



**EFFECTO DEL INTERVALO DE CORTE SOBRE LA ACUMULACIÓN  
DE MATERIA SECA Y CRECIMIENTO EN OSCURIDAD DE  
PLANTAS DE *Panicum coloratum* L.**

Trabajo Final de Graduación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo

**Autores:**

AIMAR, Jeremías

FERNÁNDEZ MADERO, Rafael María

**Director:** Dr. Carlos Ferri<sup>†</sup>

Cátedra Forrajicultura y Manejo de Pasturas

**Co-directora:** Ing. Agr. Guillermina Pérez Habiaga

Cátedra Forrajicultura y Manejo de Pasturas

**Evaluadores:**

Dra. Alicia Kin

Mg. Varinia Jouve

Cátedra Forrajicultura y Manejo de Pasturas

FACULTAD DE AGRONOMIA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Santa Rosa, La Pampa - Argentina 2023

## ÍNDICE

	Página
Resumen	3
Introducción	5
Objetivos	9
Materiales y Métodos	9
Resultados y Discusión	12
Conclusiones	18
Bibliografía	19
Anexo	23

## RESUMEN

El intervalo de corte (IC) de *Panicum coloratum* L. var. *coloratum* modifica la densidad de la población de macollos y por consiguiente la dinámica del índice de área foliar (IAF). Asimismo, las defoliaciones, causan una inmediata disminución en el suministro de fotosintatos hacia las raíces. El objetivo del trabajo fue determinar el intervalo de corte óptimo de mijo perenne (*Panicum coloratum* L. var. *coloratum*) en función de la acumulación de biomasa del rebrote, con y sin etiolación. El trabajo se realizó en condiciones semi-controladas de invernáculo durante la estación de crecimiento 2020-2021. Las plantas fueron distribuidas de acuerdo a un diseño en bloques completos al azar con cuatro tratamientos de intervalos de corte (IC): 2, 3, 4 y 6 hojas expandidas por macollo (IC2, IC3; IC4 e IC6, respectivamente). El trabajo se inició por duplicado para cuantificar, al finalizar el período de cortes, el rebrote bajo condiciones de etiolación (E) y sin etiolación (SE). Las plantas correspondientes al ensayo E fueron llevadas a cámara en oscuridad y transcurridos siete días se cuantificó la materia seca del rebrote (MS cosechada), del material remanente y de raíces. Los resultados del presente trabajo indican que IC2 deprimió tanto la biomasa cosechada acumulada como la de raíz. Además, los IC2, IC3 e IC4 hojas macollo<sup>-1</sup> disminuyeron el rebrote de 7 días en relación con IC6. Se concluye que los intervalos de defoliación de tres o más hojas por macollo permitieron maximizar la biomasa cosechada y de raíz, la cuales poseen una relación significativa, lineal y positiva que permite en plantas bajo IC3, IC4 e IC6 hojas macollo<sup>-1</sup> favorecer la eficiencia de captura y uso de agua y nutrientes. No se encontraron diferencias significativas ( $p=0,31$ ) en el recuento de la cantidad de macollos vivos y muertos acumulados al finalizar la experiencia para los diferentes intervalos de corte.

**PALABRAS CLAVES:** Frecuencia de corte, biomasa aérea y de raíces, etiolación, densidad de macollos.

## ABSTRACT

The *Panicum coloratum* L. var. *coloratum* cutting interval (CI) modifies the tillers density and consequently the leaf area index dynamics (LAI). Also, defoliation causes an immediate decrease of the provision of photosynthates to roots. The aim of this work was to determine the optimum cutting frequency for kleingrass (*Panicum coloratum* L. var. *coloratum*) considering biomass accumulation reshoot, with and without etiolation. The study was carried out under semi-controlled greenhouse conditions during the growth season 2020-2021. Plants were distributed following a randomized complete block design undergoing four treatments of cutting intervals (CI): 2, 3, 4, 6 expanded leaves per tiller (CI2; CI3; CI4; and CI6 respectively). The study was duplicated to quantify, by the end of the cutting period, reshoot with (E) and without (WE) etiolation. Plants corresponding to the E treatment were kept in darkness for seven days and by the end of the period dry matter was quantified for reshoot (harvest DM), remaining material and roots. Results obtained show that CI2 produced a decrease of both accumulated harvested biomass and root. Also, the CI2, CI3 and CI4 leaves per tiller<sup>-1</sup> decreased the seven-day reshoot as compared to CI6. We conclude that defoliation intervals of three or more leaves per tiller allowed for the maximization of the harvested biomass and root, which show a significant linear and positive relationship which makes it possible for plants under CI3, CI4 and CI6 leaves tiller<sup>-1</sup> to favour an efficient water and nutrients intake and use. No significant differences were found ( $p=0,31$ ) in the live/dead tillers count accumulated by the end of the study for the different cutting intervals.

**KEY WORDS:** Cutting frequency, aerial and root biomass, etiolation, tiller density.

## INTRODUCCIÓN

La región semiárida-árida central abarca las provincias de San Luis, Mendoza y San Juan y, parcialmente, La Pampa, La Rioja y Córdoba, cubriendo cerca de quinientos mil kilómetros cuadrados (500.000 km<sup>2</sup>). Los pastizales naturales constituyen, en gran parte de ese ambiente, la base forrajera que sustenta la producción de los sistemas ganaderos de la región. Una problemática común a la región es la pérdida de especies forrajeras valiosas y la consecuente disminución de la capacidad receptiva de estas comunidades vegetales (Frasinelli *et al.*, 2004), lo que ha determinado la introducción de otros recursos forrajeros, tales como, pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad) Nees). Esta gramínea de crecimiento estival se expandió rápidamente, dada su capacidad para detener y revertir procesos erosivos y su elevada productividad y perennidad. Sin embargo, su forraje permite aumentos de pesos moderados sólo durante el rebrote primaveral, dado que luego disminuye de manera abrupta su valor nutritivo determinando que los animales alcancen niveles de mantenimiento durante el otoño y hasta se registren importantes pérdidas de peso durante el período invernal. Con el fin de buscar alternativas que permitan mejorar la calidad del forraje ofrecido, con características de perennidad y productividad similares al pasto llorón, se introdujeron y evaluaron, durante las últimas décadas, otras gramíneas perennes de crecimiento estival (GPCE). Particularmente, en gran parte de esta región, se han difundido mijo perenne (*Panicum coloratum* L. var. *coloratum*) y digitaria (*Digitaria eriantha*) dada su mayor adaptabilidad a las condiciones ambientales que caracterizan la región y la factibilidad de su utilización como recurso forrajero en los sistemas productivos (Petruzzi *et al.*, 2003).

*Panicum coloratum* L. var. *coloratum*, se caracteriza, al igual que pasto llorón, por ser largamente perenne, presentar vía metabólica C<sub>4</sub>, pertenecer a la tribu de las Paníceas, ser nativa del continente africano y adaptarse a zonas templado-cálidas a tropicales. Posee un amplio

rango de tolerancia a la temperatura del ambiente, las cuales pueden alcanzar una mínima de -15 °C y temperaturas máximas de hasta 45 °C (Cano, 1980).

