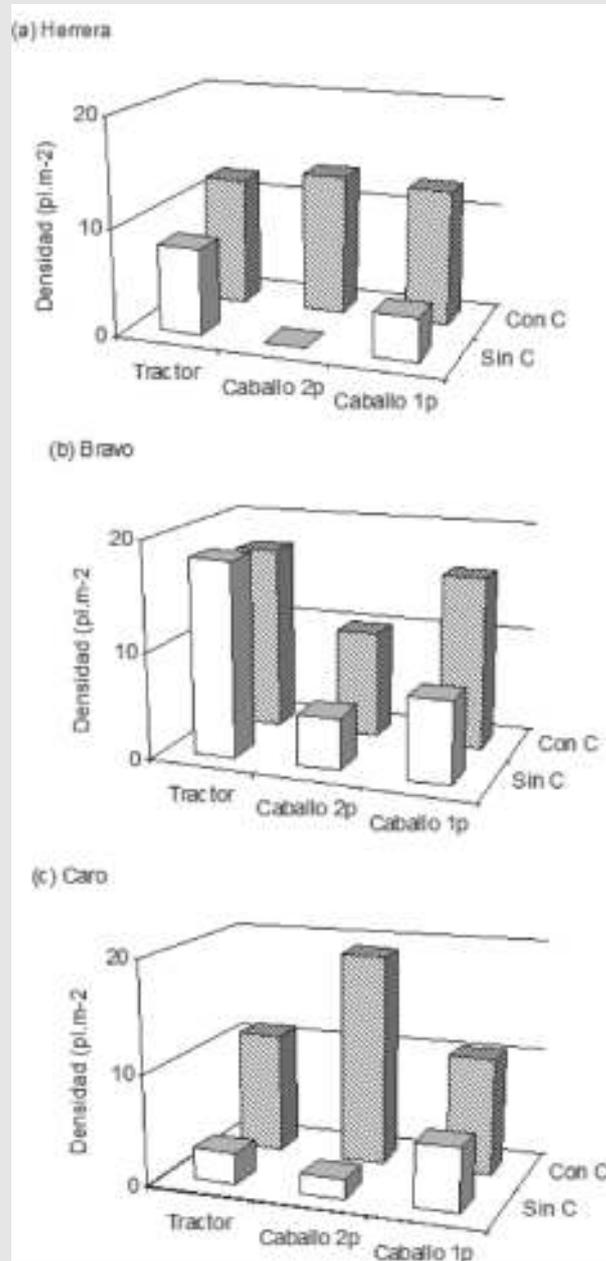


Figura 3. Evaluación de rolados: efecto de cobertura de leñosas (con C y sin C) y tres intensidades (~ diferentes métodos de pasaje de rolo) sobre densidad de plantas de gramíneas en tres productores. El Desvío. Depto Moreno, Santiago del Estero.

aumenta la densidad de plantas de gatton panic logradas (Fig. 3). Este hecho sugiere que a mayor cobertura (~ sombra) las probabilidades de mejor implantación aumentan considerablemente, y que no es necesario eliminar todas las leñosas para lograr una 'buena pastura'.

A nivel **suelo**, las áreas a sembrar pueden estar compactadas por pisoteo y exposición directa a las gotas de lluvia: las observaciones indican que a mayor disturbio del suelo, mejor implantación de Gatton (Tabla 3).

Entre 1996 - 2007 se condujeron en el Campo Experimental 'La María' distintos ensayos de rolado, con el objeto de cuantificar y analizar efectos en general del disturbio rolado y su interacción con pastoreo, renoval y fuego prescripto. El ensayo 1 se efectuó en Febrero 1997 y el ensayo 2 en 1998. Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1.rolado con siembra instantánea de green panic,
- 2.rolado solo, sin siembra;
- 3.rolado solo, sin siembra y con fuego luego de la primera estación de crecimiento a fin de completar la habilitación; y
4. testigo(s).

La intensidad del tratamiento rolado puede describirse como de media a baja, ya que se trató de mantener toda la cobertura leñosa compatible con el pasaje de la maquinaria empleada. En los dos casos para traccionar el rolo se emplearon topadoras tipo D4.

En los primeros meses luego del rolado en la modalidad sin siembra se observó un aumento significativo de la germinación de pastos y plantas de hoja ancha en las áreas tratadas (Fig. 4). Este efecto se atribuye a un buen banco de semillas y explica la buena a excelente oferta de forraje de especies nativas con respecto a la situación pre-rolado en tratamientos sin siembra.

Luego de una estación de crecimiento a partir de la fecha de tratamiento, la oferta media de biomasa de herbáceas por ha (kg MS.ha<sup>-1</sup>) de las parcelas roladas superó en forma significativa a los testigos sin tratar (P < 0.0001, test de t).

El efecto del rolado sobre la oferta de biomasa herbácea es mayor en el sitio alto que en el sitio bajo. En el sitio alto la oferta es escasa en áreas testigo con descanso, mientras que el bajo el sector en descanso puede superar al tratado (Fig. 5). Este resultado indica que en potreros con dominancia de bajos (aibales) el pasaje de rolo puede no ser la práctica indicada para implantar pasturas subtropicales.

Treatmento	Cantidad de pozos (pozos m <sup>2</sup> )	Prof. de pozos (cm)	Emergencia aceptable (%)
T0 siembra sin remoción	0.00	0.00	0.00
T1 Siembra con una sola pasada de rolado	13.20 ± 2.40	2.70 ± 0.52	26.66
T2 Siembra con dos pasadas de rolo	20.27 ± 5.84	3.05 ± 0.66	30.00

Tabla 3. Cantidad y profundidad de pozos y emergencia (promedios) aceptable en los tratamientos de implantación (Radrizzani y otros, 2008)

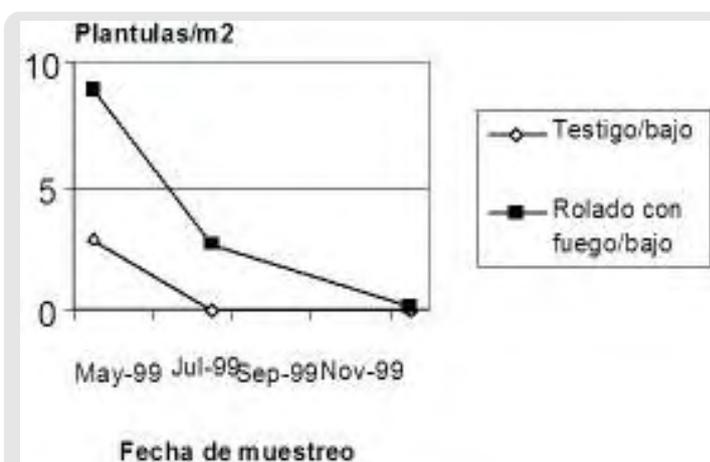


Figura 4. Dinámica de la germinación de pastos nativos en rolados sin siembra de especies subtropicales, en el mismo sitio de pastizal. Campo Experimental 'La María', INTA EEA Santiago del Estero.

## Conclusiones

Estos resultados sugieren que:

El rolado de intensidad intermedia aumenta la oferta de forraje en general y la receptividad.

La siembra instantánea aumenta de manera significativa la oferta de forraje.

La remoción de suelo, no la eliminación del estrato leñoso, facilita la implantación de gaton y/o green panic.

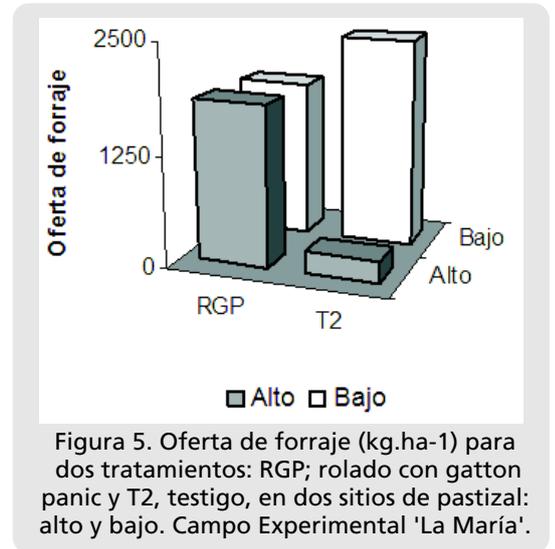


Figura 5. Oferta de forraje (kg.ha-1) para dos tratamientos: RGP; rolado con gaton panic y T2, testigo, en dos sitios de pastizal: alto y bajo. Campo Experimental 'La María'.

### Bibliografía consultada y citada

Kunst, C., Radrizzani, A., Renolfi, R., Oneto, C. Ledesma, R. 2003. Informe Proyecto Adaptación y prueba de herramientas para recuperación de oferta de forraje en ecosistemas degradados de Sgo del Estero , Proyecto PROINDER, 2001-2003.

Kunst, C., Cornacchione, M., Gelid L. y J. Godoy. 1999. Ganadería en el Este Santiagueño: Aumento de la Oferta de Forraje, Manejo Desmonte y Posdesmonte. Persistencia de Pasturas Subtropicales. Informe Interno INTA EEA Santiago del Estero.



# Implementación de Rolados

————• rolados y manejo forestal

Ing. Ftal. Marcelo Navall

# Implementación de Rolados rolados y manejo forestal

Ing. Ftal. Marcelo Navall

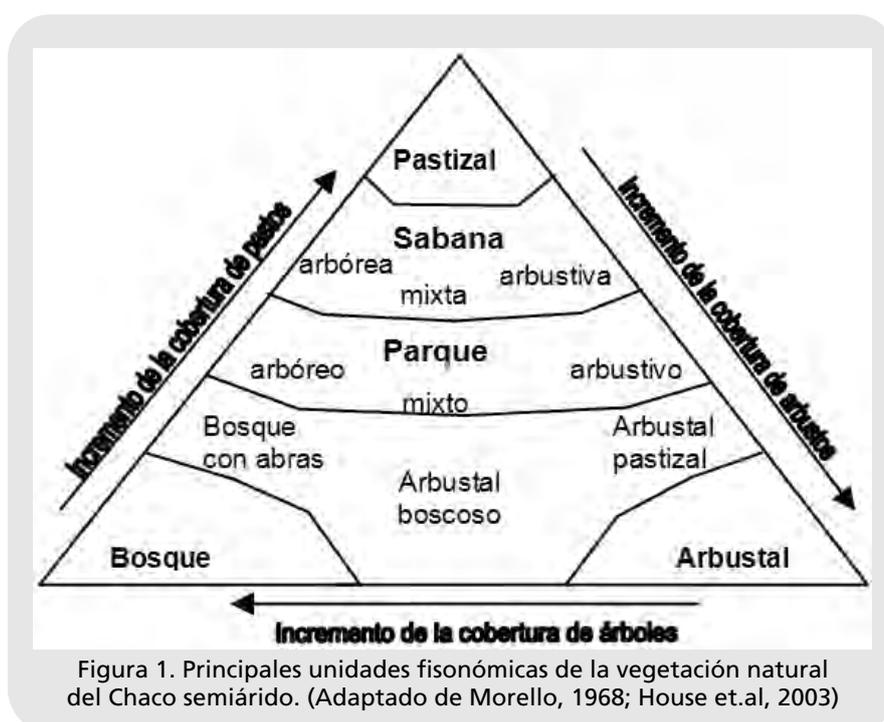
## ¿Largar los animales al monte, o manejar un sistema complejo?

Se define como monte en forma genérica a campos naturales, cubiertos por diferentes formas de vegetación: árboles, arbustos, pastos; y con distintos grados de abundancia de cada una de estas formas (Fig. 1) Los montes presentan diversas combinaciones posibles, que van desde un pastizal con árboles aislados hasta un bosque alto y denso. Estas formaciones se encuentran sobre una variedad muy amplia de condiciones de sitio, como ambientes con influencia de salinidad, pedregosidad, napas freáticas altas, etc. Sobre esta variedad natural actúa además la variedad impuesta por el tipo y tiempo de uso productivo: pastoreo, extracción maderera, desmonte, quemas, desarbustado, rolado, siembra de pasturas, etc. Todas estas interacciones dan lugar a un paisaje formado por un mosaico de situaciones.

Dentro de este mosaico de situaciones posible, nos referiremos en este capítulo a aquellas cubiertas por bosques. Son tierras que presentan una cobertura de árboles importante (mayor al 25% de cobertura del suelo por proyección vertical de las copas) (Morello, 1968), de una altura de al menos 7 m, y de una extensión lo suficientemente grande (1000has o más) (SAyDS, 1998). Este tipo particular de formaciones naturales es lo que se define como bosque, y es una situación en la cual las existencias forestales son suficientes como para justificar la planificación de un manejo del recurso forestal.

Entre los usos más tradicionales de los bosques de la región chaqueña semiárida se encuentran el pastoreo libre y la extracción forestal. Generalmente, ambas actividades se desarrollan sin un manejo adecuado, por lo que no se puede controlar el efecto que estos usos tienen sobre los recursos disponibles, y por lo tanto, no se puede asegurar el mantenimiento de los mismos a largo plazo.

Es poco probable que un uso de los bosques de la región planificado desde una única disciplina asegure el mantenimiento de todos los recursos naturales involucrados a largo plazo.

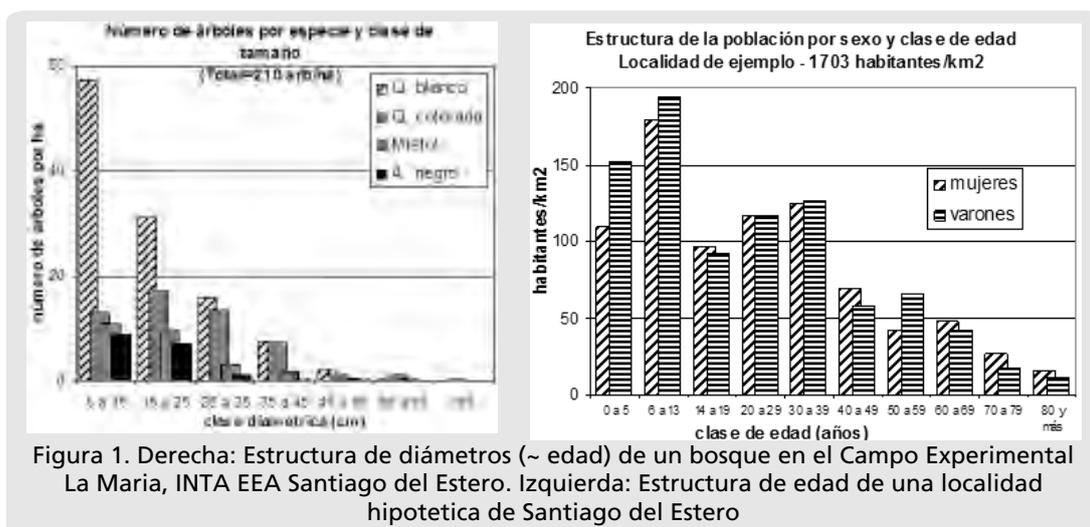


Para esto es necesario plantear sistemas de manejo, en los que confluyan varias disciplinas, para que del consenso entre ellas, se desarrollen las pautas que permitan una producción sustentable.

Como un primer paso en este sentido, el objetivo de este capítulo es esbozar lineamientos generales para promover la integración entre la habilitación ganadera y el manejo forestal, en áreas con cobertura de bosque. Esta integración se visualiza como una alternativa para aprovechar los beneficios de las especies leñosas para la ganadería, y manejar en forma sostenible los recursos naturales. Para abordar la complejidad de los bosques de la región chaqueña sin duda es necesaria la integración de muchas otras disciplinas (fauna, arbustos, biodiversidad, rol social, etc), pero se considera que un paso importante sería compatibilizar criterios de manejo de los recursos entre ganadería y uso forestal, dos actividades tradicionales en la región.

Es importante destacar que la integración propuesta se sugiere para situaciones en donde las existencias madereras sean tales que se justifique una planificación de manejo forestal. Varios tipos de montes no cumplen con este requisito, y para ellos deberán plantearse otro tipo de acciones tendientes a la intensificación productiva compatible con un mantenimiento de las funciones del ecosistema.

### Qué son los bosques? ¿Cómo funcionan?



Un bosque es una comunidad, un conjunto de poblaciones de diferentes especies (vegetales y animales), que comparten un espacio, compiten por el uso de recursos e interactúan entre ellas y con el medio. Sobre esta comunidad en estado natural, el hombre desarrolla sus sistemas productivos, siendo el responsable ante la sociedad de mantener a largo plazo los recursos naturales.

Dentro de estas comunidades, el manejo forestal enfoca su interés sobre una parte: las poblaciones de especies de árboles aprovechables. Sin embargo, existen en el bosque otras especies vegetales y animales que cumplen roles importantes en el funcionamiento del bosque y cuyo mantenimiento contribuye a la biodiversidad. El manejo forestal por sí solo no garantiza que se mantengan todas las funciones del bosque.

El funcionamiento de las poblaciones forestales (y de muchas otras) tiene gran similitud con el de una población humana. Las primeras se caracterizan por su densidad y estructura, que en poblaciones humanas son los habitantes por km<sup>2</sup> y la pirámide poblacional. Ambas tienen una dinámica en el tiempo, definida por sus tasas de incorporación y de pérdida de individuos (tasa de natalidad, tasa de mortalidad infantil, esperanza de vida), y la tasa de crecimiento. La tabla 1 (al

final del capítulo) presenta una comparación en estos parámetros entre un bosque del Campo La María y una localidad de Santiago del Estero. Al lector puede resultarle poco feliz trazar un paralelismo entre la vida de seres humanos y árboles. Las similitudes existentes se utilizan exclusivamente a fin didáctico, con el objetivo de citar ejemplos fácilmente comprensibles para quienes no conocen sobre el funcionamiento de una comunidad vegetal.

### Usos tradicionales y actuales de los bosques

Sobre estas poblaciones vegetales, comunes en la región chaqueña semiárida, se plantearon tradicionalmente usos productivos como la extracción forestal y la ganadería a monte. A continuación se desarrolla brevemente el efecto de estos usos sobre el funcionamiento y calidad de las especies forestales del bosque, y el efecto de una intensificación ganadera basada en rolados. Luego, se desarrolla en más detalle la propuesta de integración ganadero forestal, que pretende orientar la producción en un marco de sostenibilidad del uso de los recursos, aprovechando las interacciones positivas entre las actividades y promoviendo el mantenimiento de una cobertura de bosque.

*Extracción forestal tradicional:* este tipo de uso extrae los mejores árboles que estén en dimensiones según su destino final (aserrado, postes, carbón, etc). Quedan en el monte árboles maduros que no se sacan por su mal estado sanitario, árboles en competencia y otros individuos indeseables. El ritmo de extracción supera las tasas de regeneración y crecimiento, por lo que cada vez se extraen individuos más chicos. No se aplican medidas de manejo a futuro de la masa forestal, sino se trata más bien de una explotación de tipo minera.

Una intervención de este tipo sobre una población humana equivaldría a quitar de la población a los individuos más destacados por sus características: se extraería a los individuos más inteligentes, a los más fuertes, a los mejor alimentados y sanos, a los más virtuosos, etc. Esta selección comenzaría por los adultos, pero con el tiempo iría aplicándose sobre individuos más jóvenes. Este tipo de extracción va en desmedro de la calidad genética y de la sustentabilidad de la población, por dejar a los individuos más susceptibles a enfermedades, a los ancianos, a los inmorales, deshonestos, etc.

*Ganadería a monte tradicional:* En este tipo de sistema la carga animal es generalmente alta y permanente. La carga animal constante y la escasez de forraje estacional y/o crónica incrementan la severidad de los daños tales como pisoteo, ramoneo, etc. a los árboles de las clases de tamaño más chicas. Al no emplearse rotación de potreros, los renovales forestales no tienen descansos como para superar la altura de ramoneo. La preferencia del ganado por alguna de las especies forestales puede alterar la proporción de renovales entre especies por dañar excesivamente a alguna de ellas y no afectar a otras (como ocurre con el quebracho colorado y blanco, respectivamente). Este tipo de ganadería, en combinación con la extracción forestal tradicional, implica una fuerte degradación del recurso vegetal, y promueve la colonización de especies arbustivas de bajo valor forrajero y forestal.

Una actividad de este tipo sobre una población humana equivaldría a una enfermedad que atacara a los niños, y causara una gran mortalidad o afectara sus funciones vitales. En algunos casos, afectaría más a una parte de la población de niños, y no a otras (más a varones que a mujeres, por ejemplo). Si esta enfermedad se mantiene durante varios años, sin dar oportunidad a la aparición de una generación que escape a su efecto, se comprometerá el futuro de la población.

*Intensificación ganadera con rolados:* Los rolados de alta intensidad (dosis) y severidad, provocan disturbios muy drásticos en la estructura del bosque, especialmente sobre las clases diamétricas inferiores, que se pierden totalmente. Eliminar en un bosque de quebracho todas las plantas menores a 20 cm de diámetro significa crear un bache de al menos 85 años en la estructura del bosque, que es prácticamente la mitad del tiempo que necesita un individuo para llegar a un

diámetro de 45cm.

Los tratamientos de rolado intensos generan además grandes volúmenes de material leñoso que a menudo se queman voluntariamente o por accidente, generando grandes pérdidas de materia orgánica y daños al arbolado remanente. La apertura tan drástica del bosque, deja expuestos a los individuos a velocidades de viento superiores a aquellas con las que crecieron, y por no tener un sistema radicular acorde a este nuevo esfuerzo, son comunes las caídas de los árboles remanentes.

Un disturbio de este tipo en una población humana, equivaldría a una enfermedad que ataque a niños y jóvenes de hasta 35 años, haciéndolos desaparecer. La población quedaría formada sólo por individuos mayores a 35 años, creándose un bache generacional que comprometería la viabilidad de la población a mediano plazo. Adicionalmente, el ambiente de la población se modificaría drásticamente, como ocurre con una inundación, por ejemplo. De esta manera, la población remanente estaría susceptible a enfermedades que antes no existían o carecería de servicios básicos, como el agua potable, la energía eléctrica, etc. Estos cambios disminuirían la capacidad de supervivencia de la población, provocando daños en sus individuos, retrasos en el crecimiento y en la capacidad reproductiva, e inclusive la muerte.

### **Integración ganadero forestal**

Como práctica para compatibilizar la necesidad de intensificar la producción ganadera en áreas cubiertas por bosques, con la de conservar el recurso forestal como fuente de servicios a la ganadería y productos madereros, se propone una integración en el manejo de ambas actividades, aprovechando las interacciones positivas que presentan y procurando el uso sostenible de los recursos involucrados.

La conveniencia de la integración del manejo ganadero con un manejo forestal se argumenta por tres aspectos principales:

- a) porque el manejo forestal asegura el mantenimiento del bosque y con ello se mantienen los servicios que el bosque brinda a la ganadería,
- b) porque incorporar tareas de aprovechamiento forestal permite tener saneado el monte y extraer residuos leñosos,
- c) porque el aprovechamiento forestal es más fácil de aplicar en bosques rolados.

Hay otros beneficios más que el manejo forestal integrado a la ganadería brinda, pero nos concentraremos sobre estos tres especialmente.

#### *Servicios a la ganadería*

Ya se han desarrollado en los apartados anteriores algunos de los beneficios de mantener cobertura boscosa en el manejo ganadero. El beneficio más directo es el de la sombra, por lo que a menudo en los rolados se dejan los árboles más grandes y maduros. Sin embargo, al aplicar esta medida se da prioridad a eliminar en el rolado a los árboles intermedios o jóvenes, que representan el futuro del bosque. Aquí es donde debe actuar la integración entre las actividades: incorporando conceptos de manejo forestal, se pueden realizar habilitaciones ganaderas sin comprometer el futuro del bosque y el mantenimiento de sus servicios a la ganadería. Esto permite además lograr el mantenimiento de otros servicios como el aporte de materia orgánica.

#### *Extracción de residuos leñosos y saneamiento*

El manejo forestal permite ordenar el bosque para mantener su capacidad de producir bienes y servicios. Combina aspectos de conservación con producción. En este ordenamiento, se moldea la forma natural que toma el bosque, para conducirla y hacer más eficiente el logro de los objetivos de producción. Una herramienta importante del manejo forestal es el raleo, mediante la cual se

eliminan individuos no deseados o que compiten con otros que se desea favorecer. Este saneamiento del bosque, orientado a unos objetivos de producción, hace más eficiente la producción forestal, poniendo a disposición más recursos (luz, agua, nutrientes) para los individuos que se desean favorecer. Las cortas, son otra herramienta del manejo por la cual se extraen los individuos que están en dimensiones de madurez para su aprovechamiento, y es necesario que liberen espacio (y recursos) para permitir el crecimiento óptimo de los individuos más jóvenes.

La extracción de residuos leñosos es una tarea que se puede desarrollar simultáneamente con las de raleo y corta, y que facilita la transitabilidad del ganado y su acceso al forraje. Además, elimina material combustible grueso, lo cual puede contribuir a reducir la intensidad de quemas prescritas o fuegos accidentales. Estos residuos, que no son aprovechables para los usos habituales (aserrado, carbón), pueden tener una utilización como combustible de calderas u otras maquinarias que requieran de la generación de calor, en forma directa o mediante un proceso de triturado y posterior compactación (a través del uso de chipeadoras y briqueteadoras, respectivamente). Otra opción es triturar y distribuir los residuos en el mismo campo, para mejorar el aporte de materia orgánica al suelo. Estos son destinos habituales para los residuos forestales en varios lugares del mundo.

### *Beneficios para el aprovechamiento forestal*

El aprovechamiento forestal requiere de la realización de inventarios, selección de árboles a ralear o cortar y limpieza del arbustal para la corta o la extracción de la madera. Todas estas operaciones se facilitan significativamente si se opera sobre bosques rolados. La mejora de la visibilidad y transitabilidad que implican las habilitaciones ganaderas, significan un gran beneficio para las actividades de manejo forestal.

