

03

Estructura y eficiencia de pastoreo de una pastura de alfalfa pastoreada con diferentes intensidades

**MANUEL CHIMENTO¹,
EZEQUIEL PACENTE²,
MARÍA JOSÉ BERIBE³,
Y JORGE O. SCHENEITER^{1, 2, *}**

¹ Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires (UNNOBA). Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales, Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Bovinos (Argentina)

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Estadística (Argentina).

*mjoscheneiter@comunidad.unnoba.edu.ar

El objetivo fue evaluar el efecto de la altura de pastoreo sobre las variables de estado, la acumulación de forraje, la estructura y la eficiencia de pastoreo en pasturas de alfalfa. Los tratamientos fueron tres alturas de la pastura postpastoreo. Las variables de estado y la estructura de la pastura no son afectadas por la intensidad de defoliación. En cambio, la acumulación neta de forraje y la eficiencia de pastoreo aumentan con la intensidad del pastoreo.

Palabras clave: Altura de pastoreo, Crecimiento, Utilización.

Introducción

La alfalfa (*Medicago sativa L.*) es la principal leguminosa forrajera en suelos de aptitud agrícola de la región Pampeana. Para el año 2020, se estimó una superficie sembrada de 3 M de ha, ya sea pura (60%) o asociada con gramíneas templadas (40%). En tambos, la alfalfa pura, aporta alrededor de un tercio de la alimentación del rodeo y, según el nivel tecnológico, se utiliza en pastoreo directo, como "cut and carry" en sistemas estabulados o como fuente de fibra efectiva en forrajes conservados. Desde el punto de vista de la persistencia y la producción, la alfalfa debe ser manejada con pastoreos o cortes con descansos

e intensidades acordes con la morfología y fisiología de la especie. Con pastoreo continuo, la persistencia se ve comprometida, mientras que, con pastoreo rotativo, se obtienen distintas alternativas de cantidad y calidad de forraje, sin afectar la longevidad de la pastura. La mayor calidad del forraje ocurre en estado vegetativo mientras que el mayor rendimiento de nutrientes por unidad de superficie se alcanza con 10% de floración. En el norte de la provincia de Buenos Aires, las tasas de crecimiento alcanzan un pico máximo de 102 kg MS ha⁻¹día⁻¹ en noviembre y un mínimo de 9 kg MS ha⁻¹día⁻¹ en mayo. Este rango amplio, puede ocasionar desacoples en el balance forrajero de primavera si la carga animal es insuficiente para consumir el forraje en pastoreo directo o no se puede henificar por condiciones climáticas desfavorables. En los últimos años se ha desarrollado un criterio de defoliación, alternativo a la fenología, basado en la morfogénesis foliar expresada como suma térmica (Teixeira *et al.*, 2011) el cual prioriza la cosecha de forraje de calidad.

A nivel local existen pocos antecedentes con respecto al efecto de la altura de pastoreo en pasturas de alfalfa utilizadas con un sistema de pastoreo rotativo, con una frecuencia de pastoreo basada en la morfogénesis foliar. En base a ello se presenta un trabajo realizado con el objetivo de evaluar el efecto de tres alturas de pastoreo sobre variables de estado, de crecimiento, de estructura y de eficiencia de pastoreo en pasturas de alfalfa, en otoño y en primavera.

Desarrollo

El trabajo se realizó en el INTA Pergamino sobre una pastura de alfalfa, cultivar WL 611, sembrada el 6 de mayo de 2020, sobre un suelo Argiudol típico, clase de uso I. Los tratamientos fueron tres alturas de pastoreo a la salida de los animales de las parcelas: 15-18 cm (**alta-A-**); 9-12 cm (**media -M-**) y 4-6 cm (**baja-B-**) (Fotografía 1). Se simuló un sistema de pastoreo rotativo entre agosto de 2020 y julio de 2022, en donde los animales ingresaron a la parcela cada 480±32 °Cd (prebotón floral) y permanecieron en ella de 1 a 3 días hasta alcanzar la altura de pastoreo objetivo. Las unidades experimentales (UE) fueron parcelas de 40 x 20 m que se pastorearon en forma individual y simultánea con

novillos de razas británicas. La densidad de animales en las parcelas se ajustó diariamente para alcanzar las alturas propuestas en el plazo establecido. Las precipitaciones durante los períodos de medición fueron entre 26 y 22 mm inferiores al promedio histórico en primavera de 2020 y 2021, respectivamente, y 42 mm en otoño de 2021. En otoño y primavera de 2021, la temperatura media fue 2,3 y 2,7 °C más elevada que el promedio histórico, respectivamente. Se fijaron 4 períodos de mediciones: 2 en primavera (19-9-2020 al 12-1-2021 y 12-10-2021 al 3-1-2022) y 2 en otoño (13-3-2021 al 5-5-2021 y 29-3-2022 al 31-5-2022).