Es un recurso forrajero de interés en los sistemas de cría de la región semiárida pampeana, por sus elevados niveles de producción y buen valor nutritivo durante toda la estación de crecimiento, inclusive cuando se lo utiliza como diferido invernal (Stritzler *et al.* 1996, Ferri *et al.* 1998). A fin de minimizar las posibles consecuencias adversas del pastoreo y mantener cantidad, calidad y persistencia en la producción primaria, que asegure una producción secundaria sobre una base sostenible, se necesita establecer estrategias para el manejo de su utilización. La intensidad, frecuencia y momento de corte, son las variables de manejo que combinadas, expresan la respuesta de las plantas a la defoliación (Scherger, 2020). En gramíneas C<sub>4</sub>, la respuesta morfogénica de la elongación de los tallos a la defoliación resulta de importancia dado que este proceso se desencadena aun cuando los macollos se encuentran en estado vegetativo.

Cruz y Boval (2000), concluyeron que, en general, estas especies generan estructuras reproductivas durante toda la estación de crecimiento y que aún se desconoce el factor que desencadena este proceso, por lo que resulta necesario considerar la necesidad de inhibir o retrasar el proceso de elongación de los entrenudos a los fines de favorecer el rebrote e impedir una disminución en la calidad nutricional de la pastura.

Por otra parte, Loch *et al.* (2004) determinaron que para algunas especies C<sub>4</sub>, la inducción floral se desencadenaría por acción de un factor ambiental luego que los macollos acumulen suficientes fotoasimilados. Este comportamiento permitiría inferir que los macollos más viejos serían los que podrían ser inducidos, con lo cual, las estrategias de manejo de la defoliación deberían favorecer el recambio de los macollos al finalizar su estadio “juvenil”, de

modo de interrumpir el inicio del proceso de elongación (Santos *et al.*, 2006), lo cual tiende a ser un destino importante de asimilados en relación con los que se destinan a elongación foliar (Hodgson y Da Silva 2002) y además, modifica la arquitectura de la planta, afectando la facilidad de aprehensión y la palatabilidad, en el rebrote luego de una defoliación (Briske, 1991).

La densidad de la población de macollos es función del equilibrio entre las tasas de aparición y muerte (Nelson, 2000). El equilibrio entre ambas tasas depende estrechamente del régimen de la defoliación, el cual determina la dinámica del índice de área foliar (IAF) (Matthew *et al.*, 2000). En plantas sometidas a defoliaciones frecuentes, el mantenimiento de una elevada tasa de aparición de macollos dependería de la atenuación en la variación de la calidad de la luz dentro del canopeo (i.e., específicamente la disminución en la relación rojo/rojo lejano; Casal *et al.*, 1985) en tanto no se afecte de manera considerable la fuente de energía requerida para tal fin. Por otra parte, defoliaciones laxas de pasturas en estado vegetativo, también pueden inducir la elongación de los entrenudos por afectarse el ambiente lumínico y de esta manera incrementar el riesgo de decapitación de ápices situación que resulta de particular importancia en estados vegetativos de la especie (Chapman y Lemaire, 1993).

Hay evidencia empírica que sugiere la importancia de las reservas de carbohidratos solubles (CHS) en la persistencia y capacidad de recuperación de las plantas, luego de periodos de estrés como defoliaciones (Fulkerson y Donaghy, 2001), heladas o temperaturas elevadas (Julander. 1945; Weinmann. 1952). En cuanto a esto, Volaire y Gandotn (1996) han demostrado una asociación entre CHS y la supervivencia de distintas variedades de *Dactylis glomerata*.

La remoción del área foliar en las plantas forrajeras causa una inmediata disminución en el suministro de fotosintatos hacia los órganos subterráneos, lo cual, interrumpe la

elongación radical y la absorción de nutrientes. Al mantener la respiración de mantenimiento de los órganos subterráneos, se genera un balance negativo de C, con la consiguiente disminución de reservas de carbohidratos, lo cual explicaría la muerte de raíces de menor diámetro, situación que se observa incluso durante algunos días luego de una defoliación (Jarvis y Macduff, 1989; Richards, 1993) y, en los casos de defoliaciones severas puede detectarse hasta una reducción en la biomasa total de raíces. En este sentido, varios autores sugieren que la disminución en los carbohidratos solubles de las raíces, posterior a una defoliación, es el resultado de la respiración de mantenimiento durante el período que se interrumpió el suministro de sustratos (Briske y Richards 1995; Lattanzi *et al.*, 2005). Además, las reservas movilizadas para el rebrote posterior a una defoliación en gramíneas, provienen fundamentalmente de los tejidos de las vainas foliares y son utilizadas principalmente para la recuperación del área foliar.

Otros autores, como Fulkerson y Slack, 1994 y White, 1973 observaron que el estado foliar óptimo se correspondería con la vida media foliar (VMF) y esto último con la restauración de las reservas de carbohidratos no estructurales, las cuales se acumulan fundamentalmente, en gramíneas perennes, en la base de los macollos, estolones y raíces.

Dado que en las gramíneas C<sub>4</sub> es necesario también, considerar la producción de tallos durante toda la estación de crecimiento, resuelta de interés agronómico poder establecer intervalos de corte que interrumpan dicho proceso a fin de alcanzar un equilibrio entre producción, persistencia y calidad de la pastura.

La variable de manejo intervalo de corte (IC) afecta la producción de materia seca, calidad, estructura, persistencia, consumo y producción secundaria (Mazzantti *et al.*, 1994, Lemaire 2001, Turner *et al.*, 2006, Da Silveira *et al.*, 2010). Esto impulsó la búsqueda de

criterios e indicadores que sirvieran para definir intervalos de defoliación de pastura conformadas por estas especies como, por ejemplo, el estado foliar (número de hojas expandidas por macollo) que permitan hacer un uso más eficiente de las mismas (Fulkerson y Donaghy, 2001).

La importancia relativa de los fotoasimilados y el nivel de reservas en el crecimiento se puede determinar mediante la medición del rebrote en condiciones de luz y en oscuridad (crecimiento etiolado). El crecimiento etiolado ha sido usado como medida del vigor potencial, como así también del nivel de reservas de las plantas (Edwards, 1965).