<p><i>Beneficios para la ganadería por mantener una cobertura boscosa</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atenuación de temperaturas extremas</li> <li>- Reducción de evaporación en aguadas</li> <li>- Beneficios sobre la cantidad y calidad de pasto</li> <li>- Aporte de forraje (ramoneo y frutos)</li> <li>- Extracción rentada de residuos resultantes de habilitaciones</li> <li>- Reducción de costos de infraestructura (postes, varillas, fletes)</li> </ul>	<p><i>Beneficios para el Manejo Forestal por integrarse a la ganadería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la inversión en alambrados para evitar acceso del ganado a áreas en clausura</li> <li>- Mejora de la visibilidad y el tránsito en el bosque para realizar operaciones de manejo forestal (cortas, raleos y extracción de madera)</li> </ul>
<p><i>Desventajas para la ganadería por mantener una cobertura boscosa</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución de la visibilidad por presencia de árboles.</li> <li>- Disminución de la transitabilidad por presencia de restos de la habilitación.</li> <li>- Necesidad de controlar el renoval para mantener la producción de pasturas.</li> </ul>	<p><i>Desventajas para el Manejo Forestal por integrarse a la ganadería</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Daños al arbolado por habilitaciones (corta y descortezado de árboles por rolado)</li> <li>- Menor disponibilidad de agua por consumo de pasturas</li> <li>- Daños por actividades de manejo ganadero (quemas prescritas)</li> <li>- Aumento de riesgo de incendios por mayor presencia de combustible fino y mayor velocidad del viento dentro del bosque.</li> </ul>

Tabla 1. Resumen de interacciones positivas y negativas de la integración ganadero - forestal

Sin embargo, como se mencionó con anterioridad, para que este beneficio pueda ser aprovechado, es necesario que las intervenciones de habilitación ganadera sean de bajo impacto, como para que luego pueda plantearse un manejo forestal sobre el arbolado remanente.

La tabla 1 muestra un resumen de las interacciones positivas y negativas de la integración ganadero forestal.

## ¿Cómo integrar el manejo forestal con la ganadería en bosques?

La propuesta de integración de las actividades se basa en compatibilizar los ciclos de las actividades de tratamiento de la vegetación natural que llevan a cabo ambas actividades.

La actividad ganadera aplica tratamientos de rolado para mejorar la oferta forrajera, que deben ser repetidos en el tiempo para controlar el rebrote de arbustos. Esta intervención denominada *re-rolado*, tiene una frecuencia de aplicación promedio de 4 años.

El manejo forestal clásico, plantea para este tipo de bosques un sistema de corta llamado *cortas por entresaca regularizada*. Las mismas consisten en dividir el bosque en tramos de corta, en un número igual al número de años que tiene el denominado turno de rotación.

Este turno es el tiempo que transcurre entre dos cortas sucesivas en un mismo tramo, tiempo en el cual los árboles remanentes de la primera corta, crecen hasta alcanzar el diámetro meta de corta. Este turno usualmente se fija en 20 años para bosques de la región. Previo a las cortas, es necesario realizar un inventario forestal, para planificar el manejo forestal. Junto a cada corta (extracción de individuos que superan el diámetro meta), se aplican raleos para mejorar la calidad y favorecer el crecimiento de los mejores individuos remanentes. Luego de las cortas, deben tomarse acciones para asegurar la incorporación de nuevos individuos, favoreciendo la regeneración natural.

La compatibilización propuesta es la siguiente:

Actividades claves:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>mapeo vegetal e inventario forestal del área bajo manejo</li> <li>subdivisión de la superficie bajo manejo en 20 potreros</li> </ul>
Año 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>rolado de bajo impacto de 5 potreros (P1 a P5)</li> <li>inventario forestal en uno de los potreros rolados (P1)</li> <li>cortas y raleo en P1</li> <li>clausura regeneración en P1</li> </ul>
Año 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>rolado de bajo impacto de 3 potreros (P6 a P8)</li> <li>inventario forestal en uno de los 3 potreros (P6)</li> <li>cortas y raleo en P6</li> <li>clausura en P1 y P6</li> </ul>
Año 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>rolado de bajo impacto de 5 potreros (P11 a P15)</li> <li>inventario forestal en uno de los 5 potreros (P11)</li> <li>cortas y raleo en P11</li> <li>clausura en P1, P6 y P11</li> </ul>
Año 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>rolado de bajo impacto de 3 potreros (P15 a P20)</li> <li>inventario forestal en uno de los 3 potreros (P15)</li> <li>cortas y raleo en P15</li> <li>clausura en P6, P11 y P15</li> <li>monitoreo regeneración en P1 y liberación clausura</li> </ul>
Año 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>re-rolado de bajo impacto de 5 potreros (P1 a P5)</li> <li>inventario forestal en uno de los 5 potreros (P2)</li> <li>cortas y raleo en P2</li> <li>clausura en P2, P11 y P15</li> <li>monitoreo regeneración en P6 y liberación clausura</li> </ul>
Año 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>re-rolado de bajo impacto de 5 potreros (P6 a P11)</li> <li>inventario forestal en uno de los 5 potreros (P7)</li> <li>cortas y raleo en P7</li> <li>clausura en P2, P7 y P15</li> <li>monitoreo regeneración en P11 y liberación clausura</li> </ul>
Año 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>re-rolado de bajo impacto de 3 potreros (P16 a P20)</li> <li>inventario forestal en uno de los 3 potreros (P20)</li> <li>cortas y raleo en P20</li> <li>clausura en P20, P15 y P20</li> <li>monitoreo regeneración en P5 y liberación clausura</li> </ul>
Año 21	<ul style="list-style-type: none"> <li>re-rolado de bajo impacto de 3 potreros (P1 a P5)</li> <li>inventario forestal en 1 de los 5 potreros rolados (P1)</li> <li>cortas de aprovechamiento y raleo en P1</li> <li>clausura en P1, P15 y P20</li> <li>monitoreo regeneración en P10 y liberación clausura</li> </ul>

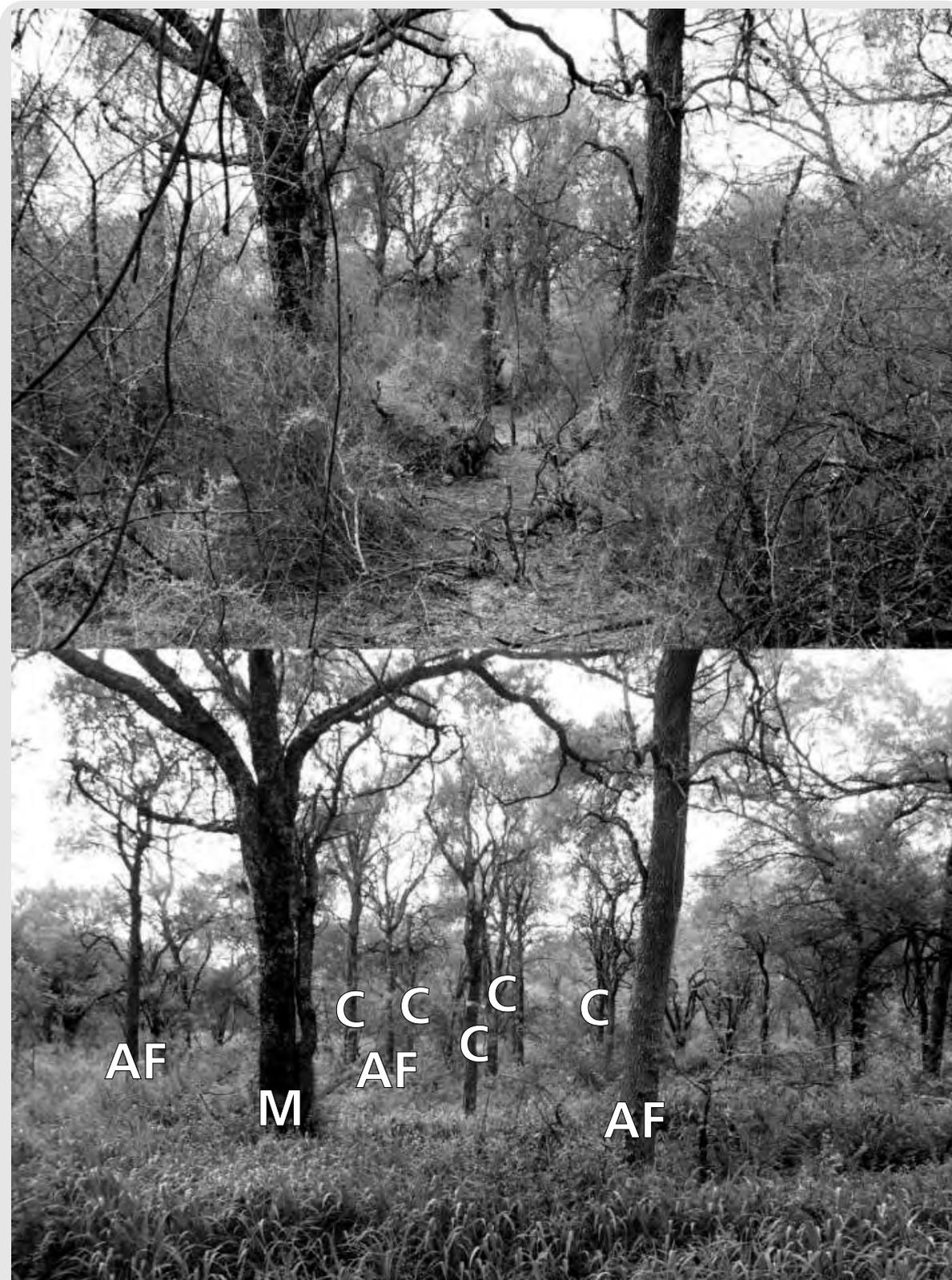


Fig. 5.1.4: Vista de un sector de bosque antes y después de rolar. Las imágenes fueron tomadas en Oct/06 y en Mar/07, respectivamente. Se observa claramente la mejora de la visibilidad luego de la aplicación del rolado, y la facilidad para la caracterización de los árboles remanentes.

AF: árbol de futuro, M: árbol maduro, C: árbol competidor con árbol de futuro.

Campo Experimental La María INTA EEA Santiago del Estero.

### Supuestos:

Por rolado selectivo de baja intensidad se entiende a una operación de tratamiento mecánico que es lo suficientemente leve como para no dañar significativamente la vegetación, especialmente en las clases inferiores, manteniendo un stock forestal no menor a las 140 plantas intactas por hectárea mayores a 5cm de diámetro. Esta cantidad es suficiente como para permitir luego la integración con actividades de manejo forestal. Este tipo de rolado utiliza equipos que

permiten maniobrar dentro del bosque (tractores en lugar de topadoras, preferiblemente con rolos angostos).

Junto a las cortas forestales se realiza la extracción de residuos leñosos del rolado, facilitando la transitabilidad y reduciendo el riesgo de fuegos severos.

Se considera que si la intensidad de rolado es baja, una clausura de tres años sería suficiente para que los renovales existentes de las especies deseables alcancen una altura tal como para ser vistas por el maquinista en el re-rolado y para que no sean dañadas por el ganado al ingresar (superan la altura de ramoneo). Si esto no se alcanza, antes de la liberación de cada clausura será necesario seleccionar y marcar o proteger de alguna manera un determinado número de plantas chicas, antes del re-rolado.

En el año 20, se realizan las cortas forestales en el último potrero y queda regularizado el campo en cuanto a la producción forestal. En el año 21, se vuelve a aprovechar el potrero 1, en el cual los individuos remanentes habrán acumulado el crecimiento de 20 años, hasta alcanzar el diámetro meta.

Siguiendo el esquema presentado, en todo momento el campo estará subdividido de la siguiente manera:

- 5 de 20 potreros a rolar por año (25% del área bajo manejo) que no se pastorean ese año, para que se instale la pastura.
- 1 de 20 potreros con actividades forestales (20% del área rolada cada año): inventario, cortas y raleo.
- 3 de 20 potreros clausurados para regeneración natural (15% del área bajo manejo)
- 12 de 20 potreros liberados para el pastoreo (60% del área bajo manejo).

Una manera práctica de implementar este sistema de cortas por entresaca regularizada es el sistema del árbol futuro. Este sistema se basa en la clasificación de todos los individuos del bosque en cuatro clases:

- Árboles de corta (los que superan el diámetro meta de corta)
- Árboles de futuro (aquellos que por la especie, su ubicación, el buen estado sanitario, su buena forma y otras características son árboles deseables).
- Árboles competidores (que compiten por recursos con los árboles de futuro)
- Árboles indiferentes (no entran en ninguna de las categorías anteriores, pero no se cortan por estar brindando otras funciones (sombra, frutos, reparo, etc)

Al momento de aplicar las cortas y raleos del esquema propuesto, en cada potrero debieran identificarse las cuatro categorías de árboles, y definir el mejor criterio de corta. En planes de manejo exclusivamente forestales, a menudo se utilizan criterios de corta tendientes a sanear la masa, extrayendo los individuos enfermos, malformados o tortuosos. Es necesario adecuar estos criterios al momento de pensar en sistemas de uso múltiple, adonde la corta no debe atender solamente a la producción de madera, sino también debe tomar en cuenta los servicios a la ganadería y al ambiente.

### **Aplicación práctica del modelo presentado**

El modelo presentado se está poniendo a prueba en el Campo Experimental La María, sobre un ensayo de rolado de bajo impacto instalado en 2006. Hasta el momento, se realizaron además del rolado de baja intensidad, las siguientes tareas: inventario forestal, planificación de las cortas de aprovechamiento y mejora, marcación de las cortas y el aprovechamiento propiamente dicho.

Se determinaron los daños ocasionados a las especies forestales por las diferentes intensidades de rolado, que se presentan en el capítulo XI 'Rolados y regeneración de especies forestales'.

La distribución diamétrica de este bosque es la que se muestra en la figura 5.1.2. Sobre el mismo, que tiene un área basal de 8,3 m<sup>2</sup>/ha se planteó una corta de aprovechamiento leve, que mantenga una cobertura mínima de 6m<sup>2</sup>/ha. Esta intensidad de aprovechamiento se logra asumiendo los siguientes criterios por especies:

Criterios de corta: diámetro meta por especie

- Quebracho blanco y colorado: 45cm de DAP
- Mistol: 35cm de DAP
- Algarrobo negro: 25cm de DAP.

Criterios de raleo por especie

- Quebracho blanco y colorado: eliminar los árboles muy malformados (torcidos), los de peor estado sanitario y oprimidos (bajo sombra de los mayores)
- Mistol y algarrobo negro: corta de los oprimidos.

No se realizan cortas por criterios de calidad maderera (sanidad y forma) en Algarrobo negro y Mistol. Estas especies se manejan con un destino principal de productores de materia orgánica y forraje para el ganado, por lo que además de los árboles que superen el diámetro meta, se eliminan solamente los individuos que estén bajo sombra de otros (oprimidos). Además, en general tanto el estado sanitario como la forma de las trozas de estas dos especies son de muy baja calidad, por lo que si se utilizara este criterio, la corta sería muy intensa sobre estas especies, comprometiendo su participación en el bosque. Para que las cortas no alteren la diversidad, se tuvo en cuenta que no se modifique la proporción de especies. El diámetro de corta de las especies principales (Q. blanco y colorado) se eleva a 45cm respecto de los usuales 30cm, con el objetivo de mantener una cobertura importante del suelo.

### **Conclusiones y futuro desarrollo**

El esquema planteado es un modelo teórico que busca compatibilizar las actividades, sacar provecho de las interacciones positivas y minimizar las negativas. Queda mucho por investigar, especialmente continuar poniendo en práctica el modelo para corroborar si es posible de aplicar, cuantificar los beneficios mutuos entre las actividades y determinar el efecto sobre otros componentes del bosque (arbustos, pastos naturales, fauna, etc).

Es probable que con el resultado de estas y futuras investigaciones varias de las propuestas aquí esbozadas puedan quedar obsoletas. Sin embargo, se considera necesario recurrir a propuestas innovadoras y creativas para compatibilizar actividades que hasta el momento han sido bastante antagónicas, inclusive desde el abordaje de los profesionales dedicados al manejo forestal y ganadero. El Chaco Semiárido tiene vocación forestal y ganadera, está en los técnicos y productores que trabajamos en los mismos, intentar encontrar alternativas de manejo que lleven a la sostenibilidad del uso de sus recursos naturales.

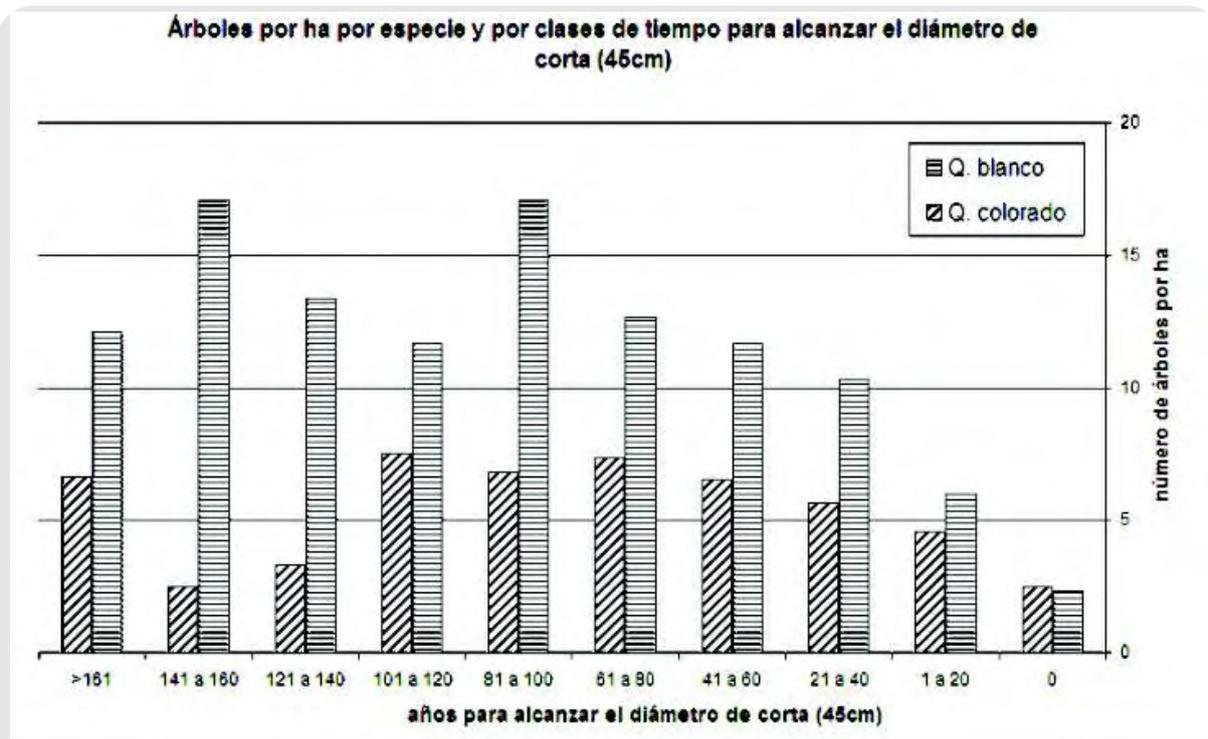


Fig. 5.1.5: Número de árboles de dos poblaciones forestales (Quebracho colorado y blanco), según el tiempo necesario de sus individuos para alcanzar un diámetro meta de 45cm. Con líneas se representa el diámetro promedio de cada población en cada clase de tiempo. Cálculos a partir de datos de Araujo (2003).



5.1.6: Renovales de quebracho colorado. Es común encontrar isletas de regeneración de esta especie, con numerosos individuos en espacios muy reducidos (10 a 20 árboles en 20 o 30m<sup>2</sup>).



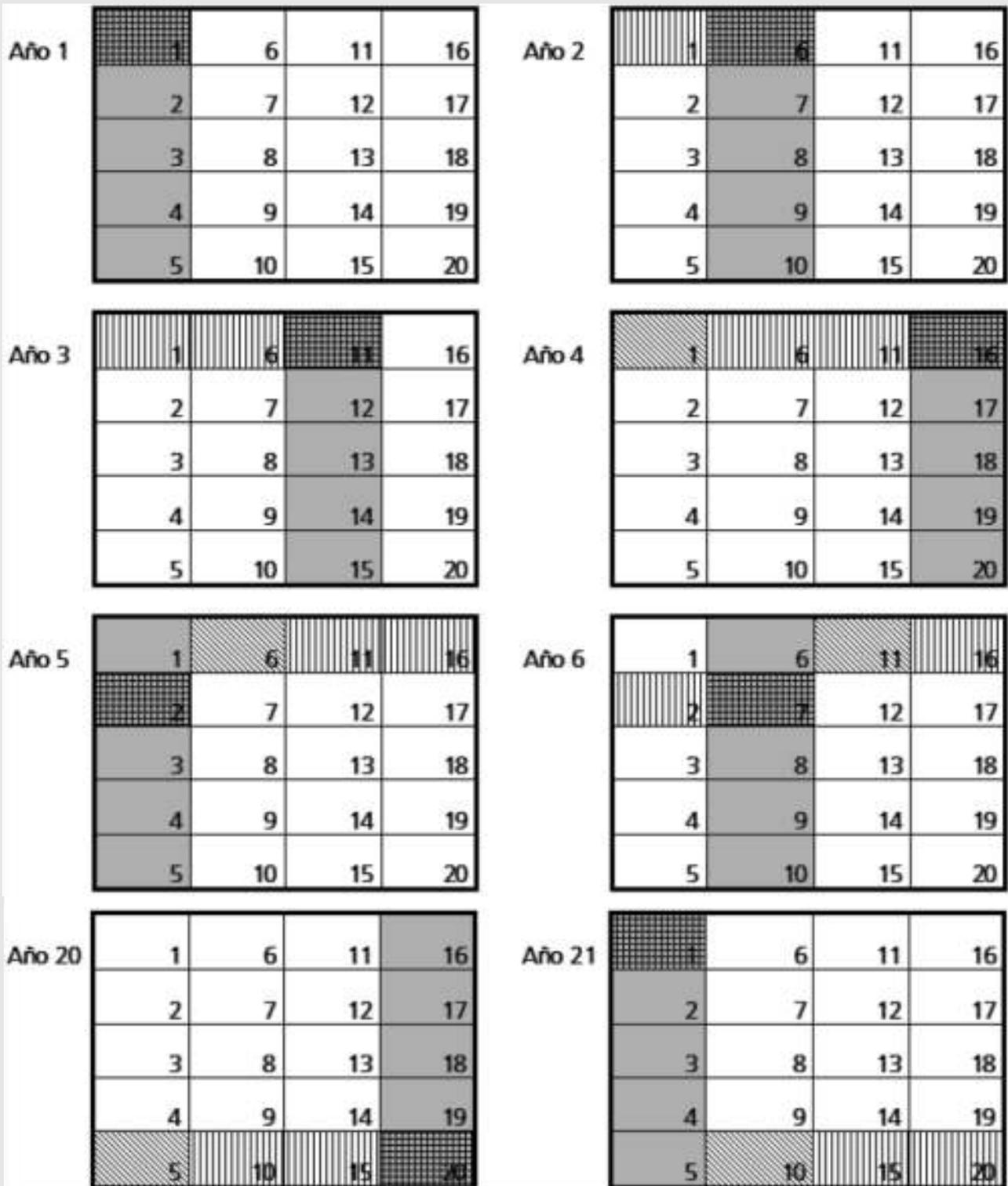
Fig. 5.1.7: Árboles maduros de quebracho colorado, bifurcados y con signos de pudrición. En cortas de aprovechamiento tradicionales, este tipo de árboles permanecen en el bosque, por no tener un aprovechamiento que justifique su corta. Sin embargo, es necesario cortarlos cuando han alcanzado su madurez, para liberar recursos para árboles de mayor calidad.



Fig. 5.1.8: Marcación de cortas de mejora. El árbol marcado con O es un árbol oprimido por sus vecinos, sin posibilidad de desarrollarse plenamente como el marcado con AF. Sin embargo, está utilizando recursos y compitiendo con árboles vecinos de mayor calidad, por lo que es preferible cortarlo para favorecer a los mejores árboles.

Variable	Localidad de ejemplo	Bosque en Campo la María
Densidad (número de individuos por unidad de superficie)	1703 habitantes por km <sup>2</sup> (903 habitantes en 53has)	1348 árboles por hectárea de las 4 especies de árboles, mayores a 25cm de altura.
Distribución de edades (clasificación de los individuos según clases de edad o tamaño)	Pirámide poblacional: número de habitantes por sexo y clases de edad (fig 5.1.3). El 49% de los individuos son varones, y el 51% mujeres. El 40% de los individuos son menores a 14 años de edad.	Distribución diamétrica: número de individuos por especie y clase de tamaño. (fig 5.1.2) y por clases de años para alcanzar diámetro de corta (fig 5.1.3) 211 árboles por ha mayores a 5cm de dap y 1137 menores
Fecundidad (ingreso de nuevos individuos a la población)	10.7% de las mujeres mayores a 14 años, tuvieron un hijo durante el año anterior al censo. Cada mujer tiene en promedio 2.62 hijos durante su vida fértil (tasas provinciales).	Las especies forestales no regeneran todos los años. Deben darse condiciones favorables para la floración, desarrollo de frutos, germinación y crecimiento inicial. No se conocen en detalle las tasas de reproducción por individuo de las especies nativas de la región chaqueña.
Crecimiento (pasaje de los individuos de una clase de edad o tamaño a la siguiente)	Los individuos "pasan" de clase de edad según cumplan años	Un Quebracho colorado (QC) de 10cm de dap tarda 148 años en alcanzar los 45cm, mientras que un Quebracho blanco (QB) tarda 137.
Mortalidad de individuos jóvenes (pérdida de individuos en la población en las primeras clases de edad o tamaño)	Mortalidad infantil antes del año de vida: 13.8 por cada 1000 nacidos vivos. Mortalidad de 1 a 4 años: 0.6 por cada 1000 nacidos vivos. (tasas provinciales).	Se contaron 2010 individuos de QB y QC menores a 5cm de diámetro, de los cuales sólo 190 superaban los 2m de altura. En otro caso, se contaron 346 árboles entre 2m de altura y 10cm de diámetro, de los cuales solo 74 árboles superan los 5cm. Asumiendo que los árboles que faltan de una clase a la siguiente mueren, estos datos dan tasas de mortalidad del 90% en menores a 2m de altura y del 21% entre 2m de altura y 5cm de diámetro.
Esperanza de vida (número de años que vive un individuo)	Varones: 69 años, mujeres: 74 años (tasa provincial)	Diámetros meta: QB y QC 45cm de dap, Mistol 35, Algarrobo 25.
Migración e incremento de la densidad.	Ocurre inmigración y emigración. La densidad puede aumentar significativamente (Distritos de Capital Federal tienen más de 35.000 hab/km <sup>2</sup> )	No ocurre migración (solo a través de semillas, pero no de individuos). La densidad puede aumentar de manera acotada, alcanzando un umbral definido por la calidad del sitio, medido en área basal (suma de las secciones de todos los árboles por ha a 1,3m de altura). Bosques en buen estado en la región tienen alrededor de 12m <sup>2</sup> /ha de área basal (en LM hay 8,3m <sup>2</sup> /ha)

Tabla 1. Comparación entre los parámetros de una población vegetal y una población humana. Los datos del bosque pertenecen a una zona que tuvo hasta 20 años atrás una explotación forestal extractiva, y que fue hasta hace 50 a 60 años una zona con alto tránsito de ganado. Desde hace 20 años se encuentra con una carga animal muy reducida y sin aprovechamiento forestal. Los datos de la comunidad pertenecen a una localidad real de Santiago del Estero, y son datos del Censo Nacional de Población 2001.



