



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE DOS INTENSIDADES DE
DEFOLIACIÓN SOBRE LA ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA Y
PERSISTENCIA EN PLANTAS DE *Panicum coloratum* L.**

Trabajo Final de Graduación para obtener el título de:

Ingeniera Agrónoma

Autoras:

AMMACHE, Camila Lucía
COLOMBATTO, Clara

Director: Dr. Carlos Ferri[†]

Cátedra Forrajicultura y Manejo de Pasturas

Co-directora: Ing. Agr. Guillermina Pérez Habiaga

Cátedra Forrajicultura y Manejo de Pasturas

Evaluadoras:

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	8
Materiales y Métodos	9
Resultados	12
Discusión	22
Conclusiones	24
Bibliografía	26

RESUMEN

En la provincia de La Pampa en general, los sistemas ganaderos de cría sustentan su producción mediante el uso del pastizal natural y pasturas de gramíneas perennes de crecimiento estival. Sin embargo, éstas últimas solo suelen expresar una fracción de su productividad potencial. El presente trabajo se desarrolló en condiciones semi-controladas utilizando plantas de *Panicum coloratum* L. con el objetivo de evaluar dos intensidades de defoliación establecidas como porcentaje de la altura pre-corte (25 y 50%) utilizando un intervalo fijo entre cortes de $3,5 \pm 0,6$ hojas macollo⁻¹. Defoliaciones intensas (AC25) a diferencia de laxas (AC50) incrementaron el número de macollos por planta y por consiguiente la biomasa cosechada, por lo contrario, disminuyen significativamente la fracción de lámina del remanente e independientemente de la AC comienza a incrementar el material senescente. Respecto a la TAM (tasa de aparición de macollos) no fue afectada ($p < 0,05$) por la AC, en contraposición fue significativamente mayor para los cortes 1 y 3 respecto a los cortes 2 y 4 ($p < 0,05$). Es importante estudiar diferentes combinaciones de alturas de corte e incorporar intervalos de defoliación en una misma estación de crecimiento y en condiciones de campo a los efectos de establecer prescripciones de manejo que permitan mantener la productividad, calidad y persistencia de las pasturas.

PALABRAS CLAVES: altura de corte, biomasa aérea y de raíces, tasa de aparición de macollos

ABSTRACT

In the province of La Pampa in general, cattle breeding systems use for their production natural grassland and perennial summer grasses. However, the latter only exhibit a fraction of its potential productivity. This work was carried out in semi-controlled conditions using *Panicum coloratum* L plants, being its aim to assess two established defoliation intensities, namely pre-cutting height percentage (25 and 50%) using a fixed cutting interval between cuts of $3,5 \pm 0,6$ leaves tiller⁻¹. Intense defoliations (CH25) in contrast with the laxer ones (CH50) increased the amount of tillers per plant, thus increasing the harvested biomass; on the contrary, they decrease significantly the remaining blade fraction and independently from CH the senescent material is increased. With respect to TAR (tiller appearance rate), the study shows that it was not affected by CH ($p < 0,05$); in contrast, TAR was significantly higher for cuts 1 and 3 as compared to cuts 2 and 4 ($p < 0,05$). In order to establish management prescriptions which would keep high productivity rates, quality and persistence of pastures it is important to study different cutting height combinations and also to incorporate defoliation intervals within the same season in field conditions.

KEY WORDS: cutting height, aerial and root biomass, tiller appearance rate

INTRODUCCIÓN

La incorporación de recursos forrajeros perennes de crecimiento estival, tales como pasto llorón, integrados con el pastizal natural, contribuyen a alcanzar una actividad ganadera con sistemas de producción de mayor sustentabilidad en el tiempo.

La región Pampeana semiárida central presenta 50.241,5 hectáreas (Censo Nacional Agropecuario, 2018) cultivadas con pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad) Nees) que, junto con los pastizales naturales, conforman la base forrajera que sustenta la producción en sistemas de cría (Frank *et al.*, 1998). El pasto llorón es una especie perenne de crecimiento estival cuya calidad forrajera sólo permite ganancias moderadas de peso vivo diario (GDPV) debido a su relativamente bajo valor nutritivo durante gran parte de la estación de crecimiento. Las mayores GDPV se registran al inicio del rebrote primaveral, momento en el cual, se logra un equilibrio entre cantidad y calidad de biomasa. A medida que se avanza en la estación de crecimiento el valor nutritivo del pasto llorón disminuye considerablemente y por consiguiente, las GDPV potenciales también decaen.

Durante las últimas décadas se introdujeron y evaluaron numerosas gramíneas perennes de crecimiento estival, GPCE, (Stritzler *et al.*, 1996), con la finalidad de buscar alternativas que permitan mejorar la calidad del forraje ofrecido sin perder sus características de perennidad y productividad. Entre las especies que se destacaron en dicha evaluación, se encuentra el mijo perenne (*Panicum coloratum* L.), forrajera que logró una importante difusión en esta región, y cuyo uso se espera que continúe en expansión (Petruzzi *et al.*, 2003). El mijo perenne es una forrajera de interés en los sistemas de cría de la región semiárida por sus elevados niveles de producción y adecuado valor nutritivo durante toda la estación de crecimiento como así también cuando se lo utiliza como forraje diferido en la estación invernal (Stritzler *et al.* 1996, Ferri *et*

al. 1998). Dependiendo del tipo de utilización puede integrar cadenas de cría o de invernada, reduciendo costos, sin perder niveles productivos y contribuyendo, además, a mejorar atributos físico-químicos de los suelos de la región.

Se trata de una especie largamente perenne, perteneciente a la tribu de las Paníceas, nativa del continente africano y adaptada a zonas templado-cálidas a tropicales. Entre sus características morfológicas se puede mencionar que presenta hojas densas de color verde a verde azulado con tamaño foliar promedio de hasta 1,5 cm de ancho y 30 cm de largo aproximadamente, panojas muy abiertas con una longitud variable de 6 a 25 cm, con espiguillas de color verde y púrpura con una longitud de 2,5 a 3 mm con glumas pequeñas y redondeadas.

La variedad *coloratum*, introducida desde Estados Unidos, demostró una apropiada adaptación al ambiente de la Región Pampeana Semiárida Central (RPSC) (Stritzler *et al.*, 1996) tolerando temperaturas mínimas de hasta -15 °C en invierno y temperaturas máximas de 45 °C en verano (Cano, 1980). En la RPSC inicia su rebrote a principios del mes de octubre, aproximadamente, con posterioridad al rebrote del pasto llorón, y no es afectada en forma importante por las heladas tardías si las mismas no superan el umbral de tolerancia. A partir de allí comienza a elevarse su tasa de crecimiento que se mantendrá relativamente constante a lo largo de la primavera y el verano (Petruzzi, 2003), alcanzando el pico de producción en los meses de noviembre y diciembre (Ferri, 2011). A partir de febrero su productividad disminuye hasta que, alcanzado el momento de las primeras heladas el material acumulado senesce y se detiene su crecimiento, sin embargo, y en comparación con pasto llorón, su calidad es superior cuando se la utiliza diferida hacia el invierno (Stritzler *et al.* 1996, Ferri *et al.* 1998).