## **OBJETIVOS**

El objetivo general del presente trabajo fue determinar el intervalo de corte óptimo de mijo perenne (*Panicum coloratum* L. var. *coloratum*) en función de la acumulación de biomasa y el rebrote, en condiciones de oscuridad, al finalizar el periodo experimental. Los objetivos específicos fueron cuantificar la acumulación de materia seca aérea, de raíces y del remanente luego del último corte; como así también del rebrote luego de siete días de etiolación. Por otra parte evaluar el efecto de la densidad de macollos en función de los diferentes intervalos de corte (IC).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en condiciones semi-controladas de invernáculo, en las instalaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Santa Rosa (36°46'S; 64°16'W; 210 msnm), durante la estación de crecimiento 2020-2021. A los efectos del presente estudio se trabajó con plantas de mijo perenne (*Panicum coloratum* L. var. *coloratum*) cv Verde obtenidas de una pastura implantada en el año 2007. Al inicio del mes

de marzo de 2020, se recogieron 6 plantas de mijo perenne y de cada una se tomaron 8 grupos de 10 macollos para su plantación en 48 tubos de PVC (11 cm de diámetro × 50 cm de alto) rellenos con suelo (Haplustol éntico, MO=1,8%; P=32,6 ppm; pH=6,4) extraído de los primeros 20 cm del perfil homogeneizado con arena de médano (1:1 p/p). Todos los tubos fueron regados cada tres o cuatro días a saturación y se los fertilizó a mediados de diciembre con una dosis equivalente a 40 kg de N por ha. Luego del trasplante, las plantas se dejaron crecer y se realizó el corte inicial a principios del mes de octubre a 80 mm de altura para dar inicio al período experimental. La MS cosechada fue secada (72 h; 60 °C) y pesada para ser utilizada como covariable.

Las plantas fueron distribuidas de acuerdo a un diseño en bloques completos al azar se definieron cuatro tratamientos de intervalos de corte (IC): 2, 3, 4 y 6 hojas expandidas por macollo (IC2, IC3; IC4 e IC6, respectivamente), lo que se correspondió con 6, 4, 3 y 2 cortes, respectivamente, con 6 repeticiones. La intensidad de corte se estableció en 80 mm para todos los tratamientos a lo largo del período experimental. Para establecer el momento de corte se observó el número de hojas expandidas por encima de la última hoja cortada (Chapman *et al.*, 2011), donde la fracción correspondiente a la hoja en expansión se estimó en relación con la última hoja expandida (Fulkerson y Slack, 1994). En el caso que la longitud de la hoja en expansión fuese mayor que la de la hoja expandida se le adjudicó un valor de 0,9 (Gustavsson, 2011).

La temperatura del aire se registró, diariamente, cada media hora mediante la utilización de un sensor ubicado en casilla meteorológica Data Logger (LASCAR, modelo ELUSB-2-LCD). *Panicum coloratum* L. se caracteriza por tolerar bajas temperaturas las cuales pueden alcanzar una mínima de -15 °C y máximas de hasta 45 °C (Cano, 1980). Durante el ensayo experimental se registraron temperatura media de 25,8 °C ± 8,2, temperatura mínima

absoluta de 6,5 °C en el mes de octubre y temperatura máxima absoluta de 49°C en el mes de enero. En tanto que, la temperatura promedio en cámara de oscuridad durante 7 días fue de 25,9 °C  $\pm$  1,2 °C.

El ensayo se inició por duplicado para cuantificar, al finalizar el período de cortes, el rebrote bajo condiciones de etiolación (E) y sin etiolación (SE). Las plantas correspondientes al ensayo E fueron llevadas a cámara de crecimiento en oscuridad y transcurridos siete días, en ambos tratamientos (E y SE), se cuantificó la materia seca de los rebrotes post cortes (MS cosechada acumulada) y al finalizar el ensayo experimental se cuantificó, la materia seca cosechada de tratamientos con E y SE; de material remanente (MS remanente), y de raíces. La MS aérea se cuantificó mediante la sumatoria de la MS cosechada acumulada y MS de remanente ( $MS_{a\acute{e}rea} = MS_{cosechada} + MS_{remanente}$ ), asimismo la MS de planta se correspondió con la sumatoria de MS aérea y MS de raíces ( $MS_{planta} = MS_{a\acute{e}rea} + MS_{ra\acute{i}ces}$ ). Para la cuantificación de materia seca de raíces, las plantas se cortaron a 80 mm y, luego, a ras del suelo para separar el remanente de los macollos de las raíces. Posteriormente, se extrajeron mediante lavado, las raíces de los tubos y al igual que el material cosechado en cada corte, el rebrote de siete días y remanente se secaron (72 h; 60 °C) y luego se pesaron.

Para determinar la densidad de macollos, al inicio del ensayo (octubre), se marcaron con anillos de plástico de un mismo color, todos los macollos vivos existentes en cada planta. Luego, cada vez que aparecieron 2,5 hojas por macollo (estado foliar), los macollos nuevos se marcaron con anillos de un color diferente (cohortes I, II, III y IV) y se sacaron y contabilizaron los anillos de los macollos muertos marcados en conteos previos. Los macollos reproductivos se registraron como vivos mientras estuvieron verdes, incluso cuando no generaban crecimiento, dada su posible contribución con fotoasimilados a la planta, considerándose

mueritos cuando estaban totalmente senescentes o con una alta proporción de tejido senescente (Sbrissia *et al.*,2010).

Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba LSD ( $\alpha=0,05$ ) y análisis de regresión simple para evaluar la relación de las variables MS aérea total y MS de raíces, en ambos casos se utilizó el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2008).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Materia Seca:**

La MS cosechada acumulada bajo el IC2 disminuyó ( $p<0,05$ ) en relación con los IC más prolongados, en tanto que, entre los IC3, IC4 e IC6 no se encontraron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) (Tabla 1). Las variables cuantificadas al final del periodo experimental bajo los distintos IC no fueron modificadas por el tratamiento de etiolación (interacción IC $\times$ etiolación;  $p>0,15$ ). La MS de planta y del remanente al finalizar el ensayo experimental fueron afectadas ( $p<0,05$ ) por el IC y por la etiolación (Tabla 1). Mientras que, la MS de raíz (Tabla 1) y del rebrote de 7 días fueron afectadas por IC ( $p<0,05$ ) pero no por la etiolación (raíz:  $p=0,114$ ; rebrote de 7 días:  $p=0,217$ ) (Figura 2). Por lo tanto, la disminución ( $p<0,05$ ) de la MS de la planta por la etiolación se puede atribuir al efecto ejercido por esta sobre el remanente (Tabla 1).

La MS de remanente al finalizar el período experimental arrojó diferencia significativa ( $p<0,05$ ) a favor de los IC3 e IC6 siendo para estos dos IC mayor respecto a IC2 e IC4, a su vez los IC2, IC3 e IC4 no arrojaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre sí. Con respecto al efecto del tratamiento de etiolación sobre el remanente se encontraron diferencias significativas ( $p<0,05$ ) (Tabla 1). En estadios tempranos de rebrote, la lámina es el principal componente morfológico del remanente, y conforme se incrementa el área foliar, la competencia por luz

dentro del canopeo induce a las plantas a cambiar su patrón de crecimiento (a través de la elongación de pseudotallos) como medio para optimizar la captura de luz (Da Silva *et al.*, 2015). En gramíneas C<sub>4</sub> se incrementa el aporte de pseudotallo/tallo a la MS total cuando se incrementa el IC (Ferri y Jouve, 2007; Ferri *et al.*, 2017).

