

TRABAJO ORIGINAL

EFFECTO DE DOS TRATAMIENTOS DE DEFOLIACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE *Trichloris crinita* Lag.

*Effects of two defoliation treatment on forage production of **Trichloris crinita** Lag.*

BLANCO¹, L.J. Y ORIONTE, E.L.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA La Rioja

RESUMEN

La respuesta de las especies vegetales a la frecuencia, intensidad y momento de defoliación son aspectos importantes para desarrollar exitosas estrategias de pastoreo. **Trichloris crinita** es una gramínea forrajera importante de la región del Chaco Arido (Argentina). Sin embargo, se desconoce la respuesta de **Trichloris crinita** a la defoliación. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos tratamientos de defoliación sobre la producción de forraje y el tamaño de corona actual (durante la aplicación de los tratamientos) y futura (un año posterior a la aplicación de los tratamientos) de **Trichloris crinita**. Complementariamente, se analizó la relación entre la respuesta de las plantas a la defoliación y su tamaño de corona. El estudio fue conducido entre octubre 1995 y abril 1997 en la Estación Experimental Agropecuaria de INTA La Rioja (30° 22' S – 66° 17' W). Los tratamientos consistieron de cuatro defoliaciones en la época primavera – estival, una cada 45 días desde diciembre 1995 hasta abril 1996 (DE), y de una sola defoliación invernal en agosto de 1996 (DI). Finalmente un conjunto de plantas control no recibieron defoliación durante el ciclo 1995-1996 (SD). Las plantas de los dos tratamientos y el control fueron defoliadas en abril de 1997. El diámetro de corona de cada planta fue estimado en cada defoliación. La producción de forraje y diámetro de corona actuales fueron estimados a partir de los datos de 1995 – 1996, y la producción de forraje y diámetro de corona futuros fueron estimados en función de los datos de 1997. Se calcularon, además, el cambio relativo en la producción de forraje (CRPF) y cambio relativo en el diámetro de corona (CRDC) como la diferencia relativa entre los valores actuales y futuros. No se detectaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la producción de forraje y diámetro de corona actuales entre los tratamientos DE (116 g/planta y 17 cm respectivamente) y DI (109 g/planta y 16 cm respectivamente). A pesar de que no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el diámetro de corona futuro entre los tratamientos DE (22 cm), DI (24 cm) y SD (25 cm), la producción de forraje futura fue mayor ($p < 0,05$) en plantas tratadas con DI (136 g/planta) que en plantas tratadas con DE (88 g/planta) y SD (95 g/planta). Las relaciones entre CRPF y CRDC con el diámetro de corona, analizadas mediante regresión lineal simple, no presentaron tendencia para plantas defoliadas en invierno ($p > 0,05$; $r^2 = 0,01$). Pero fueron detectadas tendencias negativas entre CRPF y el diámetro de corona ($p < 0,001$; $r^2 = 0,56$) y entre CRDC con el diámetro de

Recibido: 18 de junio de 2003

Aceptado: 14 de febrero de 2004

1. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EEA La Rioja. C.C. 26 (5380) Chamental, La Rioja. Argentina. E-mail: becarioja@correo.inta.gov.ar

corona ($p < 0,001$; $r^2 = 0,41$) para plantas tratadas con DE. Los resultados de esta experiencia sugieren que el momento de defoliación no afecta la producción de forraje de plantas de **Trichloris crinita** durante la aplicación de los tratamientos. Sin embargo, un año posterior a la aplicación de los mismos, las plantas defoliadas durante el ciclo de crecimiento (tratamiento DE) tuvieron una producción de forraje significativamente menor respecto a plantas defoliadas en invierno.

Palabras clave: *Trichloris crinita* Lag., momento de defoliación, producción forrajera, tamaño de corona.