Antes y después de cada pastoreo se midieron:

1. la altura de la pastura hasta la hoja trifoliada superior en 20 tallos por UE,
2. la fitomasa a ras del suelo en dos sitios de 0,25 m² al azar por UE. Las muestras se pesaron, se homogeneizaron y se separaron alícuotas para determinar materia seca, material muerto y tejido verde,
3. el IAF en 5 g de folíolos frescos, mediante un medidor Licor LI 3100[®] y el posterior cálculo del área foliar específica (AFE, cm² lamina/g MS). Con el AFE, la fitomasa y el porcentaje de lámina se determinó el IAF cada unidad experimental,
4. el peso y el porcentaje de hoja de 20 tallos por UE cortados a ras de suelo y,
5. la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi). Para esto, antes y después de cada pastoreo se efectuaron 5 lecturas al azar de RFA por UE con un ceptómetro adaptado a pasturas (Cavadevices[®]). Se realizó una lectura por sobre el canopeo y cuatro por debajo del mismo. Con los datos obtenidos se estimó el porcentaje de RFAi. Con los valores de fitomasa se estimó la acumulación neta de forraje (ANF)¹ y la eficiencia de pastoreo (EP)². Los tratamientos se dispusieron en un diseño en bloques completos al azar con 3 repeticiones. Inicialmente se realizó un análisis descriptivo para cada una de las variables: altura de salida, IAF (entrada y salida), peso de los tallos (entrada y salida), hojas en tallos (%) (entrada y salida), RFAi (entrada y salida), fitomasa (entrada y salida), ANF y EP. A continuación, para cada variable se realizó un análisis de la varianza mediante modelos lineales mixtos para medidas repetidas en el tiempo. Dicha herramienta permitió obtener modelos de varianza-covarianza de los errores en

caso de que no se cumplieran los supuestos sobre los errores. Los análisis, excepto ANF, se realizaron con un valor de nivel de significación del 5%. Cuando se detectaron diferencias significativas, las medias se compararon mediante la prueba de DMS de Fisher ($p < 0,05$). Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico Infostat. Los resultados se agruparon en variables de estado, -que describen el sistema dinámico de la pastura-; de estructura de la pastura- que refieren a la distribución espacial y el arreglo de las partes constituyentes del canopeo-; acumulación neta de forraje y eficiencia de pastoreo. Los dos primeros se dividieron en inicio del rebrote (después y fin del rebrote antes).



Fotografía 1. Inicio del pastoreo en las unidades experimentales separadas unas de otras por alambrado eléctrico.

VARIABLES DE ESTADO

Los tratamientos de altura de pastoreo evidenciaron diferencias al inicio de cada rebrote (altura, fitomasa, IAF, RFAi). Por el contrario, no se detectaron diferencias entre alturas de pastoreo al final del rebrote.

¹ ANF (kg MS ha⁻¹) = $\sum^{R1-Rn} (MS^{i1} - MS^{i0}) / n$, donde MSⁱ⁰ es el forraje remanente al inicio del rebrote y MSⁱ¹ es el forraje acumulado a la suma térmica objetivo del pastoreo siguiente y n es el número de rebrotes -R- en cada período de medición.

² EP (%) = $\sum^{P1-Pn} (((MS^{pre} - MS^{post}) / MS^{pre}) * 100) / n$, donde para cada pastoreo MS^{pre} es la oferta de forraje a la entrada de los animales a la parcela, MS^{post} es el remanente de forraje a la salida de los animales a la parcela, y n es el número de pastoreos -P- en cada período de mediciones.

Inicio del rebrote (*fin del pastoreo*).

La altura de la pastura efectivamente lograda fue 16,1, 11,2 y 7,1 cm para los tratamientos A, M y B, respectivamente ($p < 0,001$). En este último, fue mayor y fuera del rango objetivo. El forraje remanente luego del pastoreo fue diferente entre tratamientos (1.175, 706 y 437 kg MS ha⁻¹, para A, M y B, respectivamente, $p < 0,001$) y entre periodos de medición (1.023 y 383 kg MS ha⁻¹, en la primavera de 2021 y en otoño de 2021, respectivamente, $p < 0,001$). El IAF fue afectado por la interacción entre altura de pastoreo y período de medición ($p < 0,001$). Excepto en otoño 2021, fue mayor con el pastoreo alto, con respecto a M y B (1,2, 0,4 y 0,2 para A, M y B, respectivamente). La RFAi promedio de periodos de medición, fue diferente entre alturas de pastoreo ($p < 0,001$), con valores de 44,8, 28,2 y 18,3% para A, M y B, respectivamente. Los valores de IAF al inicio del rebrote concuerdan con lo informado por Heichel *et al.* (1988) quienes en una serie de rebrotes encontraron que, hasta los 10 cm de altura, el IAF representaba entre el 1 y el 6 % del IAF total y, hasta los 20 cm, entre el 3 y el 25% del IAF total.