Luego de una defoliación la planta prioriza la generación de área fotosintética (Donaghy y Fulkerson, 1998), para lo cual movilizaría las reservas de carbohidratos acumulados en el remanente, pero la dependencia exclusiva de éstas operaría por un breve período de tiempo, por ejemplo, en raigrás perenne este período se extendería por dos o tres días (De Visser *et al.* (1997). Luego, el desarrollo del área fotosintética alcanzado le permitiría satisfacer los requerimientos energéticos y comenzaría un proceso de partición hacia raíz y base de los macollos. Sin embargo, varios autores sugieren que bajo defoliaciones frecuentes y repetidas el nivel de carbohidratos acumulados en la base de los macollos y raíz podrían no alcanzar un nivel suficiente de re-acumulación entre dos cortes, lo cual disminuiría la tasa de elongación foliar ( Lee *et al.*, 2009; Donaghy *et al.*, 2008; Turner *et al.*, 2007), lo que explicaría la menor acumulación de MSplanta a los 7 días de rebrote en los IC2; IC3 e IC4 respecto de IC6, tanto en condiciones de etiolación como sin etiolar.

La MS del remanente de plantas bajo IC más prolongados (IC6) estaría determinado por una mayor presencia de tallos dada la extensión de dicho intervalo, lo que podría afectar la proporción de láminas dentro de la biomasa cosechada por planta (Tabla 1). Lo expresado anteriormente, explicaría el incremento en el peso de la biomasa de planta, permitiendo afirmar que, la elongación del pseudotallo/tallo es un importante componente morfológico a considerar, ya que determinaría una menor proporción de lámina (Cowan y Lowe, 1998; Hodgson y Da Silva, 2002), afectando el consumo diario animal (Ferri *et al.* 2011a) y el valor nutritivo (Ferri *et al.*, 2011b).

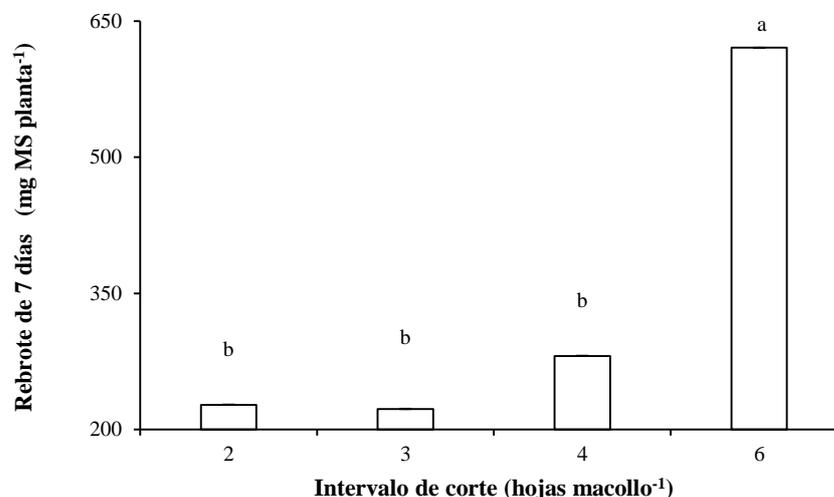
La biomasa acumulada de raíces al finalizar el periodo experimental, no acusó diferencias significativas ( $p>0,05$ ) para los IC3, IC4 e IC6. Asimismo, tampoco se encontraron diferencias entre los IC2 e IC3 no obstante, se registraron diferencias significativas entre los IC2 e IC4 ( $p<0,05$ ) siendo este último el de mayor biomasa de raíces acumulada (22,2 gMS raíces  $\pm$  5,05 gMS) y el IC2 el de menor acumulación (17,5 gMS raíces  $\pm$  5,1 gMS). La MS de raíces no presentó diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre los tratamientos E y SE (Tabla 1; Figura 1).

Bajo defoliaciones frecuentes, la remoción de biomasa aérea de manera constante resulta en la pérdida de raíces por muerte y posterior desprendimiento de las mismas (Dawson et al., 2000). A su vez, la disminución del suministro de fotosintatos hacia las raíces (debido a la remoción de estructura fotosintética), detiene momentáneamente la absorción de nutrientes y el crecimiento radical (Evans, 1972; Davies, 1988).

<b>Tabla 1.</b> Materia seca (MS) cosechada acumulada bajo a) diferentes intervalos de corte (IC; hojas macollo <sup>-1</sup> ) y b) tratamiento con (E) y sin etiolación (SE).				
a) IC	Materia seca cosechada	Materia seca al finalizar el experimento		
		Planta	Remanente	Raíz
--- (g MS planta <sup>-1</sup> ) ---				
2	20,3 b	30,8 c	12,9 b	17,5 b
3	26,0a	34,5 b	14,2 ab	20,0 ab
4	25,9a	37,5 ab	13,4 b	22,2 a
6	27,6a	38,6 a	16,5 a	21,4 ab
b) Tratamiento				
E	---	33,5b	13,8b	19,4a
SE	---	37,1a	15,5a	21,2a
Media:	---	35,3	15,0	20,3
EE:	---	3,3	0,8	1,6
Letras minúsculas diferentes indican diferencias ( $p<0,05$ ) entre IC y entre E y SE, respectivamente				

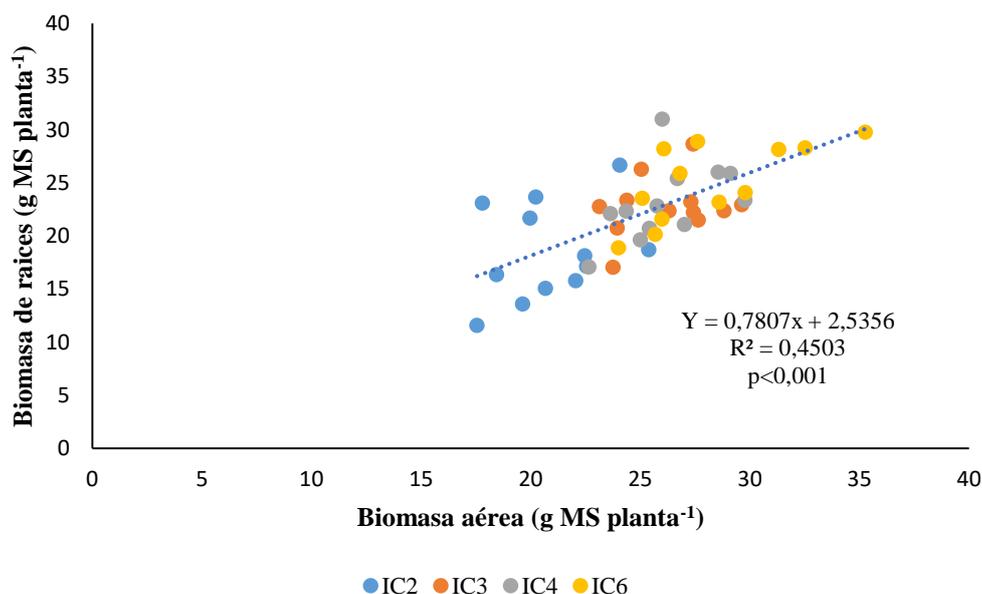
Luego de transcurridos 7 días del último corte, la MS acumulada del rebrote fue mayor para IC6 (Figura 1) y se diferenció significativamente ( $p<0,05$ ) de los IC restantes, los cuales

no tuvieron diferencias entre sí. En este caso el tratamiento de etiolación tampoco arrojó diferencias ( $p>0,05$ ) en el rebrote luego de 7 días.