SUMMARY

*Plant species responses to frequency, intensity and timing of defoliation are important concerns for developing successful grazing strategies. **Trichloris crinita** is an important grass forage species at the Argentine Chaco Arido region. However, *Trichloris crinita* response to defoliation is unknown. The objective of this study was to evaluate the effects of two defoliation treatments on current (during treatment application) and future (after one year of treatment application) forage production and crown diameter of **Trichloris crinita**. Complementarily, plant response related to crown diameter within each treatment, was analyzed. The study was conducted from October 1995 to April 1997 at La Rioja Experiment Station-INTA (30° 22' S, 66° 17' W). Treatments consisted on spring-summer defoliation (DE), winter defoliation (DI) and a control (SD). DE plants were clipped every forty five days from December 1995 to April 1996, DI plants were clipped only one time on August 1996, and SD plants were not clipped in 1995 and 1996. Plants of the two treatments and the control were clipped on August 1997. Crown diameter of individual plants of each treatment were recorded after clipping. Current forage productions and crown diameters were estimated from 1995 and 1996 data, and future forage production and crown diameters were estimated from 1997 data. Forage production relative changes (CRPF) and crown diameter relative changes (CRDC) were calculated from forage production and crown diameter data. Nonsignificant differences were detected ($p > 0.05$) on actual forage production and crown diameter between DE (116 g/plant and 17 cm, respectively) and DI (109 g/plant and 16 cm, respectively). Even though, there were no differences ($p > 0.05$) on future crown diameter among DE (22 cm), DI (24 cm) and SD (25 cm), future DI forage production (136 g/plant) was greater ($p < 0.05$) than DE forage production (88 g/plant) and SD forage production (95 g/plant). Relationships between CRPF and crown diameter, and between CRDC and crown diameter, tested by linear regression, did not show any tendency ($p > 0.05$ - $r^2 = 0.01$) for DI but negative tendencies were detected ($p < 0.001$ - $r^2 = 0.56$ and $p < 0.001$ - $r^2 = 0.41$ respectively) for DE. Results suggest that grazing strategies for communities dominated by **Trichloris crinita** should consider two years of deferred grazing after a growing season grazing.*

Key words: *Trichloris crinita* Lag., defoliation timing, forage production, crown size.

INTRODUCCIÓN

Los resultados de experiencias sobre el impacto de la herbivoría sobre la producción de forraje y vigor de las plantas, han sido por siempre controversiales, desde quienes sugerían a la herbivoría como beneficiosa hasta el otro extremo en el cual la herbivoría resulta

perjudicial para las plantas (Belsky, 1986). Maschinski y Whitham (1989) propusieron que la respuesta de las plantas a la herbivoría resultaba un "continuum" entre los extremos mencionados. Los factores reguladores de esta respuesta continua son principalmente, el momento y la intensidad de la defoliación, y la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo.

Es conocido, que en pastizales naturales, el pastoreo continuo realizado con cargas superiores a las adecuadas, perjudica la capacidad productiva y reproductiva de las especies de mayor valor forrajero, las que van siendo reemplazadas por especies de menor valor forrajero, proceso que de continuar alcanza situaciones de muy baja cobertura vegetal y amplios sectores con suelo desnudo (Dyksterhuis, 1949). Este proceso está ampliamente generalizado en las diversas regiones áridas y semiáridas del mundo. Particularmente, en el Chaco Arido, el ganado doméstico provocó un importante impacto sobre la vegetación y el suelo, que se manifiesta a través de cambios de composición botánica, pérdida general de cobertura vegetal y la aceleración de los procesos erosivos (Anderson, Del Aguila, Marchi, Vera, Oriente y Bernardón, 1980). Para revertir esta situación es necesario, entre otras medidas, aplicar sistemas de pastoreo que favorezcan la producción y reproducción de las principales especies forrajeras.

En la búsqueda de tales estrategias, es fundamental conocer el efecto que el pastoreo y el descanso tienen sobre la productividad de las distintas especies forrajeras. En el presente trabajo se plantearon los siguientes interrogantes: ¿El pastoreo estival o invernal, aplicado con una severidad media, afecta diferencialmente la producción forrajera de una gramínea nativa? ¿Este efecto es diferente en plantas pequeñas y grandes?

Para responder tales interrogantes se realizó un ensayo de defoliación de una especie forrajera clave de las comunidades vegetales del Chaco Arido, **Trichloris crinita** Lag. (pasto raíz).

Los objetivos planteados fueron:

- C Determinar el efecto de dos tratamientos de defoliación sobre la productividad actual (durante la aplicación de los tratamientos) y futura (un año posterior a la aplicación de los tratamientos) de **Trichloris crinita**.

