

Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Title Paper/Título del artículo:

Producción y valor nutricional de forraje de pasto Mulato II cosechado a diferente intervalo e intensidad de corte

Production and nutritional value of Mulato II grass forage harvested at different cutting intervals and intensities

Authors/Autores: Godina-Rodríguez, J.E., Lucio-Ruíz, F., Garay-Martínez, J.R., Orzuna-Orzuna, J.F., Joaquín-Cancino, S.

ID: e1902

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1902>

Received/Fecha de recepción: February 18th 2025

Accepted /Fecha de aceptación: July 15th 2025

Available online/Fecha de publicación: July 18th 2025

Please cite this article as/Como citar este artículo: Godina-Rodríguez, J.E., Lucio-Ruíz, F., Garay-Martínez, J.R., Orzuna-Orzuna, J.F., Joaquín-Cancino, S. (2025). Production and nutritional value of Mulato II grass forage harvested at different cutting intervals and intensities. *Revista Bio Ciencias*, 12, e1902. <https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1902>

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un servicio de Revista Bio Ciencias para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final. Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.

Producción y valor nutricional de forraje de pasto Mulato II cosechado a diferente intervalo e intensidad de corte

Production and nutritional value of Mulato II grass forage harvested at different cutting intervals and intensities

Comportamiento productivo en *Urochloa* Híbrido/

Productive behavior in *Urochloa* Hybrid

Godina-Rodríguez, J.E.¹ ([ORCID: 0000-0002-5587-8836](#)), Lucio-Ruíz, F.² ([ORCID: 0000-0001-5171-0027](#)), Garay-Martínez, J.R.³ ([ORCID: 0000-0002-7197-3673](#)), Orzuna-Orzuna, J.F.⁴ ([ORCID: 0000-0003-2496-4712](#)), Joaquín-Cancino, S.^{5*} ([ORCID: 0000-0002-5084-8128](#))

¹ Campo Experimental Uruapan-INIFAP. Av. Latinoamericana 1101, Col. Revolución, C. P. 60150, Uruapan, Michoacán, México.

² Campo Experimental San Luis-INIFAP, Carretera San Luis Potosí - Matehuala Km 14.5, C.P.78432, Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

³ Campo Experimental Las Huastecas-INIFAP, Carretera Tampico-Mante km 55, C.P. 89610, Altamira, Tamaulipas, México.

⁴ Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia, C.P. 56230, Chapingo, México.

⁵ Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario, Campus, Cd Victoria, C.P. 87149, Cd Victoria, Tamaulipas, México.

*Corresponding Author:

Santiago Joaquín-Cancino. Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario, Campus, Cd Victoria, C.P. 87149, Cd Victoria, Tamaulipas, México. Teléfono (834) 1029020. E-mail: sjoaquin@docentes.uat.edu.mx

RESUMEN

El manejo agronómico en la pradera incide directamente sobre el rendimiento, valor nutritivo, características morfológicas y estructurales de los pastos. El objetivo fue evaluar el comportamiento productivo de pasto Mulato II a diferente intervalo e intensidad de corte. Se evaluaron intervalos de 2, 4, 6, 8, 10 y 12 semanas e intensidades de corte de 10 y 20 cm, mediante un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se evaluó el rendimiento, composición morfológica, valor nutritivo, tasa de crecimiento, características morfológicas y estructurales. El rendimiento de materia seca total fue mayor a intervalo de 10 y 12 semanas (8011 y 7167 kg ha⁻¹, respectivamente) a intensidad de 10 cm. El contenido de proteína fue mayor a intervalo de 4 semanas a intensidad de 10 y 20 cm (139 y 129 g kg⁻¹ DM), respectivamente y, en la sexta semana a intensidad de 10 cm (119 g kg⁻¹ DM). El mayor contenido fibra detergente ácida y neutra se obtuvo a intervalo de 8 semanas a intensidades de 10 y 20 cm y el contenido de lignina a intervalo de corte de 8 semanas a intensidad de 20 cm (41 g kg⁻¹ DM). Prolongar el intervalo de corte indujo mayor producción de forraje, sin embargo, el valor nutricional disminuyó.

PALABRAS CLAVE: rendimiento; tasa de crecimiento; valor nutritivo, *Urochloa* híbrido.

ABSTRACT

Agronomic management in the pasture directly affects the yield, nutritional value, morphological and structural characteristics of pastures. The objective was to evaluate the productive performance of Mulato II grass at different cutting intervals and intensities. Intervals of 2, 4, 6, 8, 10 and 12 weeks and cutting intensities of 10 and 20 cm were evaluated using a randomized complete block design with three replications. Yield, morphological composition, nutritional value, growth rate, morphological and structural characteristics were assessed. Total dry matter yield was highest at 10 and 12-week intervals (8011 and 7167 kg ha⁻¹, respectively) at a 10 cm intensity. Protein content was highest at 4-week intervals at 10 and 20 cm intensities (139 and 129 g kg⁻¹ DM), respectively, and in the sixth week at a 10 cm intensity (119 g kg⁻¹ DM). The highest lignin content was obtained at a cutting interval of 8 weeks at an intensity of 20 cm (41 g kg⁻¹ DM) and for acid and neutral detergent fiber the highest values were obtained at an interval of 8 weeks at intensities of 10 and 20 cm. Prolonging the cutting interval induced greater forage production; however, the nutritional value decreased.

KEY WORDS: yield; growth rate; nutritional value, *Urochloa* hybrid.