**Figura 1.** Rebrote de siete días de plantas bajo diferentes intervalos de corte (IC), valores promedio de plantas con y sin etiolación. Letras minúsculas diferentes indican diferencias ( $p<0,05$ ) entre IC.

Asimismo, la MS aérea se relacionó en forma positiva con la biomasa radical total (Figura 2;  $R^2= 0,4503$ ;  $p<0,0001$ ). Esto indica que un aumento en la biomasa aérea se corresponde con un aumento en el peso de las raíces. El tratamiento IC2 se separó notoriamente de los tratamientos IC3, IC4 e IC6, lo cual explica que frente una defoliación frecuente, la planta prioriza la recuperación de la biomasa aérea manteniendo el número de macollos y la elongación foliar, dado que el remanente establecido para todos los tratamientos fue suficiente para movilizar los carbohidratos que se ubican en la base de los macollos, en contraposición se produce una menor biomasa de raíces.



**Figura 2.** Relación entre biomasa radical total (g planta<sup>-1</sup>) y la biomasa aérea (g planta<sup>-1</sup>) de plantas de *Panicum coloratum* L.

### Densidad de macollos:

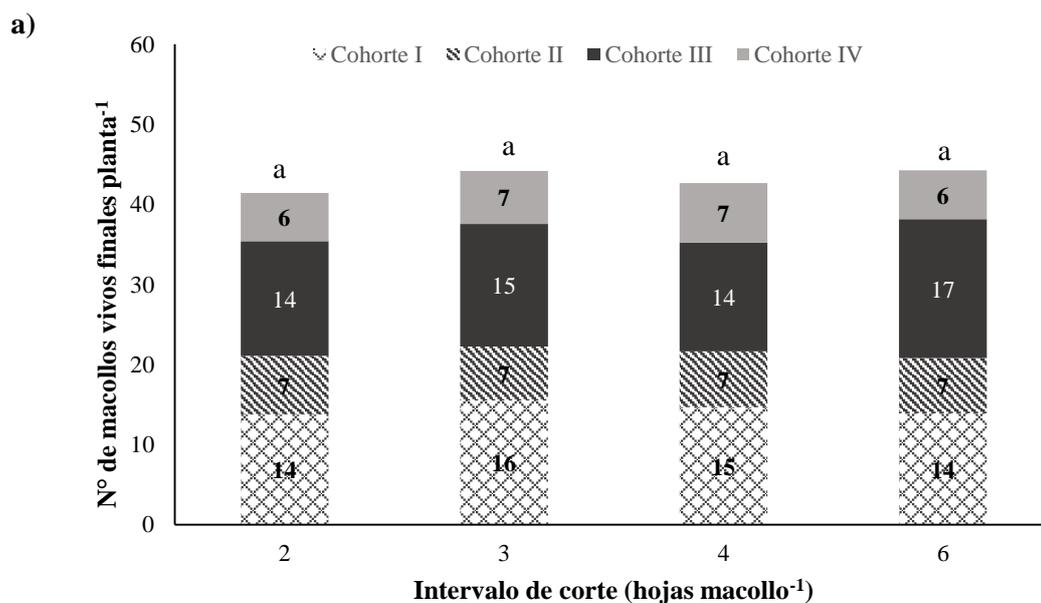
El recuento de la cantidad de macollos vivos y muertos acumulados al finalizar la experiencia no presentó diferencias significativas ( $p=0,31$ ) entre los diferentes intervalos de corte (Figura 3 a y b).

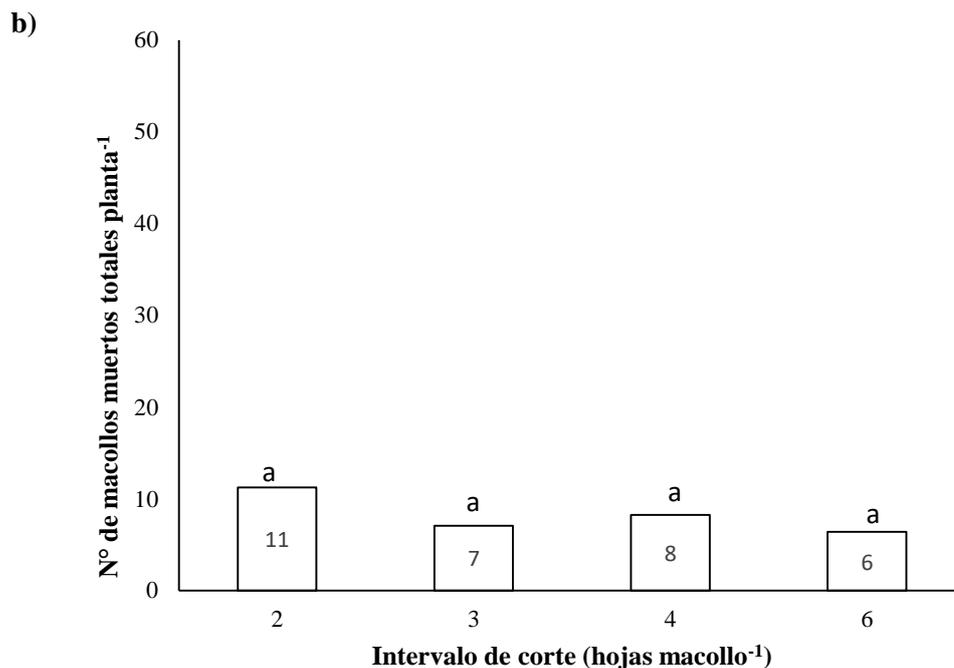
El número de macollos vivos acumulados por cada planta fue el resultado del balance neto entre la persistencia de los macollos iniciales, la aparición de nuevos macollos en cada una de las cohortes (I, II, III y IV) durante el período experimental y la muerte de los mismos. Puede observarse que los tratamientos, no sólo no afectaron la cantidad de macollos vivos sino tampoco la mortandad de los mismos (Figura 3 a y b).

Las plantas de *Panicum coloratum* no respondieron a los tratamientos de IC a través de la modificación de la densidad de macollos vivos acumulados (Figura 3 a), lo cual podría atribuirse a que, aún luego de un período prolongado entre cortes, la especie recupera con rapidez la capacidad de macollaje luego de una nueva defoliación.