ESTRUCTURA DE LA PASTURA

Inicio del rebrote

El peso de los tallos fue mayor en la primavera 2021 y el menor en otoño 2021 (0,45 vs 0,14 g MS tallo⁻¹, $p < 0,001$) y en el tratamiento A con respecto a M y B (0,35 vs 0,21 g MS tallo⁻¹, $p < 0,001$). El porcentaje de hoja de tallos individuales fue mayor en primavera 2020 y no se detectaron diferencias entre el resto de los períodos (29,8 vs 15,9%, respectivamente $p < 0,001$). El tratamiento A tuvo mayor porcentaje de hoja que los otros tratamientos (26,5 vs 15,9%, respectivamente, $p < 0,001$) ya que, a medida que se intensifica el pastoreo, disminuye el % de hoja debido a la preferencia de las hojas por sobre los tallos y a la capacidad de selección por parte del animal. Al igual que las variables de estado al inicio del rebrote, la estructura de la pastura, en este caso peso y cantidad de tejido fotosintético de los tallos, no afectó el crecimiento posterior de la pastura.

Fin del rebrote (*inicio del pastoreo*)

La altura de primavera superó a la de otoño ($p < 0,05$) con 52,7 y 41,1 cm., respectivamente. La fitomasa en oferta, promedio de alturas de pastoreo, fue mayor en la primavera 2020 y el menor en otoño 2021 (3.156 y 1.771 kg MS ha⁻¹, $p < 0,001$). El IAF, fue diferente entre periodos de medición ($p < 0,001$) con los valores más altos en la primavera 2020 y en el otoño 2021 (promedio 6,0) y el menor en la primavera de 2021 (4,5). La RFAi fue mayor en otoño de 2022 y menor en primavera (95,7 vs 89,1%, respectivamente, $p < 0,001$). Los valores de IAF y de RFAi fueron ligeramente superiores a los informados por Guzmán *et al.* (2007) quienes determinaron IAF's máximos de 4,5 y 5,0 en primavera y en otoño para interceptar el 74 y 91 % de la RFA poco antes del corte y a los reportados por Teixeira *et al.* (2011) en Nueva Zelanda quienes indicaron un IAF crítico teórico de 3,5 para capturar el 95 % de la RFA.

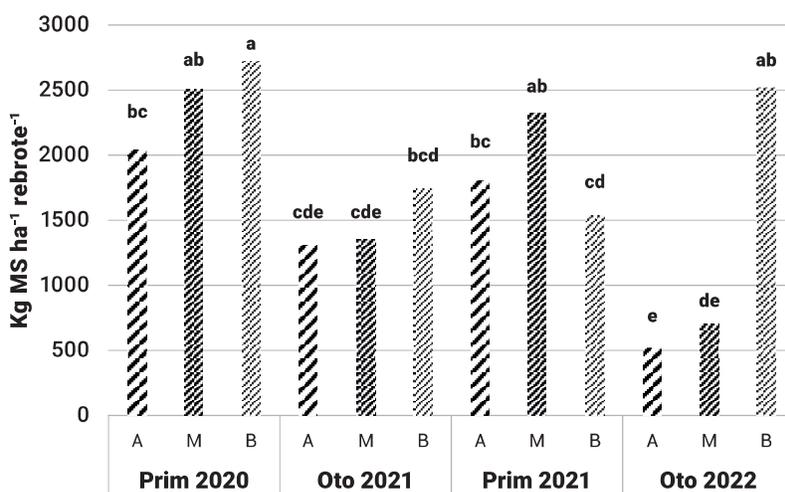
Fin del rebrote

Los tallos fueron más pesados en primavera 2021 y más livianos en otoño 2021 (0,81 vs 0,46 g MS tallo⁻¹, respectivamente, $p < 0,001$). El % de hoja en tallos individuales, promedio de alturas de pastoreo, fue mayor en primavera 2020 y otoño 2021 y menor en primavera 2021 (58,1 vs 45,9%, respectivamente, $p < 0,001$). Estos datos se comparan bien con los observados por Berone *et al.* (2021) con una frecuencia de defoliación cada vez que la pastura alcanzó el 95 % RFAi.