Introducción

En las regiones tropicales, las gramíneas son la principal fuente de alimentación para los rumiantes; sin embargo, las condiciones ambientales y el manejo agronómico que se realiza en las praderas inciden directamente en el rendimiento y calidad de las mismas, de modo que, el valor nutritivo y producción de materia seca es variable (Garay-Martínez *et al.*, 2018; Torres *et al.*, 2020). Dentro de las gramíneas utilizadas se encuentran principalmente los pastos, debido a que son la fuente de alimentación de rumiantes con mayor abundancia y, además, está al alcance de la mayor parte de los ganaderos. El aprovechamiento de los pastos se realiza de diferentes maneras, por ejemplo; el pastoreo directo de las especies forrajeras en la pradera o pastizal (Enríquez *et al.*, 2021) o mediante el corte y acarreo del forraje hacia los lugares de confinamiento para ser ofrecido posteriormente, solo o mezclado con otros ingredientes (Morby & Fraser, 2021). Los pastos

han sido catalogados como fuente de alimentación de bajo valor nutricional; sin embargo, esto depende del manejo agronómico proporcionado a la pradera (Godina-Rodríguez *et al.*, 2023). El rendimiento de forraje presenta diferencias entre intervalos de corte (Garay-Martínez *et al.*, 2018; Godina-Rodríguez *et al.*, 2022) e incide directamente sobre el valor nutricional del forraje cosechado (Rojas-García *et al.*, 2018).

En el estado de Tamaulipas, la introducción de gramíneas tropicales como el pasto Buffel (*Penisetum ciliare*), redujo el coeficiente de agostadero de 12 a 4 ha por unidad animal (Hanselka, 1985), lo anterior, condujo a la aceptación por parte de los ganaderos para utilizarlo en la alimentación de rumiantes, a tal grado que para el 2007 en Tamaulipas se tenían establecidas 260 000 ha con esta especie forrajera (Díaz *et al.*, 2007). La introducción de especies forrajeras a determinadas regiones agroecológicas es un proceso constante, con la finalidad de establecer especies que brinden mejores características forrajeras en términos de rendimiento y calidad (Enríquez *et al.*, 2021). En este sentido, Garay-Martínez *et al.* (2018) evaluaron cultivares del género *Urochloa* (Cayman, Cobra, Mulato II e Insurgente) y pasto Buffel cv. H-17 como testigo, a diferentes intervalos de corte (4, 6 y 8 semanas), obteniendo los mayores rendimientos de materia seca total a intervalo de ocho semanas, donde, tanto en la época de mínima y máxima precipitación, los cultivares de *Urochloa* superaron al pasto Buffel cv. H-17; sin embargo, la intensidad de corte también es un factor que incide en el rendimiento de forraje (Godina-Rodríguez *et al.*, 2022), y el valor nutricional (Rojas-García *et al.*, 2018), además, induce cambios en la tasa de crecimiento (Calzada-Marín *et al.*, 2014), área foliar específica e índice de área foliar (Godina-Rodríguez *et al.*, 2022). Por lo anterior, es importante considerar los factores antes mencionados y determinar el momento óptimo de aprovechamiento en los pastos, por tal motivo el objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento productivo de pasto Mulato II a diferente intervalo e intensidad de corte.

Material y Métodos

Ubicación del Sitio Experimental

El experimento se realizó en la Posta Zootécnica “Ingeniero Herminio García González” de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas ubicada en las coordenadas geográficas 23° 56′ 26.5” N y 99° 05′ 59.9” O, a 193 msnm. El periodo de evaluación fue de mayo a septiembre de 2021.

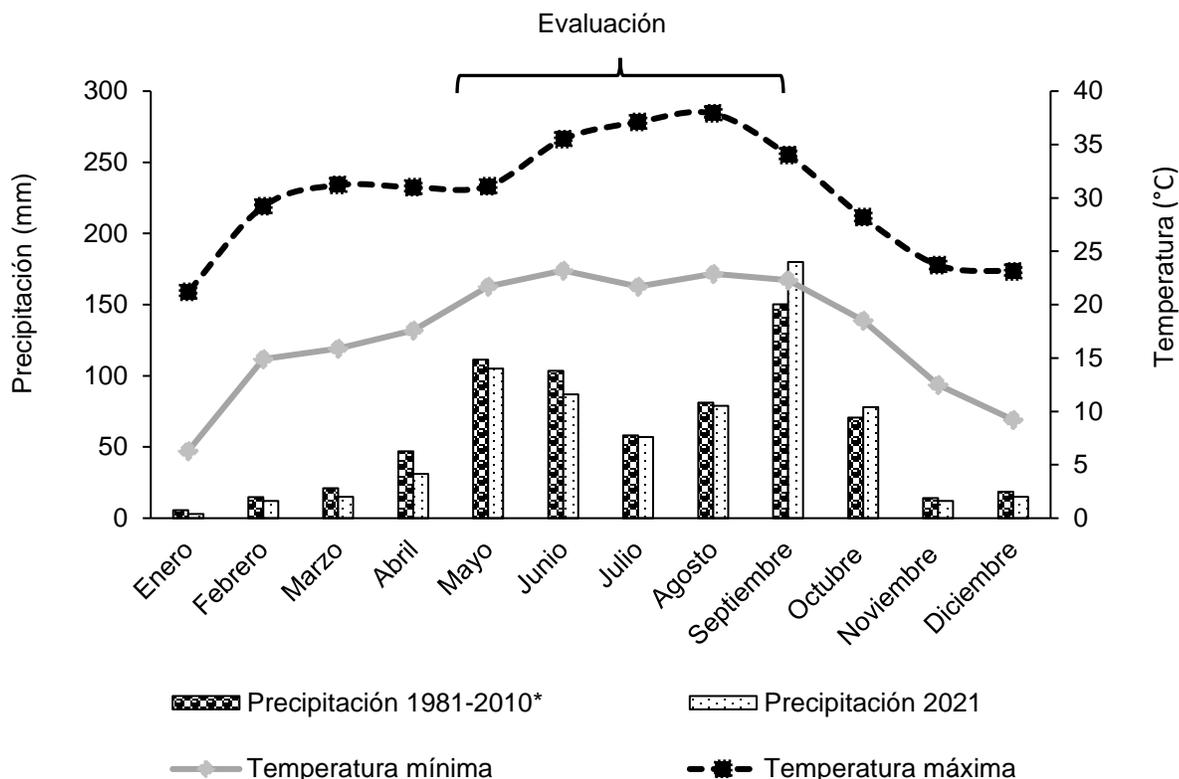


Figura 1. Temperatura y precipitación mensual acumulada durante el 2021 y precipitación acumulada durante 29 años en Guémez, Tamaulipas (SMN*)

Características Climáticas y Edáficas

El clima del sitio experimental es semiárido clasificado como BS1 (h') hw (Vargas *et al.*, 2007). La temperatura y precipitación media anual es de 24 °C y 740 mm, respectivamente (SMN, 2010) (Figura 1).