- C Analizar el efecto del tamaño de planta sobre la respuesta de **Trichloris crinita** a diferentes tratamientos de defoliación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal: Trichloris crinita es una gramínea forrajera perenne de amplia distribución en las provincias fitogeográficas del Chaco y Monte en Argentina (IADIZA, 1983), en los estados de Texas, Nuevo México y Arizona (EE.UU), y en el norte de México (Anderson, 1974). Dentro del Chaco Arido, Anderson y otros (1980) la clasificaron como una especie de alto valor forrajero; es además, un participante importante en las mejores condiciones forrajeras de los diferentes tipos de suelo existentes en la región, con preponderancia en suelos de textura más fina (Gómez, Calella, Corzo y Reynoso, 1993). El material perteneciente a este ensayo corresponde a plantines generados entre octubre y noviembre de 1993 con germoplasma de poblaciones locales, posteriormente transplantados entre febrero y abril de 1994.

Sitio de estudio: El ensayo fue realizado en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA La Rioja (30° 22' S y 66° 17' W), ubicado en la región denominada Chaco Arido (Morello, Protomastro, Sancholuz y Blanco, 1973). La precipitación promedio de esta Estación Experimental es de 476,8 mm (1979-2001), concentradas un 83% desde noviembre a marzo. Las precipitaciones en los ciclos de estudio fueron 464,1mm en el ciclo 95/96, y 384,5 en el ciclo 96/97.

Diseño del Ensayo: Corresponde a un diseño de bloques al azar (n=4). En cada bloque se ubicaron al azar 2 tratamientos, defoliación primavera-estival (DE) y defoliación invernal (DI), y un control sin defoliación (SD).

Cada unidad experimental estuvo integrada por 10 plantas (submuestras). El tratamiento DE consistió de cuatro defoliaciones realizadas cada 45 días a partir del 01/12/95. En DI se efectuó una única defoliación el 27/08/96. En todos los casos la altura de corte fue a 10 cm del suelo, y las plantas correspondientes a todos los tratamientos recibieron un corte de limpieza previo al inicio del ensayo (julio 1995). De cada planta se registró su producción de forraje (PF) y el diámetro de corona (DC). PF "actual" (PFA) se obtuvo a partir del secado y pesado del material defoliado. La PFA del tratamiento DE se obtiene sumando la PF obtenida durante las cuatro defoliaciones, mientras que la PFA del tratamiento DI corresponde a los valores de PF del único corte efectuado en agosto 1996. Para calcular DC se midieron 2 diámetros transversales en cada planta y luego se promediaron. El DC "actual" (DCA) se midió durante la aplicación de cada corte, para DE luego se promediaron los valores de cada fecha. En abril de 1997 se realizó una única defoliación a las plantas de los tratamientos DE, DI y SD para evaluar el efecto del tratamiento sobre la producción forrajera "futura" (PFF). Durante la aplicación de la defoliación se midió el DC "futuro" (DCF), al igual que DCA, promediando 2 diámetros transversales en cada planta. En las plantas del tratamiento SD se descontó el material no correspondiente al último ciclo mediante el método de los constituyentes (Guillen y Tate, 1993). Este método consiste en separar las proporciones de material producido durante el ciclo actual de crecimiento del producido durante el ciclo anterior (constituyentes) en una porción de la muestra. Luego se estima el contenido de humedad de los constituyentes y la humedad total de la muestra. Finalmente la proporción de constituyentes en la muestra se corresponde a la posición relativa de la humedad de la muestra respecto de la humedad de los constituyentes.

Análisis estadístico: El efecto de los tratamientos de defoliación sobre PFA, PFF y DC, se comparó mediante ANOVA y test de Tukey. Para analizar el efecto del tamaño de planta sobre la respuesta de la producción forrajera a diferentes momentos de defoliación, se calcularon tres índices:

- el cambio relativo en la producción de forraje CRPF para cada planta tratada con DE y DI: $CRPF = (PFF - PFA) / PFF$
- el cambio relativo en el diámetro de corona CRDC para cada planta tratada con DE y DI: $CRDC = (DCF - DCA) / DCF$
- el cambio relativo en la relación entre producción de forraje y diámetro de corona CR PF/DC para cada planta tratada con DE y DI: $CR PF/DC = ((PFF/DCF) - (PFA/DCA)) / (PFF/DCF)$

Luego se realizó un análisis de regresión lineal simple entre CRPF, CRDC y CR PF/DC como variable dependiente y DC la variable independiente. La comparación de las pendientes de los tratamiento DE y DI se realizó mediante ANOVA.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se observa que los valores de PFA y DCA fueron similares ($p > 0,05$) para los tratamientos DE y DI, con lo cual se puede deducir que el tratamiento de defoliación, durante su aplicación, no tuvo un efecto diferencial sobre los parámetros estimados.

