

Evaluación agronómica y nutricional de pastos tropicales de corte sometidos a diferentes frecuencias de corte en Yurimaguas, Amazonia peruana

Agronomic and nutritional assessment of cut-and-carry tropical grasses harvested at different intervals in Yurimaguas, Peruvian Amazon

Karen Rupay T.^{1*}, Gustavo Ampuero T.², Carlos Vela G.³, Carlos Angulo V.⁴, Marco Mathios F.⁵, Ramiro Torres S.⁶

RESUMEN

Se evaluaron cuatro pastos tropicales, Maralfalfa (*Pennisetum violaceum* Lam), pasto Morado (*P. purpureum* x *P. typhoides*), Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach) y Guatemala (*Tripsacum laxum*, Nash) con dos intervalos de corte (45 y 70 días), mediante un experimento factorial con diseño de bloques completos al azar. La interacción pastos × frecuencias de corte fue significativa ($p < 0.05$) para las características agronómicas y nutricionales. Pasto Morado y Guatemala cosechados a los 70 días obtu-

¹ EEA San Ramón, Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, Yurimaguas, Loreto, Perú

² Proyecto PROMEG Tropical, Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, La Molina, Lima, Perú

³ Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria la Molina-UNALM, La Molina, Lima, Perú

⁴ Programa de Posgrado en Biodiversidad Tropical, Universidad Federal do Amapá-UNIFAP, Macapá, Amapá, Brasil

⁵ Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas-UNAAA, Yurimaguas, Loreto, Perú

⁶ Proyecto Especial Datem del Maraón Alto Amazonas Loreto Condorcanqui-PEDAMAALC, Yurimaguas, Loreto, Perú

* E-mail: krupay777@gmail.com

Estudio financiado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria-INIA, a través del proyecto PROMEG Tropical

Recibido: 4 de enero de 2023

Aceptado para publicación: 2 de agosto de 2023

Publicado: 31 de octubre de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

vieron mayor rendimiento de materia seca (17.13 y 17.03 t ha⁻¹, respectivamente) que Maralfalfa, Morado, Elefante y Guatemala cosechados a los 45 días. En comparación con otros pastos, el pasto Guatemala cosechado a los 45 días obtuvo la relación hoja: tallo más alta (4.64). Los mayores contenidos promedio de proteína (78.5 g kg⁻¹) y fósforo (1.22 g kg⁻¹) se obtuvieron a los 45 días. Se concluye que las gramíneas cosechadas a los 70 días demuestran su potencial productivo con un valor nutritivo moderado, lo que podría ser utilizado para incrementar el rendimiento por unidad de área. Además, el pasto Guatemala podría ser utilizado en estudios con animales en pastoreo debido a su alta relación hoja: tallo y valor nutritivo moderado.

Palabras clave: gramíneas forrajeras, intervalos, defoliación, trópico

ABSTRACT

Four tropical grasses were evaluated: Maralfalfa (*Pennisetum violaceum* Lam), Purple King grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*), Elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schumach) and Guatemala grass (*Tripsacum laxum*, Nash) with two harvest intervals (45 and 70 days), using a factorial experiment with a randomized complete block design. The interaction pastures × cutting frequencies was significant ($p < 0.05$) for the agronomic and nutritional characteristics. Purple King Grass and Guatemala harvested at 70 days produced higher dry matter yield (17.13 and 17.03 t ha⁻¹, respectively) than Maralfalfa, Purple King Grass, Elephant grass, and Guatemala grass harvested at 45 days. Compared with other grasses, the Guatemala grass harvested at 45 days had the highest leaf: stem ratio (4.64). The highest average contents of protein (78.5 g kg⁻¹) and phosphorus (1.22 g kg⁻¹) were obtained at 45 days. It is concluded that the grasses harvested at 70 days showed their productive potential with a moderate nutritional value, which could be used to increase the yield per unit area. In addition, Guatemala grass could be used in studies with grazing animals due to its high leaf: stem ratio and moderate nutritional value.

Key words: forage grasses, frequencies, defoliation, tropic

INTRODUCCIÓN

Las pasturas proporcionan un excelente alimento para los animales en pastoreo o en confinamiento, debido a que representan una fuente más económica de forraje (Uvidía *et al.* 2015). Las especies forrajeras deben estar adaptadas a las condiciones climáticas y tipo de suelo de la zona y se deben aplicar técnicas de manejo apropiadas para que puedan tener un mejor rendimiento de materia seca y de valor nutricional (Fonseca *et al.*, 2022). No obstante, las variaciones climáticas en regiones de clima tropical húmedo reducen el desempeño productivo y nutricional de

las pasturas, por lo que los pastos de corte representan una mejor alternativa de suplementación para los rebaños durante los periodos de escasez (Pereira *et al.*, 2021).