La productividad del mijo perenne es una de las cualidades sobresalientes de la pastura. Después de varios años de evaluación en la región semiárida central, se ha comprobado que el

mijo perenne puede producir más de 8 Tn MS ha⁻¹año⁻¹ bajo condiciones óptimas de crecimiento.

Con el objetivo de establecer prescripciones de manejo, es importante en una primera instancia, comprender el efecto de la defoliación sobre las plantas y las respuestas de las variables morfogénicas y morfofisiológicas, para favorecer un adecuado equilibrio entre la cantidad de materia seca que se produce, su valor nutricional y la persistencia de la pastura, a fin de minimizar las posibles consecuencias adversas del manejo del pastoreo.

El manejo de la frecuencia e intensidad de la defoliación pueden afectar la magnitud del rebrote y a largo plazo la persistencia de la pastura, al modificar la distribución de las reservas carbonadas y atributos de la planta tales la tasa de elongación foliar, la tasa de macollaje, área foliar específica y la partición de la materia seca entre las diferentes fracciones morfológicas (lámina/tallo, raíz/biomasa aérea) (Chapman y Lemaire, 1993, Parsons et al, 1988).

La intensidad de utilización de una pastura está relacionada con la proporción de forraje utilizado, pudiendo ser medido como la altura post-defoliación de la biomasa residual (Holechek et al., 1998; Holechek y Galt, 2000), permitiendo clasificarlo en ligero o laxo, moderado y fuerte o severo. En pasturas de origen subtropical/tropical donde el tamaño de los macollos es mayor y las plantas tienden a formar matas, el concepto de intensidad de pastoreo cobra mayor importancia. En general, se requiere mantener un mayor remanente post- pastoreo, lo cual permite a las plantas incrementar rápidamente su tasa de crecimiento en el rebrote. A su vez, cuando se consideran los criterios de pastoreo, el manejo debería contemplar el estado de desarrollo fenológico que posee la pastura a lo largo de la estación de crecimiento, adquiriendo particular importancia en este tipo de especies debido a un inicio incipiente de elongación de los entrenudos, aún en estado vegetativo, y con ello una mayor exposición de los ápices a la

defoliación. Asimismo, a lo largo del ciclo productivo se observan también, macollos en estado reproductivo, afectando, de manera importante el consumo y valor nutritivo de la pastura (Ferri *et al.* 2011a y b).

Las defoliaciones intensas, a diferencia de las laxas, determinarían intervalos de rebrote más prolongados (Parsons *et al.* 1980), situación que se explica por la calidad y cantidad de material remanente para la captura de recursos y a la disponibilidad y funcionalidad de los puntos de crecimiento que permitirán a la planta regenerar nuevos tejidos (Schnyder *et al.*, 2000; Gastal y Lemaire, 2015).

Por otra parte, el régimen de defoliación, afecta la acumulación de biomasa subterránea, lo cual se atribuye a una reducción en la asignación de carbono hacia el sistema radical (Holland y Detling, 1990). Esto último podría interpretarse como un mecanismo de tolerancia a la defoliación (Briske, 1991), donde la reducción en el crecimiento de las raíces de las plantas defoliadas se relaciona con una mayor asignación de carbono a la parte aérea para recuperar área foliar (Richards, 1984). El conocimiento de los efectos de la defoliación sobre el sistema radical resulta esencial para efectuar un manejo que garantice la persistencia y la producción, particularmente, en ambientes donde la disponibilidad hídrica y de nutrientes son limitantes.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de dos intensidades de defoliación sobre la acumulación de materia seca y persistencia en plantas de mijo perenne (*P. coloratum* L. var. *coloratum*). Los objetivos específicos fueron cuantificar: la tasa de aparición de macollos (TAM), la acumulación de materia seca cosechada aérea y subterránea, la relación lámina/tallo, biomasa de lámina, biomasa de tallo y material senescente en el material remanente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en invernáculo, bajo condiciones semi controladas, con plantas de mijo perenne (*Panicum coloratum* L. var *coloratum*) cv Verde en las instalaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Santa Rosa (36°46'S; 64°16'W; 210 msnm). A los efectos del presente estudio, al inicio del mes de marzo se procedió a remover un total de 6 plantas de una pastura implantada en el año 2007, las cuales conformaron los bloques experimentales y, de cada una, se extrajeron ocho grupos de 10 macollos cada uno, a los que se les aplicaron cada tratamiento.

Los macollos fueron trasplantados a macetas tubulares de PVC (11 cm de diámetro x 50 cm de altura) rellenas con una mezcla homogénea de suelo Haplustol éntico, extraído de capa arable, y arena de médano (50/50, v/v). Todas las macetas fueron regadas a saturación cada tres días y se las fertilizó a inicios de enero con una dosis equivalente a 40 kg de N por ha. Las plantas fueron dispuestas en los tubos con una densidad equivalente a 25 plantas.m⁻². El tiempo transcurrido desde el trasplante hasta el inicio del ensayo experimental permitió favorecer el macollaje y el crecimiento de las raíces.

A lo largo del todo el período experimental se registró la temperatura del aire cada 30 minutos mediante la utilización de un sensor ubicado en casilla meteorológica Data Logger (LASCAR, modelo ELUSB-2-LCD), posicionado a la altura de las plantas en casilla meteorológica. *Panicum coloratum* L. se caracteriza por tolerar bajas temperaturas las cuales pueden alcanzar una mínima de -15 °C y máximas de 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.

El periodo experimental inició el 12 de octubre de 2020 se realizó un diseño en bloques completamente aleatorizado con arreglo factorial de los tratamientos con seis repeticiones. Se realizaron 2 tratamientos de altura de corte con seis repeticiones: altura del remanente post-corte equivalente al 25 % (AC25) y 50 % (AC50) de la altura pre-corte, la cual se cuantificó mediante un bastón graduado. La biomasa inicial fue cortada, secada (72 h; 65 °C) y pesada para ser utilizada como covariable.

En total se realizaron 4 cortes, el corte inicial se realizó el 18 de noviembre del 2020, los posteriores cortes se llevaron a cabo con un intervalo entre cortes de $3,5 \pm 0,6$ hojas expandidas por macollo. Los posteriores cortes se efectuaron con fecha 4 de enero, 24 de febrero y 8 de marzo del 2021. Para establecer el número de hojas acumuladas se realizó el conteo de las 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).

Previo al corte, se contaron todos los macollos vivos y se los marcó con anillos de plástico del mismo color; luego, cada vez que se cuantificaban 3,5 hojas acumuladas, se contaron y marcaron los macollos nuevos con anillos de un color diferente para cada corte en particular. Se sacaron y contaron los anillos de los macollos muertos por planta 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 muertos cuando estaban totalmente amarillos o con una alta proporción de tejido senescente. Este conteo permitió calcular la tasa de aparición de macollos (TAM) estimada a través de la relación entre el promedio de macollos hasta la fecha de corte y el promedio de macollos contabilizados en el corte inmediato anterior. La densidad

de macollos vivos en cada observación se calculó mediante la suma de los macollos que aparecieron en la misma y los sobrevivientes marcados en muestreos anteriores. A su vez, se cuantificaron los macollos vivos al finalizar el periodo experimental.

Para estimar la biomasa subterránea acumulada, luego de cada corte se extrajeron las plantas de 6 tubos de cada tratamiento (12 tubos en total) y se separó el remanente de las raíces, las mismas se lavaron, secaron (72 h; 65 °C) y posteriormente se pesaron.