A diferencia de ello, los valores de PFF fueron diferentes ($p < 0,05$). Las plantas que recibieron defoliación invernal presentaron una productividad mayor a las que recibieron los tratamientos DE y SD, un ciclo posterior a la aplicación de los tratamientos.

Para los valores de DC, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$).

En la Figura 1 se observa que los valores de CRPF tienen patrones diferentes para las plantas que recibieron tratamiento DE y DI. Las plantas defoliadas en verano tienen producciones inferiores un año posterior a la aplicación de los tratamientos, que durante la aplicación del mismo. De allí es que se observa que los puntos se encuentran generalmente en la

porción negativa del gráfico. Además, se visualiza una relación negativa significativa ($p < 0,001 - r^2 = 0,56$) entre CRPF y DC. Las plantas defoliadas en invierno presentan, en general, valores positivos de CRPF. Esto indicaría que el tratamiento DI no afecta la productividad a nivel planta. En esta figura también se observa que no existe una relación significativa de CRPF con DC ($p > 0,05 - r^2 = 0,01$). Las pendientes correspondientes a ambos tratamientos fueron significativamente diferentes ($p < 0,05$).

CUADRO 1: Promedios y desvíos standard de PFA y PFF(g/planta), y DCA y DCF(cm) para los tratamientos DE, DI y SD.

Table 1: Average and standard deviation of PFA and PFF (g/plant), and DCA and DCF (cm), for the DE, DI and SD treatments.

Tratamiento	PFA	PFF	DCA	DCF
DE	116 ± 51	88 ± 38 b	17 ± 5	22 ± 5
DI	109 ± 41	136 ± 58 a	16 ± 4	24 ± 4
SD	95 ± 41 b	25 ± 4

Letras indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$).

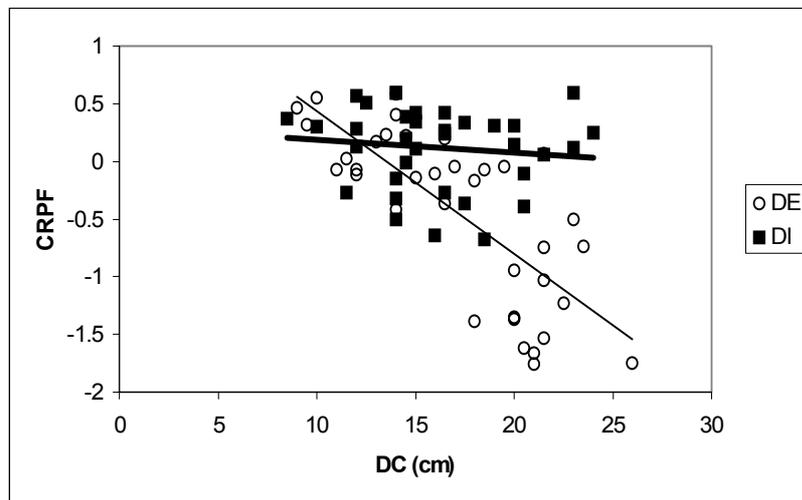


FIGURA 1: Relación entre $CRPF = (PFF - PFA) / PFF$ y DC para plantas que recibieron el tratamiento DE y DI.
Figure 1: $CRPF = (PFF - PFA) / PFF$ and DC relation for DE and DI treated plants.

En la Figura 2 se observa, que en las plantas defoliadas en verano, el CRDC fue mayor en plantas pequeñas ($p < 0,001$ - $r^2 = 0,41$). El índice CRDC no mostró relación con el diámetro de corona para plantas defoliadas en invierno ($p > 0,05$ - $r^2 = 0,01$). Las pendientes correspondientes a ambos tratamientos fueron significativamente diferentes ($p < 0,05$).

El índice CR PF/DC presentó una relación inversa con el diámetro de corona, en plantas que recibieron el tratamiento DE ($p < 0,001$ - $r^2 = 0,37$). Contrariamente las plantas tratadas con DI no mostraron relación de CR PF/DC con el diámetro de corona ($p > 0,05$ - $r^2 = 0,01$). Las pendientes correspondientes a ambos tratamientos fueron significativamente diferentes ($p < 0,05$) (Figura 3).