Pastos del género *Pennisetum* sp representan uno de los más importantes recursos forrajeros, siendo cultivado en casi todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo debido a su alto potencial de producción de masa seca, valor nutritivo, palatabilidad, vigor y resistencia (Pereira *et al.*, 2022). El género *Pennisetum* presenta más de 140 especies (Brunken, 1977), que incluye forrajes cultivados, como el pasto elefante (*P. purpureum* Schumach), maralfalfa (*P.*

violaceum Lam), e híbridos como el morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*). Además, de especies del género *Pennisetum*, el pasto Guatemala (*Tripsacum laxum*, Nash) ha ganado importancia, debido a su adaptación a climas cálidos y por su alta productividad (Huchim *et al.*, 2017).

Técnicas de manejo, como el intervalo de corte o la frecuencia entre cortes después del establecimiento del cultivo son los factores agronómicos comunes que afectan las características de crecimiento, el rendimiento en materia seca y la calidad nutricional de las gramíneas forrajeras perennes como las del género *Pennisetum* (Lounglawan *et al.*, 2014) y *Tripsacum*. De este modo, Monção *et al.* (2019) obtuvieron con pasto elefante una mejor producción de materia verde (187 t ha⁻¹), materia seca (49 t ha⁻¹), fibra (720 g kg⁻¹) y carbohidratos (822 g kg⁻¹) con frecuencias de corte de 150 días, aunque un menor contenido de proteína (77 g kg⁻¹) y digestibilidad (47%). Por otro lado, cuando la cosecha se realiza a los 45 días, el rendimiento decrece significativamente, obteniendo 100 g kg⁻¹ (Lounglawan *et al.*, 2014) y 58% de digestibilidad (Jayasinghe *et al.*, 2022).

Diversos estudios reportan que los pastos maralfalfa, morado y Guatemala, con cortes entre los 65 días, obtienen bajos rendimientos en materia seca, fibra cruda, y alto contenido de proteína y digestibilidad (Lara, 2012; Madera *et al.*, 2013; Lyimo *et al.*, 2016; Huchim *et al.*, 2017; Jaime *et al.*, 2018; Álvarez-Vázquez *et al.*, 2021; Ghimire *et al.*, 2021). En general, se ha encontrado que, a mayor intervalo de corte, mayor rendimiento de materia seca, mayor proporción de tallo, mayor concentración de fibra cruda, menores concentraciones de proteína y menor digestibilidad (Geren *et al.*, 2020).

A pesar de información existente sobre el rendimiento productivo y valor nutricional de diferentes pasturas tropicales de importancia ganadera, las variables de cada espe-

cie son dependientes de características propias de cada región, por lo que cada especie para expresar su potencial productivo y nutricional dependerá del conocimiento técnico de sus características morfológicas y prácticas de manejo por parte del productor. Por ejemplo, la Amazonía peruana cuenta aproximadamente con una extensión de 440 mil hectáreas de pastos cultivados, que pertenecen a diversos géneros, con características productivas nutricionales variadas (Echevarría, 2020); no obstante, en los pequeños ganaderos de la región, debido a la escasa información técnica sobre determinadas especies forrajeras adaptadas a la realidad de la localidad, surgen incógnitas como ¿Qué tipo de pastos pueden proporcionar las cualidades de alimentación necesarias para mi rebaño?, y ¿Cuál es la frecuencia de corte apropiada que mantenga o eleve el rendimiento productivo y nutricional de mi pastura? Por tanto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar las características agronómicas y nutricionales del pasto elefante, maralfalfa, morado y Guatemala, sometidos a dos frecuencias de corte.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agraria San Ramón (EEA San Ramón), del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), localizado en el km 3.5 de la carretera Yurimaguas-río Shanusi, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto (5°56'13" S y 76°07'04" W), a 182 msnm. El clima está clasificado como tropical húmedo (Holdridge, 1967). Se destacan dos estaciones climatológicas, la lluviosa (septiembre - mayo) y la seca (junio - agosto). El promedio mensual de la precipitación, temperatura y humedad relativa del aire durante el periodo experimental fue de 65 mm, 28.5 °C y 75%, respectivamente (Figura 1), según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2022).

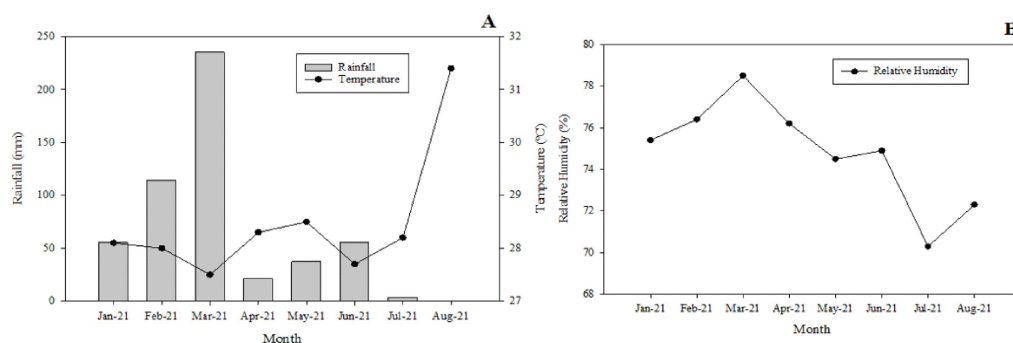


Figura 1. Condiciones climáticas mensuales en la Estación Experimental Agraria San Ramón (EEA-San Ramón)/INIA, Yurimaguas, durante el periodo experimental. A: Precipitación y Temperatura, B: Humedad relativa del aire