%campo	Tratamientos
25%	rotación leve, sin pastoreo
5%	inventario, cortas y saqueo
15%	clausura regeneración
5%	monitoreo y liberación clausuras
60%	libre para pastoreo

Tabla 2. Esquema teórico de rotaciones para integración ganadero - forestal



# Implementación de Rolados

rolados: percepción de los productores

Ing. Agr. Analía Anriquez MSc,  
Ing. Agr. Roxana Ledesma MSc

# Implementación de Rolados rolados: percepción de los productores

Ing. Agr. Analía Anriquez MSc,  
Ing. Agr. Roxana Ledesma MSc

## Introducción

La elección del rolado y prácticas complementarias como la siembra de pasturas y/o la aplicación del fuego prescrito por parte del productor para transformar áreas degradadas improductivas desde el punto de vista ganadero en sistemas productivos, está condicionada por factores ecológicos, económicos y sociales.



Figura 1. Rolado conservacionista, más de 100 árboles/ha. Zona Frías-Choya. Establecimiento 'Santo Domingo

Para que el ecosistema tratado sea sustentable es necesario la protección y el uso racional de los recursos naturales, por lo que la tecnología que se adopte debe involucrar una conciencia conservacionista que incluya aspectos vinculados a la preservación del medio ambiente y no solamente aspectos productivistas (FAO, 2002). Por ello es de suma importancia conocer los factores que influyen en la adopción de las tecnologías del rolado y prácticas complementarias por parte de los productores de la región chaqueña, para lograr un mejor entendimiento de las causas y efectos del accionar del mismo y constituir las bases para replantear alternativas de manejo sustentables y la toma de decisiones.

Nuestros objetivos fueron establecer las principales causas que conducen a los productores a implementar el rolado selectivo y prácticas complementarias en sus campos y conocer la evaluación que realizan sobre las mismas. Para ello se realizaron entrevistas a productores ganaderos que implementaron la práctica de manera conservadora. El área de trabajo fueron zonas de la provincia de Santiago del Estero ubicadas dentro del área de influencia de Quimilí, Añatuya, Ojo de Agua y Frías.

## Limitantes tecnológicas para la producción ganadera

Los productores entrevistados indicaron que la deficiencia en la alimentación constituye la principal limitante tecnológica para la producción ganadera. El 96.5 % de los productores afirmaron que hay una insuficiencia de oferta en el forraje natural para la alimentación de la hacienda, especialmente en la estación invernal, donde las especies forrajeras detienen su crecimiento. Los mismos indicaron que las causas principales de dicha insuficiencia son debidas a factores climáticos (39,3%), invasión de leñosas arbustivas (25%), baja calidad natural de las pasturas nativas (21,4%) y sobrepastoreo (17,9%).

La existencia de déficit hídrico la mayor parte del año, característica de estas regiones semiáridas y la reducida disponibilidad de nitrógeno condicionan la producción vegetal ya que éstos son los factores más limitantes para la misma. Sumado a ello el sobrepastoreo y la explotación forestal selectiva que sufrieron éstas áreas, modificaron la comunidad vegetal de los pastizales naturales y provocaron la disminución o extinción de las especies más palatables y de mayor valor forrajero y el incremento de las de menor o ningún valor (De León, 2004). Debido a esto, el 50% de los productores ganaderos, alimenta la hacienda a monte, y utiliza además pasturas cultivadas y suplementos alimenticios en invierno, de esta manera aumentan la capacidad de carga del sistema productivo, e incrementan la eficiencia de utilización y transformación en carne de los pastizales y pasturas.



Figura 2. Rolado intermedio que conserva entre 20 y 100 árboles/ha. Zona Frías-Choya.

## Habilitación de tierras

Al manifestar los productores que la invasión de leñosas arbustivas reducen la receptividad, impiden la accesibilidad a los lotes, ocasionan lesiones a los animales, dificultan el manejo de la hacienda y provocan roturas en las maquinarias, aumentando así, los costos de la producción, la práctica del rolado y la posterior siembra de especies forrajeras de alta productividad y/o el fuego prescrito se presentan como una alternativa válida al momento de habilitar tierras nuevas para

uso pecuario o al realizar un control de leñosas en lotes abandonados o subaprovechados, que han perdido superficie útil.

## Uso del rolo

Las causas más frecuentes que determinaron el uso del rolo, fueron que el rolo es conservador del recurso suelo (64,29%), permite dejar árboles en el campo (rolado selectivo) (60,71%), y resulta más económico (42,8%) que un desmonte total. Estas repuestas ponen en evidencia el compromiso del productor hacia la conservación de los recursos naturales, el cual depende de su conocimiento de la realidad ecológica del ambiente en el que trabaja y que le permitió tomar conciencia acerca de la importancia de utilizar métodos cuyas acciones sean menos agresivas para el sistema.

Los productores indican que las acciones que realiza el rolo en el suelo, son la de facilitar la implantación de pasturas (82,14%), airear el mismo (53,57%) y la de incorporar materia orgánica (25%) por efecto de las cuchillas que lo remueven levemente. Los productores entrevistados indicaron que el rolo no ejerce efectos negativos sobre el suelo ya que los mismos usan sólo un rolo (82%), menor a 10 toneladas, utilizándolo aproximadamente cada 4 años (46,4%), cuando se presenta la reinvasión de leñosas.

## Rolado selectivo

El desmonte selectivo mediante el rolado esta cobrando mayor importancia entre los productores ganaderos del Chaco semiárido. Cada productor lleva a la práctica diferentes tipos de rolados, desde los más abiertos (Figura 1) hasta los de mayor densidad arbórea por hectárea (Figura 2). Las principales razones expresadas por los productores para la realización de un rolado selectivo fueron, que este sistema permite la conservación de árboles que:

- proveen sombra para los animales (100%), lo que disminuye el efecto negativo de los rayos directos del sol y de las altas temperaturas que provocan disminución del consumo de alimentos, aumentos relativos del gasto energético de mantenimiento. la disminución de la eficiencia de conversión del pasto a carne, la sombra favorece el tiempo de pastoreo de los animales e incrementa su tasa de consumo (Diaz, 1992).

- mejoran o conservan la fertilidad del suelo (67,8%) a través de las hojas y frutos que caen a la superficie. Los productores observan mayor cantidad de mantillo bajo la cobertura de los árboles, suelo de un color más oscuro, lo que atribuyen a un mejor contenido de materia orgánica. El 55,6 % afirmó que el suelo conserva más humedad debajo del árbol. Los productores se refieren a este sistema como conservacionista ya que tiene un menor impacto en el suelo por lo que se espera una mayor sustentabilidad del mismo (Alessandria y Boeto, 2000).

- protegen a la pastura ante temperaturas extremas, permitiéndole a la misma conservar su valor forrajero (57,14%). El 96,3 % de los productores aseveró que la sombra favorece la emergencia, el desarrollo y la producción de los pastos, especialmente de la especie *P. maximum* cv. Gaton panic. El 62,5 % afirmó que los pastos naturales tienen mayor productividad bajo la cobertura arbórea (Radrizzani y Renolfi, 2002).

## Cobertura arbórea

En el rolado selectivo de los campos, más de la mitad de los productores (57%) dejó en pie entre 20 a 100 árboles ha<sup>-1</sup> indicando una cobertura arbórea de aproximadamente 25 a 40%, generando un nivel de sombra intermedia. En un ambiente como el Chaco árido, la estabilidad del sistema y la mayor oferta forrajera sostenible se logran con una buena distribución y cantidad necesaria de árboles las que se alcanzan cuando se mantiene entre el 20 y 40 % de cobertura arbórea (Sol, 2006).

## Selección de árboles dejados en pie

Los criterios seguidos, con mayor frecuencia, por los productores para la selección de árboles dejados en pie al rolar, fueron: el diámetro y porte (67,86%) y la especie arbórea (53,5%), preferentemente aquella de valor maderero. Es muy importante seguir ciertos criterios de selección para dejar árboles que en el futuro aseguren la productividad del bosque a mediano y largo plazo.

## Efectos positivos del rolado

El 100 % de los entrevistados expresó que con el uso del rolo la oferta de forrajes aumentó en forma considerable. El 78,57% consideró que la producción anual en kilogramos de carne por hectárea aumentó con el uso del rolo. El 82,14% afirmó que, con el uso del rolo, la carga animal por hectárea aumentó debido a la mayor receptividad de los campos por aumentos en la producción de forraje (Fumagalli y Kunst, 2002). El 42,8% indicó que el manejo del rodeo se facilitó con el uso del rolo, ya que éste permitió una adecuada transitabilidad (39,29 %) y rápido acceso a la parcela (10,71 %).

## Desventajas en el uso del rolo y en la implementación del rolado selectivo

Los productores que realizaron rolado selectivo indicaron como principal desventaja la dificultad para el mantenimiento del mismo (21,4%). Es decir que una vez que el sistema está implementado se torna dificultosa la reposición de los árboles, sumado a la escasa capacitación para la selección de especies y al pastoreo no controlado que disminuye la participación de las especies palatables en la estructura del sistema. Es por ello que los productores consideran muy importante la destreza del personal para dejar árboles en pie con una densidad adecuada y la clausura de los lotes hasta asegurar que un número suficiente de individuos superen la altura de influencia del ganado. Otra dificultad observada por los productores (16%) es el control de leñosas, ya que es problemático usar maquinaria de alto porte, como rolos pesados, rastras excéntricas y métodos químicos, debido a que la corta distancia entre árboles dificulta el pasaje de implementos de trocha ancha.

## Uso del Fuego

El 81,29% de los productores utilizó el fuego como práctica complementaria al rolado, de los cuales un 67% lo hizo con prescripciones. Estos productores utilizan el fuego como una herramienta más de manejo ya que en la actualidad se lo considera como un disturbio natural que contribuye a la sustentabilidad de muchos ecosistemas. Especialmente en la Región chaqueña argentina, donde el fuego es un evento ecológico recurrente, que junto al clima y la fisiografía modela el paisaje (Kunst y Bravo, 2003). La frecuencia de aplicación del fuego, empleada por el 42,86% de los productores que queman, fue cada 2 años. Esta podría considerarse alta, ya que se encuentra por debajo del rango de probabilidades propuesto para sabanas y pastizales a nivel mundial que es de 4 a 8 años en zonas áridas. La alta frecuencia, utilizada por los productores, podría generar pérdidas de carbono y nitrógeno orgánico del suelo.

## Ventajas y desventajas en el uso del Fuego

Las ventajas observadas por los productores encuestados en el uso del fuego fueron principalmente i) el control de las formaciones arbustivas (53,6%) ya que las mismas están compuestas principalmente por leñosas de los géneros *Acacia*, *Celtis* y *Schinus* los cuales presentan susceptibilidad al fuego, ii) el bajo costo del uso del fuego (17,8%), el cual está relacionado con los trabajadores movilizados para controlar el avance del fuego en la vegetación y con el equipo requerido (vehículos u otros medios de transporte, lanzallamas y combustible), iii) eliminación de los residuos leñosos (14,29%) completando la habilitación de tierras después de un rolado, y

facilitando así el tránsito y accesibilidad.

Las principales desventajas mencionadas con mayor frecuencia por los productores que utilizan el fuego fueron, i) difícil manejo (21,4%) con riesgo de tornarse incontrolable, ya que el éxito del mismo depende de los conocimientos que se tengan sobre las características del combustible y del estado de la atmósfera (humedad relativa del aire, temperatura y velocidad del viento), ii) destrucción de la cobertura del suelo (17,86%) tanto de plantas en desarrollo como de sus residuos. La cobertura del suelo es el factor individual de mayor importancia en el control de la erosión hídrica. Es por ello que el manejo de las áreas quemadas con posterioridad a la aplicación del fuego es esencial para amortiguar los efectos negativos. Es importante un período de descanso para que los pastos rebroten sin interferencia, las plántulas se desarrollen sin problemas y el suelo vuelva a ser cubierto (Kunst et al. 2003); iii) retardo en el crecimiento de las pasturas en las áreas donde el fuego fue intenso (17,86%). Esto se debe a que en esas zonas el fuego afecta directamente al suelo, deteriorando su estructura y las propiedades hidrofísicas, afectando el estatus de nutrientes de tal manera que el desarrollo de la vegetación post fuego, se ve perjudicado pudiendo favorecer a la degradación y/o erosión (Albanesi y Anriquez, 2003).

### Implantación de pasturas

Las pasturas cultivadas por los productores encuestados son *Panicum maximun* (Gatton panic) (100%), *Cenchrus ciliaris* (Buffel Grass) (46,4%) y *Chloris gayana* (Gramma rhodes) (25%), elegidas principalmente por su mayor adaptación al ambiente (85,7%) y por su rendimiento (64,29%). Es así que el Gatton panic se establece adecuadamente en sitios altos del sudeste de Santiago del Estero y sin limitaciones de drenaje y salinidad. Gramma rhodes, en los sitios bajos del sudeste de Santiago del Estero adaptándose mejor a ser utilizada como diferida. Buffel grass, cuyos cultivares altos al rebrotar más temprano en la primavera aún sin lluvias y su alta resistencia a la sequía, le confiere gran estabilidad y seguridad al sistema (De León, 2004).

### Conclusiones

Los productores ganaderos de la región chaqueña conocen la realidad ecológica del ambiente en el que trabajan y están comprometidos con la conservación de los recursos naturales. Consideran importante la utilización de tecnología de menor agresividad para el sistema, e indican que el rolado y prácticas complementarias cumplen con esa condición y que contribuyen a la sustentabilidad del mismo. Por ello en las principales causas para la implementación de estas prácticas por parte de los productores se identifica un fuerte componente ecológico.

#### Bibliografía

- Albanesi A., Anriquez A. 2003. El fuego y el suelo. En Fuego en los Ecosistemas Argentinos INTA. Santiago del Estero. Kunst C. R., Bravo S., Panigatti J. L. (Ed) 5: 47-57
- Alessandria, E. E., Boetto, M. N. 2000. Aspectos ecológico-energéticos del desmonte en la habilitación de áreas para pastoreo en el bosque chaqueño del noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina. Revista FAVE 14 (1): 7-18.
- Díaz R. O. 1992 Recuperación y Mejoramiento de los recursos forrajeros. Sistemas Agroforestales para pequeños productores de zonas áridas. Irastorza R. (Ed). Proyecto desarrollo agroforestal en comunidades rurales del noroeste argentino. 26-29 pp.
- De León M 2004. El manejo de los pastizales naturales. Informe Técnico N° 2. Año 2004 Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro Regional Córdoba
- FAO 2002. La erosión del suelo en la República Argentina. Depósito de Documentos de la FAO . Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe Santiago.. En [www.fao.org](http://www.fao.org)
- Fumagalli A., Kunst C. 2002. Producción de carne vacuna en el NOA. Cómo mejorar la Oferta Forrajera de los Sistemas de Cría. IDIA Revista de Información y desarrollo Agropecuario. 2: 73-78. [www.inta.gov.ar/ediciones/idia/carne/carnep12.pdf](http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/carne/carnep12.pdf)
- Kunst C., Bravo S. 2003. Ecología y régimen de fuego en la región chaqueña argentina. En Fuego en los Ecosistemas Argentinos INTA. Santiago del Estero. Kunst C. R., Bravo S., Panigatti J. L. (Ed) 18: 199-215.
- Radizani, A., Renolfi R. F. 2002. La importancia de los árboles en la sustentabilidad de la ganadería del Chaco semiárido INTA - EEA Santiago del Estero. Tecnificación y mejoramiento de la empresa y la vida rural. Intranet. Pag. Web.
- Sol E. 2006. Métodos usados para la habilitación de tierras y el posterior control de renoval Congreso Ganadero del Norte Argentino CREA.



# **Implementación de Rolados**

## **● criterios para aplicar RBI (rolado selectivo de baja intensidad)**

**Ing. Agr. Carlos Kunst PhD  
Ing. Agr. Roxana Ledesma MSc  
Ing. Agr. Ada Albanesi MSc  
Ing. Agr. Analía Anriquez MSc  
Ing. Agr. Mónica Cornacchione MSc  
Ing. Ftal. Marcelo Navall  
Ing. Ftal. Adriana Gomez**

## Implementación de Rolados criterios para aplicar RBI (rolado selectivo de baja intensidad)

Ing. Agr. Carlos Kunst PhD, Ing. Agr. Roxana Ledesma MSc, Ing. Agr. Ada Albanesi MSc  
Ing. Agr. Analía Anriquez MSc, Ing. Agr. Mónica Cornacchione MSc, Ing. Ftal. Adriana Gómez, Ing. Ftal. Marcelo Navall

### Leñosas en la región chaqueña argentina.

Las leñosas (árboles y arbustos) son plantas nativas de la región chaqueña. Por causas como el sobrepastoreo, el mal uso del fuego y la sobretala (ver Cap. 1 y Cap. XII), pueden incrementar su densidad y cobertura, transformándose en dominantes (Fig. 1). Cuando esto ocurre, la actividad ganadera (bovina y caprina) se ven limitadas y es necesario aplicar un disturbio para poder equilibrar los distintos estratos de la vegetación (habilitar para ganadería).

### El rolado, una alternativa para preservar los árboles

La habilitación de campos naturales para fines ganaderos debe concretarse en base a un criterio sustentable mediante el uso de la práctica del rolado selectivo de baja intensidad (RSBI). El RSBI se distingue del rolado de alta intensidad y del desmonte total ya que permite preservar gran parte de los individuos arbóreos y arbustivos de cierta altura presentes en el área habilitada. Ya se ha comentado de los beneficios que ofrecen los árboles al sistema en general. Se sabe que los ambientes que integran árboles y pasturas son más estables y diversos que los cultivos monofíticos y que pueden ser propicios en la recuperación de áreas degradadas (Atta-Krah, 1993).

El objetivo de este Capítulo es presentar recomendaciones prácticas sobre como hacer un RSBI, basadas en observaciones científicas y empíricas.



Figura 1. Leñosas dominantes en el paisaje chaqueño



Figura 2. Rolados Selectivos de Baja Intensidad (RSBI)

### ¿Qué es un rolado selectivo de baja intensidad (RSBI)?

En forma general, un RSBI se realiza preservando los individuos arbóreos con diámetro de tronco a la altura de pecho (DAP) mayor de 15 cm y las especies arbustivas con más de 2 m de altura. En términos generales, lo ideal para un RSBI es que las copas de los árboles con DAP mayor a 15 cm se toquen. Es decir que solo se 'rola' lo que técnicamente se denomina el 'sotobosque'.

El objetivo de un RSBI no es el de 'pampeanizar' o 'limpiar' el lote, sino por el contrario, realizar una modificación de la vegetación lo mas leve posible, tratando de conservar en pie la mayor cantidad de individuos de especies leñosas valiosas, como por ej., quebracho colorado, quebracho blanco, mistol, etc. .

Las forrajeras más utilizadas en los rolados, son *Panicum maximum* cv Gaton panic o *Panicum maximum* var. *Trichoglume* cv. *Green panic* ya que se adaptan a la sombra y media sombra y su producción no se ve resentida por esta condición. Otra especie que muestra cierta adaptación a las condiciones de media luz es *Cenchrus ciliaris*, sin embargo su producción puede verse afectada.



Figura 3.: Intensidad y severidad de rolado diferentes: Arriba. rolados selectivo de baja intensidad (RSBI), amigables para distintos componentes del ecosistema. Abajo, rolados de alta intensidad, cuyo objetivo es 'pampeanizar' los establecimientos.

### ¿Por qué emplear un RSBI?

Teniendo en cuenta que uno de los principales objetivos RSBI es 'abrir paso', es decir lograr accesibilidad y transitabilidad para la hacienda y el personal de campo, pueden mencionarse ventajas cuando se toma la decisión de realizar un RSBI:

- La cantidad de residuos leñosos o leña que queda en el suelo es mucho menor, comparado a un rolado de alta intensidad. El manejo de la leña es más fácil ya que gran parte de la misma se decompone rápidamente luego de una estación de crecimiento. No es necesario quemar de manera inmediata el potrero sometido a un RSBI para completar la habilitación y de esta manera se evita un disturbio mucho más intenso y peligroso.

- La accesibilidad al lote es inmediata disminuyendo la dificultad del tránsito de los animales. Esto se debe a que no queda gran cantidad de material leñoso en superficie.

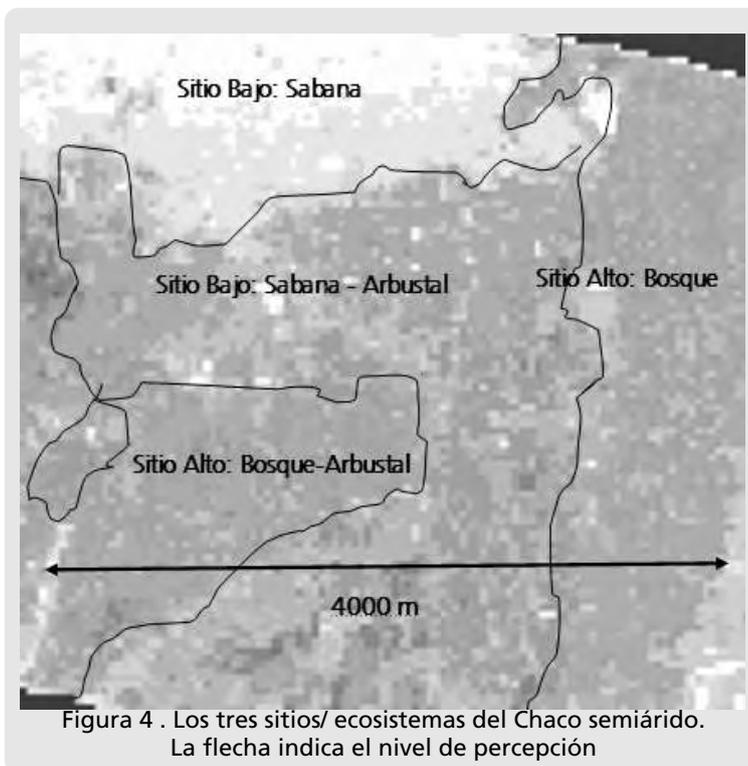
- La remoción del suelo es suficiente para la siembra de pasturas y mejora la infiltración del agua en el suelo y la aireación. Además este efecto de remoción-infiltración-aeración, favorece la germinación del banco de semillas de las especies nativas existentes en el suelo, que a posteriori convivirán con las forrajeras cultivadas.

- Este tipo de rolado no afecta la calidad de los suelos de los sitios representativos del ambiente de la región chaqueña (Anriquez et al., 2005).

- La presencia de los árboles y arbustos colabora en la acumulación de carbono y nitrógeno en el suelo bajo la canopia. Esto beneficia a la implantación de pasturas como Gatton panic, que se adapta al sombreado (Ledezma, 2006).

- Los animales aprovechan los órganos forrajeros como frutos, semillas, hojas de algunas especies arbóreas. El beneficio que brinda el RSBI al componente forestal esta planteado en la sección rolado y manejo forestal (capitulo 5).

- El bienestar animal es mayor en ambientes con sombra, porque disminuye la temperatura del ambiente. Se conoce que a medida que el T° ambiental se aproxima a la temperatura corporal (37,5-39,5°C), los mecanismos de disipación de calor no evaporativos pierden efectividad y se reduce a la evaporación (transpiración y expiración o jadeo) como principal forma de disipar el calor generado por el bovino. En general, el estrés producido por las altas T° reduce la ganancia de peso, disminuye la aptitud reproductiva y afecta la salud animal. Por la tanto una ventaja del RSBI desde un punto de vista animal, es que la presencia de los árboles proporciona sombra natural a los animales como una forma efectiva de mitigar el estrés calórico de los bovinos. El confort de los animales redundará finalmente en mayores niveles de producción e ingresos.



## Recomendaciones y pasos para realizar un RSBI

### a) Tipos de 'monte

En un establecimiento de la región chaqueña semiárida, se presentan generalmente tres sitios o ecosistemas a un nivel de percepción de 1000-3000 m (Fig. 4). Cada uno de ellos tiene una fisonomía vegetal diferente y por lo tanto una 'modalidad' de rolado diferente:

**Alto:** Su posición relativa en el paisaje es dominante, y la vegetación está compuesta en general por bosque con tres estratos, el estrato superior son árboles de más de 10-12 m de altura y DAP superiores a 30-40 cm. Predominan los quebrachos blancos y colorados. Existe un estrato secundario de árboles de menor altura, como mistol y algarrobo negro, y un estrato arbustivo abierto.

**Media loma:** Parque con estrato superior abierto de 6-10 m de altura y 20-30 cm de DAP donde predomina el quebracho blanco y/o el algarrobo negro y un estrato inferior arbustivo semicerrado de 2-3 m de altura.

**Bajo:** domina el pastizal, no hay árboles altos y el estrato bajo de arbustos en isletas de 2-3 m de altura. La tusca puede ser la especie dominante.

En un sitio alto, donde el estrato arbustivo no suele ser tan agresivo, el RSBI puede aplicarse con facilidad utilizando un tractor de porte mediano y un rolo cuyo ancho sea igual al del tractor. Es importante preservar los individuos jóvenes de quebracho colorado que suelen ubicarse mayoritariamente en estos sitios. En ciertas ocasiones cuando el acceso de la maquinaria es obstaculizada por un sector muy cerrado, es decir con una gran cantidad de leñosas agresivas se opta por esquivar esta 'pared de leñosas' y dejar una isleta (Fig. 2). En la media loma generalmente, la masa arbustiva suele ser dominante: en estos casos una maquinaria de mayor porte como un tractor articulado o una topadora chica o mediana podría ser usada, con el rolo siempre del mismo ancho. El quebracho blanco suele predominar en este sitio: se aconseja preservarlo, NO eliminarlo.

En los bajos, es difícil encontrar especies arbóreas altas y se puede 'crear' un parque manteniendo las especies arbustivas que superen los 2 a 3 m de altura, ya que no afectan el tránsito de los animales, aportan mantillo y generan sombra. En este sitio es donde se podría utilizar maquinaria más grande.

#### b) Tipos de suelo

Los suelos de cada sitio son diferentes porque tienen diferentes características físicas, químicas y biológicas aunque pertenezcan a una misma taxa. Los suelos de los sitios Alto y Media Loma son los más vulnerables por su génesis y su evolución, pero en estos sitios hay más vegetación arbórea que protege al suelo de la radiación e impide la pérdida de nutrientes. En general el RSBI realiza una leve remoción de la superficie del suelo, y por ello puede mejorar la infiltración del agua hacia los horizontes subsuperficiales al romper la costra superficial (Fig. 5). Las orugas y las cubiertas de hierro realizan una mayor remoción obteniéndose mejor resultado en la implantación del Gatton panic. En general un mayor disturbio superficial de suelos causa una mejor implantación de dicha especie porque aumenta la mineralización de la materia orgánica del suelo.