Esta respuesta pareciera ser diferente a la de las especies de gramíneas  $C_3$  en las cuales los procesos de inhibición persisten durante períodos prolongados, en particular en los macollos con un estado reproductivo avanzado (Davies, 1988).

En lo que respecta al recuento de macollos vivos acumulados se observa que la densidad de los mismos dentro de un mismo IC, se incrementa aproximadamente un 50% respecto a conteos de la cohorte anterior con posterioridad a la realización de 2 cortes intercalados (*i.e.* Cohorte I y III *versus* Cohorte II y IV). Este comportamiento se manifiesta para todos los IC (Figura 3 a). La remoción de la MS aérea favorece el ambiente lumínico en la base del canopeo (mayor entrada de luz y aumento de la relación rojo/rojo lejano), permitiendo explicar un aumento en la TAM, en plantas bajo IC menores (IC2, IC3) se posibilita la decapitación de meristemas, lo que permite reactivar rápidamente la generación de nuevos macollos, aunque podría ser limitante la fuente de energía dada la baja disponibilidad de remanente. Bajo IC mas prolongados (IC4, IC6) la elongación de entrenudos se presenta en un estado avanzado por lo cual el proceso de decapitación no podrá revertir la inhibición de las yemas axilares que darían origen a nuevos macollos (Van Loo, 1993).





**Figura 3.** Número promedio de macollos **a)** vivos y **b)** muertos acumulados al finalizar el período experimental de plantas bajo diferentes intervalos de corte (IC). Las diferentes cohortes de macollos se registraron según estado foliar (2,5 hojas macollo<sup>-1</sup>). Letras minúsculas diferentes indican diferencias ( $p < 0,05$ ) entre IC.

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo indican que IC2 deprimió tanto la biomasa cosechada acumulada como la de raíz. Además, los IC de 2, 3 y 4 hojas macollo<sup>-1</sup> disminuyeron el rebrote de 7 días en relación con IC6. Sin embargo, este rebrote fue similar con y sin etiolación. Lo anterior sugiere que miijo perenne presenta plasticidad en la asignación del carbono. Tanto los carbohidratos no estructurales como otros compuestos (e.g., proteínas, ácidos orgánicos) podrían contribuir como fuente de carbono y energía durante el rebrote y, de esta manera, alcanzar una rápida recuperación del área foliar y capacidad de fotosíntesis. Este aporte de carbono y energía provendría mayoritariamente de la base de los macollos.

Se concluye que los intervalos de defoliación de tres o más hojas por macollo permitieron maximizar la biomasa cosechada y de raíz, la cuales poseen una relación

significativa, lineal y positiva que permite en plantas bajo IC3, IC4 e IC6 hojas macollo<sup>-1</sup> favorecer la eficiencia de captura y uso de agua y nutrientes.

El número de hojas por macollo puede ser un criterio adecuado para determinar el intervalo de la defoliación en pasturas de mijo perenne ya que considera el desarrollo morfológico de las plantas, sus condiciones fisiológicas y la vinculación de estas con efectos ambientales y de manejo. Sin embargo, se requieren estudios para determinar la estabilidad del indicador bajo condiciones variables de intensidad de defoliación y su interacción con el ambiente.

De los resultados obtenidos, se pone en evidencia la importancia de estudiar la aplicación de diferentes combinaciones de intervalos de corte en una misma estación de crecimiento y en condiciones de campo para conocer la respuesta de las variables estudiadas en los ambientes restrictivos y semiáridos donde se utilizan pasturas de *Panicum coloratum* L.

## **AGRADECIMIENTOS**

A *Carlos María Ferri* por la dirección, guía en la temática de estudio.

A *Guillermina Pérez Habiaga* por la dedicación, guía y apoyo en el transcurso de todo el desarrollo del trabajo final.

A *Javier Del Rio* por el cuidado de las plantas durante la pandemia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Ballaré, C.L. 1999. Keeping up with the neighbours: Phytochrome sensing and other signaling mechanisms. *Trends Plant Science* 4: 97–102. Briske D.D. 1991. Developmental Morphology and Physiology of grasses. En: *Grazing Management. An ecological Perspective*. Heitschmidt, R.K. y Stuth, J.W. (Eds.), 85-108. Timber Press, Portland, Oregon.
- Briske, D.D., y Richards, J.H., 1995. Plant responses to defoliation: a physiological, morphological and demographic evaluation. En: *Bedunah D.J. y R.E. Sosebee (Eds).*

- Widland plants: physiological ecology and developmental morphology: 635-710. Society for Range Management, Denver.
- Casal J.J., Deregibus V.A. y Sánchez R.A. 1985. Variations in tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* Lam. Vegetative and reproductive plants as affected by red/far-red radiation. *Annals of Botany*, 56: 553-559.
- Chapman, D.F., Tharmaraj, J., Agnusdei, M y Hill J. 2011. Regrowth dynamics and grazing decision rules: further analysis for dairy production systems based on perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) pastures.
- Chapman, D. F. y Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *Proceedings of International Grassland Congress*, 199: 95-104.
- Cowan, R.T. y Lowe, K.F. 1998. Tropical and subtropical grass management and quality. En: *Grass for Dairy Cattle*; Cherney, J.H., Cherney, D.J.R., Eds.; CABI Publishing: Wallingford, UK, 1998: 101–136.
- Cruz, P y Boval, M. 2000. Effect of Nitrogen on Some Morphogenetic Traits of Temperate and Tropical Perennial Forage Grasses. Eds: Lemaire, G., Hodgson, J., de Moraes, A., Nabinger, C. y Carvalho, P.C. de F. CAB International 2000. *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*: 151-168
- Da Silva, S., Sbrissia, A., y Pereira, L. 2015. Ecophysiology of C4 forage grasses—Understanding plant growth for optimising their use and management. *Agriculture*, 5 (3): 598-625.
- Davies, A. 1988. The regrowth of grass swards. En: Jones M.B. and Lazenby A. (Eds.) *The Grass Crop*. 85-127. Chapman Hall, London, United Kingdom.
- Dawson, L.A., Grayston, S.J., y Paterson, E. 2000. Effects of grazing on the roots and the rhizosphere of grasses. *Grassland ecophysiology and grazing ecology*: 61-84.
- Di Rienzo, J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. González, M. Tablada y C.W. Robledo (2008). *InfoStat*, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Donaghy, D.J.; Turner, L.R.; Adamczewski, K.A. Effect of defoliation management on water-soluble carbohydrate energy reserves, dry matter yields, and herbage quality of tall fescue. *Agron. J.* 2008, 100, 122–127.
- Edwards P J. (1965) The construction and use of light-proof boxes in grassland research work. *Proceedings of the 9th International Grassland Congress*, Sao Paulo, Brazil-
- Evans, P. S. 1972. Root growth of *Lolium perenne* L. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 15(2): 347–55.