La biomasa aérea remanente de dichos cortes destructivos se separó en las fracciones lámina, tallo + vaina y material senescente, luego, al igual que las raíces, se secaron en estufa (72 hs; 65 °C) y se pesaron. La MS de la planta se obtuvo a través de la sumatoria de la MS aérea (MS cosechada + remanente) y raíz.

Los datos se analizaron mediante ANOVA y prueba LSD ($\alpha=0,05$). Para cumplir con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, se realizó la transformación de las siguientes variables, materia seca de lámina viva acumulada y fracción material senescente (raíz cuadrada) y materia seca de raíz (logaritmo natural). Los resultados se presentan con los valores de las variables retransformadas (*i.e.* a la variable transformada se le aplicó la operación inversa a la empleada originalmente para su transformación). Se utilizó el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2008).

RESULTADOS

Tasa de aparición de macollos (TAM)

La TAM no fue afectada ($p > 0,01$) por la altura de corte (AC25 – AC50). Se encontraron diferencias ($p < 0,05$) significativas entre corte 2 (04/01/2021) y 4 (08/03/2021) con respecto al corte 1 (18/11/2020) y 3 (24/02/2021) (Figura 1).

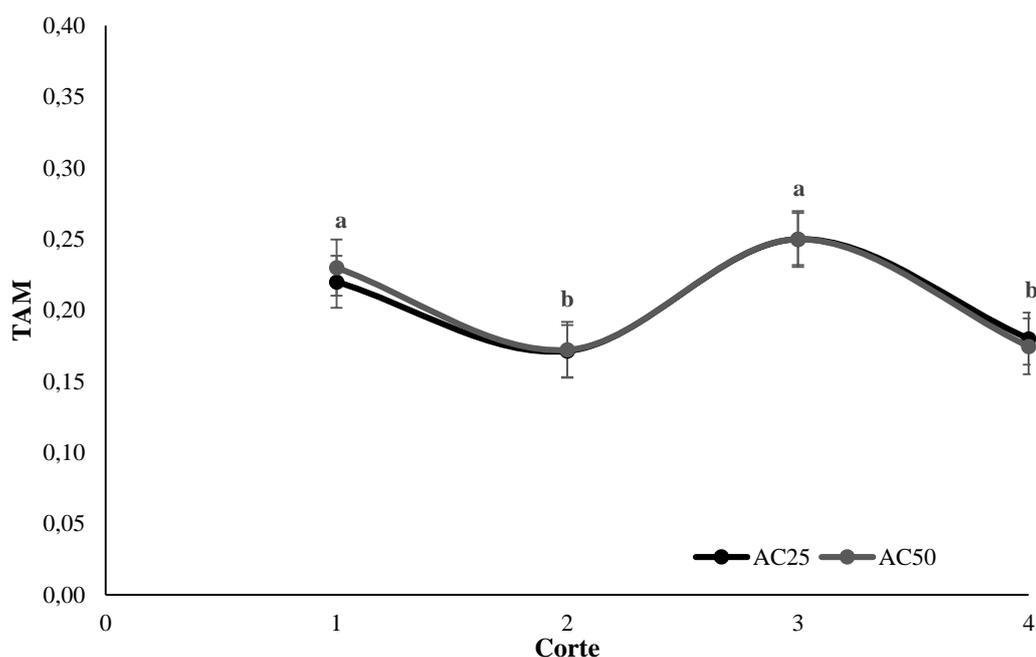


Figura 1. Tasa de aparición de macollos (TAM) bajo diferentes alturas de corte (AC25 y AC50) para cada fecha de corte: (1: 18/11/2020; 2: 4/1/2021; 3: 24/2/2021 y 4: 8/3/2021), en plantas de *Panicum coloratum*. Letras minúsculas diferentes indican diferencias ($p < 0,05$) entre diferentes alturas de corte.

Macollos vivos por planta

El número de macollos vivos acumulados por planta no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$), en función de los cortes, por el contrario, fue afectada por la AC ($p < 0,05$) siendo significativamente mayor para la AC25 respecto a la AC50 con valores promedios de 40,45 y 34,7 macollos vivos acumulados por planta, respectivamente (Figura 2).

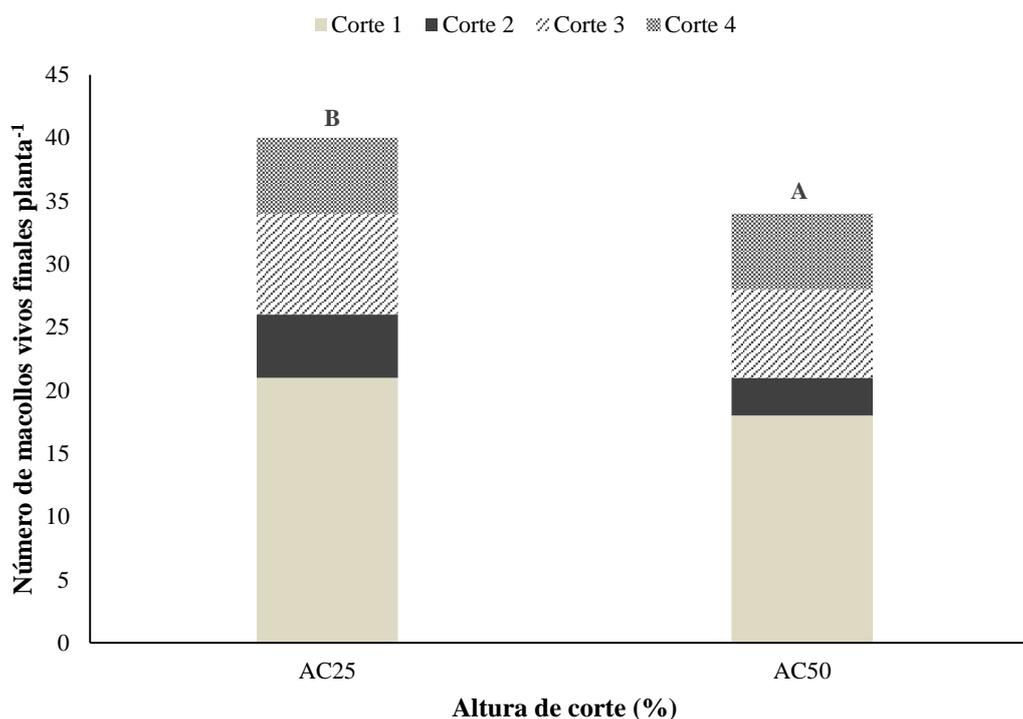


Figura 2. Número de macollos vivos al finalizar el período experimental de plantas bajo diferentes alturas de corte (AC25 y AC50) acumulados en los siguientes cortes 1: 18/11/2020; 2: 4/1/2021; 3: 24/2/2021 y 4: 8/3/2021. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias ($p < 0,05$) entre alturas de corte.

Materia seca cosechada

La materia seca cosechada no presentó interacción significativa entre las variables AC y corte ($p = 0,837$). Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos de AC, siendo mayor bajo la AC25 respecto a la AC50 (Figura 3), en tanto que no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los cortes.