ACUMULACIÓN NETA DE FORRAJE Y EFICIENCIA DE PASTOREO

La acumulación neta de forraje fue afectada por la interacción entre la altura de pastoreo y el periodo de medición ($p < 0,10$, Figura 2). De los resultados encontrados se deduce que el forraje acumulado en el rebrote no dependió de la cantidad de tejido verde al inicio del mismo, debido a que la alfalfa probablemente utilizó las reservas de carbohidratos no estructurales de la raíz y la corona, y la ANF se incrementó en la medida que la altura de pastoreo fue

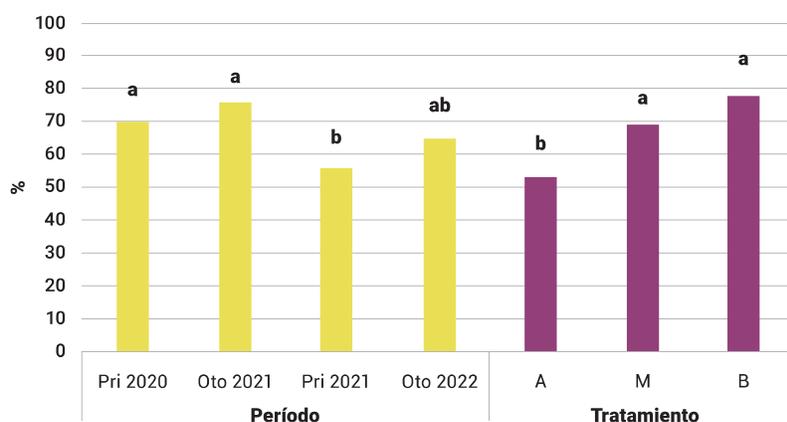
menor. Por lo tanto, el costo de dejar un remanente alto implicó pérdidas de material por senescencia, muerte y desprendimiento de hojas. De este modo, como promedio de este experimento, el pastoreo a 7,1 cm con respecto a 16,1, significó un incremento a 740 kg MS ha⁻¹ de forraje por rebrote. Sin embargo, el incremento de la intensidad del pastoreo puede resultar en bajas producciones individuales, sobre todo en estados fenológicos avanzados.



Barras con una letra distinta son significativamente diferentes para la interacción entre periodo y tratamiento ($p < 0,05$).

Figura 2. Acumulación neta de forraje por rebrote de una pastura de alfalfa en cuatro periodos de medición y tres alturas de pastoreo.

La eficiencia de pastoreo fue diferente entre periodos de medición y alturas de pastoreo ($p < 0,001$, Figura 3). El control de la eficiencia de pastoreo para maximizar la ANF, adquiriría mayor importancia en primavera, ya que las altas tasas de crecimiento de la pastura en esa época requieren por parte del productor un mayor ajuste en el sistema para utilizar adecuadamente los recursos y evitar ineficiencias en la cosecha de forraje. Por ejemplo, Kloster *et al.* (2003) midieron, en un sistema de carga fija para una asignación de forraje del 2,5% del peso vivo, porcentajes de eficiencia de utilización del forraje del 60 al 70 %, solo alcanzados en el presente experimento con los tratamientos de altura M y B.



Barras con una letra distinta para cada factor son significativamente diferentes entre periodos (amarillo) y entre alturas de pastoreo (violeta) ($p < 0,05$)

Figura 3. Eficiencia de pastoreo de una pastura de alfalfa en cuatro periodos de medición y tres alturas de pastoreo (kg MS/ha).

Conclusiones

Se concluye que en alfalfa a medida que la altura de pastoreo es más baja, aumenta la acumulación neta de forraje y la eficiencia de pastoreo.

La altura de pastoreo no afecta las variables de estado ni la estructura de la pastura al final del rebrote.

Bibliografía

Berone, G.; Bertrám, N.; Di Nucci, E. 2021. *Producción de forraje y proporción de hojas de alfalfa (Medicago sativa L.) en ambientes subtropicales: efectos del grado de latencia, la frecuencia de corte y la canopia.* En: Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Cuyo 53 (1): 79-88.

Guzmán, C.; Spada, M. del C.; Mombelli, J. C. 2007. *Eficiencia del uso de la radiación de cultivares de alfalfa de distinto grado de reposo en Córdoba, Argentina.* En: XX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 22 al 25 de Octubre, Cusco, Perú. Asociación Peruana de Producción Animal. 4 pp.

Heichel G. H.; Delaney R. H.; Cralle H. T. 1988. *Carbon assimilation, partitioning and utilization*. En: Hanson A. A., Barnes D. K., Hill R. R. (eds) *Alfalfa and alfalfa improvement*, Chapter 6. Agronomy Monograph N° 29. ASA-CSSA-SSSA. Madison, USA. pp. 195-228.

Kloster, A. M.; Latimori, N. A.; Amigone, A. M. 2003. *Efecto del sistema de pastoreo y de la carga sobre la productividad de carne en una pastura base alfalfa*. INTA Marcos Juárez. En: Informe técnico (129): 14 pp.

Teixeira, E. E.; Brown, H. E.; Meenken, E. D.; Moot, D. J. 2011. *Growth and phenological development patterns differ between seedling and regrowth lucerne crops (Medicago sativa L.)*. En: *European Journal of Agronomy* 35: 47–55.