El suelo es arcilloso, con pH alcalino 8.3 (Garay-Martínez *et al.*, 2018). No obstante, se realizó un análisis de suelo para la determinación del porcentaje de arena, limo y arcilla, valor de pH, además, se determinó la concentración de carbonatos totales, relación de adsorción de sodio, contenido de materia orgánica (%), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), hierro (Fe) y zinc (Zn) en (mg kg⁻¹) (Tabla 1).

Tabla 1. Características químicas y físicas del suelo del sitio experimental.

pH	tN	OM	tCa	P	K	Fe	Zn	Arena	Limo	Arcilla	SAR
----	----	----	-----	---	---	----	----	-------	------	---------	-----

%		mg kg ⁻¹				%					
8.0	0.23	3.8	37.9	2.15	0.72	7.08	0.52	12.8	28.7	58.5	0.87

tN: nitrógeno total; OM: materia orgánica; tCa: carbonatos totales; P: fósforo; K: potasio; Fe: Hierro; Zn: zinc; SAR: Relación de adsorción de sodio.

Tratamientos y Manejo Agronómico

Los tratamientos los conformaron los intervalos de corte (2, 4, 6, 8, 10 y 12 semanas) e intensidades de corte (10 y 20 cm). La evaluación se realizó durante la época de máxima precipitación en el año 2021, cuando la pradera tenía 7 meses de establecimiento; previo a la evaluación, se realizó un corte de uniformidad en función de la intensidad a evaluar; 10 y 20 cm de altura residual. El área utilizada fue de 2500 m², dentro de la cual se delimitaron parcelas de 25 m² (5x5) por cada tratamiento, en las cuales, se cosechó el forraje de manera aleatoria para cada edad de rebrote, con tres repeticiones por tratamiento, la parcela útil fue de 1 m², en el cual, se realizaron las mediciones de las variables evaluadas. Durante el periodo de establecimiento la pradera se fertilizó con 50 kg ha⁻¹ de N, P y K.

Variables Evaluadas en el Forraje en la pradera

Altura de planta

Para estimar la altura de planta se realizaron tres lecturas para obtener el promedio de altura (cm) en cada intensidad de corte dentro de cada unidad experimental (1 m²), con una regla graduada de madera, obteniendo la altura desde la superficie del suelo, hasta el punto más homogéneo del ápice de las hojas.

Área foliar

Para estimar el área foliar, se consideraron diez láminas foliares de cinco tallos por cada muestra y se midieron con el integrador de área foliar modelo CL-202, CID Bio-Science® Inc., USA, el cual, reporta el área foliar (cm²).

Rendimiento de materia seca y composición morfológica

Para determinar el rendimiento de materia seca (DM) y composición morfológica, el

forraje cosechado en cada tratamiento se pesó inmediatamente para determinar el rendimiento de forraje verde (FFY). Posteriormente, se seleccionaron 300 g de muestra, y se separaron en sus componentes morfológicos: hoja (lamina foliar + vaina), tallo y material senescente (laminas foliares que presentaban más del 50 % del tejido clorótico). Las muestras se secaron en una estufa de aire forzado (OMS60, Thermo Scientific®, USA) a 55 °C hasta obtener peso constante. Cada componente morfológico se pesó antes (FW) y después de secarse (DW) en una balanza analítica (CQT 2601, ADAM®, USA) para determinar el contenido porcentual de materia seca.

Variables de respuesta

Tasa de crecimiento del cultivo, índice de área foliar y área foliar específica

Con los datos de rendimiento de materia seca, se estimaron las variables, tasa de crecimiento del cultivo, índice de área foliar y área foliar específica los cuales se estimaron mediante las siguientes formulas:

Tasa de crecimiento del cultivo:

$$CGR = \frac{HF}{T}$$

Donde: CGR: Tasa de Crecimiento del Cultivo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$), HF: Forraje cosechado (kg ha^{-1}), T: Tiempo (días).

Índice de área foliar:

$$LAI = \frac{LA}{S}$$

Donde: LAI: índice de área foliar, LA: Área foliar, S: superficie ocupada (1 m^2).

Área foliar específica:

$$SLA = \frac{LA}{DWLA}$$

Donde: SLA: Área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$), LA: Área foliar de la muestra (cm^2), DWLA:

Peso seco del área foliar (g).

Valor nutricional en forraje

Para determinar el valor nutricional del forraje solo se consideraron intervalos de corte de 4, 6 y 8 semanas. El contenido de proteína cruda se estimó mediante la metodología descrita por la AOAC (2000) y el contenido de fibra detergente ácida, neutra y lignina se estimó mediante la metodología descrita por Van Soest *et al.* (1991).

Análisis estadístico

Los datos de las variables evaluadas se analizaron con el procedimiento GLM (SAS, 2002), en un diseño de bloques completos al azar, y se aplicó la prueba de Tukey para la comparación de medias ($p=0.05$).

Resultados y Discusión

Altura de planta

La altura de planta fue diferente entre los tratamientos evaluados ($p=0.05$). La mayor altura de planta se obtuvo al cosechar a intervalo de 10 semanas a intensidad de 20 cm con promedio de 101 cm (Tabla 2). Al cosechar a intervalo de 12 semanas, la altura de planta fue similar entre intensidades, así como al cosechar a intervalo de 10 semanas a intensidad de 10 cm e intervalo de 8 semanas a intensidad de 20 cm. La razón por la cual la altura de planta disminuyó a partir del intervalo de 12 semanas se debió a que las plantas presentaron acame por efecto de la altura y acción de viento.