- Ferri, C. M. y Jouve, V. V. 2007 Efectos del intervalo de corte y la fertilización nitrogenada en *Panicum coloratum* L. cv. Verde. APPA – ALPA- Cusco, Perú.
- Ferri, C., Jouve, V. V., y Sáenz, A. M. 2017. Defoliation management of kleingrass (*Panicum coloratum* L. var *coloratum*) cv Verde. *Phyton, International Journal of Experimental Botany*, 86: 190-198.
- Ferri, C.M., Jouve, V.V., Stritzler, N.P. y Petruzzi, H.J. 1998. Estimation of intake and apparent digestibility of kleingrass from in situ parameters measured in sheep. *Anim. Sci.* 67: 535-540.
- Frasinelli, C.A.; Veneciano, J.H. & Diaz, J. 2004. Sistemas de cría bovina en San Luis. Estructura, manejo e indicadores económicos. EEA San Luis. 88 p. (Información Técnica N° 166).
- Fulkerson, W. J. y Donaghy, D. J. 2001. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review
- Fulkerson, W. y Slack, K. 1994. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*. 1. Effect of water-soluble carbohydrates and senescence. *Grass and Forage Science* 49: 373-377.
- Hodgson, J. y da Silva, S.C. 2002. Options in tropical pasture management. En: Proceedings of the Annual Meeting of the Brazilian Animal Science Society, Recife, Brazil, 29 July–1 August 2002; Volume 39: 180–202.
- Jarvis, S. C. y Macduff, J. H. 1989. Nitrate nutrition of grasses from steady-state supplies in flowing solution culture following nitrate deprivation and/or defoliation. 1. Recovery of uptake and growth and their interactions. *Journal of Experimental Botany*, 40 (218): 965–75.
- Julander O. (1945) Drought resistance in range and pasture grasses. *Plant Physiology*.
- Lattanzi, F. A., Schnyder, H., y Thornton, B. 2005. The sources of carbon and nitrogen supplying leaf growth. Assessment of the role of stores with compartmental models. *Plant Physiology*, 137: 383-395.
- Lee, J.M.; Donaghy, D.J.; Sathish, P.; Roche, J.R. Interaction between water-soluble carbohydrate reserves and defoliation severity on the regrowth of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.)-dominant swards. *Grass Forage Sci.* 2009, 64, 266–275.
- Loch, D.S., Adkins, S. W., Heslehursr, M.R., Paterson, M. & Bellairs, S.M. 2004b. Seed Formation, Development, and Germination in tropical and subtropical species. CAB Int. Wallingford. Oxon, UK
- Matthew, C. J., Assuero, S. G., Black, C. K. y Sackville Hamilton, N. R. 2000. Tiller dynamics of grazed swards. In G. Lemaire, J. Hodgson, A. de Moraes, C. Nabinger, P. C. Carvalho (Eds.), *Grassland ecophysiology and grazing ecology*: 127–150
- Murphy, J.S. y Briske, D.D. 1992. Regulation of tillering by apical dominance chronology, interpretive value, and current perspectives. *Journal of Range Management* 45: 419–429.

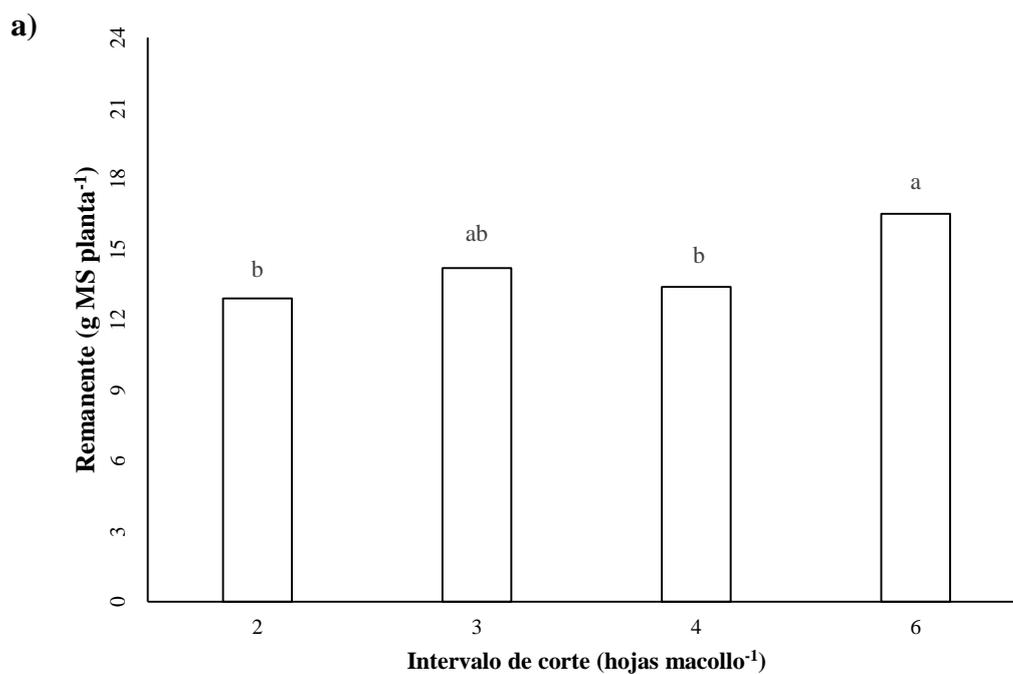
- Nelson, C. J. 2000. Shoot morphological plasticity of grasses: Leaf growth versus tillering. En G. Lemaire, J. Hodgson, A. de Moraes, C. Nabinger, y P. C. Carvalho (Eds.). Grassland ecophysiology and grazing ecology: 101–126.
- Pembleton, K. G., Lowe, K. F. y Bahnisch, L. M. 2009. Utilising leaf number as an indicator for defoliation to restrict stem growth in rhodes grass (*Chloris gayana*) cv. Callide. TG: Tropical Grasslands: 43(2): 79.
- Petruzzi, H. J.; Stritzler, N.P.; Adema, E. O.; Ferri, C.M. & Pagella, J. H., 2003. Mijo perene: *Panicum coloratum*. INTA Ediciones, Estación Experimental Agropecuaria Anguil, 51p.
- Pembleton, K.G., Lowe, K.F. y Bahnisch, L.M. 2009. Trop. Grassl. 43: 79-85.
- Richards, J. H. 1993. Physiology of plants recovering from defoliation. En: Proceedings of the XVII International Grassland Congress, Palmerston North, New Zealand, 85–94
- Santos, P. M.; Corsi M.; Pedreira C. G. S. y Lima C. G., 2006. Tiller cohort development and digestibility in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) under three levels of grazing intensity
- Sbrissia, A. F.; Da Silva, S. C.; Sarmiento, D. O. L.; Molan L. K.; Andrade, F.M.E. Gonç,alves, A. C.; Lupinacci, A. V.; 2010. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle.
- Scherger, E.D. 2020. Dinámica de macollaje, acumulación de material seca y patrón de enraizamiento de *Panicum coloratum* L. en respuesta a la defoliación.
- Stritzler, N.P., J.H. Pagella, V.V. Jouve y C.M. Ferri 1996. Semiarid warm-season grass yield and nutritive value in Argentina. Journal of Range Management. 49: 121-125.
- Thorgeirsson, H. 1988. The modeling and measurement of respiratory carbon use and net carbon gain of two Agropyron bunchgrasses. Ph.D. Dissertation, Utah State University, Logan.
- Torres, Y. A., Busso, C. A., Montenegro, O. A., Ithurrart, L., Giorgetti, H. D., Rodríguez, G. D. y Baioni, S. S. 2014. Plant growth and survival of five introduced and two native/naturalized perennial grass genotypes exposed to two defoliation managements in arid Argentina. Grass and Forage Science, 69(4): 580-595.
- Turner, L.R.; Donaghy, D.J.; Lane, P.A.; Rawnsley, R.P. Patterns of leaf and root regrowth, and allocation of water-soluble carbohydrate reserves following defoliation of plants of prairie grass (*Bromus willdenowii* Kunth.). Grass Forage Sci. 2007, 62, 497–506.
- Van Loo, E. N. 1993. On the relation between tillering, leaf area dynamics and growth of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Netherlands Journal of Agricultural Science, 40: 401-419.
- Volaire F. and Gandontn J.M. (1996) The effect of age of the sward on the relationship between water-soluble carbohydrate accutnulation and drought survival in two contrasted populations of cocksfoot (*Dacilylis glomerata* L.). Crass arid Forage Science
- Weinmann H. (1952) Carbohydrate reserves in grasses. Proceedings of the 6th International Grassland Congress. Pennsylvania, f,5A. pp. 655-660.