El análisis de las muestras de suelo realizadas en el laboratorio de suelos del INIA, estación El Porvenir, San Martín, reportó 1.42% de materia orgánica (MO) y pH 4.51, suelo tipificado como ultisol, textura franco-arenosa, con 56, 27 y 17 de arena, limo y arcilla, respectivamente. El estudio tuvo una duración de cinco meses, a partir de la mitad de la época lluviosa e inicio y final de la época seca. La preparación del terreno consistió en limpieza, arado y rastreo. El área total fue 288 m² y las parcelas experimentales midieron 3 × 3 m (9 m²).

Tratamientos y Diseño Experimental

Se trabajó con un experimento factorial 4×2 que se dispuso en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones (32 unidades experimentales). Se asignaron como factor A, cuatro pastos de corte (Maralfalfa, pasto Morado, Elefante y Guatemala), colectados del banco de germoplasma de la EEA San Ramón. Para el factor B se asignaron dos frecuencias de corte (45 y 70 días después del corte de uniformización). Para la siembra de los pastos se utilizaron estacas de 0.5 a 1 m, colocadas en surcos a chorro continuo, con 0.8 m entre hileras. El corte de uniformización se realizó a los 60 días después de la siembra.

Muestreo y Variables Respuesta

El corte de los pastos fue realizado de acuerdo a las frecuencias establecidas en los tratamientos. Para el muestreo se utilizó el método del cuadrante (1 x 1 m), lanzado aleatoriamente dentro de la parcela experimental (Kercher *et al.*, 2003). Todo el forraje existente dentro del cuadrante fue cortado a 5 cm de altura de residuo. Se registró el peso fresco, y las muestras fueron colocadas en estufa de ventilación forzada a 55 °C hasta alcanzar peso constante. Se utilizaron dos submuestras, la primera para evaluar la relación hoja: tallo de cada especie, utilizando la metodología descrita por Griffin y Jung (2019), y las fracciones de cada componente fueron secadas junto con la segunda submuestra sobre las condiciones mencionadas anteriormente. El peso fresco y seco y área del cuadrante fue utilizado para calcular el rendimiento de materia verde (MV), y materia seca (MS), en t ha⁻¹. Antes del corte se evaluó la altura de la planta (AP en cm), medido desde el ras del suelo hasta el ápice superior.

La segunda submuestra fue molida en un molino Willey, utilizando cribas metálicas de 1 mm. Los análisis nutricionales fueron realizados de acuerdo con la metodología descrita en el manual de análisis de alimen-

tos AOAC (2005), que incluyeron mediciones de materia seca (MS), humedad (H), proteína total (PT), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), ceniza (C), extracto libre de nitrógeno (ELN), carbohidratos totales (CHOST), fibra detergente ácido (FDA), fibra en detergente neutro (FDN), calcio (Ca) y fósforo (P), expresados en g kg⁻¹ de MS. Los procedimientos utilizados fueron: para H «AOAC 950.46», PT «AOAC 984.13», EE «AOAC 2003», FC «AOAC 962.09», C «AOAC 942.05», Ca «AOAC 927.02» y P «AOAC 965.17». Para determinar FDN y FDA se utilizó la técnica de bolsa de filtro sugerida por ANKOM (2017). El ELN y CHOST fueron estimados utilizando las ecuaciones $ELN = 100 - (H + PT + EE + C + FT)$ y $CHOST (\%) = 100 - (PT + EE + C)$.

Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados usando los modelos mixtos «PROC MIXED» del software SAS (SAS para Windows v. 9.4). Previo al análisis de variancia (ANOVA) se hizo la prueba Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de los datos y homogeneidad de las variancias. Los tratamientos fueron considerados como efecto fijo, y los bloques como efecto aleatorio. Las medias fueron comparadas mediante el procedimiento SAS PDIF ajustado por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

RESULTADOS

Las características agronómicas fueron afectadas por la interacción de los factores pastos × frecuencias de corte ($p < 0.05$), excepto para el rendimiento de materia verde (RMV) y altura de planta (AP). El pasto Morado y Guatemala presentaron mayores rendimientos de MS (RMS de 17.13 y 17.03 t ha⁻¹, respectivamente) a los 70 días, comparados con Maralfalfa, Morado, Elefante y Guatemala cortados a los 45 días (Cuadro 1). El pasto Guatemala obtuvo la mayor ($p < 0.05$) relación hoja: tallo (H:T), cortado a los 45 días,

comparado con los otros pastos. La menor relación hoja: tallo fue obtenida por el pasto Morado, cortado a los 70 días.