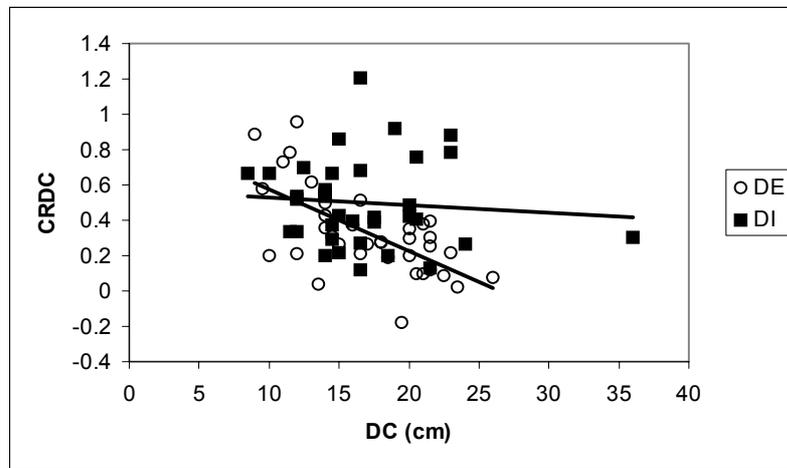


FIGURA 2: Relación entre $CRDC = (DCF - DCA) / DCF$ y DC para plantas que recibieron el tratamiento DE y DI.
Figure 2: $CRDC = (DCF - DCA) / DCF$ and DC relation for DE and DI treated plants.

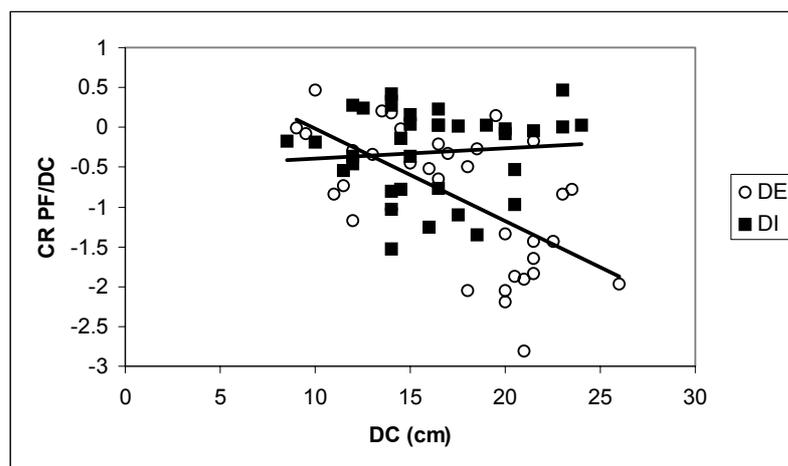


FIGURA 3: Relación entre $CR PF/DC = ((PFF/DCF) - (PFA/DCA)) / (PFF/DCF)$ y DC para plantas que recibieron el tratamiento DE y DI.

Figure 3: $CR PF/DC = ((PFF/DCF) - (PFA/DCA)) / (PFF/DCF)$ and DC relation for DE and DI treated plants.

DISCUSIÓN

El tratamiento de defoliación no afectó diferencialmente la PFA (Cuadro 1). Las plantas sometidas a ambos tratamientos superaron los 100 g/planta de PFA. Esto sugiere que a pesar del efecto negativo de extracción de biomasa cada 45 días en el tratamiento DE, estas hayan presentado una tasa de crecimiento relativo más alta que las que recibieron tratamiento DI. Esto podría deberse, a que las plantas defoliadas en invierno habrían crecido a una tasa fotosintética menor por unidad de área foliar que las plantas defoliadas en verano debido al sombreado entre hojas que disminuye la interceptación lumínica (Gold y Caldwell, 1990). Los mecanismos fisiológicos que explican un crecimiento compensatorio de las plantas defoliadas en verano podrían relacionarse no solo con una mayor tasa neta de asimilación de CO₂ (Detling y Painter, 1983), debido a una mayor tasa fotosintética de las hojas remanentes (Painter y Detling, 1981), sino también con el incremento en la relación área foliar / biomasa total de la planta (Oosterheld y McNaughton, 1991), ambos determinantes de la tasa de crecimiento relativo.