#### c) Tractoristas.

El operador 'final' del rolado es el tractorista o maquinista a cargo del tractor. Es el quién voltea los árboles y arbustos decide cual árbol o isleta va a quedar y cual no, y su visión desde la volante es reducida (Fig. 6). La experiencia en el INTA Santiago del Estero indica que la capacitación del maquinista es de capital importancia: se debe indicar claramente que es lo que pretende realizar y porqué. En general, los maquinistas están acostumbrados a tareas agrícolas, donde las pasadas son lineales y en ellos prima la idea de limpiar todo y 'ver el horizonte' ('pampeanizar'). El RSBI es un sistema diferente, que consiste esencialmente en la selección de los individuos leñosos que quedarán en pie.

El RSBI requiere de una constante supervisión de la tarea en ejecución.

Es necesario proveer protección adecuada, como indumentaria de lona que deslice las ramas que podrían entrar al tractor, casco, guantes, botiquín, radio para la comunicación, brújula, etc. Puede recomendarse el cuidado necesario contra abejas, ya que suele suceder que con la volteada de árboles los panales se despiertan.

#### d) Tipos de maquinaria.

La elección del tamaño de la maquinaria es esencial ya que éste determina la intensidad de rolado. Existen, en la actualidad, un sinnúmero de rolos, diferentes en diseño y tamaño (Fig. 7) siendo fundamental la selección del más apropiado para aplicar un RSBI.

Se plantea entonces un interrogante: ¿que eficiencia es necesario priorizar? ¿La eficiencia agronómica, buscando el tratamiento de más superficie en menos tiempo, o la ecológica, tratando de conservar la mayor parte de los elementos del ecosistema?. En el ambiente chaqueño, se sugiere

emplear el criterio de eficiencia ecológica. La maquinaria 'chica', que posibilita esquivar plantas e isletas es más ágil y es la mas apropiada para realizar un RSBI.



Figura 5. Remoción de suelo causada por una sola pasada de rolo.

### ¿Como regular la intensidad de rolado?

Existen numerosos factores que pueden ser modificados para variar la intensidad del rolado, entre ellos:

- Criterio del productor
- Criterio del tractorista
- Tamaño de la maquinaria: adecuar el tamaño de la maquinaria al tipo de vegetación a rolar

### Algunos consejos para realizar RSBI

Algunos de los siguientes puntos pueden ser de utilidad:

- Antes de comenzar, es importante conocer la superficie a rolar, observar el(los) lotes, distinguir los sitios y las especies arbóreas y arbustivas presentes en cada uno de ellos, y plantear esquemas y estrategias de aplicación de RSBI para cada uno de ellos. Se debe tener en cuenta la facilidad de penetración de la maquinaria en la masa arbustiva.

- Elegir la maquinaria adecuada al tipo de vegetación y al tipo de suelo.
- Seleccionar personal capacitado en RSBI o personal que acepte capacitación.
- Un RSBI puede comenzar a realizarse mediante pasadas de la maquinaria con el rolo en forma envolvente y concéntrica, siguiendo el criterio de esquivar la mayor cantidad de árboles



Figura 6. Visión de la vegetación a rolar desde el volante de un tractor articulado.

posibles.

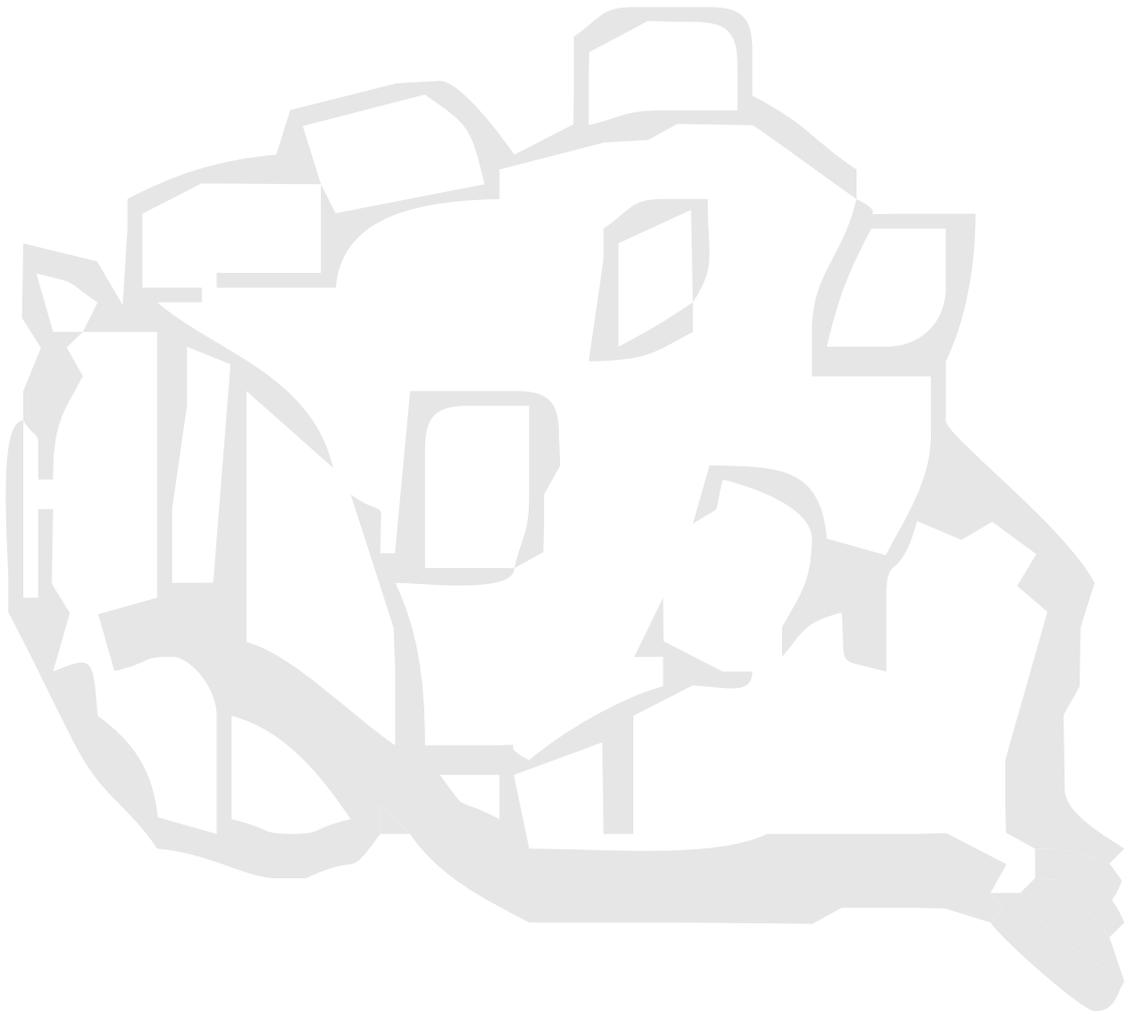
- Se debe priorizar la eficiencia ecológica en el ambiente semiárido porque una disminución severa de la masa vegetal puede provocar cambios profundos no recuperables en el ecosistema y en la calidad de los suelos, y, en consecuencia, a la largo plazo se verá resentida la eficiencia agronómica.



Figura 7. Maquinaria disponible para rolados

#### Bibliografía.

Anriquez, A. 2008. Transformación de un ecosistema degradado en un sistema agroecológico sustentable. Cambios en la calidad de suelos. Tesis de maestría para el Desarrollo de Zonas Áridas y semiáridas



# **Manejo de Rolados**

**manejo de pasturas en rolados  
aspectos generales**

**Ing. Agr. Carlos Kunst PhD**

## Manejo de Pasturas en Rolados

### manejo de pasturas en rolados

### aspectos generales

Ing. Agr. Carlos Kunst PhD

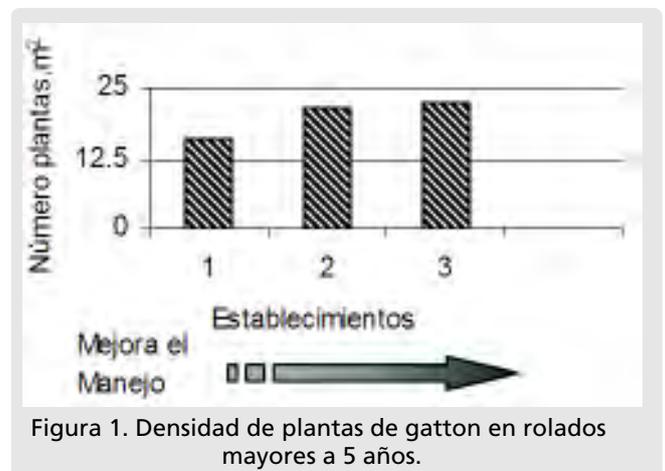
#### Manejo 'post-rolado': el manejo de la pastura subtropical y su persistencia.

Una vez 'logrado' el rolado, comienza su 'manejo', que básicamente consiste en resolver el conflicto entre la necesidad de consumir todo el forraje posible (intensidad y frecuencia de pastoreos) y las exigencias de la supervivencia de la pastura (descansos). Otros aspectos específicos ligados al manejo de pasturas subtropicales son:

- el encañamiento,
- la 'reinvasión' de leñosas,
- los riesgos de fuegos no deseados; y
- el 'decaimiento' de la oferta de forraje.

#### ¿Qué es buen manejo?

Manejo se define 'como la manipulación o dominio que alguien ejerce sobre personas o cosas'. Esta directamente relacionado con la tecnología de procesos, es decir con las distintas operaciones a realizar para obtener un producto. Desde el punto de vista ganadero y dentro del contexto del manejo de un rolado, el producto es el mantenimiento de la oferta de forraje y su accesibilidad a través del tiempo, a un mínimo costo de un marco de sustentabilidad.



Específicamente, buen manejo de pasturas es difícil de definir debido a que es un concepto asociado a los objetivos específicos del productor o técnico. Pero aún teniendo en cuenta estas particularidades, los indicadores de 'buen' o 'mal' manejo universales son:

- dinámica del número de plantas de gatton.m-2,
- diámetro de plantas de gatton;
- altura y diámetro de arbustivas; y
- frecuencia de 'retratamientos' utilizados para controlar el decaimiento de pasturas y la re-invasión de leñosas.

Los datos recolectados durante un muestreo realizado en la zona Este de Sgo del Estero permiten evaluar algunos de estos aspectos (Tablas 1 y 2, Cap. Rolados y otros métodos de habilitación). Un manejo 'intensivo' de pasturas se refleja en la disminución del número de plantas por m-2, especialmente en pasturas viejas (Fig. 1). Pasturas manejadas de manera 'intensiva' requieren también con más frecuencia tareas de mantenimiento como pasadas de arada y fuego (Tabla 2, cap. 5).

La asignación de una correcta carga animal y la frecuencia de pastoreos es un elemento esencial para mantener 'productivas' las pasturas. Esta asignación se realiza mediante el muestreo de la oferta de forraje de pasturas y su comparación con el requerimiento diario, mensual o anual de las distintas categorías de animales.

El manejo tiene distintas etapas, a saber:

- Diagnostico y planificación del potrero y/o establecimiento, adonde tiene mucha

importancia el método inicial de habilitación,

- Manejo del pastoreo inicial y criterio de manejo de pasturas,
- Manejo de las cargas animales
- Tiempo de descansos.

El manejo es la única herramienta tecnológica al alcance de todos los productores. Conocer el cómo, que, cuanto, donde constituye una herramienta esencial cuando se decide modificar la vegetación existente e implantar una pastura. Es por ej. la herramienta mas barata que se dispone para controlar el renoval

### **Diagnostico y Planificación del Potrero y/o Establecimiento**

¿Que es un diagnóstico? Es conocer a un nivel de percepción determinado (es decir en función de la dimensión y complejidad) las características ecológicas, el estado actual y el potencial del establecimiento. Esta es una etapa clave para el éxito de la modificación de la vegetación natural, es decir de la implantación del gatton panic. Se tener en cuenta que cualquier habilitación modifica el ecosistema, y esta modificación debe ser lo mínima posible. Es esencial conocer cuales son las características agroclimaticas (precipitación, temperatura, heladas, vientos, etc), de suelo (relieve, MO, pH, nutrientes, etc), comunidades vegetales, agua subterránea, apotrerramiento si lo hubiere, e interpretar esas características en función del objetivo propuesto, producir carne. Esta información nos ayudará en la toma de las siguientes decisiones:

- cuál método es el mas adecuado para cada caso,
- que especie implantar, y
- cuando realizar la labor.

Un mal método de habilitación produce 'daños' al ecosistema que no son fáciles de remediar, y afectan directamente sobre el capital de la empresa, como es la materia orgánica del suelo y el nitrógeno.

En este sentido, nuestra experiencia sugiere que un número mínimo a obtener en el año de implantación son entre 6-8 plantas.m<sup>-2</sup> para en caso de Panicum maximum cv Gatton Panic y un poco mas para el Cenchrus ciliaris (buffel). En el primer caso indicamos un poco menos por su rápido crecimiento inicial. Es importante considerar la calidad de semilla y la densidad de siembra a utilizar

### **Primer Pastoreo**

Luego del tratamiento de implantación, es fundamental que las plantas hayan 'volteado' toda su semilla, hecho que se observa alrededor de las matas ya crecidas. De esta manera aseguraremos un banco de semillas importante .

Para determinar que categoría de animal y que carga de animales serán los que entren al lote tendremos en cuenta dos aspectos.

1-Número de plantas.m<sup>-2</sup>. Ya mencionamos el número mínimo, por lo tanto una densidad menor indica que la implantación no fue buena, y será una decisión acertada NO pastorear el lote.

2-Tamaño de las matas. Se debe considerar la altura de las plantas, debiendo tener como minimo un 50 % de la altura adulta (Ej:1 m a hoja bandera en Gatton ) y sobre ello realizar un pastoreo liviano tratando de que los animales seleccionen lo que van a comer, por experiencia hemos observado que los animales, por una diferencia de palatabilidad van comer primero la pastura implantada.

**Siempre es conveniente y necesario dejar un remanente de pasto luego del pastoreo.**

## Manejo de la carga animal en general y luego del control del renoval.

Esta variable se expresa de distintas maneras: en kg de carne por hectárea, animales por hectárea, etc. En este trabajo utilizaremos el Equivalente Vaca, o Unidad Ganadera es decir una vaca de 400 kg que gesta y cria un ternero al pie a lo largo de un año para destetarlo aproximadamente de 140-150 Kg.

La carga y su efecto sobre el renoval está relacionada con la época del año en que estemos usando el potrero, siendo el efecto negativo del pastoreo mas marcado cuando las pasturas están en pleno crecimiento, que cuando están diferidas. En el primer caso es necesario manejar la carga en función de los Equivalentes Vaca que tenemos y la oferta forrajera instantánea que tiene el lote, tratando de poner en practica el concepto de TOMAR LA MITAD Y DEJAR LA MITAD. Este manejo nos permitirá dejar un remanente de hojas que en función de las condiciones climáticas imperantes (precipitaciones, temperatura y en menor medida la luz) y fertilidad de los suelos nos devolverá todo o parte del forraje consumido anteriormente.

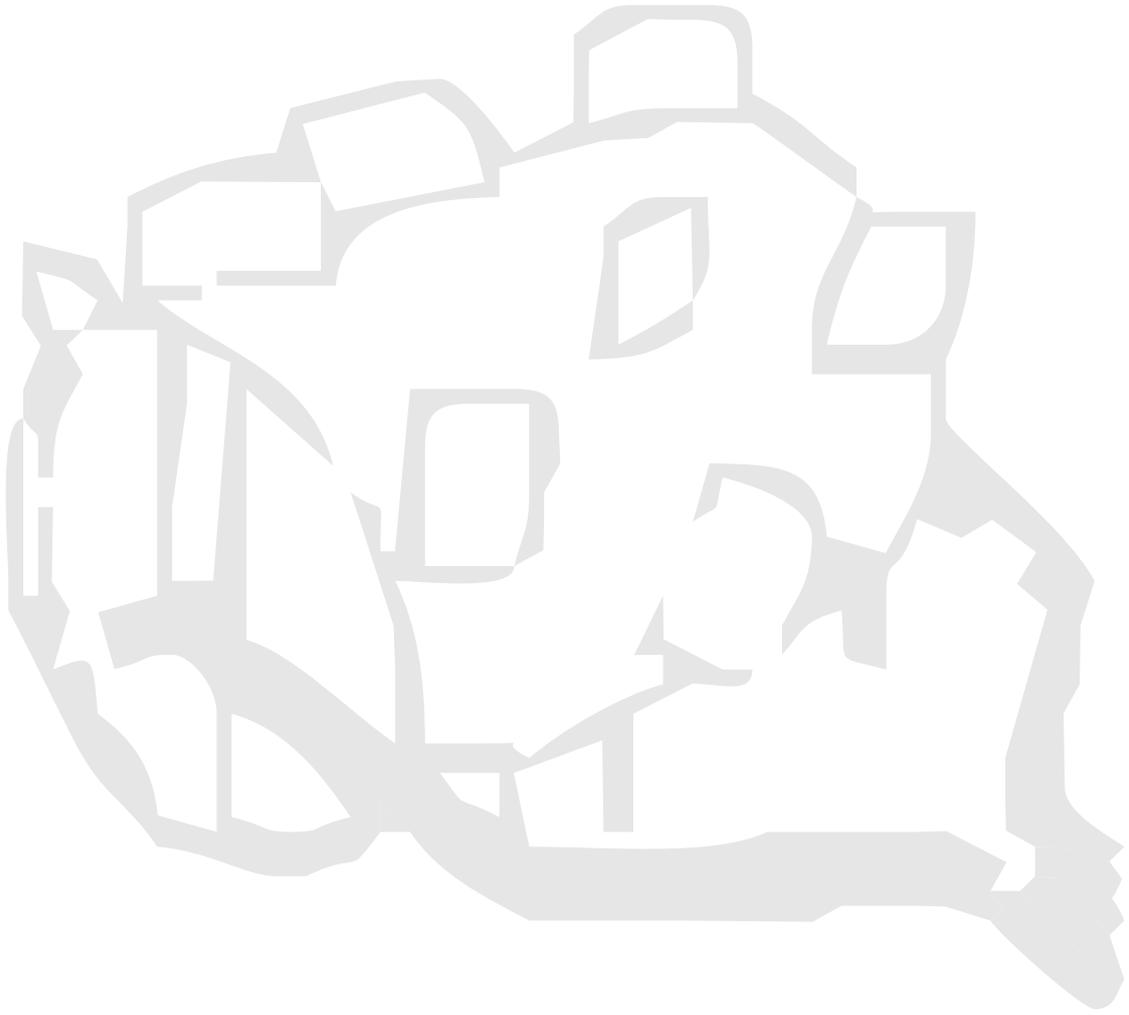
Seguramente si el remanente de hojas dejado no fue suficiente, la regeneración de nuevas hojas será mas lento, y esta situación se agrava aun mas si luego del pastoreo tenemos un periodo de sequía y alta temperatura. Los tratamientos mecánicos tradicionales (rastras) agravan aún más esa situación debido a que solo 'podan' a las leñosas.



Figura 1. Plantas de Gatton panic consumidas: (a) al ras; (b) hasta la mitad.

### Bibliografía

Rossi, D., Kunst, C. 2006. El renoval y manejo de pasturas. Pag. 148-150. En C. Kunst, (ed). Manejo y control del Renoval, INTA EEA Santiago del Estero.



# Manejo de Pasturas en Rolados

—● rolados y dinámica de la oferta  
y composición botánica del forraje

Ing. Agr. Carlos Kunst PhD  
Ing. Agr. Roxana Ledesma Msc

# Manejo de Pasturas en Rolados rolados y dinámica de la oferta y composición botánica del forraje

Ing. Agr. Carlos Kunst PhD  
Ing. Agr. Roxana Ledesma MSc

Existen en la actualidad escasos datos técnicos publicados que puedan usarse como referencia para el análisis de la dinámica de la oferta de forraje generada por un rolado, y permitan su comparación con áreas testigo desde puntos de vista económicos y/o ecológicos.

Entre 1996 - 2007 se condujeron en el Campo Experimental 'La María' distintos ensayos de rolado, con el objeto de cuantificar y analizar efectos en general del disturbio rolado y su interacción con pastoreo, renoval y fuego prescripto. El ensayo 1 se efectuó en Febrero 1997 y el ensayo 2 en 1998. Los tratamientos fueron los siguientes:

1. rolado con siembra instantánea de green panic,
2. rolado solo, sin siembra;
3. rolado solo, sin siembra y con fuego luego de la primera estación de crecimiento a fin de completar la habilitación; y
4. testigo(s).

En los dos casos se emplearon para traccionar el rolo topadoras tipo D4. La intensidad del tratamiento rolado fue de media a baja, ya que se trató de mantener toda la cobertura leñosa compatible con el tamaño de la maquinaria empleada.

Luego de 5 años de aplicado el rolado y después de los pastoreos, la oferta de biomasa de herbáceas de las áreas roladas ascendió a 3700 kg MS/ha-1, 3 veces mayor que el testigo con pastoreo y 2 veces mas que el testigo sin pastoreo (Tabla 1). En marzo de 1999, 3 años después del tratamiento inicial, la oferta media de biomasa de los rolados se mantiene entre 3000 y 4000 kg MS/ha. Los testigos con descanso alcanzan los 2000-2500 kg MS/ha. La diferencia entre ambos tratamientos es estadísticamente significativa ( $P < 0.0001$ , test de t). La forrajimasa asciende en general a un 70-80 % de la oferta de biomasa, no existiendo diferencias entre tratamientos en esta variable

(A)	Rolado c/siembra	Rolado solo	Rolado c/fuego	Testigo 1	Testigo 2
Diciembre 1996	400	400	400	400	400
Setiembre 97	680.37	928.62	513.04		
Diciembre 97	1260.78	962.29		863.87	
Febrero 98	5981.88	3456.94		942	343
Agosto 99	2069.22	3184.22	1843.72	2566.17	1284.13
Marzo 00	4424.63	2558	3637.16	2709	1878.53
Junio 01	5094.89	4083.66	2860.26	1759.72	1501.55
Mayo 02	3065.61	2106.82	2109.7	1661.35	1376.54
Febrero 06	2827.63				
Promedio	3532.09	2725.32	2612.71	1750.35	1276.75

Tabla 1. Efectos de rolados y tratamientos relacionados sobre: (A) oferta de forraje (kg MS/ha) en parcelas roladas y testigos, entre 1998 y 2006. Fecha rolado: Febrero 1997. Factor del uso = 0,5. Demanda de forraje: 4380 kg.UG.año<sup>-1</sup>. Las áreas roladas fueron pastoreadas a partir de Febrero 98. Testigo 1: clausurada al pastoreo desde Febrero 1997. Testigo 2: clausurada al pastoreo desde Julio 98. Campo Experimental 'La María', INTA EEA Santiago del Estero.

## Rolado y dinámica de composición botánica.

El rolado produjo cambios en la composición botánica de las áreas tratadas. *Gouinia latifolia* aumentó su participación a un 50-60 % de la oferta de forraje, pero luego disminuir. *Setaria leiantha* aumentó hasta un 10-20% de la oferta de forraje pero luego se mantiene casi constante. *Trichloris pluriflora* y *Pappophorum* spp aumentan y se mantienen en niveles entre el 20 y 50 % de la oferta. El Green panic aumentó lentamente su participación en la oferta de forraje, especialmente en el sitio alto (Fig. 2).

Estos resultados sugieren que:

- El rolado de intensidad intermedia aumenta la oferta de forraje en general y la receptividad.
- La siembra instantánea aumenta de manera significativa la oferta de forraje.

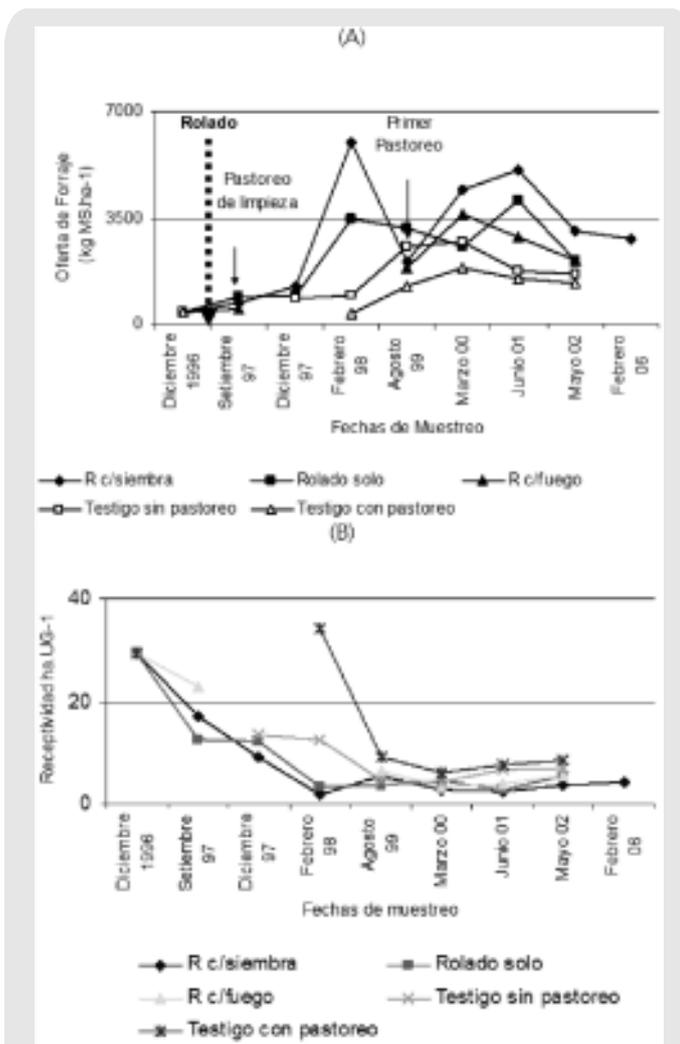


Figura 1. Dinámica de: (A) oferta de forraje y (B) receptividad, en ha.UG<sup>-1</sup> en un ensayo de rolado, rolado y fuego y rolado solo, implantado en Febrero 1997. Factor del uso = 0,5. Demanda de forraje: 4380 kg.UG.año<sup>-1</sup>. Las áreas roladas fueron pastoreadas a partir de Febrero 98. Testigo 1: clausurada al pastoreo desde Febrero 1997. Testigo 2: clausurada al pastoreo desde Julio 98. Campo Experimental 'La María', INTA EEA Santiago del Estero.