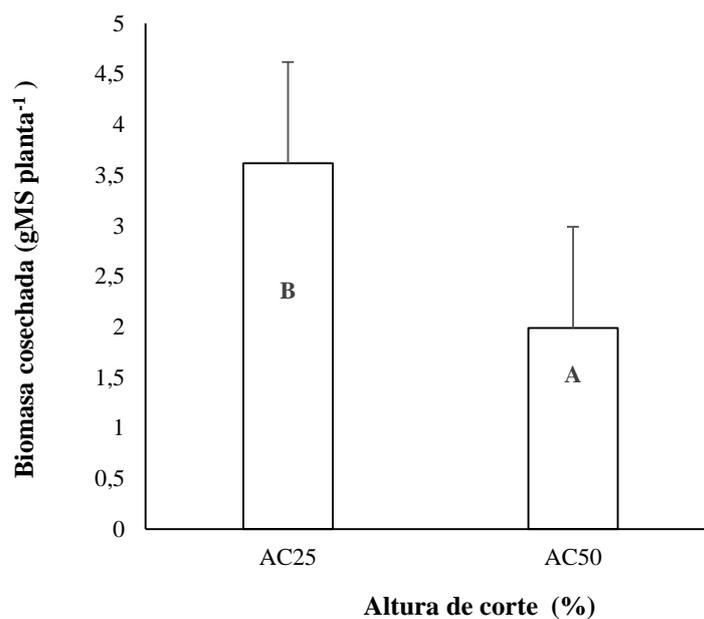


Figura 3. Biomasa cosechada a diferentes alturas del remanente post-corte equivalentes a AC25 y AC50 de la altura pre-corte, en plantas de *Panicum coloratum*. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre alturas de corte.

Materia seca del remanente

La materia seca total del remanente fue afectada por la AC en forma diferencial según el corte (interacción AC x corte; $p < 0,05$) (Figura 4).

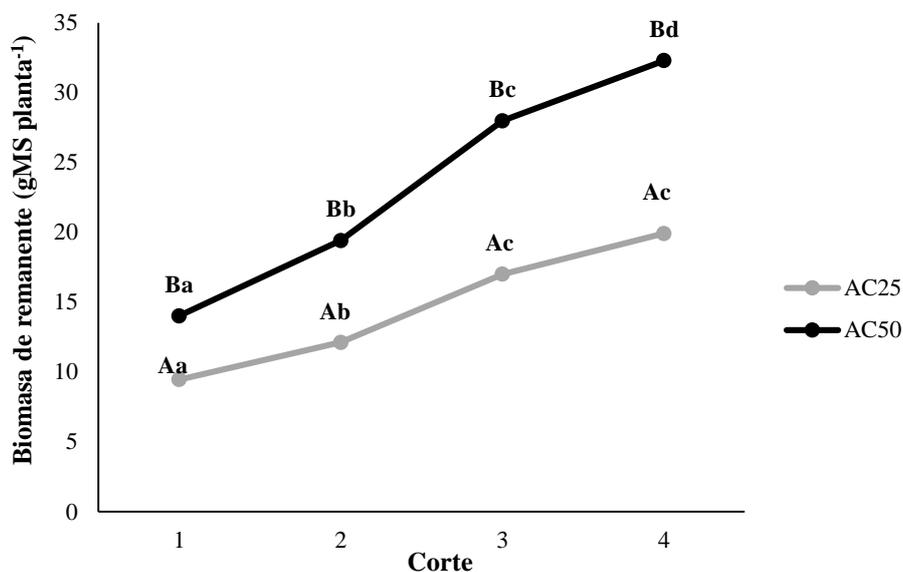


Figura 4. Biomasa del remanente en plantas de *Panicum coloratum*, a las alturas del remanente post-corte equivalentes a AC25 y AC50 para cada corte (1: 18/11/2020; 2: 4/1/2021; 3: 24/2/2021 y 4: 8/3/2021). Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias ($p < 0,05$) entre alturas de corte y cortes, respectivamente.

Materia seca de las fracciones morfológicas del remanente

Fracción lámina

La acumulación de MS de la fracción lámina del material remanente fue afectada por la AC, alcanzando valores significativamente mayores a la AC50 respecto de la AC25 para todos los cortes. A su vez, para la AC50 dicha fracción incrementó con el número de cortes, mientras que se mantuvo constante bajo la AC25 (interacción AC x corte; $p < 0,05$) (Figura 5).

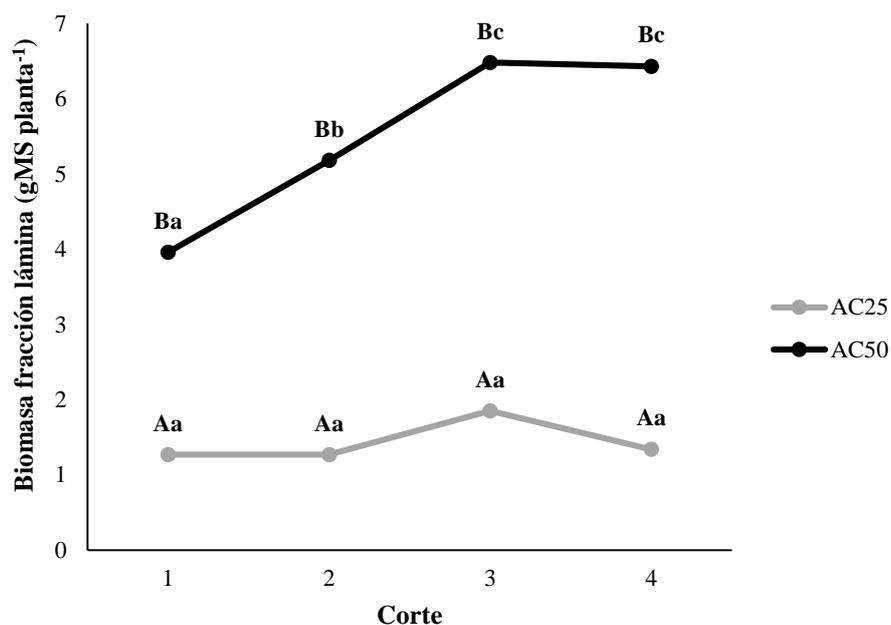


Figura 5. Biomasa de la fracción lámina del remanente en plantas de *Panicum coloratum* a las alturas del remanente equivalentes a AC25 y AC50 para cada corte (1: 18/11/2020; 2: 4/1/2021; 3: 24/2/2021 y 4: 8/3/2021). Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias ($p < 0,05$) entre alturas de corte y cortes, respectivamente.

Fracción tallo

La MS de la fracción tallo (tallos+vaina) del material remanente fue significativamente mayor bajo la AC50 respecto de la AC25 para el corte 2 y los subsiguientes, en tanto que en el corte 1 no se observaron diferencias entre AC. A su vez, esta variable incrementó con el número de cortes para ambas AC, comportamiento que se observó para AC25 hasta el corte 3, luego disminuyó levemente tomando valores similares a los cortes 2 y 3 (interacción AC x corte; $p < 0,05$; Figura 6).