Un ciclo posterior a la aplicación de los tratamientos, el momento de defoliación presentó un efecto significativo ($p < 0,05$) sobre PFF. Las plantas que recibieron tratamiento DI alcanzaron valores de PFF mayores que las sometidas a los otros dos tratamientos. Las plantas SD presentaron durante todo el segundo ciclo una gran acumulación de tejido muerto en pie (todo el producido durante el ciclo anterior menos el que cayó para transformarse en mantillo). Esto, probablemente redujo su tasa de crecimiento relativa por disminuir la interceptación de luz (Gold y Caldwell, 1990). Las plantas defoliadas en verano también alcanzaron una PFF menor a las defoliadas en invierno.

Las plantas que recibieron el tratamiento DE y DI presentaron similar PFA, pero diferencias significativas en la PFF, sugiriendo que la compensación lograda por las plantas defoliadas en verano durante la aplicación de los

tratamientos no solo fue por mecanismos fotosintéticos como los mencionados por Painter y Detling (1981), sino también a partir del uso de reservas ubicadas en la porción subterránea de la planta. Este uso de reservas de raíz realizado por las plantas defoliadas en verano durante la aplicación del tratamiento, habría afectado negativamente el crecimiento de las plantas durante el siguiente ciclo (PFF). Stroud, Hart, Samuel y Rodgers (1985), detectaron que a medida que aumentaba la severidad de la defoliación (en intensidad y frecuencia), disminuía significativamente la biomasa radicular total y la concentración de carbohidratos no-estructurales hacia el final de la aplicación de los tratamientos (2 años) sobre un pastizal dominado por **Agropyron smithii**, lo cual indicó un efecto negativo de la defoliación severa sobre la acumulación de reservas. Este posible efecto negativo de la defoliación sobre el crecimiento radicular debido a diferencias en la alocaación de fotosintatos, presenta algunas contradicciones en la literatura consultada. Diversos autores apoyan experimentalmente que la regeneración de tejido fotosintético en plantas defoliadas más severamente, ocurre en detrimento del crecimiento radicular (Milchunas y Lauenroth, 1989; Zhang y Romo, 1994; Thorton y Millard, 1996). Sin embargo, Becker, Busso, Montani, Burgos, Flemmer y Toribio (1997) detectaron un mayor crecimiento radicular en plantas de **Stipa tenuis** y **Piptochaetium napostaense** defoliadas durante el comienzo de su crecimiento vegetativo, que en aquellas plantas que no fueron defoliadas.

El tratamiento DE, a diferencia de DI, afectó diferencialmente los valores de PF, DC y PF/DC según su tamaño de corona (Figuras 1, 2 y 3). Este efecto diferencial de defoliación durante el ciclo de crecimiento, fue detectado en **Piptochaetium napostaense** (Privitello, Gabutti, Harrison, Sager y Romero, 2000). Es probable que este efecto negativo diferencial del tratamiento DE sobre plantas de mayor tamaño haya ocurrido debido a que tratamientos de defoliación más severos reducen la tasa de aparición de macollos y aumentan la tasa de

mortalidad de los mismos, más en el centro de la corona que en su perímetro (Wan y Sosebee, 2002); y la relación centro/perímetro aumenta con el diámetro de corona.

CONCLUSIONES

La producción de forraje actual no fue afectada por el momento de defoliación (primavero-estival u otoño-invernal), lograndose para ambos tratamientos valores superiores a los 100 g/planta.

La producción de forraje futura (un año posterior a la aplicación de los tratamientos) fue aproximadamente un 50% superior en plantas defoliadas en otoño-invierno en relación a plantas defoliadas en primavera-verano y a plantas no defoliadas.

Las plantas defoliadas en otoño-invierno aumentaron su producción de forraje un 25% en el ciclo de evaluación respecto al ciclo de aplicación del tratamiento, independientemente del tamaño de corona de la planta defoliada.

Las plantas defoliadas en primavera-verano disminuyeron su producción de forraje un 24% en relación al ciclo de aplicación del tratamiento. Esta reducción fue mayor en plantas con diámetro de corona más grande.

Los resultados de esta experiencia de defoliación deben ser tomados en cuenta para el diseño de estrategias de pastoreo en comunidades gramíneas donde **Trichloris crinita** sea una especie dominante.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Héctor Armando Rettore por su colaboración en las mediciones de campo.