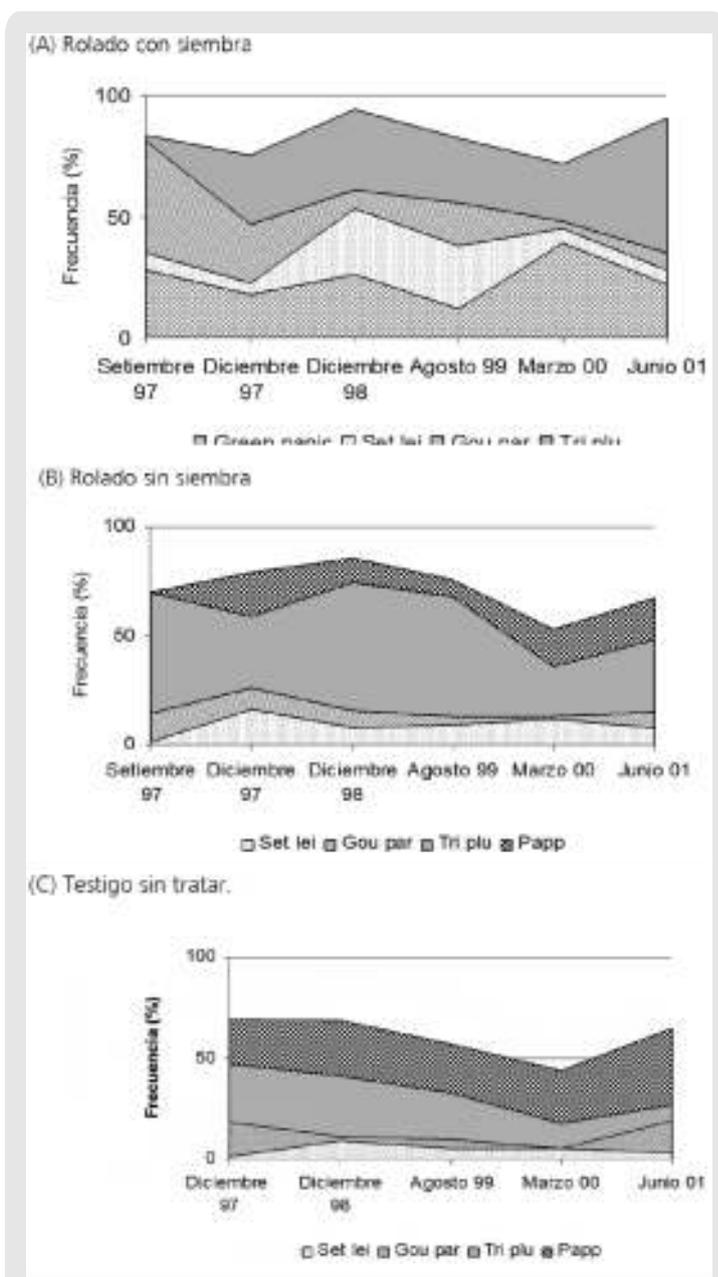


Figura 2. Dinámica de la composición botánica (A) Rolado con siembra (B) Rolado son siembra y (C) Testigo sin tratar. Los sectores en blanco corresponden a especies varias.



# **Manejo de Pasturas en Rolados**

**sobre el crecimiento,**

**—● producción y calidad de gramíneas  
tropicales en ambientes sombreados**

**Ing. Agr. Mónica Cornacchione MSc**

# Manejo de Pasturas en Rolados sobre el crecimiento, producción y calidad de gramíneas tropicales en ambientes sombreados

Ing. Agr. Mónica Cornacchione MSc

## Introducción

La luz solar es una fuente vital para la vida y reguladora de actividades diarias y estacionales en las plantas y animales. En los ambientes rolados, la presencia de los árboles disminuye la cantidad de luz solar que llega a las plantas. Las variaciones en la cantidad y calidad de la radiación solar (~distintos grados de sombra) provocan cambios en la composición química de la materia seca. Dichas variaciones pueden a su vez alterar el desarrollo morfológico y el rendimiento de forraje, afectando de esta manera la receptividad (Buxton y Fales, 1994). La intensidad de sombreado es variable de acuerdo a la edad, altura, espaciamiento y estructura de copas del componente arbóreo, que a su vez varía con el tiempo.

En la asociación árbol-gramíneas se establece una relación compleja difícil de generalizar para todas las situaciones. La interacción particular que se desencadena con los factores clima (luz y temperatura) y suelo (humedad y microorganismos), para cada uno de los integrantes del sistema puede ocasionar competencia entre ellos. Esto se debe a los distintos niveles de extracción de nutrientes, que se relaciona a su vez, con la riqueza mineral del suelo y su dinámica. Diversos estudios realizados con el objetivo de mejorar los sistemas de producción pecuarios destacan los beneficios de las asociaciones con árboles. Algunos árboles crean condiciones beneficiosas para la relación con las gramíneas, presentándose sinergismos y alcanzando un sistema estable (Fandiño y César, 1999). Sin embargo más allá de la especie arbórea se plantea que el éxito de esta asociación depende del uso de especies de gramíneas tolerantes a la sombra (Senanayake, 1995).

El objetivo de este Capítulo es presentar información acerca el efecto de la sombra sobre la calidad y cantidad de forraje.

## Sombra y producción de materia seca

Según Shelton et al (1987), la sombra es uno de los factores de mayor importancia en la producción de las pasturas, y existen especies que pueden adaptarse al sombreado con mayor eficacia que otras. De acuerdo a Stur (1991) el término *shade tolerance* es usado para describir las especies que crecen mejor que otras en ambientes sombreados. Una característica común de estas especies es que muestran una menor depresión del rendimiento o pueden incrementarlo a menores niveles de luz.

La radiación solar tiene una incidencia directa sobre la fotosíntesis y por lo tanto sobre la producción de materia seca (~'pasto'). Los antecedentes indican que al modificarse el grado de iluminación a medida que aumenta el número de árboles/ha (según coberturas de las copas) la producción de materia seca decrece debido al sombreado. Una disminución importante en la luz solar (ej.  $\leq 30\%$  de transmisión luz), puede afectar negativamente la producción y, dependiendo de la especie puede disminuir hasta un 80% con respecto a su producción en luz solar plena (Stur, 1991). A su vez, las respuestas de las especies pueden variar de acuerdo al régimen hídrico en el que se encuentren las plantas.

Cierta disminución de radiación solar puede ser beneficiosa para aquellas plantas tolerantes a la sombra, ya que en general, la tasa de fotosíntesis es mayor que con la máxima radiación. Este tipo de especies se caracterizan por poseer bajas tasas de respiración que le permiten compensar una menor producción de fotosintatos.

Gatton panic (*Panicum maximum*) es la forrajera más difundida en el ambiente subtropical semiárido de nuestro país. Parte de la superficie implantada con esta especie se encuentra en la actualidad conviviendo con cobertura arbórea. En el listado de especies adaptadas, *Panicum maximum* se ubica en general como una de las especies de mayor producción de materia seca en ambientes con sombra.

Interesantes antecedentes se hallaron en *Panicum maximum* que indican respuestas diferenciales en la producción, según la época del año. En la época de máxima precipitación la producción de materia seca fue similar tanto en el sistema a cielo abierto (luz solar plena) como en el sistema bajo sombra de algarrobito (*Pithecellobium saman*). Mientras que, en la época de mínima precipitación, se observó una diferencia positiva de la producción de forraje verde bajo sombra. Estos resultados muestran una superioridad en la condición de esta especie bajo cobertura. En esa investigación se resaltó que *Panicum maximum* permaneció verde y sin signos de stress bajo sombra y que fue menor el contenido de materia seca que el valor obtenido a plena luz (Fandiño y Alvarez, 2001).

De la misma manera, Penton y Blanco (1995) reportaron que bajo sombra se estimula un aumento en el contenido de humedad de las plantas, lo que puede afectar el rendimiento de la materia seca disminuyéndola. En el mismo sentido Buxton y Fales (1994) citaron que una disminución de la radiación por efecto de la sombra, mejora el contenido de agua en los forrajes debido a una reducción de la transpiración.

La sombra afecta el crecimiento y el desarrollo morfológico de las plantas. En este sentido, se ha observado que las especies no tolerantes a la sombra suelen presentar una mayor elongación de tallo que las especies tolerantes (Stur, 1991). Este esfuerzo por captar mayor cantidad de luz puede ser muy costoso provocando una disminución en la densidad de las pasturas, lo que puede observarse a campo en situaciones de rolados con pasturas muy ralas.

También se han evaluado cambios en el área foliar debido al tipo de hoja que se desarrolla bajo sombra. En Green panic se encontró que a medida que se incrementaron los niveles de sombra, las hojas fueron más largas, más anchas y más finas, con un menor peso específico que a plena luz (Wong y Wilson, 1980).

Otro mecanismo de adaptación observado que tiene que ver con prolongados períodos de sombra, es el cambio en la partición de materia seca con incrementos hacia el componente aéreo a expensas del radicular (citado por Buxton y Fales, 1994).

### **Sombra y calidad del forraje**

La influencia de la sombra sobre la calidad de las gramíneas no tiene una respuesta clara. Para Buxton y Fales (1994) la sombra tiene un efecto menor sobre la calidad que sobre el rendimiento y morfología del forraje.

En general, los antecedentes indican que la sombra reduce el total de carbohidratos no estructurales (Wong y Wilson, 1980). La disminución respondería al hecho de que la planta que permanece bajo la sombra requiere más energía para reducir los nitratos, para lo cual utiliza más azúcares solubles (citado por Penton y Blanco, 1997). Esta reducción en el contenido celular provocaría un incremento aparente en la pared celular (*FDN - Fibra Detergente Neutro: Este análisis determina el contenido total de pared celular de los forrajes -*), indicando una baja calidad de las gramíneas cuando crecen en altos niveles de sombra (<30% transmisión luz; Norton et al 1991; Wilson, 1982).

Por otro lado, existen antecedentes que indican que alta intensidad de luz junto a elevadas temperaturas, implican un aumento en el nivel de carbohidratos estructurales o pared celular,

debido a una mayor tasa de respiración (citado por Penton y Blanco, 1997). Plantas en esta situación, pueden estar en estrés hídrico por lo cual cierran sus estomas reduciendo la capacidad fotosintética, y provocando una disminución de azúcares solubles.

Con respecto a la digestibilidad de la materia seca, las respuestas halladas son variables: puede darse un aumento o una disminución, según los niveles de luz y especies estudiadas.

La información referida al Nitrógeno (N) encontrada en *Panicum maximum*, indica que el contenido de N es superior en áreas con sombra y que disminuye a medida que aumenta la intensidad de luz natural. Para Wilson et al (1986) existiría una posible estimulación de la extracción de N bajo sombra en condiciones en que el N disponible en el suelo es un factor limitante. Específicamente en Green panic, Wong y Wilson (1980), hallaron incrementos importantes en los niveles de N en todas las fracciones de la planta a medida que disminuyeron los niveles de luz (100, 60 y 40%).

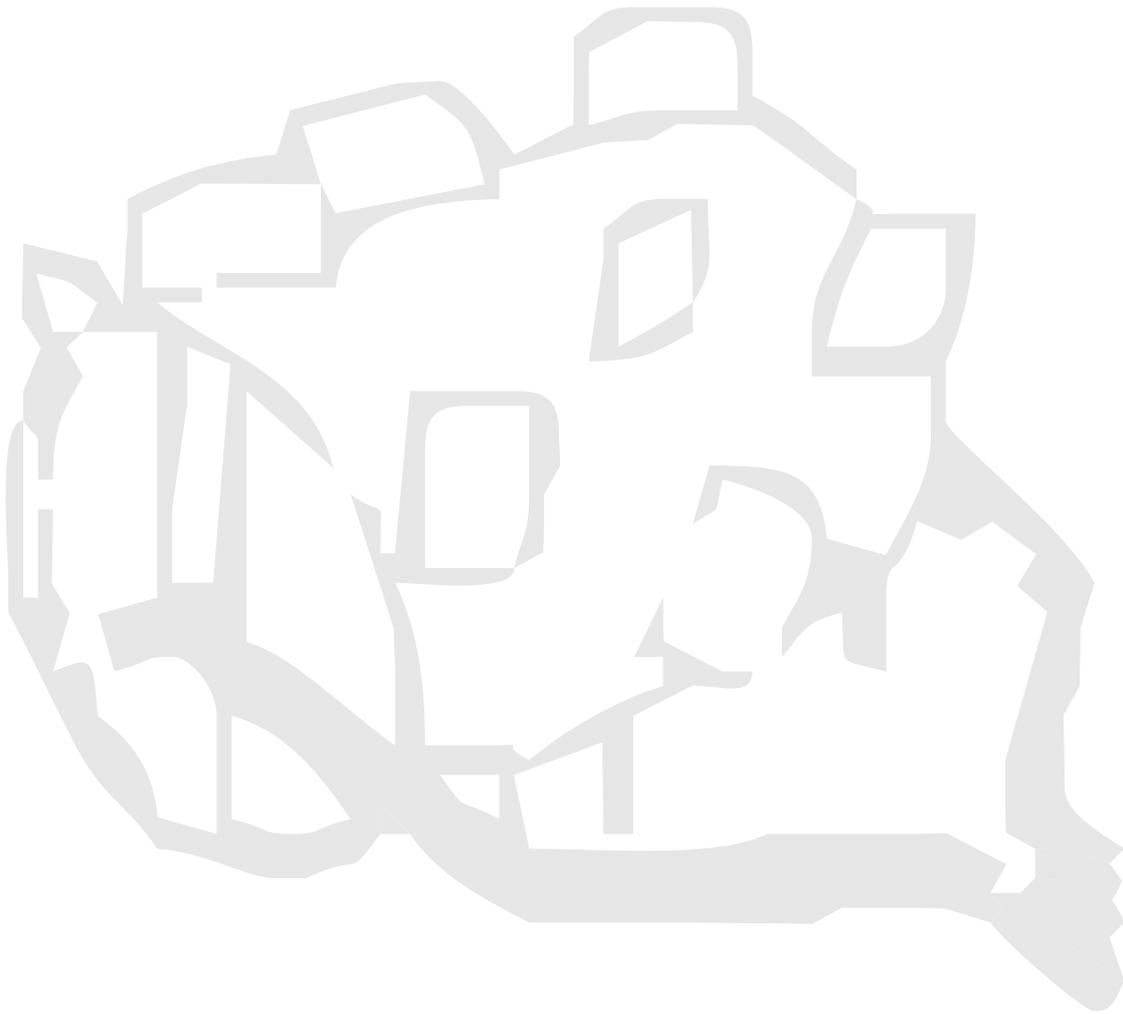
## Conclusiones

Las investigaciones realizadas en los ambientes sombreados sugieren que además de la propia sombra, deben tenerse en cuenta otros factores que hacen a la ecofisiología de los estratos que conviven y su relación con el suelo y su biota. Se ha evidenciado que hay especies mejores que otras, y que su producción puede variar a según las prácticas al que se someta el sistema productivo.

Una disminución en la producción de forraje resulta finalmente de la competencia por los recursos involucrados. Los cambios que ocurren en los forrajes debido a la cantidad y calidad de la luz varían en tiempo y espacio. Por lo tanto, es necesario tenerlos en cuenta como un factor más que incide en el manejo de las pasturas y en planificación forrajera del sistema pastoril en ambientes rolados.

## Bibliografía

- Burton, D. and Fales, S. 1994. Plant environment and quality. In: Forage quality, evaluation and utilization. Ed. Faley, et al., Cap.4: 171-172.
- Fandiño, R. y Alvarez, R. 1999. Evaluación del sistema silvopastoril natural algarrobillo (*Pithecellobium saman*) asociado con guinea (*Panicum maximum*) en el Valle del Cesar. En: Seminario Técnico Tecnología para la Producción de Leche y Carne en Sistemas de Producción Bovina de la Región Caribe, Santa Marta (Colombia). CORPOICA-COLCIENCIAS-FEDEGAN:156
- Norton, B.; Wilson, J.; Shelton, H. and Hill, K. 1991. The effect of shade on forage quality. In: Forages for plantation crops. ACIAR proceeding (32):83-88.
- Penton, G. y Blanco, F. 1997. Influencia de la sombra de los árboles en la composición química y el rendimiento de los pastos. Pastos y Forrajes 20:101-110.
- Senanayake, S.G. 1995. The effects of different light levels on the nutritive quality of four natural tropical grasses. Tropical grasslands (29): 111-114.
- Shelton, H.M., Humphreys, L.R. and Batello, C. 1987. Pastures in the plantations of Asia and the Pacific: Performance and prospect. Tropical Grasslands, 21, 159-168.
- Stür, W.W. 1991. Screening Forage Species for Shade Tolerance A Preliminary Report. <http://www.aciar.gov.au/system/files/node/304/pr32chapter12.pdf>
- Wilson, J.; Catchpole, V. and Weier, K. 1986. Shade stimulation of the growth and nitrogen uptake of a run down green panic pasture on Brigalow clay soil. CSIRO. Annual report p.55.
- Wilson, J. 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: Hacker(ed) Nutritional limits to animal production from pastures: 111-131.
- Wong, C. and Wilson J. 1980. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green Panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. Aust.J.Agric.Res., 31: 269-285.



# **Manejo de Pasturas en Rolados**

## **el rolado y la calidad de las gramíneas nativas**

**Ing. Agr. Carlos Kunst PhD  
Ing. Agr. Mónica Cornacchione MSc**

# Manejo de Pasturas en Rolados el rolado y la calidad de las gramíneas nativas

Ing. Agr. Carlos Kunst PhD  
Ing. Agr. Mónica Cornacchione MSc

Al producirse cambios en la disponibilidad de luz solar y disminuir competencia entre estratos de la vegetación por el método del rolado, se producen cambios en la composición química debido a diversas interacciones (Wilson, 1982; Buxton y Fales, 1994; Senanayake, 1995; Penton y Blanco, 1997; Fandiño y Alvarez, 1999).

Si bien los aumentos de producción de gramíneas inciden positivamente sobre los índices productivos en áreas tratadas (ej. receptividad), la calidad del forraje es quien determina finalmente que esta oferta de forraje cubra las exigencias nutricionales de los animales.

El objetivo de esta experiencia fue evaluar la composición química del forraje de las gramíneas nativas más relevantes, en áreas tratadas con rolo más uso del fuego, comparadas a la situación de áreas sin disturbar.

El ensayo se realizó en un fachinal ubicado en el Campo Experimental 'La María' INTA Santiago del Estero. El promedio de precipitación anual es de 550 mm, con régimen estival. Los tratamientos fueron: testigo (T0), rolado (T1), y rolado más fuego (T2). Se aplicaron en parcelas de 3 ha., sin replicación. El rolado se realizó en Febrero de 1997, y se quemó en forma prescripta en Octubre de 1998.

Para caracterizar la composición química del forraje se realizaron muestreos en Septiembre y Noviembre de 1998 (primavera, plantas en crecimiento); y en Enero, Febrero (verano, plantas maduras) y Junio de 1999 (invierno, plantas en receso). Se consideró en conjunto a las matas de pasto contenidas dentro de la unidad de muestreo, que fue 1/4 m<sup>2</sup>. Todas las matas muestreadas eran gramíneas nativas en su mayoría pertenecientes a los géneros Trichloris, Setaria, Digitaria y Gouinia. Por fecha de muestreo (total 5) se tomó un total de 5 muestras por tratamiento. La unidad de muestreo fue 0,25m<sup>2</sup> y se cortó todo el pasto dentro de esa superficie con tijera hasta 5 cm de altura (pool de especies). El material se secó en estufa a 60 °C, se molió en molino Wiley (malla 1mm). La composición química se evaluó a través del contenido de proteína bruta (%PB, método de Kjeldhal), contenido de fibra o pared celular (fibra detergente neutro: %FDN) y de fibra detergente ácido (%FDA, Van Soest, 1982). Esta última fracción representa la fracción indigestible del forraje.

Los datos se analizaron estadísticamente empleando un diseño de medidas repetidas en el tiempo, con tratamientos y fechas de muestreo como efectos principales. Para los análisis estadísticos se utilizó el procedimiento MIXED del SAS (SAS, 1990). Para separación de medias se empleó el test de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ).

## Resultados

Se observó efecto significativo de interacción tiempo x fechas de muestreo en % PB, %FDN y %FDA. Debido a ello se continuó el análisis con ANOVAS independientes por fechas de muestreo. En las figuras 1, 2 y 3 se grafican los contenidos de PB, FDN y FDA por tratamiento en todas las fechas de muestreos. El primer muestreo realizado en Septiembre de 1998 -previo a la aplicación del fuego-, la composición química del forraje fue similar ( $p > 0,05$ ) entre los tratamientos.

Luego de la aplicación del fuego (Noviembre 1998), se detectaron diferencias altamente significativas en los tres parámetros evaluados ( $p < 0,01$ ). El contenido de PB en T2 fue el mayor valor

registrado (16.99%), marcando el alto valor nutritivo de los rebrotes post-quema, efecto similar al hallado por Sacido et al (1995).

El contenido de pared celular de T2 fue inferior ( $p < 0.01$ ) sólo al registrado en T0, mientras que la fracción indigestible valorada en FDA fue inferior al observado en T0 y T1.

A partir de los muestreos de Enero, a pesar de la tendencia de menor nivel proteico de T2 comparado T1, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ). En este sentido los mayores niveles de sombra que existían en T0 no tuvieron efecto positivo sobre el contenido de N (o PB), como se observó en la revisión realizada por Penton y Blanco (1997).

El contenido de pared celular tuvo un comportamiento mas variado entre los muestreos. En Enero el %FDN no difirió del hallado en el T0, mientras que en la misma fecha el %FDA fue similar entre los tratamientos.

Al mes siguiente en Febrero, los niveles de Fibra fueron mayores en T2 y sin diferencia en la porción indigestible con respecto a T1.

En junio, ya al fin de ciclo se observó un menor contenido de pared celular en T2 comparado con el T0.

Parte de los resultados encontrados en esta experiencia coinciden con los citados por Senanayake (1995) y Wilson (1982) quienes indicaron que los contenidos de pared celular se vieron incrementados a altos niveles de sombra (<30% transmisión luz) condición ésta semejante a la situación del testigo sin tratar. Sin embargo en experiencia, sólo se hallaron diferencias en los meses de Noviembre y Junio.

El factor fecha como se mencionó anteriormente fue significativo en las tres variables medidas, atribuible a las diferentes etapas de crecimiento que se encontraban las gramíneas al momento de muestreo (vegetativo a diferido). Así, en el mes de Enero se observó la mejor relación entre las variables desde un punto de vista nutritivo -mayor contenido proteico y menores contenidos de FDA y FDN, situación similar descrita por Fandiño y Alvarez, (1999); mientras que los valores de Septiembre (previo al tratamiento fuego) indicaron el menor valor nutritivo, coincidente con la época más seca del año.

En los mismos sitios, el rolado produjo un aumento significativo en la disponibilidad de luz, de agua y de forraje de gramíneas nativas con respecto al área no tratada, (Kunst 1998). Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que no ha generado cambios en el valor nutritivo del forraje de las gramíneas nativas a juzgar por la composición química, especialmente en lo relacionado con el contenido proteico. No obstante los menores contenidos de pared celular encontrados en Noviembre y Enero (coincidentes con el fin de la etapa seca e inicio de la estación húmeda del año), podrían haber incidido en una mejora del consumo de forraje favoreciendo de esta manera la respuesta animal en ésta época tan crítica en los ambientes semiáridos.

El efecto de la aplicación del fuego luego del rolado sobre la composición química tuvo un efecto inmediato producto del rebrote post quema y el efecto no perduró mas allá de los 60 días. Teniendo en cuenta que el consumo de forraje en general se ve limitado por un déficit proteico con concentraciones por debajo del 7,5 a 8% (Cuomo, 1996), esta limitante podría salvarse en situaciones o condiciones similares a las generadas en T2. Este efecto se menciona como unas de las causas que hacen al uso del fuego en pastizales: lograr forraje verde (con alto PB) en esa época del año.

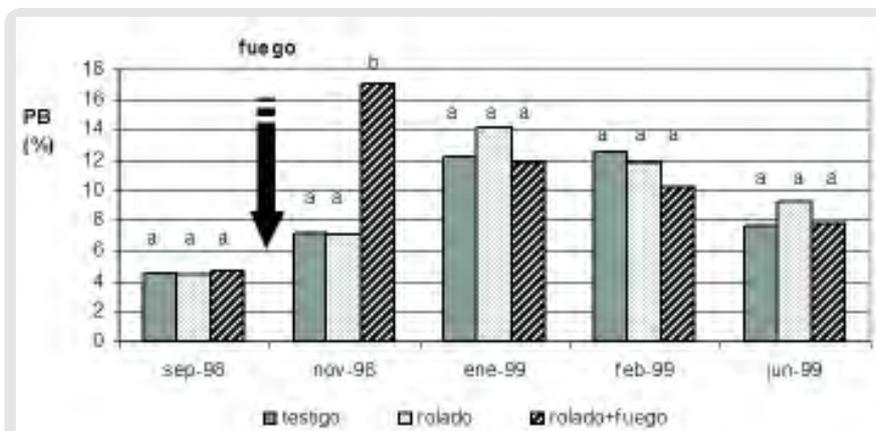


Figura 1: Contenido de Proteína bruta (PB%) en los tratamientos evaluados según fechas de muestreo. INTA EEASE. Ciclo 1998-1999. Letras distintas sobre las barras por fecha difieren significativamente ( $p < 0.05$ ) Adaptado de Cornacchione y otros, 2001

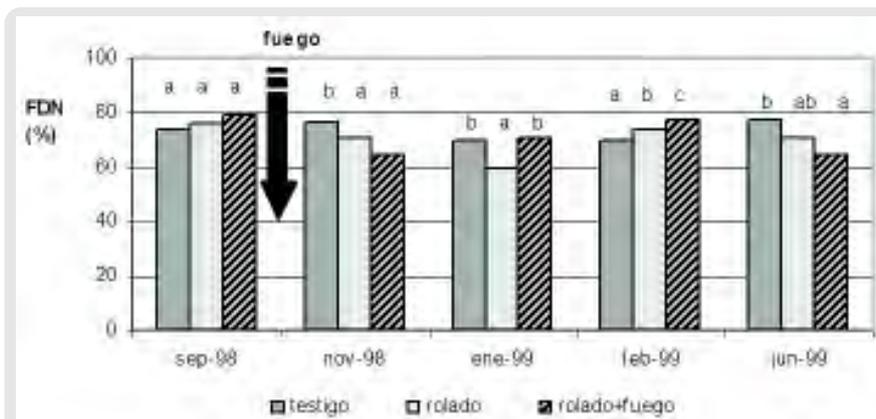


Figura 2: Contenido de Fibra detergente neutro (FDN%) en los tratamientos evaluados según fechas de muestreo. INTA EEASE. Ciclo 1998-1999. Letras distintas sobre las barras por fecha difieren significativamente ( $p < 0.05$ ) Adaptado de Cornacchione y otros, 2001

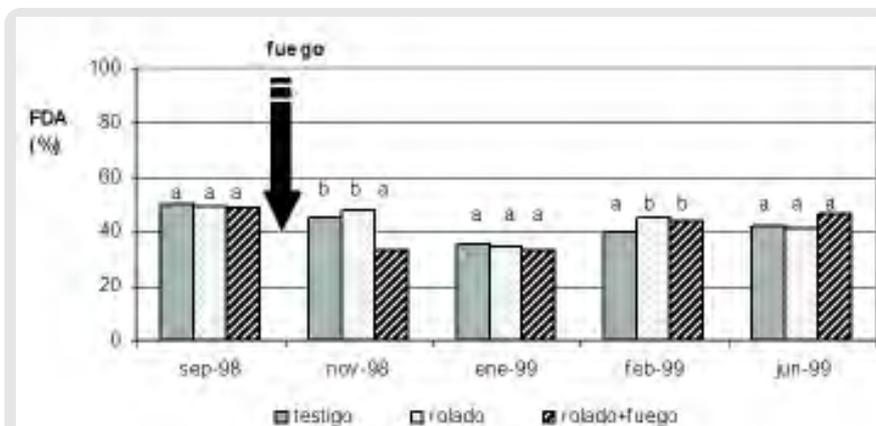


Figura 3: Contenido de Fibra detergente ácido (FDA%) en los tratamientos evaluados según fechas de muestreo. INTA EEASE. Ciclo 1998-1999. Letras distintas sobre las barras por fecha difieren significativamente ( $p < 0.05$ ) Adaptado de Cornacchione y otros, 2001.