Independiente de la frecuencia de corte, el pasto Elefante fue superior ($p < 0.05$) en altura (155 cm), que el Guatemala (96 cm), y Maralfalfa (136 cm), pero similar al Morado (146 cm; Figura 2). El pasto Guatemala se mostró superior ($p < 0.05$) a los otros pastos para la relación hoja: tallo. De la misma forma, independiente del tipo de pasto de corte, el RMV (62.6 t ha⁻¹), RMS (14.5 t ha⁻¹) y AP (157.1 cm), fueron superiores a los 70 días en comparación con los valores reportados a los 45 días (42.6 t ha⁻¹, 7.2 t ha⁻¹ y 110.3 cm, respectivamente), excepto para la relación hoja: tallo (2.2) que fue mayor a los 45 días (Cuadro 2).

Hubo interacción ($p < 0.05$) para los factores pasto × frecuencia de corte sobre el contenido de MS, FT, ELN y P, excepto para PC, EE, ceniza, CHOST, FDA, FDN y Ca. El contenido de MS fue mayor ($p < 0.05$) a los 70 días (883 g kg⁻¹) que a los 45 días (870 g kg⁻¹) para el pasto morado; sin embargo, fue similar en los otros pastos en las dos frecuencias de corte. El contenido de FT del pasto Elefante fue mayor a los 70 días (329 g kg⁻¹; $p < 0.05$) al de los otros tres pastos cortados a 45 y 70 días (Cuadro 3). Asimismo, el corte a los 70 días incrementó el contenido de ELN del pasto Guatemala (508 g kg⁻¹) en comparación a los otros pastos en ambas frecuencias de corte.

El pasto Maralfalfa cortado a los 45 días presentó mayor ($p < 0.05$) contenido de P que a los 70 días; además tuvo un valor superior al pasto Morado cortado a los 70 días y al Elefante a los 45 y 70 días (Cuadro 3). Todos los pastos cortados a los 45 días mostraron mayor ($p < 0.05$) contenido de PC (78.5 g kg⁻¹), Ceniza (66.1 g kg⁻¹) y P (1.22 g kg⁻¹) en comparación a los 70 días. Sin embargo, los valores fueron mayores en los cortes a los 70 días para las variables FT (291 g kg⁻¹), ELN (469 g kg⁻¹), CHOST (761 g kg⁻¹), FDA (g kg⁻¹) y FDN (657 g kg⁻¹) (Cuadro 4).

Cuadro 1. Interacción tipo de planta × frecuencia sobre los parámetros productivos de cuatro pastos de corte

Pastura	Frecuencia de corte (días)	Parámetros			
		RMV t ha ⁻¹	RMS	AP cm	hoja: tallo
Maralfalfa	45	46.98 ^a	8.13 ^b	116.62 ^a	1.87 ^b
	70	46.83 ^a	11.49 ^{ab}	156.07 ^a	1.03 ^{bc}
Morado	45	36.60 ^a	5.80 ^b	114.47 ^a	1.48 ^{bc}
	70	73.57 ^a	17.13 ^a	178.25 ^a	0.59 ^c
Elefante	45	46.46 ^a	8.38 ^b	129.82 ^a	1.09 ^{bc}
	70	57.63 ^a	12.70 ^{ab}	181.42 ^a	0.74 ^{bc}
Guatemala	45	40.38 ^a	6.81 ^b	80.62 ^a	4.64 ^a
	70	72.37 ^a	17.03 ^a	112.72 ^a	1.79 ^b
P valor	Planta (P)	0.7712	0.6373	<0.0001	<0.0001
	Frecuencia (F)	0.0083	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	P×F	0.2148	0.0487	0.1116	0.0002

^{a,b,c} Promedios con superíndices iguales entre cada columna no difieren estadísticamente al 5% de probabilidad por el test de Tukey

² RMV: rendimiento de materia verde; RMS: rendimiento de materia seca; AP: altura de planta; H:T: relación hoja/tallo

*P valor menor a 0.05

Cuadro 2. Efecto de dos frecuencias de corte sobre los parámetros productivos de cuatro pastos tropicales

Frecuencia de corte (días)	Parámetro			
	RMV t ha ⁻¹	RMS	AP cm	hoja: tallo
45	42.60 ^b	7.28 ^b	110.30 ^b	2.27 ^a
70	62.60 ^a	14.59 ^a	157.10 ^a	1.04 ^b
EP	7.3	1.4	7.8	0.1

^{a,b} Promedios con índices iguales entre columnas no difieren estadísticamente al 5% de probabilidad (Test de Tukey)

RMV: rendimiento de materia verde; RMS: rendimiento de materia seca; AP: altura de planta; H:T: relación hoja/tallo; EEP: error estándar del promedio