Al Ing. Carlos Alberto Ferrando por sus sugerencias a la escritura del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, D.E. 1974. Taxonomy of the genus *Chloris* (*Gramineae*) Brigham Young University. Biological Series 19 (2): 87-89.
- ANDERSON, D.L., DEL AGUILA, J.A., MARCHI, A., VERA, J.C., ORIONTE, E.L. y BERNARDÓN, A.E. 1980. Manejo racional de un campo en la región árida de los llanos de La Rioja. (Rep. Argentina). Parte I: Manejo del pastizal natural y producción ganadera. INTA: 61 pp.
- BECKER, B., BUSSO, C., MONTANI, T. BURGOS, M., FLEMMER, A. y TORIBIO, M. 1997. Effects of defoliating ***Stipa tenuif*** and ***Piptochaetium napostaense*** at different phenological stages: root growth. *Journal of Arid Environments* 35: 269-283.
- BELSKY, A.J. 1986. Does herbivory benefit plants? A review of the evidence. *American Naturalist* 127: 870-892.
- DETLING, J.K. y PAINTER, E.L. 1983. Defoliation responses of western wheatgrass populations with diverse histories of prairie dog grazing. *Oecologia* 57: 65-71.
- DYKSTERHUIS, E.J. 1949. Condition and management of range land based on quantitative ecology. *Journal of Range Management* 2: 104-115.
- GUILLEN, R. y TATE, K. 1993. The constituent differential method for determining live and dead herbage. *J. Range Manage.* 46: 142 – 147.
- GOLD, W.G. y CALDWELL, M.M. 1990. The effects of the spatial pattern of defoliation on regrowth of a tussock grass III: Photosynthesis, canopy structure and light interception. *Oecologia* 82: 12-17.
- GÓMEZ, J.C., CALELLA, H.F., CORZO, R.F. y REYNOSO, A. 1993. Mapa de Subregiones de Suelo y Vegetación del Chaco Arido de La Rioja. Universidad Provincial de La Rioja. GTZ.
- IADIZA. 1983. Breve descripción de las tareas desarrolladas en el banco de germoplasma. Mimeo. IADIZA, Mendoza, Argentina.
- MASCHINSKI, J. y WHITHAM, T.G. 1989. The continuum of plant responses to herbivory: the influence of plant association, nutrient availa-

- bility and timing. *American Naturalist* 134: 1-19.
- MILCHUNAS, D.G. y LAUENROTH, W.K. 1989. 3-Dimensional distribution of plant biomass in relation to grazing and topography in the shortgrass prairie. *Oikos* 55: 82-86.
- MORELLO, J.H., PROTOMASTRO, C., SANCHOLUZ, L. y BLANCO, C. 1973. Estudio macroecológico de Los Llanos de La Rioja. *IDIA INTA* 34: 242-248.
- OESTERHELD, M. y MCNAUGHTON, S.J. 1991. Effect of stress and time for recovery on the amount of compensatory growth after grazing. *Oecologia* 85: 305 – 313.
- PAINTER, E.L. y DETLING, J.K. 1981. Effects of defoliation on net photosynthesis and regrowth of western wheatgrass. *J. of Range Manage.* 34 (1):68-71.
- PRIVITELLO, M.J.L., GABUTTI, E.G., HARRISON, R.U., SAGER, R.L. y ROMERO, M.B. 2000. Efecto de dos intensidades y cuatro frecuencias de corte sobre la productividad, vigor y persistencia de **Piptochaetium napostaense**. *Rev.-Arg.Prod.Anim.* 20 (2): 123-128.
- STROUD, D., HART, R., SAMUEL, M. y RODGERS, J. 1985. Western wheatgrass responses to simulated grazing. *J. of Range Manage.* 38(2): 103-108.
- THORTON, B. y MILLARD, P. 1996. Effects of severity of defoliation on root functioning in grasses. *J. of Range Manage.* 49 (5): 443-447.
- WAN, C. y SOSEBEE, R. 2002. Tiller recruitment and mortality in the dryland bunchgrass **Eragrostis curvula** as affected by defoliation intensity. *Journal of Arid Environments* 51: 577-585.
- ZHANG, J. y ROMO, J. 1994. Defoliation of a northern wheatgrass community: above and belowground phytomass productivity. *J. of Range Manage.* 47 (5): 279-284.