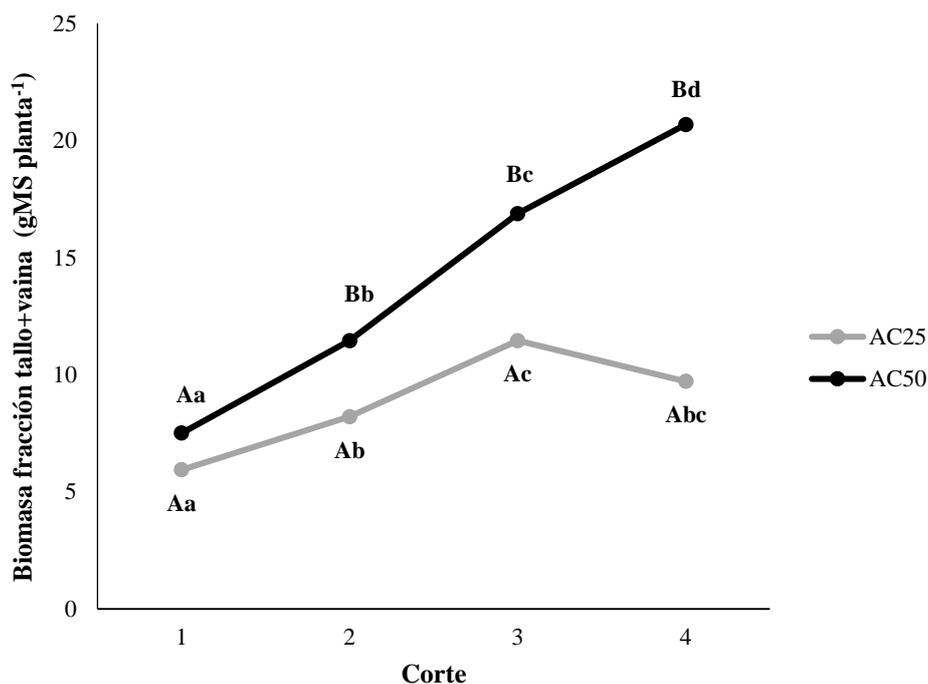


Figura 6. Biomasa de la fracción tallo (tallos+vaina) del remanente en plantas de *Panicum coloratum*, a las alturas del remanente equivalentes a AC25 y AC50 para cada corte (1: 18/11/2020; 2: 4/1/2021; 3: 24/2/2021 y 4: 8/3/2021). Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias ($p < 0,05$) entre alturas de corte y cortes, respectivamente.

Fracción muerto

El material senescente del remanente no fue afectado por la AC ($p > 0,05$). Los cortes 3 y 4 presentaron una mayor ($p < 0,05$) acumulación de MS senescente respecto de los cortes 1 y 2, los que a su vez fueron similares entre sí al igual que los cortes 3 y 4 ($p > 0,05$; Figura 7).

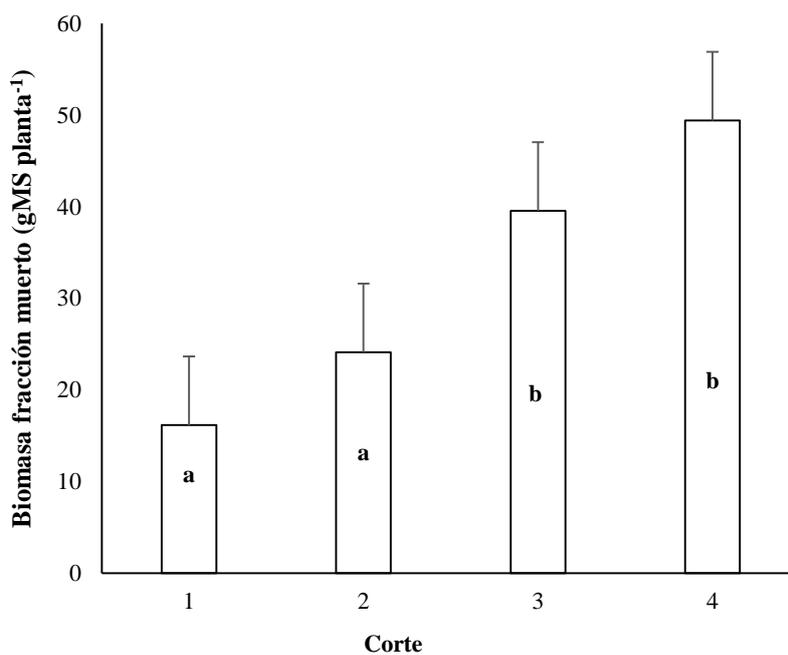
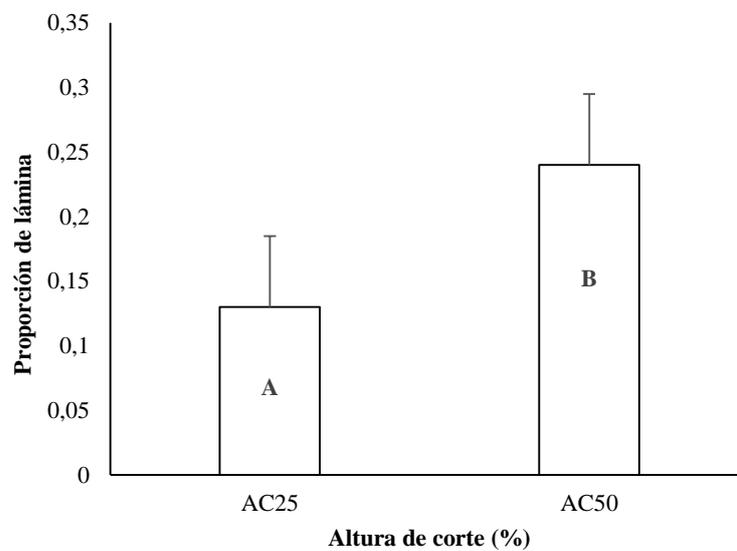


Figura 7. Biomasa fracción muerto del remanente en plantas de *Panicum coloratum*, en función del corte (1: 18/11/2020; 2: 4/1/2021; 3: 24/2/2021 y 4: 8/3/2021). Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Proporción de lámina

La proporción de lámina del material remanente fue mayor bajo el corte más laxo ($p < 0,05$; Figura 8 a), y disminuyó al avanzar el número de cortes, aunque los cortes 1 y 2 presentaron una proporción de lámina similar ($p > 0,05$) entre sí y mayor que los cortes 3 y 4 ($p < 0,05$; Figura 8 b).

a)



b)

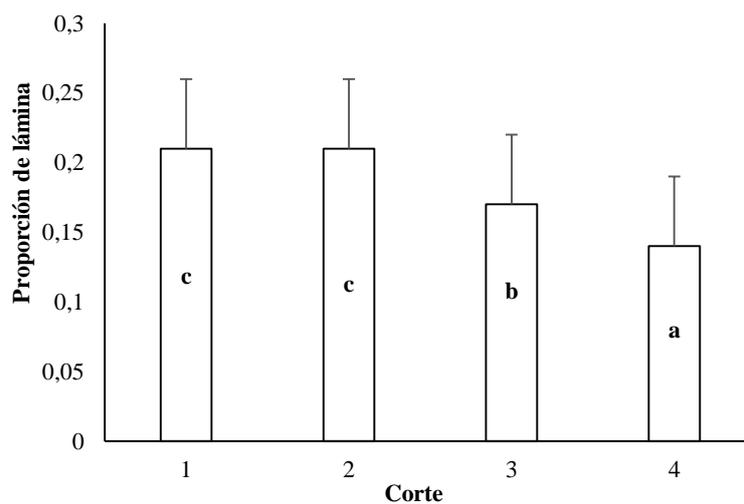


Figura 8. Proporción de lámina del remanente en plantas de *Panicum coloratum*, en función de **a)** las alturas del remanente equivalente a AC25 y AC50 y **b)** del corte (1: 18/11/2020; 2: 4/1/2021; 3: 24/2/2021 y 4: 8/3/2021). Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Materia seca de raíces

La MS de raíz incrementó tanto con la AC como con el corte ($p < 0,05$; Figura 9 a y b). Los cortes 1 y 2 (2,17g y 2,47g, respectivamente) presentaron valores distintos entre sí e inferiores a los cortes 3 y 4, los que a su vez no difirieron entre ellos.