Tabla 2. Características morfológicas, estructurales y tasa de crecimiento del cultivo en pasto Mulato II cosechado a diferente intervalo e intensidad de corte.

Intervalo (Semanas)	Intensidad (cm)	PH cm	CGR kg ha ⁻¹ d ⁻¹	LAI (Adimensional)	SLA cm ² g
2	10	36 ^h	84 ^{ab}	3.7 ^{abc}	248 ^a
	20	45 ^g	75 ^{ab}	2.3 ^d	229 ^a
4	10	49 ^{gf}	72 ^{ab}	3 ^{abcd}	197 ^b

	20	54 ^{ef}	65 ^b	3.2 ^{abcd}	191 ^{bc}
6	10	57 ^{ed}	76 ^{ab}	2.7 ^{bcd}	180 ^{bc}
	20	65 ^d	68 ^b	2.7 ^{bcd}	166 ^{bc}
8	10	80 ^c	69 ^b	3.8 ^{ab}	169 ^{bc}
	20	95 ^{ab}	100 ^{ab}	3.6 ^{abc}	159 ^{bc}
10	10	91 ^b	114 ^a	4 ^a	156 ^{bc}
	20	101 ^a	87 ^{ab}	4 ^a	155 ^{bc}
12	10	93 ^b	84 ^{ab}	3.2 ^{abcd}	159 ^{bc}
	20	90 ^b	71 ^{ab}	3.4 ^{abcd}	151 ^c

PH: altura de planta, CGR: Tasa de crecimiento del cultivo, LAI: índice de área foliar y SLA: área foliar específica. Literales diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa (Tukey; $p=0.05$).

Al cosechar a intensidad más severa (10 cm), la planta presenta menor porcentaje de láminas foliares (hojas), en consecuencia, disminuye su tasa fotosintética y el rebrote se presenta con menor velocidad (Yasuoka *et al.*, 2018). Al respecto, Liu *et al.* (2018) mencionan que el tiempo que debe transcurrir entre una defoliación y otra debe ser mayor a 4 semanas, ya que, después de ese tiempo la planta logra recuperar y translocar los nutrientes almacenados y generados a partir de la nueva área foliar que genera, lo anterior, explica el por qué la altura de planta no difirió al cosechar a intervalos de 8, 10 y 12 semanas e intensidad de 10 y 20 cm, a excepción del intervalo de 10 semanas e intensidad de 20 cm que fue mayor, debido a que la planta logra un equilibrio entre los nutrientes que genera. En una investigación realizada por Rojas *et al.* (2020) al evaluar diferentes intervalos de corte (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 semanas), no obtuvieron diferencia en altura de planta entre intensidades de corte (10 y 15 cm), lo anterior, pudo deberse a la diferencia entre el rango de intensidad (5 cm), que para el caso de esta investigación fue de 10 cm. En este sentido, también se observaron menores alturas ya que el máximo valor que obtuvieron a intervalo de 8 semanas fue de 66 y 74 cm a intensidades de 10 y 15, respectivamente, mientras que, las obtenidas en esta investigación fueron de 80 y 92 cm a intensidades de 10 y 20 cm, respectivamente.

Tasa de crecimiento del cultivo

La tasa de crecimiento del cultivo presentó diferencias entre tratamientos ($p = 0.05$), el valor máximo de tasa de crecimiento se obtuvo a intervalo de 10 semanas a intensidad de 10 cm con $114 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, lo cual, coincide con el punto máximo de crecimiento del pasto,

por otra parte, cuando el pasto alcanza el punto máximo de crecimiento, la tasa de crecimiento tiende a disminuir, como se observó en el intervalo de 12 semanas. Lo anterior, se debe a la pérdida de forraje por senescencia (Calzada-Marín *et al.*, 2014). Las condiciones de temperatura y precipitación permitieron obtener elevadas tasas de crecimiento; al respecto, Garay *et al.*, (2019) reportaron mayor tasa de crecimiento durante la época de lluvias al evaluar pasto Buffel a diferentes intervalos de corte, mientras que, durante la época de sequía la tasa de crecimiento disminuyó hasta 90 %. En el contexto anterior, Espinoza *et al.*, (2017) al evaluar diferentes cultivares en tres localidades obtuvieron tasas de crecimiento en el cultivar Mulato II de 11, 15, 45 y 80 kg ha⁻¹ d⁻¹, con precipitaciones de 343, 522, 903 y 487 mm, respectivamente; sin embargo, a pesar de que se obtuvo mayor precipitación (903 mm) la tasa de crecimiento no fue la mayor, atribuido, probablemente, a la altitud y al suelo arenoso presente en el sitio de evaluación, que por ende, retiene menor contenido de humedad.

Índice de área foliar

En el índice de área foliar se encontraron diferencias entre tratamientos ($p = 0.05$). Se obtuvieron valores máximos de 4.0 al cosechar a intervalo de 10 semanas a intensidades de 10 y 20 cm, lo cual, coincide con los mayores valores de rendimiento de materia seca. En una investigación Garay *et al.* (2018) al evaluar el cultivar Mulato II a diferentes intervalos de corte de 4, 6 y 8 semanas a intensidad de 15 cm de altura residual, obtuvieron valores de LAI de 0.4, 0.5 y 0.7, respectivamente, sin embargo, son valores inferiores a los obtenidos en la presente investigación a intervalos de 4, 6 y 8 semana, lo anterior, atribuido a las intensidades de corte evaluadas en esta investigación.