## ANEXO

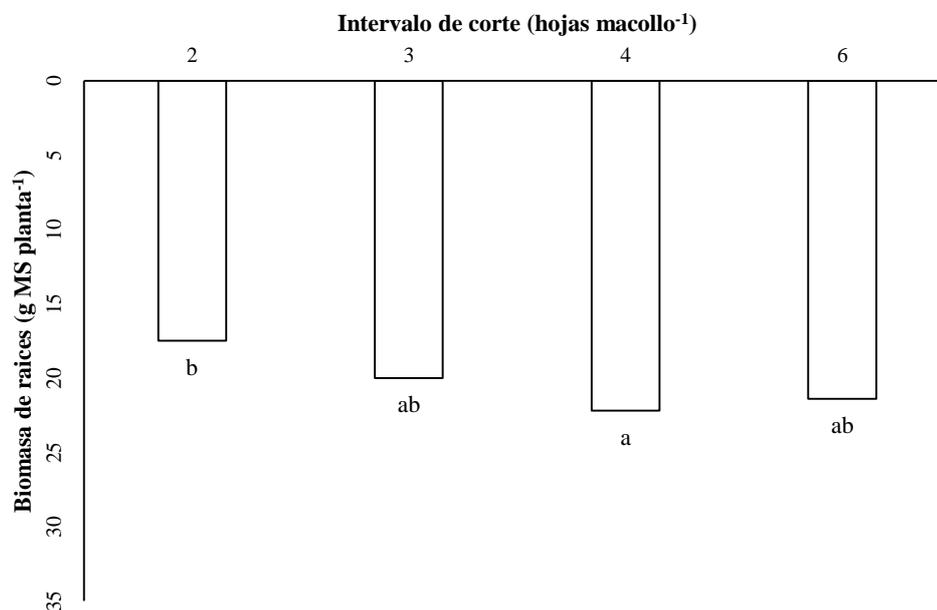
## Tablas

<b>Tabla 1.</b> Densidad promedio de macollos vivos y muertos acumulados al finalizar el periodo experimental, bajo diferentes intervalos de corte (IC; hojas macollo <sup>-1</sup> ).		
IC	N° promedio de macollos vivos acumulados planta <sup>-1</sup>	N° promedio de macollos muertos acumulados planta <sup>-1</sup>
2	41 a	11 a
3	44 a	7 a
4	43 a	8 a
6	44 a	6 a

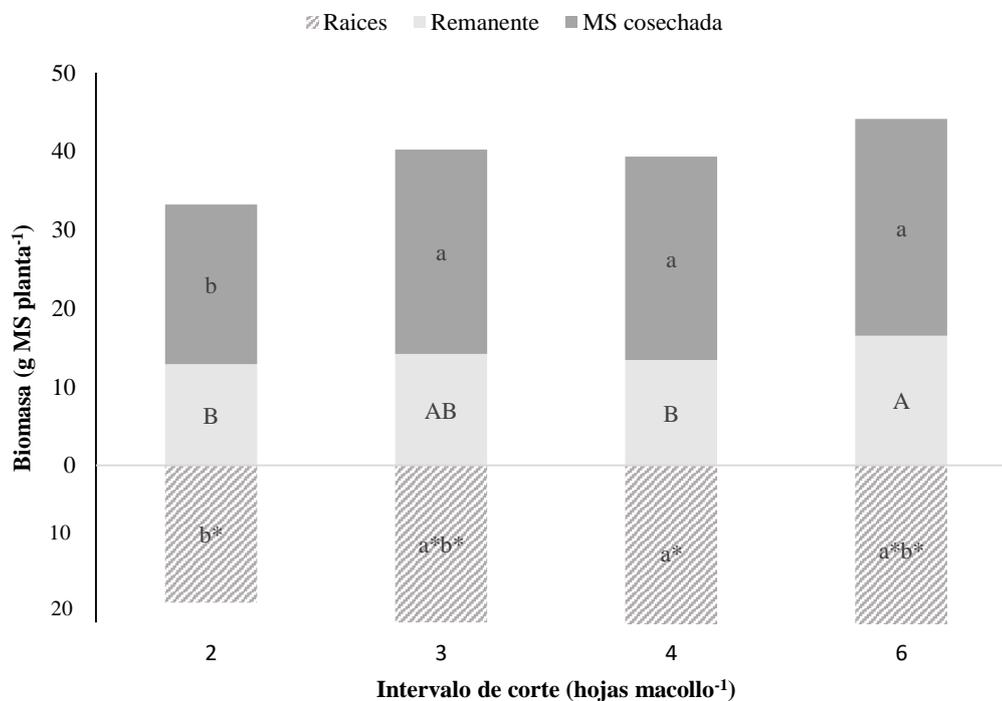
## Figuras



b)



**Figura 1.** Materia seca bajo diferentes intervalos de corte (IC) de **a)** remanente y **b)** raíces al finalizar el período experimental. Letras minúsculas diferentes indican diferencias ( $p < 0,05$ ) entre IC.



**Figura 2.** Materia seca cosechada acumulada, de remanente y raíces de plantas bajo diferentes intervalos de corte (IC). Letras minúsculas, mayúsculas y minúsculas con \* diferentes indican diferencias ( $p < 0,05$ ) entre IC.