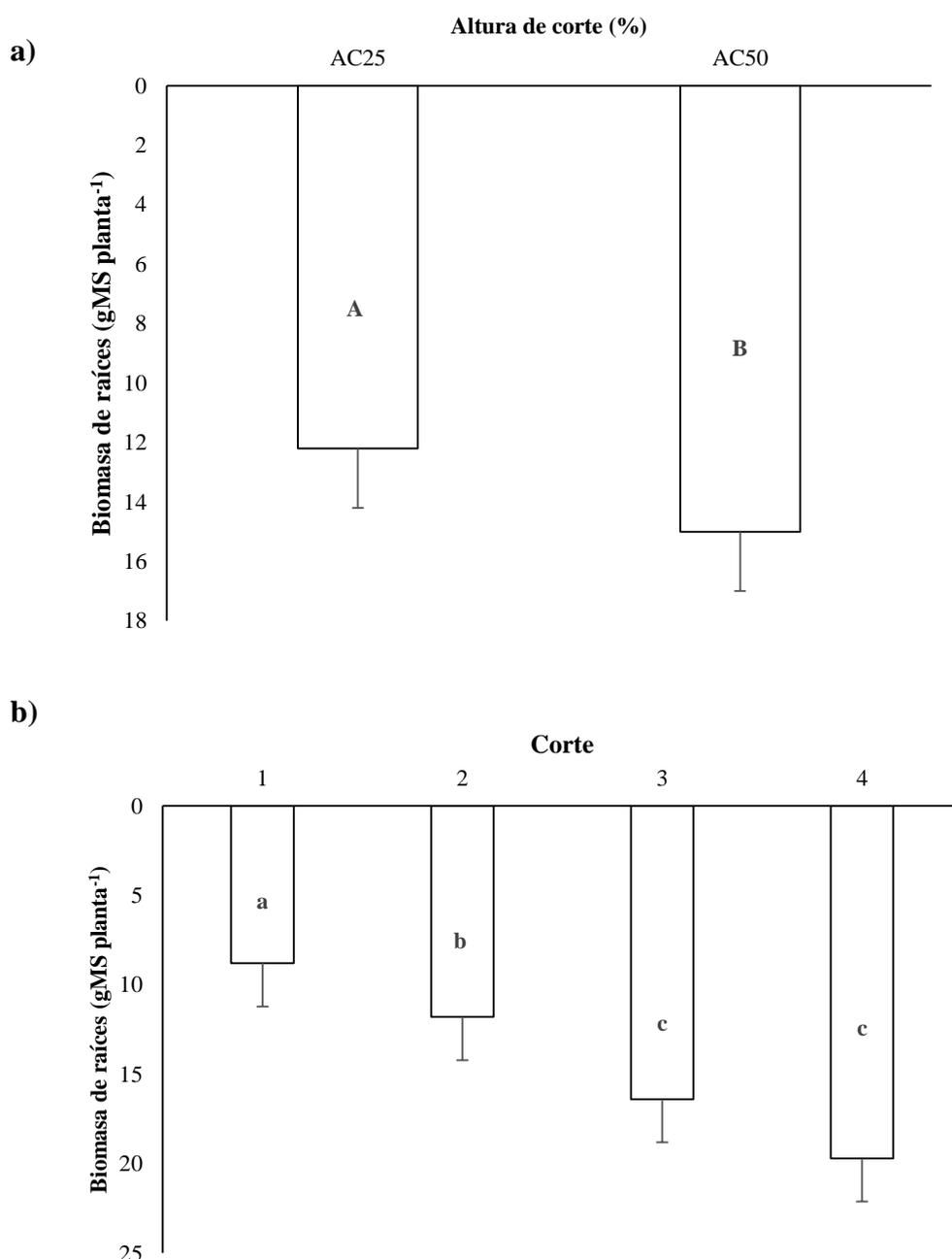


Figura 9. Biomasa de raíces en plantas de *Panicum coloratum*, en función de **a)** altura del remanente equivalentes a AC25 y AC50 y **b)** del corte (1: 18/11/2020; 2: 4/1/2021; 3: 24/2/2021 y 4: 8/3/2021). Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Materia seca total de planta

La materia seca total de la planta fue afectada por la AC en forma diferencial según el corte (interacción AC x corte; $p < 0,05$). Es así que, en los dos primeros cortes no se encontraron diferencias en la materia seca total de planta entre las AC, en tanto que, en los dos últimos los valores fueron mayores para la AC50. A su vez al incrementar el número de cortes los valores de dicha variable aumentaron, excepto bajo AC25 donde los cortes 1 y 2 fueron similares entre sí e inferiores respecto a los restantes (Figura 10).

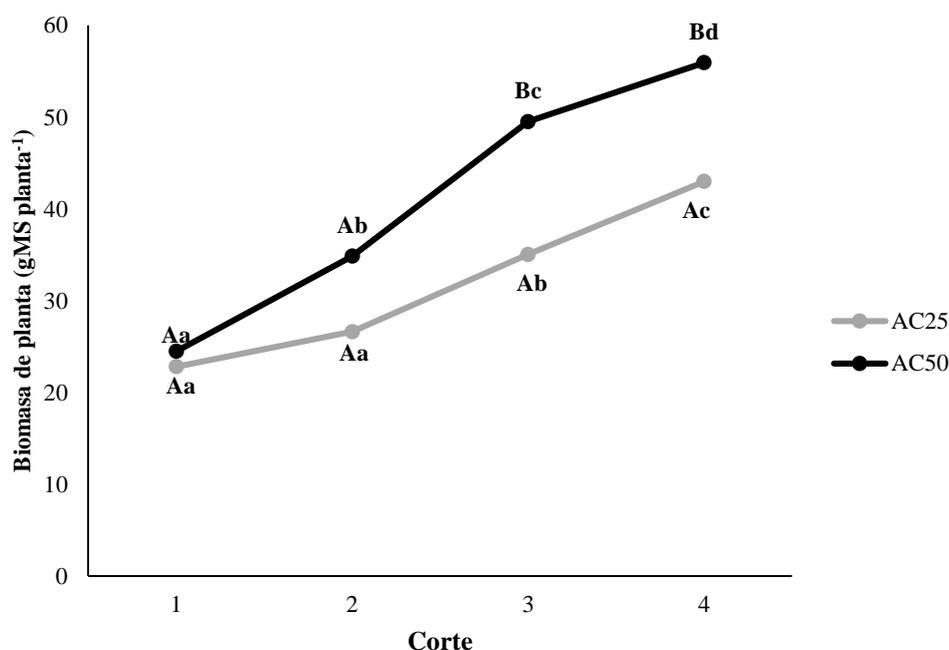


Figura 10. Materia seca total de plantas de *Panicum coloratum*, a las alturas del remanente equivalentes a AC25 y AC50 para cada corte (1: 18/11/2020; 2: 4/1/2021; 3: 24/2/2021 y 4: 8/3/2021). Letras mayúsculas y minúsculas distintas indican diferencias ($p < 0,05$) entre alturas de corte y cortes, respectivamente.