Área foliar específica

El área foliar específica disminuye conforme se incrementa la edad de la planta (Garay-Martínez *et al.*, 2018). En este sentido, al incrementar el intervalo de corte, el área foliar específica disminuyó ($p = 0.05$), por ende, los mayores valores de SLA se obtuvieron a intervalo de 2 semanas y, los menores, valores a intervalo de 12 semanas (Tabla 2). Este comportamiento es evidente, ya que al prolongar el intervalo de corte la planta logra generar mayor área foliar. En una investigación realizada por Garay-Martínez *et al.* (2018) al evaluar

el cultivar Mulato II a intervalos de corte de 4, 6 y 8 semanas e intensidad de 15 cm de altura residual, obtuvieron valores de SLA de 199, 189 y 185 cm² g⁻¹, respectivamente, durante la época de máxima precipitación, valores similares a los obtenidos en esta investigación a intervalo de 4 semanas (197 y 191 cm² g⁻¹) a intensidades de 10 y 20 cm, respectivamente, sin embargo, difieren a los obtenidos en la 6 y 8 semana, atribuido a las intensidades de corte evaluadas en esta investigación.

Rendimiento de Materia Seca Total y por Componente Morfológico

El rendimiento de materia seca total y por componente morfológico varió al incrementar el intervalo e intensidad de corte (Tabla 3); en general, se observa un incremento de materia seca al prolongar el intervalo de corte. El rendimiento de materia seca de hoja fue mayor al cosechar a intervalos de 10 y 12 semanas a intensidad de 10 cm, con rendimientos de 5578 y 4212 kg ha⁻¹, respectivamente; mientras que, el menor rendimiento fue obtenido a intervalo de 2 semanas e intensidad de 20 cm (1056 kg ha⁻¹). Al respecto, Rojas *et al.* (2020) al evaluar el cultivar Mulato II, reportaron que la mayor acumulación de hoja se obtuvo a intervalo de 5 semanas. La acumulación de tallo se presentó a partir del intervalo de 6 semanas, con rendimientos de 300 y 206 kg ha⁻¹, al cosechar a intensidades de 10 y 20 cm, respectivamente, y fueron los menores valores. En este sentido, los mayores rendimientos de tallo se obtuvieron a intervalos de 8, 10 y 12 semanas, sin diferencias significativas. En cuanto al rendimiento de materia senescente, los menores valores se obtuvieron a intervalo de 6 semanas a intensidades de 10 y 20 cm (231 y 190 kg ha⁻¹, respectivamente), sin diferencias entre las intensidades de corte, mientras que, el máximo rendimiento de materia senescente se obtuvo a intervalo de 12 semanas a intensidad de 10 cm con 1369 kg ha⁻¹.

Tabla 3. Rendimiento de materia seca total y por componente morfológico en pasto Mulato II a diferente intervalo e intensidad de corte en Güémez, Tamaulipas.

Intervalo (semanas)	Intensidad (cm)	DMI	MMs	DMsm	TDM
		kg ha ⁻¹			
2	10	1180 ^{ef}	-	-	1180 ^h
	20	1056 ^f	-	-	1056 ^h
4	10	2032 ^{def}	-	-	2032 ^{fgh}

	20	1836 ^{def}	-	-	1836 ^{gh}
6	10	2814 ^{bcd}	300 ^c	231 ^d	3346 ^{efg}
	20	2484 ^{cdef}	206 ^c	190 ^d	2881 ^{fgh}
8	10	2694 ^{bcde}	731 ^{bc}	484 ^{cd}	3911 ^{def}
	20	3699 ^{bc}	1126 ^{ab}	781 ^{bc}	5607 ^{bcd}
10	10	5578 ^a	1516 ^{ab}	982 ^b	8011 ^a
	20	3843 ^{bc}	1351 ^{ab}	912 ^b	6107 ^{bc}
12	10	4212 ^{ab}	1585 ^a	1369 ^a	7167 ^{ab}
	20	2802 ^{bcd}	1118 ^{ab}	897 ^b	4818 ^{cde}

(-) Ausencia del componente al momento del muestreo; DMI: materia seca de hoja; DMs: materia seca de tallo; DMsm: materia seca de materia senescente; TDM: materia seca total. Literales diferentes entre columnas (a, b, c, d, e, f, g, h,) indican diferencia estadística (Tukey; $p=0.05$).

El rendimiento de materia seca total (TDMY) presentó diferencias entre intervalos e intensidades de corte ($p=0.05$). Los menores valores de rendimiento de TDMY se obtuvieron a intervalo de 2 semanas sin diferencia entre intensidades de corte con valores de 1180 y 1056 kg ha⁻¹, a intensidades de 10 y 20 cm, respectivamente; sin embargo, los mayores valores de rendimiento de TDMY se obtuvieron a intervalos de 10 y 12 semanas a intensidad de 10 cm con rendimientos de 8011 y 7167 kg ha⁻¹, respectivamente. El comportamiento observado en el incremento de materia seca total y por componente morfológico al incrementar el intervalo e intensidad de corte ha sido reportado en diversas investigaciones. Al respecto, Rojas *et al.* (2020) al evaluar el cultivar Mulato II a intervalos de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 semanas e intensidades de corte de 10 y 15 cm, obtuvieron incrementos en el rendimiento de materia seca, sin embargo, fueron menores a los reportados en esta investigación, atribuido principalmente a las condiciones ambientales en las que fue evaluado el cultivar. Por su parte, Garay-Martínez *et al.* (2018) al evaluar diferentes cultivares de *Urochloa* a intervalos de 4, 6 y 8 semanas, obtuvieron en el cultivar Mulato II rendimientos de materia seca total de 8.7, 9.0 y 9.1 t ha⁻¹, respectivamente, valores superiores a los reportados en esta investigación. En este contexto, la evaluación realizada permitió conocer el punto máximo de producción del pasto Mulato II, el cual, se presenta a

intervalo de 10 semanas, ya que, posterior a ese lapso de tiempo, el rendimiento de materia seca total disminuyó. Comportamiento similar fue obtenido por Rojas *et al.* (2020), sin embargo, el punto máximo de crecimiento lo obtuvieron a las ocho semanas, atribuido a las condiciones ambientales del sitio de evaluación.