Los cuatro pastos de corte evaluados presentaron diferentes ($p < 0.05$) valores para cada característica nutricional (Cuadro 4). El pasto Maralfalfa y Morado contienen mayor ($p < 0.05$) contenido de ceniza que el pasto Elefante, pero similar al Guatemala (Cuadro 4). El pasto elefante presentó mayor conte-

nido de FDA (344.5 g kg⁻¹), superior a los demás pastos que no tuvieron diferencias estadísticas entre sí. Asimismo, el pasto Elefante presentó mayor contenido de CHOST (759 g kg⁻¹) que el Morado, pero estos no presentaron diferencias significativas con los pastos Maralfalfa y Guatemala. El contenido

Pastos tropicales sometidos a dos frecuencias de corte

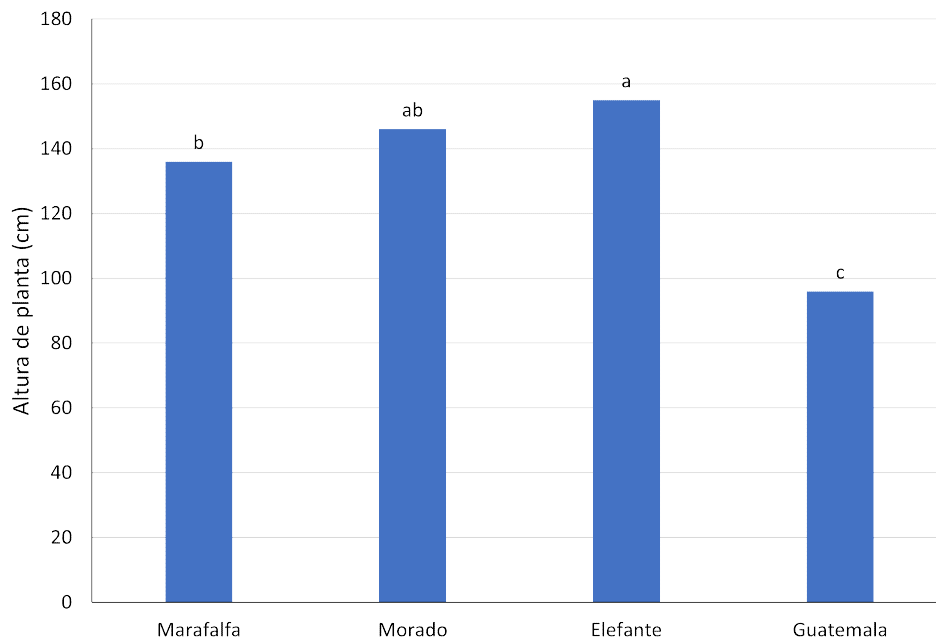


Figura 2. Altura de planta (cm) de cuatro pasturas tropicales de corte. Medias con índices iguales entre columnas no difieren estadísticamente al 5% de probabilidad (Test de Tukey)

Cuadro 3. Interacción tipo de planta × frecuencia sobre la composición nutricional de cuatro pastos de corte

Pastura	Frecuencia de corte (días)	Parámetro										
		MS	PC	EE	FT	Ceniza	ELN	CHOST	FDA	FDN	Ca	P
Maralfalfa	45	880.92 ^{ab}	69.87 ^a	13.92 ^a	278.48 ^{bcd}	76.53 ^a	442.13 ^{bc}	720.60 ^a	342.15 ^a	618.95 ^a	1.22 ^a	1.57 ^a
	70	879.32 ^{ab}	58.85 ^a	13.95 ^a	291.78 ^{bc}	48.63 ^a	466.13 ^b	757.90 ^a	352.50 ^a	657.25 ^a	0.87 ^a	0.95 ^{bc}
Morado	45	870.32 ^b	90.60 ^a	14.00 ^a	270.33 ^{cd}	67.70 ^a	427.60 ^c	697.93 ^a	333.12 ^a	583.12 ^a	0.77 ^a	1.10 ^{abc}
	70	883.45 ^a	59.15 ^a	12.72 ^a	288.48 ^{bc}	62.33 ^a	460.78 ^{bc}	749.25 ^a	356.00 ^a	639.87 ^a	1.27 ^a	1.02 ^{bc}
Elefante	45	881.80 ^{ab}	72.15 ^a	10.57 ^a	304.88 ^{ab}	53.00 ^a	439.63 ^{bc}	746.08 ^a	370.70 ^a	656.50 ^a	0.65 ^a	0.85 ^c
	70	876.77 ^{ab}	55.87 ^a	13.35 ^a	329.88 ^a	34.40 ^a	443.28 ^{bc}	773.15 ^a	404.35 ^a	686.70 ^a	0.62 ^a	0.62 ^c
Guatemala	45	879.77 ^{ab}	81.67 ^a	11.12 ^a	272.78 ^{cd}	67.18 ^a	447.02 ^{bc}	719.80 ^a	344.90 ^a	621.80 ^a	0.67 ^a	1.37 ^{ab}
	70	883.32 ^a	65.05 ^a	12.62 ^a	255.67 ^d	41.78 ^a	508.20 ^a	763.88 ^a	349.80 ^a	647.87 ^a	0.55 ^a	0.70 ^c
P valor	Planta (P)	0.3543	0.0838	0.1468	<0.0001	0.0049	0.0004	0.003	<0.0001*	0.000*	0.1267	0.0005*
	Frecuencia (F)	0.1835	<0.0001	0.3112	0.0434	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0063	0.0002	1	<0.0001
	P×F	0.0118	0.2503	0.2548	0.0191	0.2228	0.0096	0.518	0.3374	0.6021	0.3297	0.0184*