DISCUSIÓN

Los resultados sugieren que las respuestas morfogénicas y estructurales del mijo perenne bajo alturas de corte diferenciales modifica el patrón de acumulación de materia seca tanto aérea como subterránea y la composición morfológica de la biomasa del remanente, variables que podrían afectar tanto el rebrote como la persistencia de la pastura. Es así que la AC más laxa (AC50) se correspondió con plantas que alcanzaron una población de macollos menos densa, aunque con una acumulación de MS total mayor y con un remanente más folioso, aunque al aumentar el número de cortes el comportamiento de algunas de estas variables fue modificándose.

En relación a lo expresado, si bien el efecto de una AC más intensa determinó una mayor densidad de macollos (Figura 2), ello no estuvo relacionado con un incremento en la TAM, por lo cual podría especularse con la posibilidad de un incremento en la mortalidad de macollos. Si bien la AC no afectó la TAM, luego de cada corte se observó un incremento de la misma (Figura 1), lo cual podría ser consecuencia de un ingreso de luz y una relación rojo/rojo lejano mayor que, a su vez, permitiría la activación de una mayor proporción de yemas axilares (Casal *et al.*, 1985) y la generación de nuevos macollos. Por otro lado, los cortes más laxos habrían determinado un mayor nivel de sombreado y con ello la muerte de los macollos más jóvenes al limitarse el abastecimiento de carbono (Davies, 1988).

En cuanto a la acumulación de materia seca cosechada, si bien la misma fue un 80% mayor bajo la AC más intensa, este tratamiento, en promedio, deprimió la acumulación de MS de raíz y planta un 20% respecto de la AC laxa. También se observó una menor acumulación de MS del remanente en coincidencia con una menor biomasa de las fracciones lámina y tallo respecto a AC50 (Figuras 4, 5 y 6). Si bien la menor acumulación de MS del remanente podría

explicarse, en parte, por la altura en la que se efectuaron los cortes, las diferencias entre AC aumentaron al avanzar la estación de crecimiento. Ello se debería al incremento progresivo de la fracción tallo en el remanente, el cual alcanzó una mayor magnitud con el avance en el estado fenológico de las plantas bajo la AC50, mientras que, bajo AC intensas la acumulación de ésta fracción se estabilizó rápidamente. La acumulación de MS de lámina en el remanente presentó un comportamiento similar al exhibido por los tallos, aunque bajo la AC50 también se estabilizó en los dos últimos cortes determinando una disminución en la relación lámina:tallo. A su vez, los macollos elongados sombrean las hojas ubicadas en la parte inferior del canopeo acelerando la muerte foliar e incrementando la tasa de senescencia (Duru y Ducrocq, 2000). Esta reducción en la proporción de hojas e incremento en el contenido de tallos, al igual que de material muerto en la pastura, sería consecuencia de la expresión del estado reproductivo (Pembleton et al., 2009; Ferri y Molas, 2013).

Por otro lado, la menor acumulación de MS de planta bajo cortes intensos se explicaría en que si bien las plantas poseerían una mayor proporción de hojas jóvenes, las mismas serían más reducidas y tendrían un AF menor con respecto a aquellas de mayor altura de corte (Yasuoka *et al.* 2018). Con lo cual, se deduce que la acumulación de MS total por planta se podría incrementar a partir de mantener una mayor altura del remanente y tiempo de crecimiento y, así, alcanzar una mayor superficie fotosintética (Ferri y Jouve, 2007; Ferri *et al.*, 2017). En tal sentido, Parsons *et al.* (1988a) plantearon que en plantas con defoliaciones intensas la tasa fotosintética del remanente es reducida sustancialmente por la defoliación, y esto ocasiona un retraso considerable en alcanzar la máxima tasa fotosintética, en cambio, con defoliaciones laxas el canopeo es reducido en menor medida por la defoliación y la tasa máxima de fotosíntesis es reestablecida rápidamente, permitiendo alcanzar mayores acumulaciones de biomasa.

Los menores niveles de acumulación de MS radical bajo AC más intensas, en relación a defoliaciones más laxas (Figura 9 a) fue observada por varios autores. Entre ellos Dawson *et al.*, 2000 quienes plantearon que, ante mayores niveles de biomasa removida, la pérdida de raíces por muerte y posterior desprendimiento de las mismas se incrementa significativamente respecto a defoliaciones más laxas. Esto sería consecuencia de un balance negativo de carbono en las raíces debido a una mayor asignación del mismo hacia la parte aérea a fin de recuperar la capacidad fotosintética (Briske y Richards 1995), determinando un incremento en la tasa de muerte de raíces y una reducción de la biomasa total (Pereira y da Silva, 2018).

Asimismo, la mayor acumulación de MS de raíces con el avance en la estación de crecimiento (Figura 9 b), y por lo tanto del estado fenológico, sería consecuencia de los cambios en la estructura vertical de la planta. Ello permitiría una mayor intercepción de la radiación, menor nivel de autosombreo en hojas de estratos inferiores, y con ello un incremento en la eficiencia fotosintética (Woledge 1978) al igual que un incremento en la tasa de elongación foliar. Por ello, el carbono invertido en hoja bandera, elongación de tallos e inflorescencias permanece por mayor tiempo lo que podría conducir a una mejor distribución del carbono hacia las raíces y por consiguiente mayor acumulación de biomasa subterránea. Por lo contrario, en estado vegetativo (cortes 1 y 2) se reduce la translocación de carbono hacia las raíces y se favorece la asignación de recursos a la parte aérea y la recuperación de la capacidad fotosintética, restringiendo en el corto plazo el desarrollo radical (Briske y Richards 1995).

CONCLUSIONES

El manejo de la defoliación en *Panicum coloratum* L., definido en términos de la altura de corte, modifica el patrón de crecimiento de los macollos con importantes implicancias sobre

la acumulación de materia seca tanto aérea como subterránea y la composición morfológica de la biomasa del remanente.

Si bien las defoliaciones intensas (AC25) con intervalos de defoliación de 3,5 hojas expandidas por macollo incrementaron el número de macollos por planta y por consiguiente la biomasa cosechada, defoliaciones severas sostenidas a lo largo de toda la estación de crecimiento, podrían afectar la persistencia de la pastura, dado que disminuyen significativamente la fracción morfológica de lámina del remanente y en ambas alturas de corte comienza también a incrementarse el material muerto del mismo hacia los últimas fechas de cortes (3 y 4).

Asimismo, alturas de corte intensas, afectan la acumulación de biomasa radical, lo cual adquiere importancia en períodos de deficiencia hídrica, ya que esto reduce la habilidad de la planta para tolerar estreses ambientales tales como sequía.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo evidencian la importancia de estudiar la aplicación de diferentes combinaciones de alturas de corte e incorporar intervalos de defoliación en una misma estación de crecimiento y en condiciones de campo para conocer la respuesta de las variables estudiadas y optimizar acumulación de materia seca y persistencia de pasturas de *Panicum coloratum* L.