Contenido de Proteína Cruda, Fibra Detergente Ácido, Neutro y Lignina en el Forraje

El contenido de proteína cruda (CP) difirió entre intervalos e intensidades de corte ($p = 0.05$). El mayor contenido de proteína se obtuvo a intervalo de cuatro semanas con valores de 139 y 129 g kg⁻¹ DM al cosechar a intensidades de 10 y 20 cm, respectivamente, posteriormente, disminuyó 39 y 41 % al cosechar a intervalo de 8 semanas a intensidades de 10 y 20 cm, respectivamente, atribuido, probablemente, al contenido de tallo presente en el forraje cosechado (Figura 2). Al respecto, Torres *et al.* (2020) mencionan que el tallo es el componente con menor contenido de CP y menos digestible con respecto a la hoja. En otro estudio, Garay *et al.* (2020) obtuvieron un comportamiento similar a lo obtenido en esta investigación en el contenido de CP, ya que al evaluar diferentes híbridos del género *Urochloa* a diferente intervalo de corte (4, 6 y 8 semanas) a intensidad de 15 cm, reportaron valores de CP de 113, 99 y 92 g kg⁻¹ de materia seca a intervalo de 4, 6 y 8 semanas, respectivamente. La disminución del contenido de proteína es un efecto debido al incremento de los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina), los cuales, están presentes en las paredes celulares y su contenido se incrementa al prolongar el intervalo de corte (Monção *et al.*, 2019). En este sentido, al incrementar el intervalo de corte se obtuvo incremento en el contenido de ADF, NDF y LIG, y se obtuvieron diferencias entre intervalos e intensidades de corte (Figura 3).

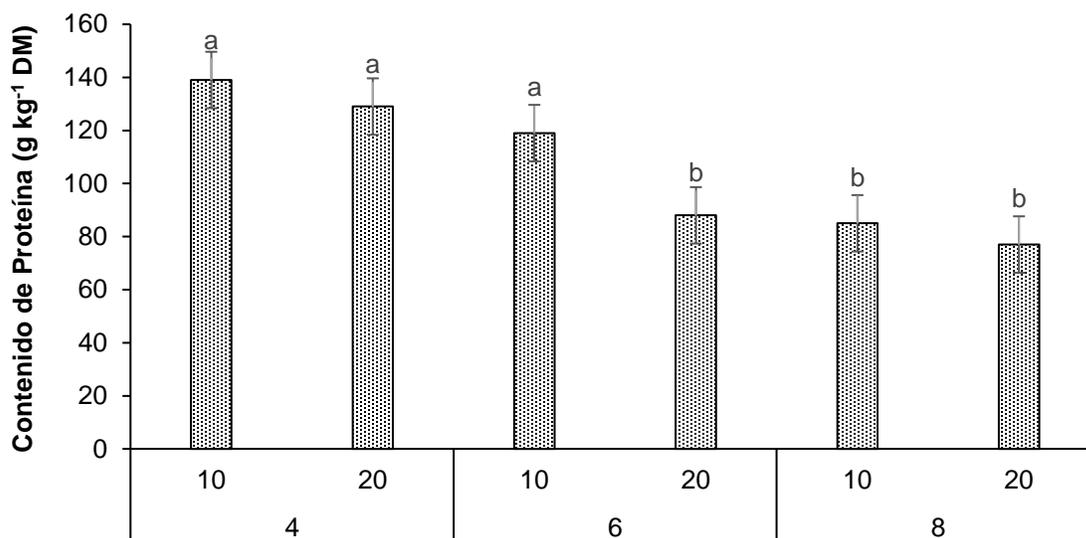


Figura 2. Contenido de proteína cruda (CP) en pasto Mulato II a diferente intervalo (4, 6 y 8 semanas) e intensidad de corte (10 y 20 cm).

Los valores menores de ADF se obtuvieron a intervalos de 4 y 6 semanas sin diferencia entre ambos inter-valos e intensidades de corte, mientras que, los valores mayores de ADF (401 y 417 g kg⁻¹ DM) se obtuvieron al cosechar a intervalo de 8 semanas e intensidades de 10 y 20 cm, respectivamente, sin diferencias entre in-tensidades de corte. Los valores de NDF presentaron un comportamiento similar, aumentó conforme se incrementó el intervalo de corte de 4 a 8 semanas ($p=0.05$; Figura 3). En este sentido, los mayores valores de NDF se obtuvieron a intervalo de 8 semanas (745 y 731 g kg⁻¹ DM), a intensidades de 10 y 20, respectivamente, mientras que, a intervalos de corte de 4 y 6 semanas no se obtuvieron diferencias. Así mismo, los valores de LIG fueron mayores al incrementar el intervalo de corte y los mayores valores se obtuvieron a intervalo de 8 semanas, sin embargo, existieron diferencias entre intensidades de corte, obteniendo la intensidad de corte a 20 cm 7 g kg⁻¹ DM más respecto a la intensidad de 10 cm (Figura 3).

El comportamiento obtenido en el contenido de ADF, NDF y LIG ha sido reportado en diversas investiga-ciones (Rojas-García *et al.*, 2018; Da Silva *et al.*, 2020). Al respecto, se menciona que los rumiantes requieren de ciertas cantidades de ADF y NDF para protección y funcionamiento adecuado del rumen (Tekce & Gül, 2014), sin embargo, el consumo de forrajes con cantidades elevadas de fibra repercute en el consumo y digestibilidad (Guo *et*

al., 2022), así mismo, en la flora bacteriana del rumen, ya que, cuando los rumiantes ingieren elevadas cantidades de ADF, NDF y LIG, disminuye la cantidad y eficiencia de los microorganismos en el rumen, lo cual se se ve reflejado en la producción animal (Wang *et al.*, 2020).