¹ Medias con índices iguales entre cada columna no difieren estadísticamente al 5% de probabilidad (Test de Tukey)

² MS: materia seca; PC: proteína cruda; EE: extracto etéreo; FT: fibra total; ELN: extracto libre de nitrógeno; CHOST: carbohidratos totales; FDA: fibra en detergente ácido; FDN: fibra en detergente neutro; Ca: calcio; P: fósforo

*P valor menor a 0.05

Cuadro 4. Composición nutricional de cuatro pastos tropicales y por efecto de dos frecuencias de corte

	PC	FT	Ceniza	ELN	CHOST	FDA	FDN	P
	g kg ⁻¹							
Frecuencia de corte (días)								
45	78.57 ^a	281.61 ^b	66.10 ^a	439.09 ^b	721.10 ^b	347.72 ^b	620.09 ^b	1.22 ^a
70	59.73 ^b	291.45 ^a	46.78 ^b	469.59 ^a	761.04 ^a	365.66 ^a	657.92 ^a	0.82 ^b
EP*	3.0	3.2	3.5	3.8	4.1	4.1	6.0	0.05
Pasto								
Maralfalfa	64.36 ^a	285.13 ^b	62.57 ^a	454.13 ^b	739.25 ^{ab}	347.32 ^b	638.10 ^{ab}	1.26 ^a
Morado	74.87 ^a	279.4 ^{bc}	65.01 ^a	444.19 ^b	723.59 ^b	344.56 ^b	611.50 ^b	1.06 ^a
Elefante	64.01 ^a	317.38 ^a	43.70 ^b	441.45 ^b	759.61 ^a	387.52 ^a	671.60 ^a	0.73 ^b
Guatemala	73.36 ^a	264.23 ^c	54.47 ^{ab}	477.61 ^a	741.84 ^{ab}	347.35 ^b	634.84 ^b	1.03 ^a
EEP	4.9	4.5	4.5	5.3	5.8	5.9	8.54	0.07

¹ Medias con índices iguales entre cada columna no difieren estadísticamente al 5% de probabilidad (Test de Tukey)

² PC: proteína cruda; FT: fibra total; ELN: extracto libre de nitrógeno; CHOST: carbohidratos totales; FDA: fibra en detergente ácido; FDN: fibra en detergente neutro; P: fósforo; EP: error estándar del promedio

de P del pasto Maralfalfa, Morado y Guatemala fueron superiores ($p < 0.05$) a los del pasto Elefante (Cuadro 4).

DISCUSIÓN

Los pastos de corte Maralfalfa, Elefante, Morado y Guatemala incrementaron significativamente las proporciones de fibra y carbohidratos en el mayor intervalo de corte, influenciando el rendimiento de materia seca, debido a su fuerte relación con los componentes estructurales de la planta, como fibra y carbohidratos totales (Ibrahim *et al.*, 2019; Botero Londoño *et al.*, 2021). Esto indica que a medida que a mayor incremento en los intervalos de corte, la planta acumula mayor material fibroso, reduciendo la relación hoja: tallo y, consecuentemente, su valor nutritivo (Sollenberger *et al.*, 2020). Situación similar fue reportada por Geren *et al.* (2020) con pasto Elefante, quienes reportaron mayor AP (263 cm) y RMS (42 t ha⁻¹) a los 60 días en comparación con el corte a los 30 días.

Los estudios de Polo (2021) y Anduaem y Hundessa (2022) indicaron que no hubo diferencia significativa en RMS para el pasto Guatemala cortado a los 60 y 120 días de edad, pero dichos valores fueron inferiores a los reportados en el presente estudio. Este comportamiento se explica por el hecho de que los pastos de origen tropical presentan una pared celular delgada en los primeros estados de crecimiento; es decir, baja fibra y sólidos totales y, consecuentemente, bajo RMS (Barbero *et al.*, 2021; Pereira *et al.*, 2021). Por otro lado, al aumentar la edad de corte las estructuras vasculares de las hojas se hacen más gruesas, provocando una lignificación del tejido vascular y el esclerénquima de las hojas y tallos, haciéndose físicamente más fuertes y difíciles de reducir en tamaño, incrementando la resistencia a la digestión microbiana dentro del rumen (Clavero y Razz, 2009).