AGRADECIMIENTOS

Queremos dedicar y ofrecer nuestro agradecimiento especial al Doctor *Carlos Ferri*, nuestro maestro durante el proceso experimental, quien con su energía, paciencia y sabiduría nos guió para comenzar y continuar con este proyecto para obtener el título de Ingeniera Agrónoma.

A *Guillermina Pérez Habiaga*, nuestra co-directora, quien con su confianza, dedicación y conocimiento permitió finalizar el desarrollo de este trabajo.

Una mención particular a la Mg. *Varinia Jouve*, dadas las circunstancias, quién con su esfuerzo, perseverancia, y voluntad nos acompañó y brindó su apoyo cuando lo necesitamos.

A la *Facultad de Agronomía de la UNLPam*, por prestarnos las instalaciones necesarias para cada etapa del proyecto y darnos los instrumentos para poder llevar a cabo este trabajo final de graduación.

BIBLIOGRAFÍA

- 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). Wildland plants: physiological ecology and developmental morphology: 635-710*. Society for Range Management, Denver.
- Cano E. 1980. Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de La Pampa. INTA, Provincia de La Pampa, UNLPam, 493.
- Chapman, D. F. y Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *Proceedings of International Grassland Congress, 199: 95-104*.
- 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*.
- 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*.
- Davies, A. 1988. The regrowth of grass swards. Pp. 85-117. En: Jones M. B. and Lazenby A. *The Grass Crop. The physiological basis of production*.
- 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., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Duru, M. y Ducrocq, H. 2000. Growth and senescence of the successive leaves on a cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. *Annals of Botany* 85: 645-653.
- 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.
- Ferri, C.M., Brizuela, M. A., Cid, M. S., Stritzler, N. P. 2006. Dinámica de acumulación de láminas foliares y estructura del forraje diferido de *Panicum coloratum* L. *Agricultura Técnica*, 66(4): 376-384
- 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.M. 2011. The seasonal and inter-annual patterns of biomass accumulation and crude protein in kleingrass (*Panicum coloratum*) in the semiarid Pampean region of Argentina. *Journal of Agriculture and Natural Resources* 38:191-198.
- Ferri, C. M., y Molas, M. L. 2013. Predicting green leaf proportion in ungrazed kleingrass (*Panicum coloratum* L.) in the semiarid Pampas Region of Argentina. *Chilean journal of agricultural research*, 73(2): 193-195.
- 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.
- Frank, E.O.; Llorens, E.M. y Cabral, D.R. 1998. Productividad de los pastizales de la Provincia de La Pampa, Gobierno de la Provincia de La Pampa, INTA, 167 p.
- 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.
- Hernández-Garay, A., Hodgson, J., y Matthew, C. 1993. Spring grazing management and tiller dynamics in a ryegrass/white clover pasture. En: *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 55 (133): 133-136. New Zealand Grassland Association.
- Hernandez-Garay, A., Euclides, V. P. B., Silva, S. C., Montagner, D. B., Nantes, N. N., Nascimento, D. Jr., y Soares, C. O. 2014. Herbage accumulation and animal performance on Xaraes palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, 2: 76–78
- Jouve V.V., Ferri C.M., Belmonte V., Sáenz A.M. y Lardone S.E. 2015. Respuesta del área foliar específica de *Panicum coloratum* L. bajo diferentes manejos de la defoliación. *Revista Argentina de Producción Animal*: 35: 210.
- Jouve, V. V.; Pérez Habiaga, G.; Castaño, M. y Ferri, C. M. Inédito. Relación entre la reserva de carbohidratos no estructurales y el macollaje en plantas de *Panicum coloratum* L.

- Jouve, V.V.; Castaño, M.; Ferri, M. C. y Distel, R. 2018. Patrones de defoliación y respuesta en la concentración de carbohidratos no estructurales, biomasa y área foliar específica de *Panicum coloratum* L. 41° Congreso de la Asoc. Argentina de Producción Animal – RAPA 2018
- Lemaire, G. y Chapman, D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. En: *The ecology and Management of Grazing Systems*. J. Hodgson y A.W. Illius (eds.), pp 3-36. CAB International, Wallingford, Oxon, UK
- Murcia, 2012. Dinámica del macollaje y biomasa área acumulada en *Panicum coloratum* L. según distintos intervalos de corte. Provincia de La Pampa, UNLPam.
- 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.
- Parsons, A. J., Johnson, I. R., y Harvey, A. 1988. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. *Grass and Forage Science*, 43: 49–59.
- 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.
- Pereira, L. E. T., da Silva, S. C., Matthew, C., y López, I. F. 2018. Grazing management for sustainable grazing systems New Zealand; and André Fischer Sbrissia, Universidade do Estado de Santa. En *Improving grassland and pasture management in temperate agriculture*: 99-142.
- Petruzzi, H.J., Fernández, G. Stritzler, N.P., Zuccari, A., Jouve, V.V. y Ferri, C.M. 1997. Pastoreo de forraje diferido de gramíneas de crecimiento estival. Pp 121. En: *Revista Argentina de Producción Animal* 17.
- Petruzzi, H.J.; Stritzler, N.P.; Adema, E.O.; Ferri, C.M. y Pagella, J.H. 2003. Mijo Perenne, Publicación técnica N° 51. EEA Anguil INTA, Ediciones INTA, 28 p.
- Plat, C., Gallo Mendoza P. INDEC, Abril de 2021, Censo Nacional Agropecuario 2018, resultados definitivos / 1a ed. – Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos. (https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_definitivos.pdf)
- Richards, J.H. 1984, Root growth response to defoliation in two *Agropyron* bunchgrasses: field observations with an improved root periscope. *Oecologia* 64:21-25.
- Scherger, 2020. Dinámica de macollaje, acumulación de materia seca y patrón de enraizamiento de *Panicum Coloratum* L. en respuesta a la defoliación. Provincia de La Pampa,
- Schnyder, H.; Schäufele, R.; Visser, R. y Nelson, C. J. 2000 An integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. En: Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A.; Carvalho, P. C. F. y Nabinger, C. (Ed.). *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. Wallingford: CAB International: 41-60.

- Silva, L. S. 2015. Tiller population density and demography dynamics of Convert HD 364 brachiariagrass in response to canopy height and growth rate under continuous stocking (master's dissertation). "Luiz de Queiroz" College of Agriculture/University of Sao Paulo, Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.
- Stritzler, N.P.; Pagella, J.H.; Jouve, V.V. y Ferri, C.M. 1996. Semi-arid 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.
- 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 C. y Lelievre M., 1997. Effect of different growth habits on defoliation tolerance in perennial grasses".
- Woledge, J. 1978. The effect of shading during vegetative and reproductive growth on the photosynthetic capacity of leaves in a grass sward. *Annals of Botany*, 42: 1085–1089.
- Yasuoka, J. I., Pedreira, C. G. S., Da Silva, V. J., Alonso, M. P., Da Silva, L. S. y Gomes, F. J. 2018. Canopy height and N affect herbage accumulation and the relative contribution of leaf categories to photosynthesis of grazed brachiariagrass pastures. *Grass and Forage Science*, 73(1): 183-192.