## Conclusiones

El rolado es un tratamiento que se aplica a los faginales para mejorar la disponibilidad de forraje. Los cambios ocurridos seguidos de disminución en el contenido de pared celular sólo se observó en ciertos momentos comparados al forraje de las gramíneas crecidas en el lote testigo. El fuego seguido al rolado produjo mayor impacto en la composición química por el aumento del contenido proteico del forraje con respecto al testigo, sin embargo la mejora no perduró en el tiempo. El estado fenológico de las plantas representado en este experimento por el factor fecha, influyó más que las prácticas en sí mismas sobre la composición química del forraje de las gramíneas nativas.

## Bibliografía

- Buxton, D. and Fales, S. 1994. Plant environment and quality. In: Forage quality, evaluation and utilization. Ed. Faley, et al., Cap.4: 171-172.
- Cornacchione, M.V., Kunst, C., y Argañaraz, M. 2001. Practicas de control del fahinal: II. Efectos sobre la calidad del forraje disponible. Memorias 1º Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales: 85.
- Cuomo, G; Anderson, B. 1996. Nitrogen Fertilization and Burning Effects on Rumen Protein Degradation and Nutritive Value of Native Grasses. Agr. Journal. Vol 88(3): 439-442.
- Fandiño, R.B.A.; Alvarez, R.R. 1999. Evaluación del sistema silvopastoril natural algarrobillo (*Pithecellobium saman*) asociado con guinea (*Panicum maximum*) en el Valle del Cesar. En: Seminario Técnico Tecnología para la Producción de Leche y Carne en Sistemas de Producción Bovina de la Región Caribe, Santa Marta (Colombia). CORPOICA-COLCIENCIAS-FEDEGAN: 156-166.
- Kunst, C. 1998. Informe anual plan de trabajo 420-108. INTA Santiago del Estero. Argentina.
- Penton, G. y Blanco, F. 1997. Influencia de la sombra de los árboles en la composición química y el rendimiento de los pastos. Pastos y Forrajes 20:101-110.
- Sacido, M.; Hidalgo, L. y Cauhepe, M. 1995. Efecto del fuego y la defoliación sobre el valor nutritivo de matas de Paja Colorada (*Paspalum q*). Rev.Arg. Prod.Anim. Vol 15 (1): 74-77.
- SAS Institute, Inc. 1990. SAS/STAT User's Guide, Version 6. Fourth Edition, Vol 1, Cary, NC: SAS Institute Inc. 943 p.
- Senanayake, S. 1995. The effects of different light levels on the nutritive quality of four natural tropical grasses. Tropical Grasslands 29: 111-114.
- Van Soest, P. 1982. Nutritional ecology of the Ruminant. Ed O-B Books. 374 pag.
- Wilson, J. 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: Hacker(ed) Nutritional limits to animal production from pastures: 111-131.



## **Manejo de Pasturas en Rolados**

**efecto del rolado sobre la estructura del bosque**  
—● **Implicancias para el manejo forestal**

**Ing. Ftal. Marcelo Navall**  
**Ing. Ftal. Adriana Gómez**

# Manejo de Pasturas en Rolados

## efecto del rolado sobre la estructura del bosque implicancias para el manejo forestal

Ing. Ftal. Marcelo Navall  
Ing. Ftal. Adriana Gómez

### Introducción

La ganadería es una de las principales actividades productivas en gran parte de la región chaqueña. En los últimos años, y debido a la expansión de la actividad agrícola, esta actividad se extendió hacia áreas marginales (Cabido y Zak, 1999, Montenegro et al. 2005), donde los sistemas silvopastoriles son una opción de producción válida, pues mantienen una cobertura de árboles que mitigan las condiciones adversas de estas regiones marginales y permiten un uso múltiple del suelo.

Una de las técnicas para instalar estos sistemas en campos dominados por leñosas es el rolado. Éste es un tratamiento mecánico de la vegetación, que reduce el material leñoso indeseable para la ganadería y favorece el establecimiento de pasturas.

El rolado es un disturbio que produce diversos cambios en el ambiente. Uno de ellos es sobre la estructura de la vegetación, afectando indirectamente a las especies forestales deseables tanto por su valor maderero, como por su importancia forrajera. Si el rolado es demasiado intenso y severo, no será posible plantear acciones de manejo forestal redituables sobre el arbolado remanente. Por lo tanto, la intensidad del rolado en bosques, es crítica para el esquema de integración propuesta entre el manejo forestal y la actividad ganadera.

Con el objetivo de determinar la posibilidad de aplicación del modelo teórico de integración ganadero forestal presentado en el capítulo anterior, se instaló un ensayo de diferentes intensidades de rolado y testigos sin rolar. Uno de los objetivos de este ensayo fue determinar el efecto que produce esta práctica sobre individuos de diferente tamaño de cuatro especies de valor forestal.

### Diseño del ensayo

El ensayo de intensidades de rolado se instaló en un lote de 60 has en el Campo La María entre octubre y diciembre de 2006.

El lote se dividió en 24 parcelas de 2,5ha y se instaló en cada una de ellas una subparcela de monitoreo de la vegetación.

Estas subparcelas son de forma rectangular, de 40m de ancho por 75m de largo (3000m<sup>2</sup>). En cada parcela se midieron los individuos de las 4 especies forestales principales: quebracho colorado (*Schinopsis lorentzii*), quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), algarrobo negro (*Prosopis nigra*) y mistol (*Zizyphus mistol*) tanto de la masa adulta como de la regeneración natural. Cada individuo se registró mediante la progresiva y distancia a la línea central de la parcela, a fin de permitir su posterior ubicación y seguimiento.

#### *Intensidades de rolado*

Luego del inventario inicial, se aplicaron los siguientes tratamientos:

R1: rolado intensidad 1 (una pasada de rolo),

R2: rolado intensidad 2 (con una pasada cruzada sobre el anterior), y

Testigo (sin rolado).

Los tratamientos se aplicaron con un tractor Fiat 780, adaptado con coberturas de hierro y un

rolo de 2m de ancho. Simultáneamente con el rolado, se realizó la siembra de *Panicum maximum* cv. Gatton panic, a razón de 5kg/ha.

Para comparar estos tratamientos con los efectos que provocaría un rolado intensivo, se simuló un tratamiento de eliminación de la totalidad de las plantas y arbustos, a excepción de los individuos de quebracho colorado y blanco mayores a 20cm de dap. Esta es una práctica habitual que se aplica indiscriminadamente sobre muchos bosques que se habilitan para ganadería en la región.

Posteriormente a la aplicación de los tratamientos de rolado, se determinó la cantidad de individuos que habían sido afectados de alguna manera por el paso del rolo, registrando el tipo de daño y su severidad.

Los resultados se evaluaron según clases de tamaño, determinadas de la siguiente manera:

*Clase 1: 0.25 a 1.3m de altura*

*Clase 2: 1.3 a 2.2m de altura*

*Clase 3: 2.2m de altura a 10cm de dap*

*Clase 4: 10 a 25cm de dap*

*Clase 5: 25 a 35cm de dap*

*Clase 6: 35 a 45cm de dap*

*Clase 7: >45cm de dap*

Siendo las clases 1 a 3 correspondientes a la regeneración natural y las restantes a la masa adulta.

Los daños registrados en las plantas luego de la aplicación del rolado, fueron diferentes combinaciones de descortezados, cortes e inclinación del tallo principal. Para cada uno de estos tipos de daño se midió la severidad, considerando el porcentaje del diámetro descortezado, la altura y profundidad de los cortes y el grado de inclinación, respectivamente. Según la combinación de tipos y severidad de los daños registrados, se clasificó a cada árbol en tres niveles de efecto del rolado: Leve, Moderado y Severo. La clase de efecto de rolado Leve, incluye árboles que no tuvieron ningún efecto por el rolado y también a aquellos con daños poco significantes, que se estima que no afectarán el normal crecimiento de los árboles. La clase de efecto Moderado, incluye una gran variedad de casos de daño, de los cuales se estima que parte de las plantas podrán recuperarse y continuar creciendo, pero otra gran parte presenta daños importantes y es probable que no se recuperen. Finalmente, la clase de efecto Severo, incluye árboles con graves daños e importantes reducciones de su biomasa aérea, que seguramente comprometerán su supervivencia o afectarán notablemente su calidad forestal.

Esta clasificación se considera satisfactoria a los fines de caracterizar el efecto de la práctica de rolado, pero deberá ser revisada a partir del monitoreo de la evolución de plantas con cada tipo y severidad de daño, para evaluar más precisamente el efecto de los rolados.

### **Resultados preliminares**

La distribución de los individuos según clases de tamaños (previo a la aplicación de los tratamientos de rolado) muestra una notable predominancia de las clases de tamaño inferiores, en particular la clase 1, que presenta 1036 de los 2483 individuos por ha. El número de individuos por clase de tamaño disminuye paulatinamente, resultando sólo 168 árboles por ha mayores a 10cm de dap, correspondientes a las clases 4 a 7. (Tabla y Fig 5.2.1)

Clase	Q blanco	Q colorado	Mistol	Algarrobo N.	Total
1	633.3	372.2	22.2	8.3	1036.1
2	363.9	294.4	33.3	13.9	705.6
3	142.4	221.4	199.2	13.6	576.5
4	59.7	25.3	13.3	13.3	111.7
5	16.0	13.5	3.2	1.1	33.8
6	7.5	7.5	1.8	0.3	17.1
7	2.2	2.5	0.7	0.1	5.6
<b>Total</b>	<b>1225.0</b>	<b>936.8</b>	<b>273.8</b>	<b>50.7</b>	<b>2486.3</b>

Tabla 5.2.1: Número de individuos por ha por clases de tamaño y especies

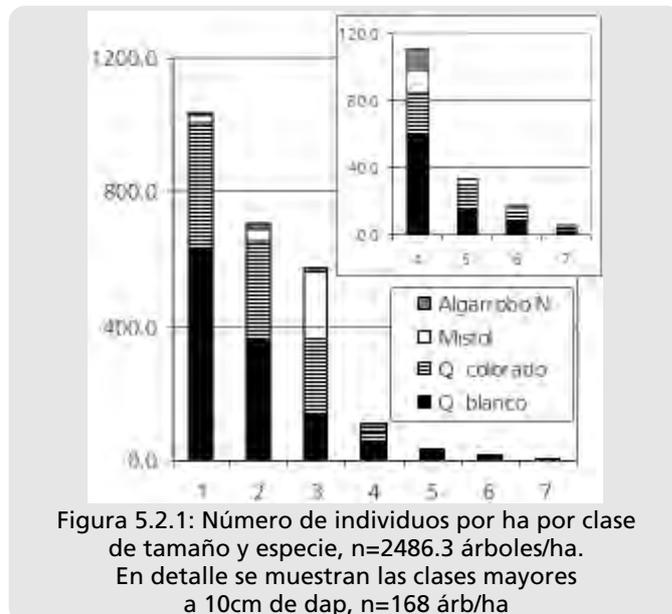


Figura 5.2.1: Número de individuos por ha por clase de tamaño y especie, n=2486.3 árboles/ha. En detalle se muestran las clases mayores a 10cm de dap, n=168 árb/ha

La densidad (indiv. por ha) según especies muestra diferencias bien marcadas, siendo alta la de Quebracho blanco y colorado, moderada la de Mistol, y una densidad muy baja de Algarrobo negro.

El nivel de efecto del rolado (expresado en porcentaje) fue significativamente diferente entre los tratamientos de rolado, siendo más importantes en las clases de menor tamaño (Tabla 5.2.2). Dicho efecto se reduce a medida que aumenta el tamaño del individuo por lo que plantas mayores a 25cm de dap no presentan diferencias entre tratamientos.

No se observaron diferencias significativas entre especies, lo cual era esperable, pues la aplicación del rolado se dirigió específicamente a facilitar la transitabilidad, sin preferencias entre especies a rolar.

El tratamiento de rolado 2 mostró en todos los casos daños más severos y en más plantas que el rolado 1. Las diferencias más significativas entre estos dos tratamientos se observan en las clases de tamaño 1 y 2, donde el rolado 2 presenta cerca del triple y el doble de plantas con daño severo que el rolado 1, respectivamente.

Resulta importante destacar la presencia de daños naturales (generalmente por insectos) en las parcelas testigo (sin rolar) en las primeras tres clases de tamaño, donde se observaron daños en el 12.5% de las plantas.

Clase	Efecto	Testigo	Rolado 1	Rolado 2
1	Leve	87.5% (b)	38.7% (b)	17.4% (a)
	Moderado	9.4% (a)	50.8% (b)	52.9% (b)
	Severo	3.1% (a)	10.5% (a)	29.8% (b)
2	Leve	90.4% (c)	32.5% (b)	5.7% (a)
	Moderado	9.6% (a)	43.4% (b)	46.6% (b)
	Severo	0% (a)	24.1% (b)	47.7% (c)
3	Leve	96.7% (b)	49.0% (a)	23.1% (a)
	Moderado	3.3% (a)	12.8% (a)	28.4% (b)
	Severo	0% (a)	38.2% (b)	48.5% (b)
4	Leve	100% (b)	93.9% (a)	82.3% (a)
	Moderado	0% (a)	2.4% (a)	10.8% (b)
	Severo	0% (a)	3.7% (ab)	6.9% (b)
Todas	Leve	91.6% (c)	42.8% (b)	19.8% (a)
	Moderado	7.1% (a)	38.1% (b)	42.6% (b)
	Severo	1.2% (a)	19.1% (b)	37.6% (c)

Tabla 5.2.2: Porcentaje de plantas por clase de efecto de rolado (Leve, Moderado o Severo), por clases de tamaño y tratamientos. Letras diferentes entre columnas indican diferencias significativas en el Test de Tukey (p>0.05)

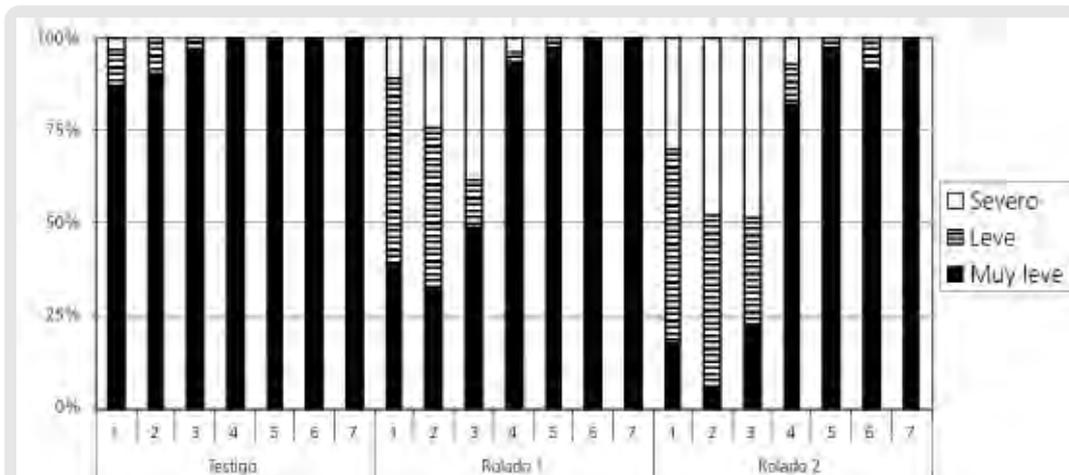


Fig. 5.2.2: Porcentaje de plantas por clase de efecto de rolado, clase de tamaño y tratamiento

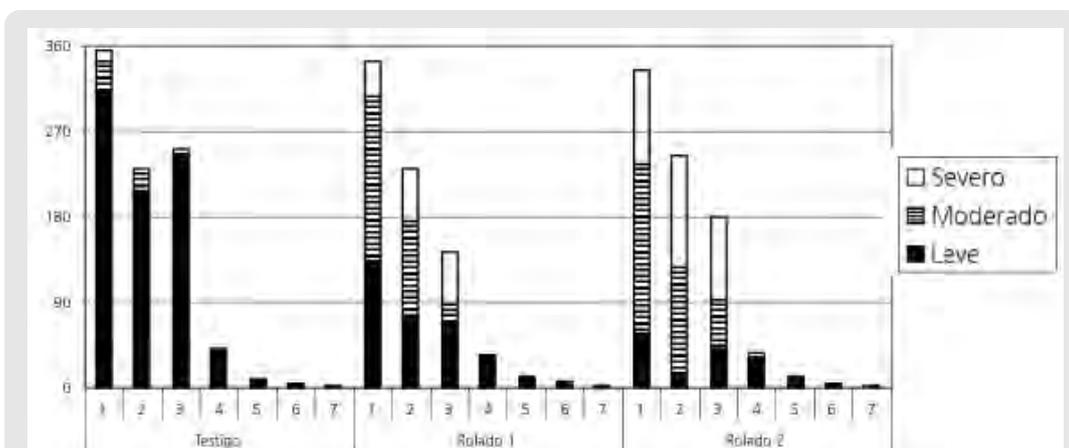


Fig. 5.2.3: Número de plantas por clase de efecto de rolado, clase de tamaño y tratamientos

El área basal es una medida de la carga forestal en el bosque. Es la superficie equivalente a la suma de las secciones de todos los árboles por ha a 1,3m de altura del nivel del suelo y se expresa en m<sup>2</sup>/ha (Henning, N. 1993). Para esta variable, se observa que, el efecto de los tratamientos no es significativo, como se muestra en la tabla 5.2.3.

Área basal (m <sup>2</sup> /ha)			
Tratamiento	Previa al rolado	Sano o con efecto leve post-rolado	Reducción por daños en rolado
Testigo	8.360 (a)	8.359 (a)	0.0%
Rolado 1	8.397 (a)	8.151 (a)	2.9%
Rolado 2	8.471 (a)	7.834 (a)	7.5%

Tabla 5.2.3: Área basal (m<sup>2</sup>/ha) previa a la aplicación de los tratamientos y remanente sano o con efecto Leve luego del rolado. Porcentajes de reducción del área basal por tratamientos. Letras iguales indican ausencia de diferencias significativas entre tratamientos en el Test de Tukey (p<0.05).

## Conclusiones

La frecuencia y severidad de los daños disminuye con el aumento del tamaño de los individuos, y se incrementan ambas con la intensidad del rolado.

El efecto de los tratamientos sobre la estructura del bosque puede analizarse en tres grupos: las clases de menor tamaño (1 a 3), la clase intermedia (4) y las clases superiores (5 a 7).

En este último grupo, los tratamientos de rolado no presentan efectos significativos, lo cual se refleja en la ausencia de diferencias entre tratamientos en el área basal con efecto Leve de rolado, por ser estas clases de tamaño las que más contribuyen al área basal. Asumiendo al área basal como un estimador de la cobertura de copas, se concluye que los tratamientos aplicados no afectan significativamente la cobertura de copas de las especies estudiadas.



Figura 5.2.4: Efectos del rolado. Planta descortezada de quebracho blanco, caracterizada como de efecto Leve para el análisis descrito en el texto.



Figura 5.2.4: Efectos del rolado. Planta descortezada e inclinada de quebracho blanco, caracterizada como de efecto Severo para el análisis descrito en el texto.

En la clase de tamaño 4 se observa una mayor diferenciación entre tratamientos, y es la única clase de tamaño en la cual el tratamiento de Rolado 1 no presenta diferencias significativas con el Testigo, pero sí con el Rolado 2.



Figura 5.2.5: Efectos del rolado. Planta de quebracho blanco cortada a nivel de raíz, caracterizada como de efecto Severo para el análisis descripto en el texto.

Finalmente, el grupo más afectado por las prácticas de rolado es el de las clases de menor tamaño, con individuos menores a los 10cm de dap, donde se observan importantes aumentos en el número de plantas con efecto Moderado y Severo a causa del rolado. Además, en los sistemas silvopastoriles, la clase III (plantas mayores a 2m de altura y menores que 10 cm de DAP) constituye la regeneración asegurada o establecida pues los individuos han alcanzado la altura de escape al diente (Brassiolo, 2005).

En contraposición a este efecto, la gran abundancia de plantas en estas clases, compensa en gran medida los daños observados. Estas tres clases de tamaño concentran el 93% de las plantas medidas, unos 2318 individuos por ha. Bajo condiciones naturales, sin duda que esta abundancia es una estrategia de supervivencia de las especies, con individuos que permanecen en estos tamaños hasta tanto se produzca una liberación de recursos (luz y agua, básicamente) que les permita crecer y pasar a formar parte de la masa adulta. En estas situaciones, la competencia entre individuos es muy alta, y por ello es importante conservar un gran número de individuos para contrarrestar la mortalidad natural.

En sistemas bajo manejo, como los planteados en el capítulo anterior, gran parte de la competencia a la que están sometidos los individuos es reducida, por efecto de las prácticas de manejo propias del sistema. Además, se establecen esquemas de monitoreo y seguimiento del sistema que permiten hacer más eficiente el uso de los recursos. En este esquema, es posible que la reducción drástica en el número de individuos de las clases menores pueda entonces compensarse



Figura 5.2.6: Efectos del rolado. Vista general de parcela rolada con tratamiento de Rolado 2.

por un lado con el elevado número existente, y por el otro con prácticas de manejo de los individuos remanentes, seleccionando los mejor ubicados y de mejor calidad, para reemplazar la masa adulta en el futuro. En este sentido, las plantas con efecto Moderado e incluso Severo pueden manejarse por recepe y/o conducción posterior. De esta manera, sería posible aprovechar el robusto sistema radicular de las plantas dañadas y beneficiarse de la disponibilidad de recursos que se produce con la apertura del dosel arbóreo.

Es importante determinar el efecto de estos tratamientos sobre las tasas de crecimiento de las plantas, especialmente de las de menor tamaño. El disturbio aplicado provoca una redistribución de los recursos (nutrientes, luz, agua), y para determinar el verdadero efecto sobre la masa forestal, es necesario analizar las interacciones en el ambiente modificado y su efecto en el crecimiento de las especies forestales. En cuanto a los individuos dañados, es fundamental determinar si su crecimiento se ve afectado por los daños, particularmente en el caso de plantas descortezadas

Es importante destacar que en el esquema de manejo planteado en el capítulo anterior, cada



Figura 5.2.7: Efectos del rolado sobre la regeneración natural. Daño moderado sobre planta de quebracho colorado.

potrero es rerolado cada 4 años, por lo que sobre los daños registrados en esta primera intervención pueden sumarse nuevos daños. Por esto, al momento de la liberación de clausuras, será importante la señalización de individuos para que sean advertidos por el maquinista, particularmente en las clases diamétricas y/o especies que estén menos representadas o con mayores daños.

### El futuro de la regeneración natural

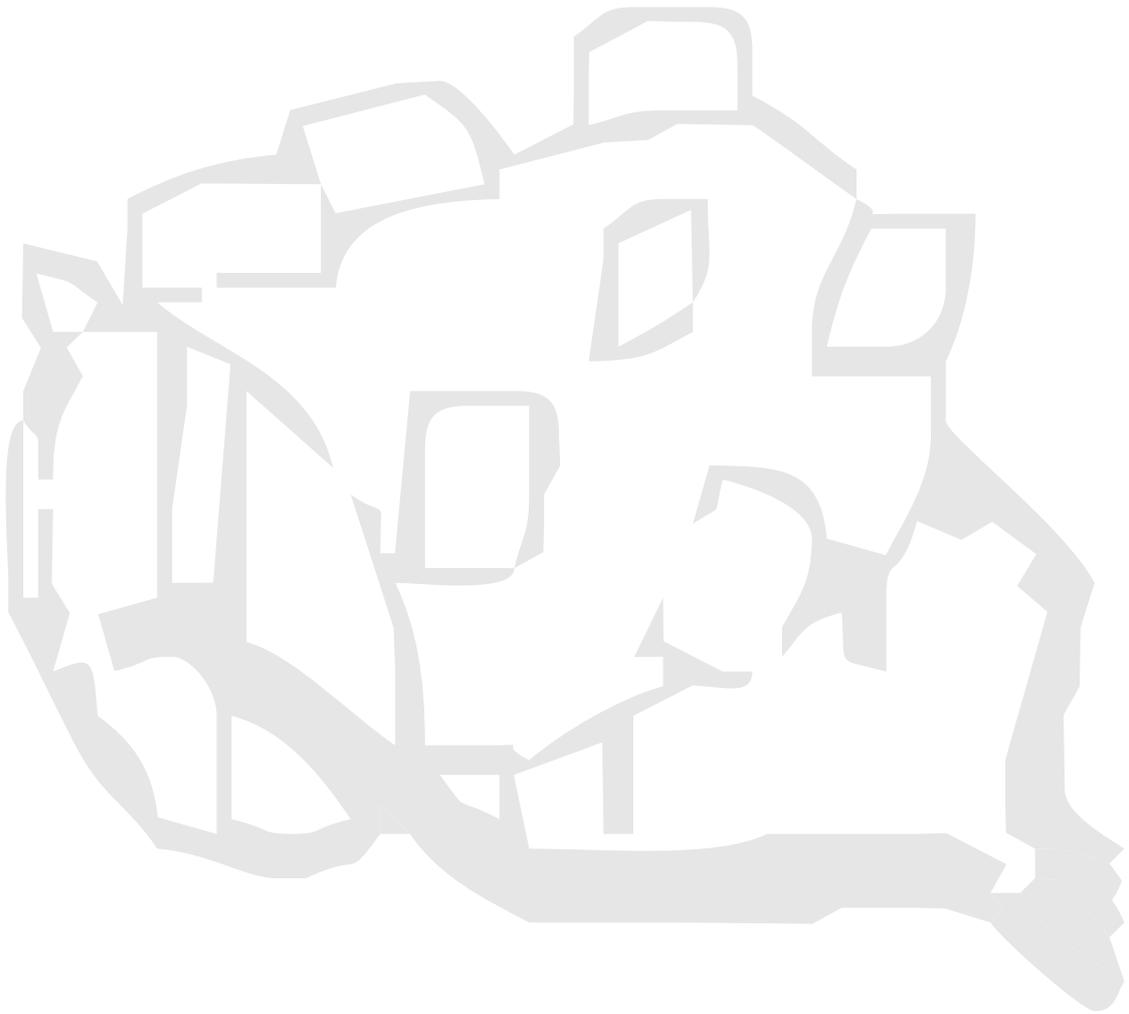
El manejo de estas áreas, generará además otros disturbios que afectarán a la regeneración natural, como el ramoneo y el establecimiento de pasturas. El ramoneo afecta a las plantas por remoción de biomasa y el establecimiento de pastura lo hace por competencia por recursos. Estos efectos deberán evaluarse en detalle para poder realizar predicciones realistas sobre la capacidad de los individuos más pequeños para crecer y formar parte de la masa adulta.