Cuzco-Mass *et al.* (2021) evaluaron el RMV del pasto Maralfalfa, King Grass verde, King Grass morado y Elefante en la zona de Yurimaguas con edades de corte de 45 y

90 días, encontrando un mayor RMV global a los 45 días, pero sin diferencias para las respuestas individuales de cada especie. De la misma forma, en el presente estudio no se observaron diferencias del RMV entre cada especie evaluada, pero los rendimientos globales fueron mayores a los 70 días que a los 45. Probablemente esto sucedió debido que, al realizar cortes con intervalos prolongados aumenta el contenido porcentual de materia seca, fibra cruda, lignina, pared celular y, como consecuencia, una reducción significativa del porcentaje de hojas verdes y un incremento de la proporción de tallos (Uvidía *et al.*, 2015; Ko, 2019; Álvarez-Vázquez *et al.*, 2021).

La relación hoja: tallo representa un componente de la arquitectura del dosel, que determina la selección de la dieta y consumo de pastos tropicales por parte de los rumiantes (Smart *et al.*, 1998). Las frecuencias de corte influyen directamente en la relación hoja: tallo, principalmente porque las plantas en el inicio de su crecimiento acumulan más hojas, proporción que disminuye conforme el avance de la edad de corte, acumulando más tallos (Arzani *et al.*, 2004; Madera *et al.*, 2013; Cortés y Olarte, 2018). Estos reportes son comprobados en la relación hoja: tallo del presente estudio, donde todas las pasturas evaluadas presentaron mayor proporción de hojas a los 45 que a los 70 días. Por otro lado, el pasto Guatemala, por ser una gramínea de hojas vigorosas y voluminosas (Cook *et al.*, 2005) se destacó de los otros tres pastos.

Maldonado-Quiñones *et al.* (2021), en un estudio con pasto Maralfalfa observaron una reducción en el contenido de cenizas y proteína conforme el avance de la edad de corte, mientras que los contenidos de FDN y FDA aumentaron de forma progresiva; siendo estos resultados similares a los del presente estudio. Este aumento en el contenido de componentes fibrosos se debe a que entre más madura sea la planta los tallos adquieren una mayor proporción de tejido estructural, alto en fibra (Valles *et al.*, 2016; Chiquini-Medina *et al.*, 2019).

CONCLUSIONES

- El intervalo de corte tuvo efecto marcado sobre las características productivas y nutricionales del pasto Maralfalfa, Morado, Elefante y Guatemala.
- El corte a los 45 días proporciona un mayor valor nutricional para todos los pastos, pero reduce el rendimiento del forraje. Con el corte a los 70 días se obtiene mayor rendimiento y una ligera reducción de su valor nutricional, por lo que esta frecuencia de corte podría ser utilizada para obtener mayores rendimientos de los animales por área.
- El pasto Guatemala presenta una mayor relación hoja: tallo, y moderado rendimiento de materia seca y valor nutritivo, por lo que podría ser utilizado en estudios con animales en pastoreo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria (INIA), por financiar el estudio con los fondos del Proyecto «Mejorando la disponibilidad y acceso de material genético mediante el uso de técnicas de biotecnología reproductiva en bovinos tropicales de las regiones de San Martín, Loreto y Ucayali» (PROMEG Tropical N.º 2338934).

LITERATURA CITADA

1. **Álvarez-Vázquez P, Mendoza-Pedroza SI, Cadena-Villegas S, Calzadamarín JM, Ortega-Jiménez, E, Vaquerahuerta H, Rivas-Jacobo MA. 2021.** Cambios en el rendimiento y composición química del pasto maralfalfa (*Cenchrus* sp) a diferente edad. *Rev Fitotec Mex* 44: 729-729. doi: 10.35196/rfm.2021.4-A.729
2. **Andualem D, Hundessa M. 2022.** Nutritive value of guatemala grass (*Tripasacum andersonii*) harvested at three stages of maturity in gedeo agroforestry