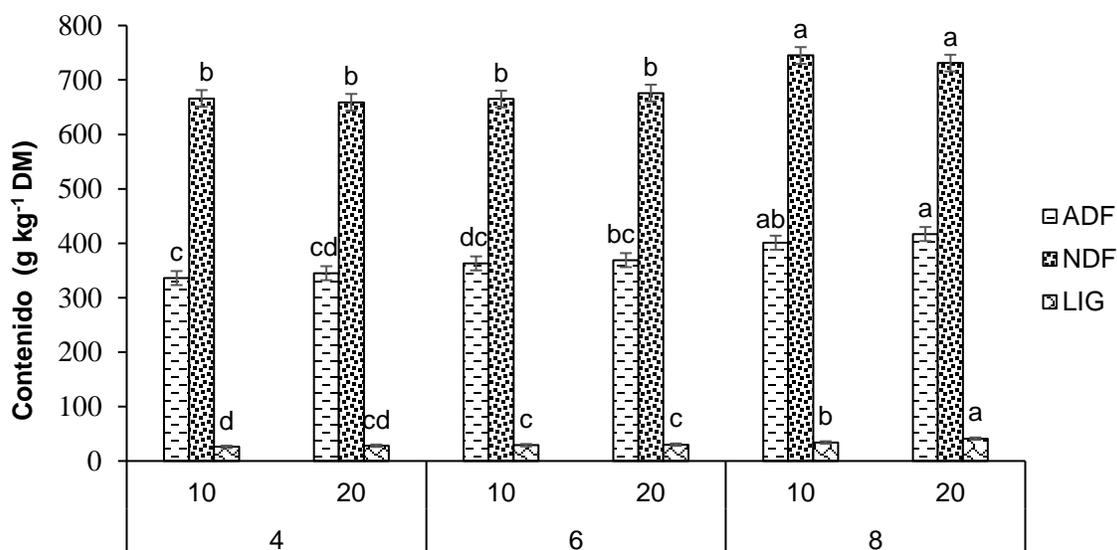


Figure 3. Contenido de fibra detergente ácido (ADF), fibra detergente neutro (NDF) and lignin (LIG) content in Mulato II grass at different interval (4, 6 and 8 weeks) and cutting intensity (10 and 20 cm).

Conclusiones

El intervalo y la intensidad de corte incidieron sobre el rendimiento, calidad, características estructurales y morfológicas del pasto Mulato II. La mayor producción de materia seca en el cultivar Mulato II se obtuvo a intervalos de 10 y 12 semanas a intensidades de 10 cm. El mayor contenido de proteína se obtuvo a intervalo de 4 y 6 semanas a intensidades de 10 cm y a intensidad de 20 cm en intervalo de 6 semanas, mientras que, los mayores valores de ADF y NDF se obtuvieron a intervalos de 8 semanas sin diferencias entre intensidades de corte. Prolongar el intervalo de corte indujo mayor rendimiento de forraje, sin embargo el valor nutricional disminuye.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo, JEGR, JRGM, FLR; desarrollo de la metodología, JEGR, JRGM, FLR; manejo de software, JFOO, JRGM; validación experimental, JEGR, SJC, JRGM; análisis de resultados, JEGR, JRGM, FLR, JFOO; Manejo de datos, JEGR, JRGM, FLR, JFOO; escritura y preparación del manuscrito, JEGR, JRGM, FLR; redacción, revisión y edición, JEGR, SJC, JRGM; administrador de proyectos, JEGR, JRGM, SJC; adquisición de fondos, JEGR, SJC, JRGM. Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo.

Financiamiento

"Esta investigación fue financiada con fondos propios".

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Tamaulipas por facilitar las instalaciones de la Posta Zootécnica para el establecimiento de las parcelas experimentales y a la Universidad Autónoma Chapingo por facilitar las instalaciones del Laboratorio de Nutrición Animal del Departamento de Zootecnia para realizar los análisis bromatológicos.

Conflicto de interés

"Los autores declaran no tener conflicto de interés".

Referencias

- Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. (2000). Official Methods of Analysis. 17ªed. Gaithersburg, USA.
- Calzada-Marín, J. M., Enríquez-Quiroz, J. F., Hernández-Garay, A., Ortega-Jiménez, E., & Mendoza-Pedroza, S. I. (2014). Análisis de crecimiento del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 5(2), 247-260. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v5n2/v5n2a9.pdf>
- Da Silva, S. H. M., Vendramini, B. J. M., de Oliveira, L. F. C., Filho, S. C. V., Kaneko, M., Silveira, M. L., Sanchez, D. J. M., & Yarborough, J. K. (2020). Harvest frequency effects on herbage characteristics of 'Mavuno' *Brachiaria* grass. *Crop Science*, 60(2), 1113-1122. <https://doi.org/10.1002/csc2.20046>
- Díaz, F. A., Méndez, R. A., & Garza C. R. (2007). Tizón foliar del pasto Buffel: su presencia en Tamaulipas, México. *Agricultura Técnica en México*, 33(3), 285-295. <https://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v33n3/v33n3a8.pdf>
- Enríquez, Q., J. F., Esqueda, E., V. A., & Martínez, M. D. (2021). Rehabilitación de praderas degradadas en el trópico de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12 (Supl 3), 243-260. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5876>
- Espinoza, F. M., Gil, J. L., Rey, J. C., Lugo, M. E., Molina, F., Ron, J., Vergara, J., Maldonado, R., Marín, C., & Herrera P. (2017). Establecimiento de tres cultivares y cuatro híbridos de gramíneas forrajeras en cuatro localidades de Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 43(1), 25-35. https://www.researchgate.net/publication/380666091_Establecimiento_de_tres_cultivares_y_cuatro_hibridos_de_gramineas_forrajeras_en_cuatro_localidades_de_venezuela