Figura 5.2.7: Efectos del rolado sobre la regeneración natural. Daño severo (corte neto) sobre planta de quebracho colorado.



Figura 5.2.9: Efectos del rolado sobre la regeneración natural. Daño moderado sobre planta de quebracho blanco en regeneración.



## **Manejo de Pasturas en Rolados**

—● **Caracteres estructurales de leñosas  
que influyen la producción de rebrotes  
frente tratamientos mecánicos**

**Dra. Sandra Bravo**

Manejo de Pasturas en Rolados  
**Caracteres estructurales de leñosas  
que influyen la producción de rebrotes  
frente tratamientos mecánicos**

Dra. Sandra Bravo

## Introducción

La eficiencia de los métodos de control y manejo de leñosas depende en gran medida del tipo de vegetación sobre la cual actúan. El rolado, como método de control, constituye en sí un disturbio ya que altera la estructura natural de la vegetación y modifica las condiciones de competencia entre las especies que componen una comunidad. Sin embargo, puede considerárselo un método de manejo de vegetación más conservador que el desmonte total ya que deja en pie las leñosas de porte arbóreo, que brindan una serie de ventajas como el aporte de nutrientes, mayor capacidad de retención de agua en el suelo, sombra para el ganado y protección en época de heladas (Kunst et al., 2003; Anriquez et al. 2005).

La capacidad de regeneración de las plantas terrestres después de disturbios (pastoreo, rolado, fuego, pestes) está determinada por las formas de crecimiento, los niveles de reservas disponibles y la intensidad del disturbio. La forma de crecimiento de una especie es un carácter de control genético y es una consecuencia de la distribución de sus componentes modulares (raíces, tallos, ramas) en un espacio tridimensional (Montenegro y Ginocchio, 1998). La distribución natural de estos módulos puede cambiar a causa de la pérdida o daño producido por disturbios. Por lo tanto, el análisis de las formas de crecimiento de los vegetales permite comprender los mecanismos de regeneración y constituye una herramienta eficaz para desarrollar planes de manejo.

Esta comunicación tiene como objetivo brindar conocimientos básicos que permitan interpretar la respuesta estructural de leñosas a tratamientos mecánicos de control y manejo como los rolados.

## La estructura de las leñosas

La estructura del cuerpo de un vegetal se produce a partir de la actividad y el grado de desarrollo de las yemas. Las yemas consisten en un ápice de crecimiento (tejidos meristemáticos, responsables de la diferenciación de otros tejidos) y los primordios foliares, que al expandirse darán origen a las hojas. El crecimiento longitudinal del tallo de una leñosa ocurre a expensas de la actividad de la yema apical o caulinar que se sitúa en el extremo distal. Otras yemas se ubican en la axila de las hojas y reciben el nombre de yemas axilares o laterales. Ellas son responsables de la formación de ramas y/o flores (Fig.1 a y b).

El crecimiento de las yemas axilares se encuentra inhibido por la presencia de la yema apical, siendo este fenómeno mediado por la acción de hormonas y conocido como dominancia apical. La expresión de la dominancia apical permite la construcción del modelo arquitectural de un árbol, con un eje dominante hasta una determinada altura en la que se producen las ramificaciones que estructuran la copa.

Si se elimina la yema apical o caulinar por algún tipo de daño mecánico, se pierde la dominancia apical y las yemas axilares comienzan a crecer vigorosamente, generando una estructura aérea mucho más frondosa, compacta y con numerosas ramas. Esto se debe a que cada yema axilar o lateral tiene la potencialidad de desarrollar un módulo de crecimiento normal (ramas de entrenudos largos o macroblastos), un módulo de crecimiento limitado (ramas de entrenudos cortos o braquiblastos) o un módulo de crecimiento espinoso (espina caulinar) (Ginocchio y

Montenegro, 1992, Fig. 1 b, c, d). Cualquiera de estos nuevos módulos de crecimiento puede producir nuevas hojas, ramas o espinas. El rolado produce la pérdida de gran parte de las yemas apicales y laterales de las leñosas sobre las cuales actúa, de modo tal que el rebrote se produce a partir de un número escaso de yemas generalmente ubicadas en el sector basal del tallo. A esto responde la disminución de la cobertura de leñosas observada a corto tiempo después del rolado.

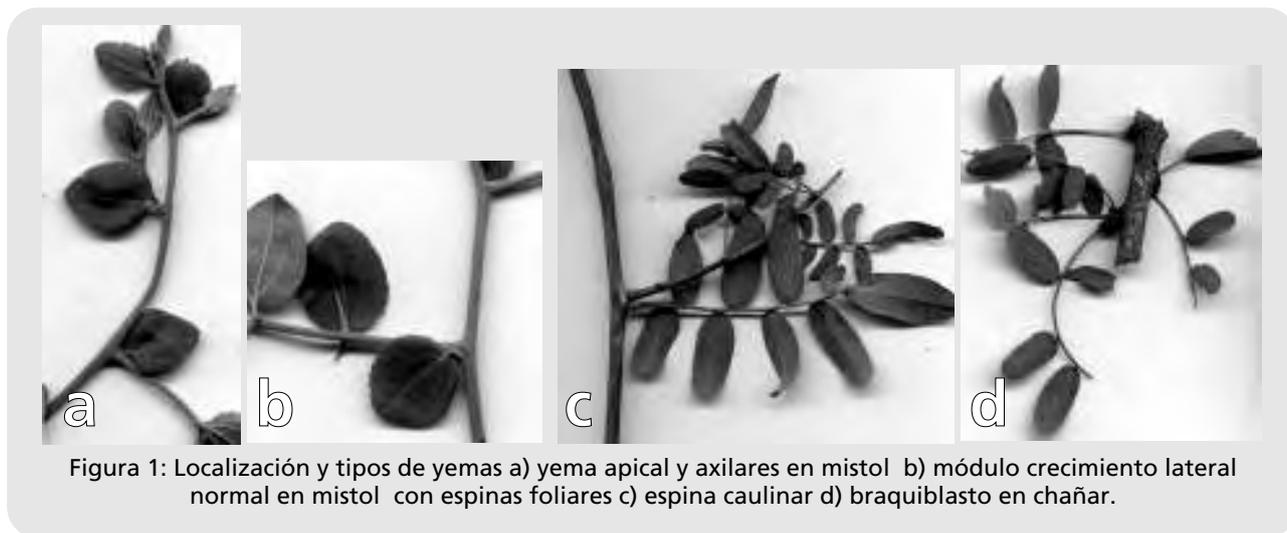


Figura 1: Localización y tipos de yemas a) yema apical y axilares en mistol b) módulo crecimiento lateral normal en mistol con espinas foliares c) espina caulinar d) braquiblasto en chañar.

Sin embargo, también pueden diferenciarse yemas adventicias por el estímulo de la remoción total o parcial de la parte aérea de la planta y contribuir mediante el rebrote a la reestructuración del cuerpo del vegetal (Barchuck et al. 2006). El rebrote produce modificaciones en la arquitectura normal y se generan formas con tallos múltiples, muchas veces de hábito rastrero en los primeros estadios de desarrollo, con una cobertura aún mayor a la presente antes del rolado. Por lo tanto, la capacidad de rebrotar, la velocidad para generar nuevos módulos de crecimiento y los cambios que se produzcan en la arquitectura normal de la especie representan una información necesaria para evaluar la eficacia de la aplicación de tratamientos mecánicos.

### Efecto del rolado sobre distintas especies

Las especies pueden responder diferencialmente al rolado en función del banco de yemas en la parte aérea de la planta y la capacidad de formar yemas adventicias. El banco de yemas aéreo está influenciado por la distribución de las hojas sobre tallos y ramas (filotaxis) ya que en la axila de cada hoja se ubica al menos una yema axilar. Pueden presentarse yemas accesorias, a ambos lados de la yema axilar o en series longitudinales paralelas al eje del tallo o rama como ocurre en algunas especies de *Prosopis* y *Acacia*, razón por la cual pueden rebrotar después de disturbios como el fuego que elimina total o parcialmente la parte aérea de la planta (Kunst et al, 2000).

La densidad de yemas sobre el tallo o ramas puede constituir un indicador interesante de la capacidad de rebrote. *A. quebracho blanco* es una de las pocas especies de filotaxis verticilada del Chaco semiárido, con tres hojas por nudo. Posee elevada capacidad de generar rebrotes y en estudios preliminares se ha determinado en ramas laterales menores de 1 cm de diámetro de individuos juveniles, una densidad media de 16 yemas cada 10 cm.

Este número se incrementa a 45 yemas cada 10 cm de tallo en ramas laterales de plántulas de 1 año (Fig. 2 a y b). Barchuck et al. (2006a) han determinado en plántulas de *A. quebracho blanco* la capacidad de rebrotar a partir de yemas adventicias localizadas en el hipocótilo y cuello de la raíz, después de la remoción completa o parcial de la parte aérea, indicando la persistencia de los individuos de esta especie frente a disturbios severos aún en el estadio considerado de máxima susceptibilidad. De igual modo, se ha observado la capacidad de rebrotar aún en estadios tempranos de desarrollo en otras especies arbustivas del Chaco Semiárido (Barchuck et al. 2006b).

La espinescencia es un carácter común entre especies de los bosques chaqueños sobre todo entre aquellas que componen el estrato arbóreo medio y el arbustivo como es el caso de la *Cercidium praecox* brea, *Zizyphus mistol* mistol, *Geoffroea decorticans* chañar, *Celtis* sp. tala, *Capparis atamisquea* atamisqui y *Schinus* sp. molle, junto a otras especies de menor porte. La espinescencia de la vegetación, considerado como un carácter adaptativo entre especies de regiones áridas y semiáridas, tiene desde el punto de vista agronómico consecuencias negativas ya que disminuye el tránsito y la accesibilidad del ganado al forraje. Cuando las espinas se originan a partir de yemas axilares, poseen la capacidad de ramificarse y producir nuevas espinas u hojas con sus respectivas yemas axilares. Por lo tanto, este tipo de espinas (denominadas caulinares por su origen) constituyen una reserva importante de yemas para producir rebrotes.

Especie	Longitud de espinas (cm)	Diámetro de espinas (mm)	Número de yemas/espinas	Número de yemas ramificadas/espinas
chañar	P 13,67 DS 4,32	P 3.07 DS 0.64	P 12.76 DS 4,14	P 1.5 DS 1.8
molle	P 6 DS 6.23	P 2.26 DS 0.45	P 9.3 DS 6.9	P 1.5 DS 1.5

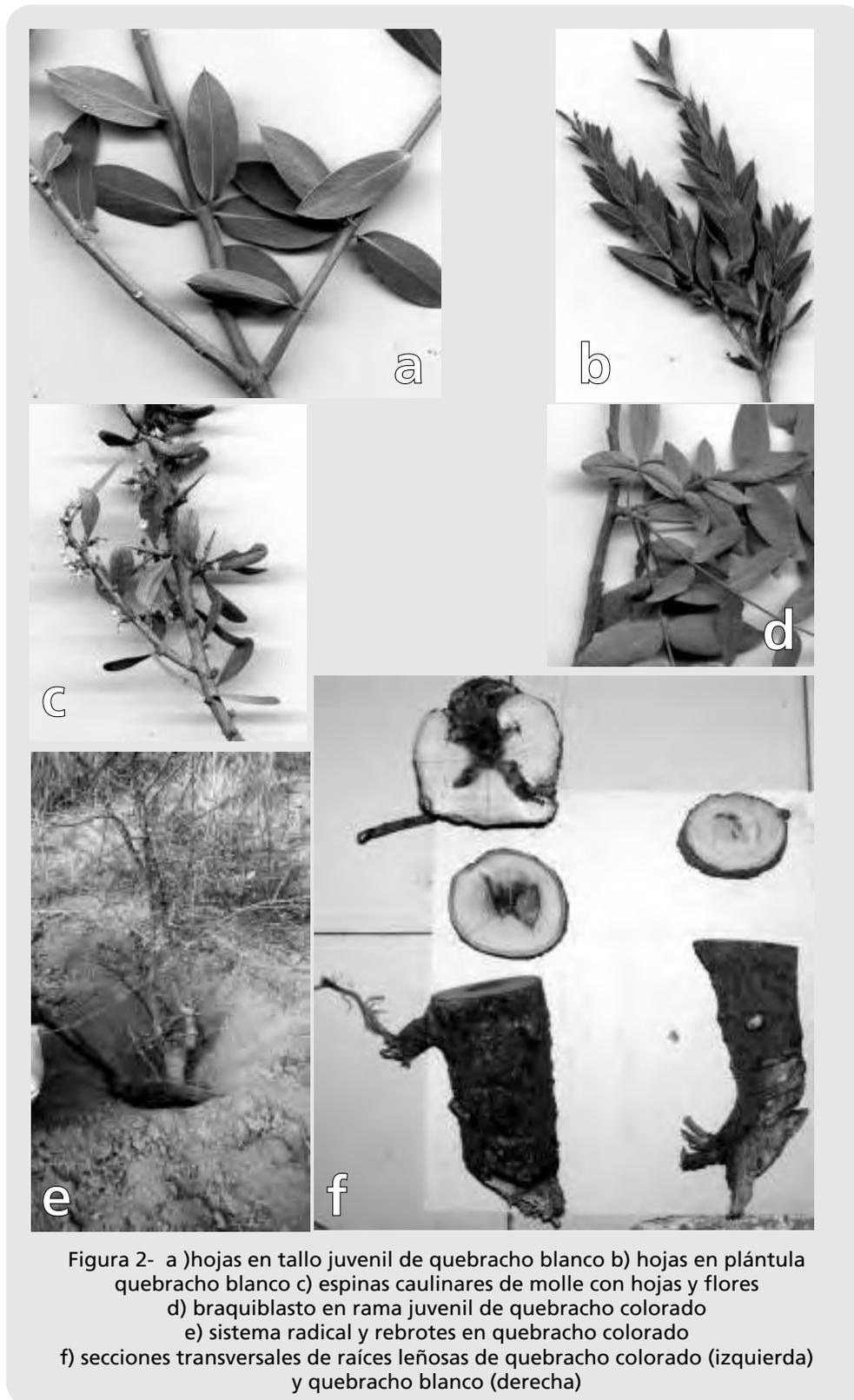
Tabla 1. Características morfológicas de espinas caulinares de chañar y molle en el Chaco semiárido. P: promedio DS: desviación estándar.

Las especies de leñosas más problemáticas para controlar mediante tratamientos mecánicos (rolo, fuego) serán aquellas que presenten la potencialidad de formar espinas caulinares. Es el caso de las especies del molle, el chañar y el atamisqui, entre otras (Fig. 1 c y 2 c). Se ha observado también en *Schinopsis lorentzii* quebracho colorado santiagueño la capacidad de transformar yemas axilares en espinas como respuesta a disturbios (herbivoría y fuego). En ejemplares de molle localizados en parcelas sometidas a fuegos y pastoreo se ha determinado una densidad promedio de 7.7 espinas cada 10 cm de tallo en rebrotes basales menores de 1 cm de diámetro. En ramas laterales de ejemplares juveniles de chañar menores de 1 cm de diámetro se determinó una densidad promedio de 4 espinas cada 10 cm de tallo. A pesar de la menor densidad de espinas (Tabla 1) el chañar posee la potencialidad de desarrollar espinas de mayor longitud, más robustas, con un mayor número de yemas, lo que podría indicar una gran agresividad como invasora de áreas abiertas y una especie de difícil control. Sin embargo, estos datos deben ser tomados con cautela ya que corresponden a muestreos exploratorios.

Otra característica de las especies que influye en la capacidad de producir rebrotes es la presencia de braquiblastos. Los braquiblastos son tallos de tamaño reducido y entrenudos tan cortos que no suelen ser visibles a simple vista pero sin embargo, contienen un gran número de yemas. Las hojas parecen reunidas en fascículos o racimos sobre estos tallos cortos. Este es el caso de quebracho colorado santiagueño y algunas especies invasoras, como el chañar, la brea, *Acacia aroma* tusca, *Acacia caven* churqui (Fig. d). Al presentar entrenudos tan cortos, los braquiblastos constituyen un reservorio importante de yemas en un espacio o longitud reducida.

Cuando el tratamiento mecánico elimina toda la parte aérea de la planta, el rebrote surge a partir de órganos subterráneos o de la zona de unión del tallo y la raíz. La base del tallo puede diferenciar estructuras llamadas lignotubérculos que consiste en protuberancias con geotropismo positivo, cuya función es la de almacenar sustancias de reserva. Los más conocidos son los que presentan las especies de *Eucaliptus*, de notable persistencia después del fuego. En otras especies de leñosas los rebrotes pueden originarse a partir de raíces denominadas xilopodios que engrosan e incrementan tempranamente su volumen para almacenar sustancias de reserva. Ambos tipos de estructuras constituyen estrategias morfo-funcionales para el establecimiento post-disturbio mediante rebrotes en árboles de las sabanas (García Núñez y Azócar, 2004). En la Región Chaqueña de Argentina se ha observado la formación de rebrotes a partir de sistemas radicales lignificados en quebracho blanco, quebracho colorado, mistol, molle, tala aunque aún no se ha estudiado la presencia de caracteres especiales vinculados a la reserva de nutrientes (Fig. 2 e y f). Se ha

demostrado la elevada capacidad de producir rebrotes desde órganos subterráneos en leñosas nativas de los géneros *Acacia*, *Celtis* y *Schinus* después de la aplicación de quemas prescritas (Kunst et al, 2000, Casillo et al. 2005, 2006) y de fuegos accidentales (Tálamo y Caziani, 2003).



El rebrote a partir de órganos aéreos es más rápido que el rebrote a partir de órganos subterráneos, sin embargo teniendo en cuenta la capacidad aislante del suelo, puede considerarse a esta última como una estrategia segura de supervivencia (Lloret et al. 1994). Independientemente a su lugar de origen (aéreo o subterráneo), la estrategia del rebrote es de vital importancia para la persistencia de las especies leñosas, sobre todo para aquellas en las cuales el establecimiento a partir de semillas se ve limitado por el estrés hídrico y por disturbios como la

herbivoría y el fuego (Barchuck et al. 2006a). Esto permite analizar la posibilidad de aplicación de tratamientos mecánicos para control de leñosas ya que no parece constituir una amenaza a la biodiversidad del ambiente chaqueño.

### Vigor de rebrotes

El vigor del rebrote depende del nivel de reservas, de la intensidad del disturbio y de las condiciones ambientales posteriores a él. A su vez, el nivel de reservas está influenciado por el tamaño de las plantas, ya que a mayor volumen de raíces y tallos mayor será el tamaño de los reservorios disponibles (Lloret et al. 1994). La intensidad del rolado puede condicionar el tipo de rebrote (aéreo o subterráneo) ya que mayores intensidades de aplicación eliminarán la mayor parte del banco de yemas aéreo y obligará a rebrotar a partir del sistema radical, prolongando el tiempo disponible para el establecimiento de pasturas naturales o tropicales. Por lo tanto todas estas consideraciones deben guiar el plan de aplicación del rolado.

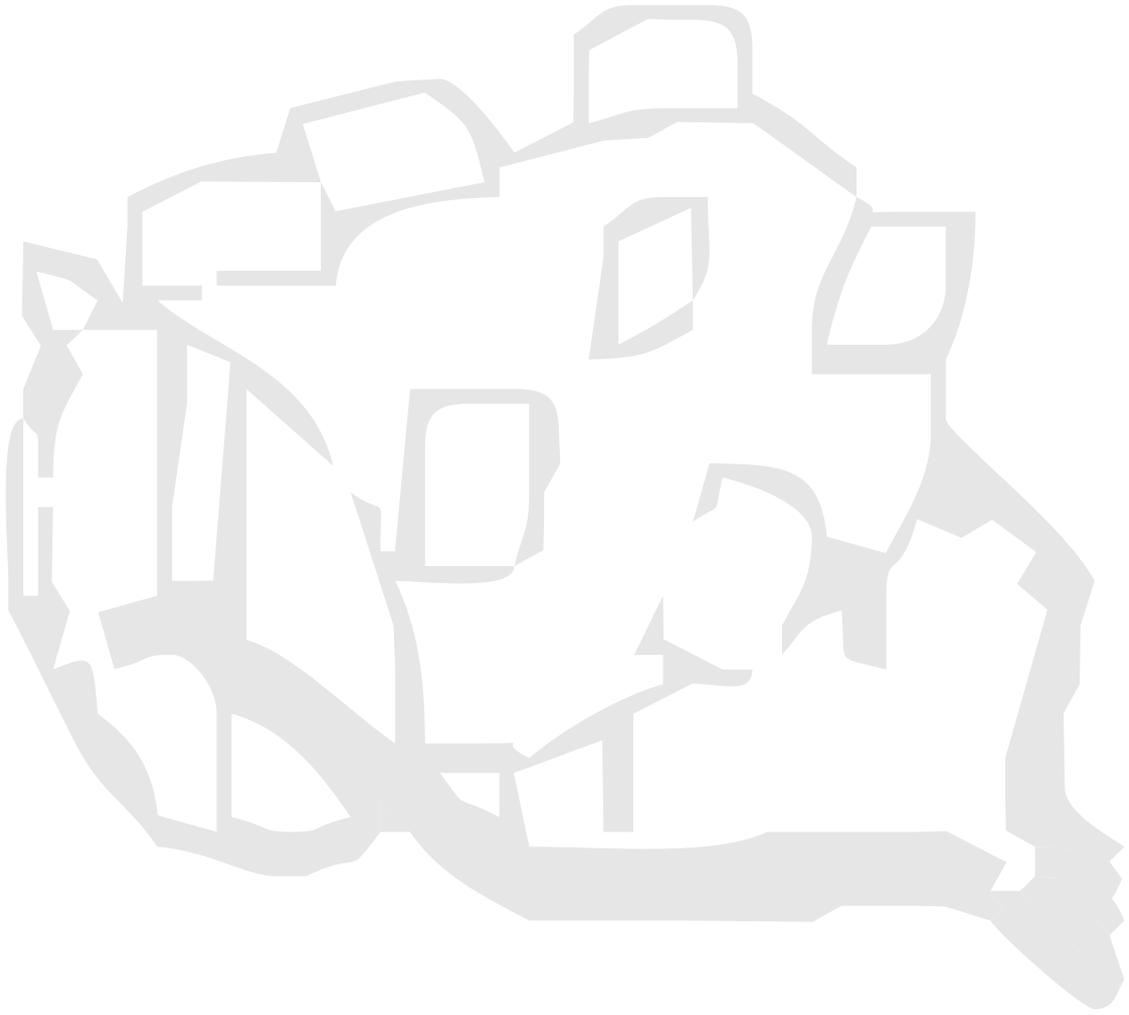
### Rasgos vegetativos a evaluar previo a la aplicación del rolado

Previo al diseño de un plan de manejo de la vegetación mediante rolado o fuego es conveniente realizar un censo de especies presentes en el predio y la determinación de su frecuencia relativa. Identificar caracteres indicadores de potencial de rebrote en las especies a tratar (densidad de yemas/unidad de longitud de tallos, tipos y caracteres de espinas, presencia de braquiblastos, tipos de sistemas radicales). En función a ello estimar un potencial de rebrote de la especie/s y regular la intensidad y la época de la aplicación teniendo en cuenta los objetivos.

En la Región Chaqueña, las prácticas de rolado más conservacionistas están dirigidas a preservar las especies de mayor valor forestal (*A. quebracho-blanco*, *S. lorentzii*, *Caesalpinia paraguariensis*, *guayacán*, *Prosopis alba*, *algarrobo blanco*, etc.). La capacidad de persistir mediante rebrotes ha sido comprobada a campo y demostrada a través de algunos trabajos de investigación asegura el mantenimiento de la biodiversidad a pesar de lo destructivo de la práctica. Sin embargo, plantea la necesidad de estudios en torno a estrategias de supervivencia, sobre todo el establecimiento mediante semillas de las especies más valiosas desde el punto de vista forestal frente a disturbios recurrentes como el fuego, el rolado y el pastoreo.

### Bibliografía

- Anriquez, A., Albanesi, A., Kunst, C., Ledesma, R., López, C., Rodríguez, A., Godoy J. 2005. Rolado de fachinales y calidad de suelos en el Chaco Occidental, Argentina.
- Barchuck, A., Iglesias, M., Oviedo, C. 2006 a. Rebrote basal de *Aspidosperma quebracho-blanco* en estado de plántulas: mecanismo de persistencia en el Chaco Arido. *Ecología Austral* 16:197-205.
- Barchuck, A., Campos, E., Oviedo, E., Díaz, M. 2006b. Supervivencia y crecimiento de plántulas de especies leñosas del Chaco Arido sometidas a remoción de biomasa aérea. *Ecología Austral* 16: 47-61.
- Casillo, J., Kunst, C., Ledesma, R., Godoy, J. 2005. Control de *Schinus* spp. mediante fuego prescripto. III Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales, Paraná, Entre Ríos, Argentina. Pgs:107.
- Casillo, J., Kunst, C., Ledesma, R., Godoy, J. 2006. Control de *Celtis* spp (tala) mediante fuego prescripto. Segunda Reunión Patagónica y Tercera Nacional sobre Ecología y Manejo de Fuego, Esquel, Chubut, Argentina. Pg. 185-188.
- García Núñez, C., Azócar, A. 2004. Ecología de la regeneración de árboles de la sabana. *Ecotropicos* 17 (1-2): 1-24.
- Ginocchio R., Montenegro, G. 1992. Interpretation of metameric architecture in dominant shrubs of the Chilean matorral. *Oecologia* 90:451-456.
- Kunst, C., S. Bravo, F. Moscovich, J.Herrera,, J. Godoy y S. Vélez. 2000. Control de tusca (*Acacia aroma* Gill. Ap H. et Arn.) mediante fuego prescripto. *Revista Argentina de Producción Animal* 20(3-4): 199-213.
- Kunst, C., Ledesma, R. Basan, M., Angella, G., Prieto, D., Godoy, J. 2003. Rolado de fachinales e infiltración de agua en el suelo en el Chaco occidental argentino. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 32: 105-122.
- Lloret, F., Retana, J., Espelta, J. 1994. Efectes dels focs i mecanismes de regeneració de les plantes. En Terradas, J (Ed.) *Ecologia del foc*. Pgs:141-156.
- Montenegro, G., Ginocchio R. 1998. Arquitectura metamérica en especies arbustivas de Ecosistemas Mediterraneos. *Procc. VI Congreso Latinoamericano de Botánica. J.Missouri Botanical Garden* (68)363-380.