- Garay, M., J. R., Estrada, D. B., Bautista, M. Y., Bernal-Flores, A., Mendoza, P. S. I., Martínez, G. J. C., Sosa, M. E., & Joaquín, C. S. (2020). Forage yield and quality of buffel H-17 and *Urochloa* hybrids at different regrowth ages under semi-arid conditions. *Grassland Science*, 66(4), 277-284. <https://doi.org/10.1111/grs.12278>
- Garay-Martínez, J. R., Joaquín-Cancino, S., Estrada-Drouaillet, B., Martínez-González, J. C., Joaquín-Torres, B. M., Limas-Martínez, A. G., & Hernández-Meléndez, J. (2018). Acumulación de forraje de pasto buffel e híbridos de *Urochloa* a diferente edad de rebrote. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(15), 573-581. <https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1634>
- Garay-Martínez, J. R., Joaquín-Cancino, S., Estrada-Drouaillet, B., Martínez-González, J. C., Limas-Martínez, A. G., Hernández-Meléndez, J., & Rojas-García, A. R. (2019). Producción y cambios morfológicos de *Pennisetum ciliare* cv. H-17 en función de la edad de rebrote y altura de pradera. *Acta Universitaria*, 29, artículo e2306. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2306>
- Godina-Rodríguez, J. E., Joaquín-Cancino, S., Estrada-Drouaillet, B., Garay-Martínez, J. R., Limas-Martínez, A. G., & Bautista-Martínez, Y. (2022). Forage yield of *Urochloa* grass cv Camello I and II at different cutting frequencies and intensities. *Agroproductividad*, 15(7), 87-93. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i7.2315>
- Godina-Rodríguez, J. E., Joaquín-Cancino, S., Garay-Martínez, J. R., Estrada-Drouaillet, B., Limas-Martínez, A. G., Quintanilla-Medina, J. J., & González-Gutiérrez I. (2023). Componentes morfológicos y valor nutritivo de dos híbridos de *Urochloa* con diferente manejo agronómico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(4-A), 479-485. <https://doi.org/10.35196/rfm.2023.4A.479>
- Guo, C., Wu, Y., Li, S., Cao, Z., Wang, Y., Mao, J., Shi, H., Shi, R., Sun, X., Zheng, Y., Kong, F., Hao, Y., & Xu, X. (2022). Effects of different forage types on rumen fermentation, microflora, and production performance in peak-lactation dairy cows. *Fermentation*, 8, 507. <https://doi.org/10.3390/fermentation8100507>
- Hanselka, C. W. (1985). Grazing management strategies for buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.). In: E. C. A. Runge, and J. L. Schuster (eds). Buffelgrass: Adaptation, management and forage quality Proceedings of Texas A&M University Research Extension Center Symposium. Texas, USA. pp: 22.
- Liu, Y., Yang, X., Tian, D., Cong, R., Zhang, X., Pan, Q., & Shi, Z. (2018). Resource reallocation of two grass species during regrowth after defoliation. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1767. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01767>
- Monção, P. F., Costa, S. M. A. M., Rigueira, S. J. P., Moura, A. M. M., Rocha, J. V. R., Gomes, M. V., Leal, B. D., Maranhão, A. C. M., Albuquerque, B. C. J., & Chamone, A. J. M. (2019). Yield and nutritional value of BRS Capiáçu grass at different regrowth ages. *Semina: Ciências Agrárias*, 40(5), 2045-2056. <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/34544>
- Morby, J. M., & Fraser, M. D. (2021). Review: New feeds and new feeding systems in intensive and semiintensive forage-fed ruminant livestock systems. *Animal*, 15, 100297. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100297>
- Rojas, G. A. R., Maldonado, P. M. de los Á., Sánchez, S. P., Magadan, O. F., Álvarez, V. P., & Rivas, J. M. A. (2020). Rrowth analysis of grass Mulato II (hybrid *Urochloa*) by variety of cutting intensity. *International Journal of Agriculture, Environment and Bioresearch*, 5(4), 19-28. <https://ri.uaagro.mx/handle/uaagro/2522>
- Rojas-García, A. R., Torres-Salado, N., Maldonado-Peralta, M. de los A., Sánchez-Santillán, P., García-Balbuena, A., Mendoza-Pedroza, S. I., Álvarez-Vázquez, P., Herrera-Pérez, J., & Hernández-Garay, A. (2018). Curva de crecimiento y calidad del pasto cobra (*Brachiaria* híbrido BR02/1794) a dos intensidades de corte. *Agroproductividad*, 11(5), 34-38. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i5.3230>
- SAS [Statistical Analysis System]. (2003). User's Guide: Statistics, version 9.3. SAS Institute Incorporated, North Carolina, USA.
- SMN [Servicio Meteorológico Nacional]. (2010). Normales climatológicas por estado. Comisión Nacional de Agua (CONAGUA). Estación: 28197 San José de las Flores.
- Tekce, E., & Gül, M. (2014). Ruminant beslemede NDF ve ADF'nin önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 9(1), 63-73. https://www.researchgate.net/profile/Mehmet-Gul-5/publication/287604000_Ruminantlarin_Beslenmesinde_ADF_ve_NDF'nin_Onemi/links/62414d0721077329f2d8be358/Ruminantlarin-Beslenmesinde-ADF-ve-NDFnin-Onemi.pdf

- Torres, S. N., Moctezuma, V. M., Rojas, G.A. R., Maldonado, P., M de los Á., Gómez V., & Sánchez, S. P. (2020). Comportamiento productivo y calidad de pastos híbridos de *Urochloa* y estrella pastoreados con bovinos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(24), 35-46. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2356>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030291785512>
- Vargas, T. V., Hernández, R. M. E., Gutiérrez, L. J., Placido, D. C. J., & Jiménez, C. A. (2007). Clasificación climática del Estado de Tamaulipas. *CienciaUAT*, 2(2), 15-19. <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942910001.pdf>
- Wang, L., Zhang, G., Li, Y., & Zhang, Y. (2020). Effects of high forage/concentrate diet on volatile fatty acid production and the microorganisms involved in VFA production in cow rumen. *Animals*, 10, 223. <https://doi.org/10.3390/ani10020223>
- Yasuoka, I. J., Pedreira, S., C. G., da Silva, J. V., Alonso, P. M., da Silva, S. L., & Gomes, J. F. (2018). Canopy height and N affect herbage accumulation and the relative contribution of leaf categories to photosynthesis of grazed *Brachiaria* grass pastures. *Grass and Forage Science*, 73, 183-192. <https://doi.org/10.1111/gfs.12302>

ARTÍCULO EN PRENSA