# Manejo de Pasturas en Rolados

————● rolados y renoval

Ing. Agr. Carlos Kunst PhD

# rolados y renoval

Ing. Agr. Carlos Kunst PhD

## Introducción

El incremento de la vegetación leñosa en ecosistemas adonde existía una diversidad de tipos de vegetación (bosques, sabanas y parques) es un fenómeno de alcance mundial y se atribuye a diversos factores, entre ellos:

### *Relacionados con manejo:*

- Altos niveles de herbivoría crónicos (sobrepastoreo)
- Reducción de la cantidad de combustibles finos y aumento de los medianos y gruesos.
- Cambios en el régimen de fuego.
- Dispersión de semillas de leñosas, especialmente Prosopis (algarrobos) y Acacias (tusca, espinillo)
- Ventaja competitiva de las leñosas y disminución de la habilidad competitiva de los pastos.
- Eliminación/disminución de la competencia por luz solar al eliminar el estrato arbóreo 'maduro' por tala o desmonte: esta probado en algunas especies que la luz insuficiente limita la supervivencia de los plántulas de leñosas.

### *No relacionados con manejo:*

- Cambios climáticos: lluvias por arriba del promedio, mayor CO<sub>2</sub> en el aire.
- Leñosas con capacidad de fijación de nitrógeno.
- Raíces profundas.

### *Otros factores:*

- Presencia de roedores.

Estos factores son los que han causado la 'invasión' o dominancia de leñosas en muchos sectores, y lo que obliga que el primer tratamiento de mejoramiento del campo natural sea el mecánico (= rolado).

El objetivo de este capítulo es presentar algunos resultados de ensayos de rolado adonde se aplicó control de renoval y en base a los mismos generar recomendaciones de manejo.

## ¿Que es el renoval?

En nuestro país, en la región semiárida, la palabra 'renoval' se refiere a todos las plantas o troncos jóvenes que 'invaden' potreros o pasturas, es decir que incrementan en densidad y cobertura de suelo (Fig. 1). 'Invaden' entre comillas, porque no son especies exóticas, sino que son componentes de la vegetación nativa: un mejor término para describir el proceso sería 'lignificación' (Adámoli et al. 1973). Las especies que forman los renovales y fachinales son de dos tipos:



Figura 1. Renoval en rolados no selectivos de alta intensidad

- renovales , pimpollos de especies forestales valiosas (ej. quebracho colorado); que pueden considerarse deseables y
- renovales de arbustivas de baja altura y espinosas , arbustos que pertenecen a los géneros Acacia (tusca, garabato, espinillo), Prosopis (algarrobo, vinal), Celtis (tala), Schinus (molle), Larrea (jarilla) y chilca, que son 'indeseables'.

El arbusto en la región chaqueña se caracteriza por los siguientes aspectos estructurales:

- Forma de la copa generalmente circular
- Altura mas frecuente: 2-3 m; máxima: 5 m.
- Diámetro tronco o corona principal (máximo): 30 cm.
- Diámetro copa (máximo): 1,9 m.
- Altura comienzo ramificaciones: cerca del suelo.
- Forma sección vertical de la copa: semicircular, generalmente.
- Altura del tronco principal inferior a 50 cm

Un arbusto puede definirse como un vegetal que posee tejidos de alta consistencia y cuya ramificación comienza a ras del suelo. A edad avanzada un arbusto puede parecerse a un árbol y tener un tronco de algún tamaño. Existen especies arbóreas - generalmente de segunda magnitud - que pueden adquirir en determinado momento de su vida la forma arbustiva a causa de factores genéticos y/o ecológicos. Son clásicos el vinal (*Prosopis ruscifolia*) y el mistol (*Zizyphus mistol*).

Los géneros citados poseen distintas adaptaciones:

*- Espinas y tallos asimiladores y/o hojas con foliolos pequeños, que en algunas especies pueden cerrarse para equilibrar el balance hídrico.*

*- Son especies 'pioneras' de la sucesión vegetal o 'colonizadoras' en algunos ambientes modificados por factores naturales o antrópicos debido a que son heliofilos y por su capacidad de fijación de nitrógeno gracias a su simbiosis con bacterias.*

*- Poseen frutos comestibles por el hombre, el ganado domestico y la fauna Las semillas de algarrobo y mesquite (*Prosopis spp*) son en general parasitadas por gorgojos de la familia *Bruchidae*, lo que limita en gran medida su viabilidad. Sin embargo, su consumo por animales elimina los parásitos y además produce escarificación de las cubiertas duras, lo que facilita enormemente la germinación. Las hormigas cortadoras y los pájaros pueden ser un eficiente agente dispersante de molle (*Schinus*) Son tolerantes al fuego: tiene la capacidad de rebrotar desde la corona.*

*- Algunas especies poseen madera de valor.*

*- Su fenología es distinta de los pastos: mientras que las leñosas en general florecen temprano en la primavera chaqueña, los pastos florecen y semillan hacia mediados-fines de la estación lluviosa.*

En el tratamiento mecánico (rolado) se debe distinguir entre renovales de especies útiles de los renovales de especies 'problema' . El rolado no puede aplicarse de manera indiscriminada, no selectiva, ya que en la región chaqueña el 'renoval' esta compuesto por especies leñosas, algunas de gran utilidad para el ecosistema y para la ganadería. Por otra parte, el arbusto y el arbustal cumplen una función del ecosistema, a al cual se refiere el termino 'especie cicatrizante' que muchas veces se emplea en relación a los mismos. Cuando el resto de los estratos vegetales de un sitio de pastizal han desaparecido, el arbustal remanente, denso o ralo, protege al suelo con su cobertura foliar, disminuyendo asi la amplitud de las oscilaciones de temperatura, perjudiciales para cualquier proceso biológico. Si en ciertos casos se elimina el arbustal, el paso siguiente es la tan temida desertificación.

La condición ecológica del sitio o potrero a tratar, fundamentalmente su grado de erosión, debe evaluarse previamente a cualquier modificación de la estructura de la vegetación existente,

es decir la reducción o control de algunos de sus estratos.

### **Rolados y renewal: dinámica de su densidad y volumen**

La interacción leñosas-pasto-ganadería (vacuna, caprina, etc.) es central en la implementación y manejo del rolado. El primer paso es distinguir los beneficios y perjuicios de la leñosas y tener en cuenta que no todas las leñosas son 'malezas'.

El rolado es un tratamiento mecánico que solo 'poda', es decir solo elimina y/o modifica mediante cortes la estructura de las plantas (Fig. 2). El principal efecto es ejercido sobre la estructura aérea de la planta, a la que aplasta, corta y elimina. Pero la corona y raíces de las plantas siguen vivas y las leñosas se recuperan (ver Cap. anterior), y regeneran su estructura aérea, creándose así el problema del 'renewal'.

Al alcanzar el 'renewal' ciertos niveles o umbrales, el re-tratamiento o re-control es la única opción. Surgen así dos cuestiones esenciales: el período de tiempo entre el tratamiento inicial y el re-tratamiento; y el tipo de tratamiento a aplicar. En esa problemática hay varios aspectos a tener en cuenta: interacciones negativas renewal-ganadería; tratamiento inicial, manejo posterior, umbral y tiempo de recontrol y tratamientos de recontrol.



Figura 2: Atamisqui (*Atamisquea emarginata*) aplastada por el rolado (arriba). Renewal de tala (*Celtis spinosa*) luego del corte producido por el rolo del tronco principal de la planta (derecha). Rebrote de garabato (*Acacia furcatispina*)

#### **(a) Interacciones negativas entre leñosas y ganadería.**

El tratamiento mecánico a la vegetación chaqueña se aplica para lograr dos objetivos claves para la ganadería: aumentar (a) oferta de forraje y por ende la receptividad; y (b) la accesibilidad, el tránsito y la visibilidad. Estos últimos aspectos son casi tan importantes como el primero.

Debido a que el rolo no mata, sino solo poda y hasta rejuvenece (Fig. 2), la cobertura leñosa vuelve a ser importante con el tiempo, comenzando a usar recursos nuevamente (ej. agua) y limitando el factor luz solar. La competencia por agua entre leñosas y pastos en un rolado no ha sido estudiada. La capacidad de adaptación a la sombra de las dos especies subtropicales más empleadas en los rolados (gaton y green panic) es conocida de manera empírica y la falta de luz no limita la producción de estas especies. Por ello, en un potrero manejado de manera apropiada, la principal interacción negativa leñosas-ganadería a tener en cuenta sería la disminución del acceso y visibilidad, no la pérdida de oferta de forraje por competencia de agua y luz.

#### **(b) Tratamiento inicial: intensidad y severidad.**

Ya se expresó que debido al grado de dominancia inicial de las leñosas en gran parte de los potreros de la región chaqueña, el tratamiento mecánico, con sus ventajas y desventajas es el único

posible. El rolado puede describirse como un disturbio (elimina biomasa vegetal) y como tal tiene intensidad y severidad. Observaciones empíricas sugieren que una gran intensidad (dosis) de tratamiento rolado, con la consecuente apertura brusca del dosel arbóreo, seguida de fuego para eliminar una gran cantidad de combustible mediano y grueso, y luego pastoreo, lejos de crear un ambiente favorable a los pastos, genera uno amigable para las leñosas, debido a que crea un ambiente limitante.

#### (c) Manejo post-rolado

En una situación 'normal' de pastoreo, la presión de consumo de vacunos por los pastos es superior que la ejercida sobre los arbustos, que crecen sin interferencias. De allí que no sobrepastorear y dejar descansar los potreros es una recomendación esencial.

#### (d) Umbral y tiempo de recontrol

En base a información empírica, se sugiere indicar que un plazo mínimo para aplicar el primer control de leñosas debería ser por lo menos 3 años luego del tratamiento inicial.

#### (e) Tratamientos de re-control.

Generalmente el re-tratamiento más empleado es el re-rolado, seguido de fuego y arbusticidas.

#### (f) Ensayos en el Campo Experimental La María.

Entre 1997 y 2002 se realizó el monitoreo de la dinámica de la comunidad de leñosas, especialmente arbustivas, en dos ensayos de rolado que comprendían los siguientes tratamientos:

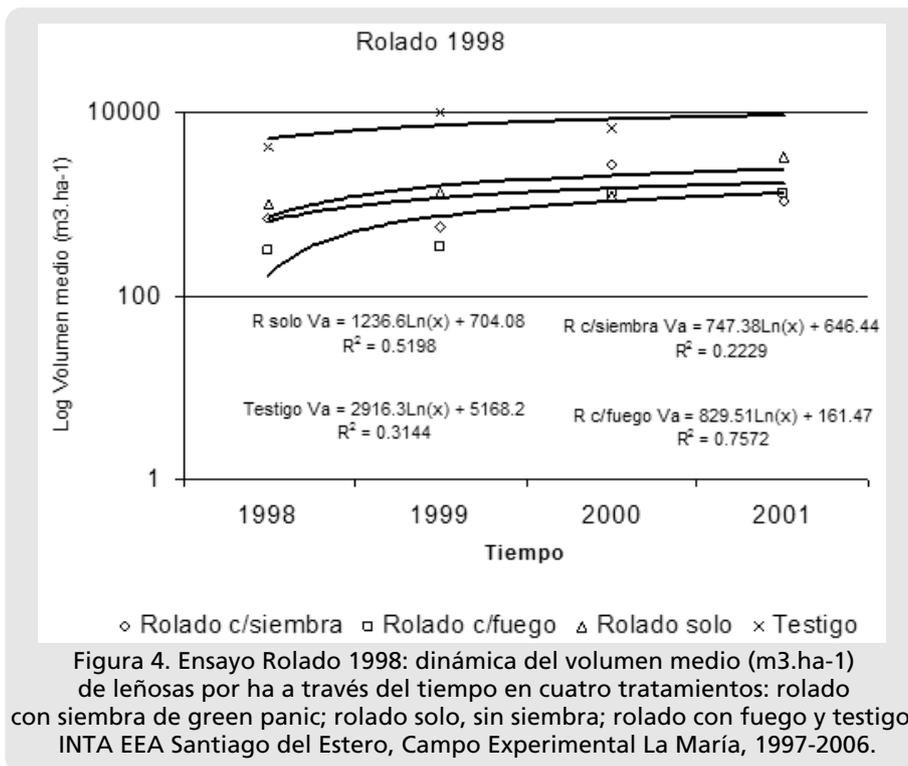
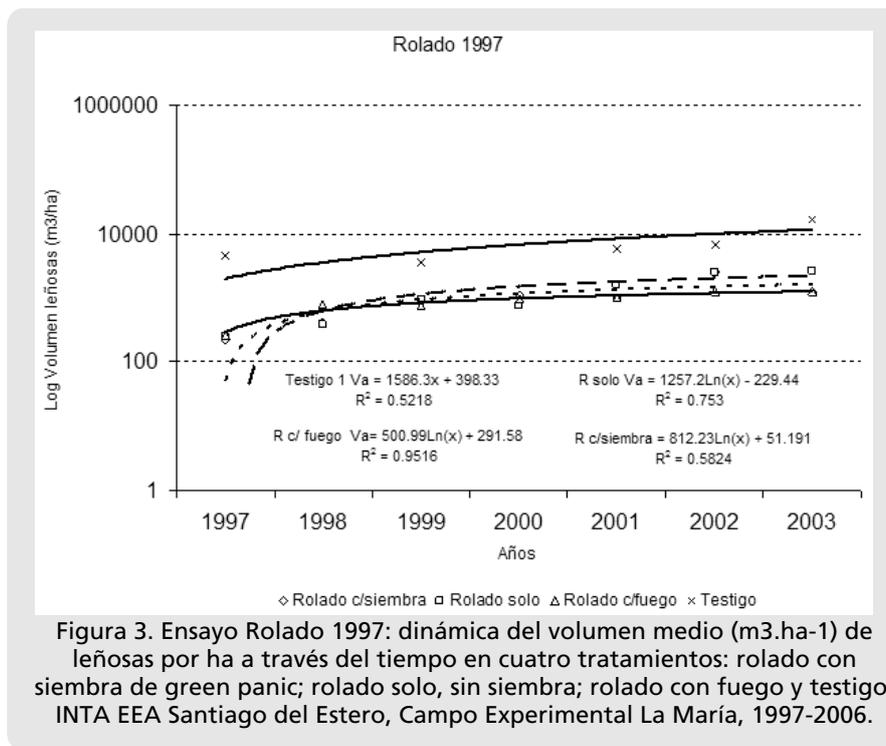
1. rolado con siembra instantánea de green panic,
2. rolado solo, sin siembra;
3. rolado solo, sin siembra y con fuego luego de la primera estación de crecimiento;
4. testigo(s).

En los dos casos el rolo fue traccionado con topadora Caterpillar D4 y se tuvieron en cuenta para las evaluaciones los sitios ya descriptos en otros capítulos de esta publicación: alto, media loma y bajo. En ambos ensayos se respetaron los individuos leñosos con DAP mayor a 15 cm, sin tener en cuenta la especie.

En los dos ensayos, el fuego solo actuó de manera eficiente en el sitio bajo y en parte de la media loma, principalmente debido a la abundancia de pastos (combustible fino). Los dos ensayos fueron pastoreados a partir del segundo ciclo de crecimiento, siendo el sistema aplicado el consumo a fondo por un gran número de animales durante corto tiempo, seguido de descansos. El re-tratamiento empleado a partir de los 5 años fue el fuego o el rolo seguido de fuego. Todos los tratamientos pueden caracterizarse como de intensidad 'moderada'.

Mediante transectas y muestreos del diámetro y altura de plantas, junto a una estimación de la densidad de plantas, se estimó la dinámica del volumen promedio de leñosas por ha en cada tratamiento a través del tiempo (Figs. 3 y 4). El coeficiente de regresión del volumen medio de leñosas por ha en relación al tiempo nos indica la tasa de cambio de esa característica en los distintos tratamientos. En los dos ensayos realizados la menor tasa fue la observada en los tratamientos rolado con siembra y rolado con fuego.

Luego de cinco años del tratamiento inicial se evaluó la accesibilidad, estimada esta como el área cubierta por arbustos en un plano imaginario orientado verticalmente, de superficie conocida. El tratamiento rolado seguido de fuego fue el que presentó mayor accesibilidad, en todos los



casos seguido de los otros tratamientos rolados (Fig.5 y 6). La magnitud de la accesibilidad en los testigos indica que la misma no es limitante en el sitio alto en algunos casos (Fig. 5), y sugiere que el problema a solucionar es solo oferta de forraje y que el rolado no debería tener una 'gran' intensidad (número de pasadas, fuego, tamaño de rolo, etc., grado de alteración del ecosistema original).

Los resultados también sugieren que

- 1) la gramínea subtropical sembrada en forma instantánea con el rolado ejerce cierto grado de control sobre del crecimiento del renoval, retardando en el tiempo su 'revenimiento';
- 2) que el manejo 'apropiado' del pastoreo, es decir un manejo que permita a los pastos mantener la 'competencia' de manera adecuada atrasa en el tiempo la oportunidad de recontrol,

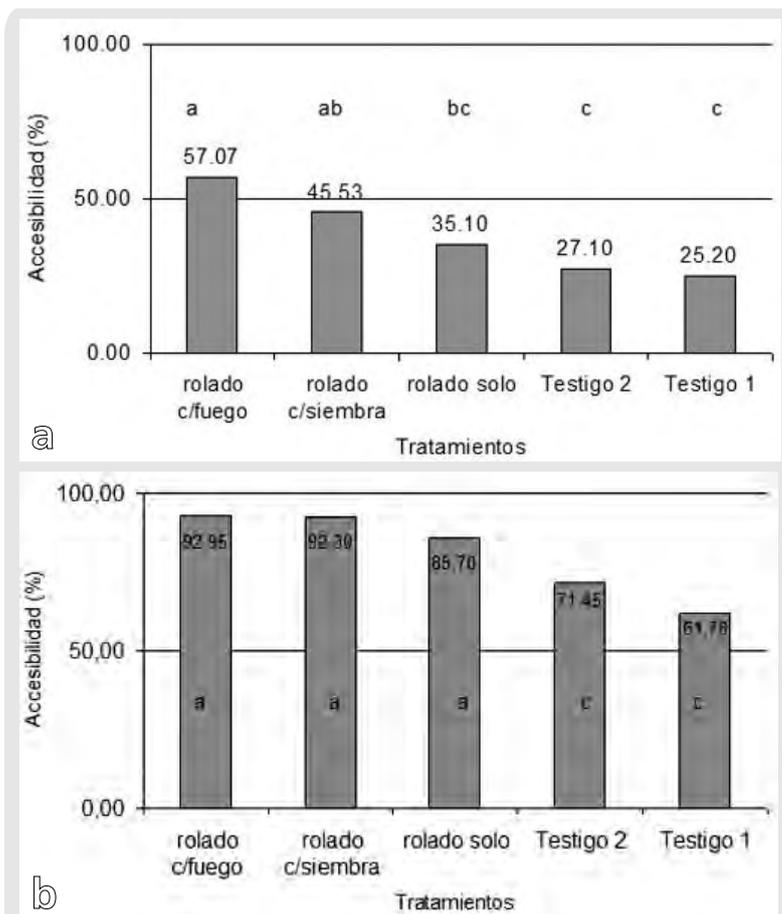


Figura 5. Accesibilidad (% de un plano vertical imaginario no ocupado por leñosas) 5 años después del tratamiento inicial. (a) Ensayo Rolado 1997 y (b) Ensayo Rolado 1998. INTA EEA Santiago del Estero, Campo Experimental La María, 1997-2006.

aumentando así el período de amortización del tratamiento inicial.

3) que el fuego es, en ciertos sitios, una herramienta promisoría para re-control del renoval en algunas situaciones.

(g) Demografía y dinámica de la composición botánica del renoval.

El rolado rara vez mata plantas maduras. Observaciones empíricas de áreas roladas registran poca germinación de leñosas. El 'revenimiento' del renoval se debe principalmente a las leñosas ya presentes. No se observa que el rolado, por lo menos en una intensidad media, genere cambios en la composición botánica del estrato arbustivo (Fig. 7)

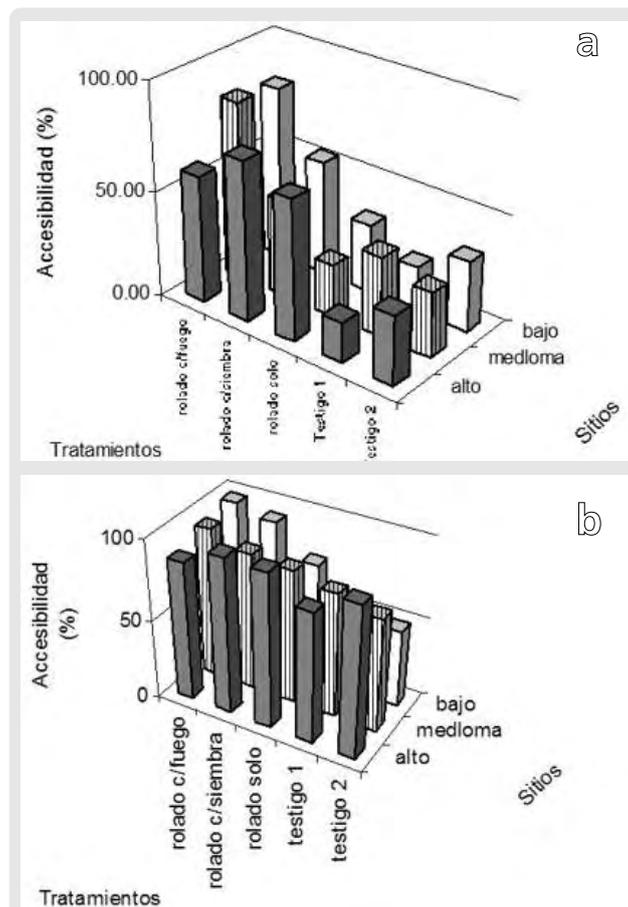


Figura 6. Accesibilidad (% de un plano vertical imaginario no ocupado por leñosas) 5 años después del tratamiento inicial, clasificado por sitio. (a) Ensayo Rolado 1997 y (b) Ensayo Rolado 1998. INTA EEA Santiago del Estero, Campo Experimental La María, 1997-2006.

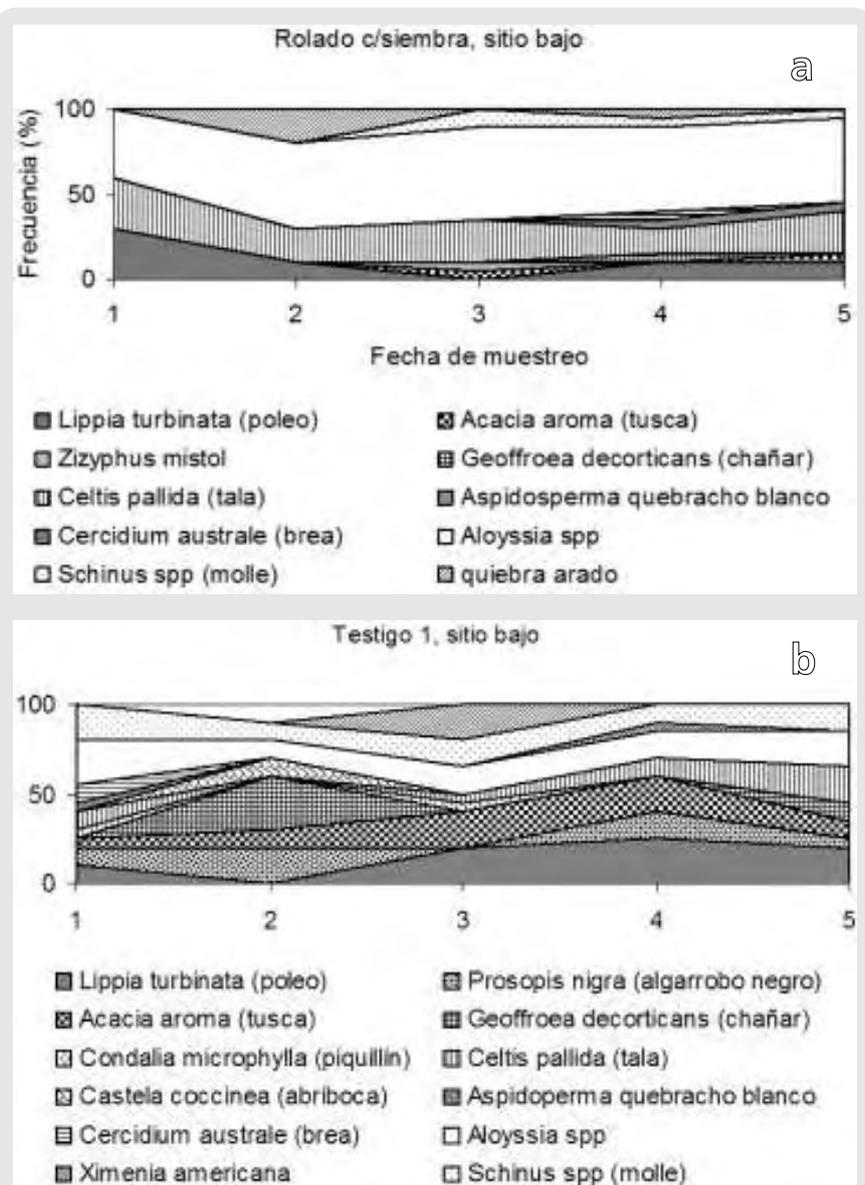


Figura 7. Cambios en la composición botánica del estarto leñoso arbustivo en el sitio bajo: (a) tratamiento rolado con siembra de gaton panic; (b) testigo. Rolado 1997. INTA EEA Santiago del Estero, Campo Experimental La María, 1997-2006.