- systems, southern Ethiopia. *Trop Subtrop Agroecosyst* 25(3). doi: 10.56369/tsaes.3685
3. **ANKOM Technology. 2017.** Neutral detergent fiber in feeds filter bag technique (for A2000 and A2000I), 2017. Available in https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/Method_13_NDF_A2000.pdf
 4. **Arzani H, Zohdi M, Fish E, Amiri GZ, Nikkhah A, Wester D. 2004.** Phenological effects on forage quality of five grass species. *J Range Manage* 57: 624-629. doi: 10.2111/1551-5028(2004)-057[0624:PEOFQO]2.0.CO;2
 5. **[AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2005.** Official methods of analysis of the Association AOAC. 18th ed.
 6. **Barbero RP, Ribeiro ACDC, Moura AM, Longhini VZ, Mattos TFDA, Barbero MMD. 2021.** Potencial de produção de bovinos de corte em pastagens tropicais: revisão de literatura. *Ciênc Anim Bras* 22: e-69609. doi: 10.1590/1809-6891v22e-69609
 7. **Botero-Londoño JM, Celis-Celis EM, Botero-Londoño MA. 2021.** Nutritional quality, nutrient uptake and biomass production of *Pennisetum purpureum* cv. king grass. *Sci Rep* 11: 13799. doi: 10.1038/s41598-021-93301-w
 8. **Brunken JNA. 1977.** Systematic study of *Pennisetum* sect. *pennisetum* (*Gramineae*). *Am J Bot* 64: 161-176. doi: 10.1002/j.1537-2197.1977.tb15715.x
 9. **Chiquini-Medina RA, Cruz-Chi EN, Pech-May NJ, Guerrero-Turriza HO, Castillo-Aguilar CC. 2019.** Desarrollo fenológico y producción de biomasa del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cultivado en el sureste mexicano. *Agro Productividad* 12: 87-92. doi: 10.32854/agrop.vi0.1424
 10. **Clavero T, Razz R. 2009.** Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. *Rev Fac Agron* 26: 78-87.
 11. **Cook B, Pengelly B, Brown S, Donnelly J, Eagles D, Franco A, Hanson J, et al. 2005.** Tropical forages: an interactive selection tool. Web Tool. CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia. [Internet]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10568/49072>
 12. **Cortés D, Olarte O. 2018.** Pasto de corte king grass morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*), una esperanza forrajera en la colonia agrícola de Acacias. *ECAPMA* 2: 1-10. doi: 10.22490/ECAPMA.2772
 13. **Cuzco-Mas EC, Angulo-Villacorta CDA, Mathios-Flores MAM. 2021.** Evaluación del desarrollo vegetativo de cuatro variedades de *Pennisetum* en el trópico húmedo de Alto Amazonas. *Rev Invest Agroprod Sustentable* 5: 1-8. doi: 10.25127/aps.20213.812
 14. **Echevarría M. 2020.** Cincuenta años de investigación en alimentación del ganado con pastos en la Amazonía Peruana. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria la Molina. 105 p.
 15. **Fonseca DMD, Santos MER, Martuscello JA. 2022.** Importância das forrageiras no sistema de produção. En: *Plantas forrageiras*. 2^o ed: Brasil; UFV. p 13-29.
 16. **Geren H, Kavut Y, Hayrullah UNLU. 2020.** Effect of different cutting intervals on the forage yield and some silage quality characteristics of giant king grass (*Pennisetum hybridum*) under Mediterranean climatic conditions. *Turk J Field Crops* 25: 1-8. doi: 10.17557/tjfc.737467
 17. **Ghimire RP, Adhikari DP, Kadel R, Amgain R. 2021.** Comparison of fodder biomass and nutrient constituents of perennial grasses under rain-fed condition of western middle hills of Nepal. *J Global Biosci* 10: 9018-9028.
 18. **Griffin JL, Jung GA. 2019.** Yield and forage quality of *Panicum virgatum*. In: *Proc XIV International Grassland Congress*. USA
 19. **Holdridge LR. 1967.** Life zone ecology. San José, Costa Rica: Tropical Science Center. 206 p.

20. **Huchim CJ, Romero AAR, Cahuich AJA. 2017.** Efecto de época, frecuencia de corte sobre características productivas de diferentes genótipos de gramíneas de corte. En: Alatorre ACB, Vera SR *et al.* (eds). Avances de la investigación sobre producción de ovinos de pelo en México. p 18-26.
21. **Ýbrahim ATIS, Celiktas N, Ersin CAN, Yilmaz, S. 2019.** The effects of cutting intervals and seeding rates on forage yield and quality of alfalfa. *Turk J Field Crops* 24: 12-20. doi: 10.17557/tjfc.562632
22. **Jaime A, Rosemberg M, Echevarría M. 2019.** Efecto de la edad y estación sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*) en la costa central. *Sci Agropecu* 10: 137-141. doi: 10.17268/sci.agropecu.-2019.01.15
23. **Jayasinghe P, Ramilan T, Donaghy DJ, Pembleton KG, Barber DG. 2022.** Comparison of nutritive values of tropical pasture species grown in different environments, and implications for livestock methane production: a meta-analysis. *Animals* 12: 1806. doi: 10.3390/ani12141806
24. **Kercher SM, Frieswyk CB, Zedler JB. 2003.** Effects of sampling teams and estimation methods on the assessment of plant cover. *J Veg Sci* 14: 899-906. doi: 10.1111/j.1654-1103.2003.tb02223.x
25. **Ko ET. 2019.** Effect of planting patterns and cutting intervals on agronomic performance and quality of pasture grass and legume. MSc Thesis. Myanmar: Yezin Agricultural University. 62 p.
26. **Lara JLA. 2012.** Comportamiento agronómico y valor nutricional de tres variedades de pastos *Pennisetum* para corte en la zona de pichilingue provincia de los ríos. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Ecuador: Univ. Técnica de Babahoyo. 53 p.
27. **Lounglawan P, Lounglawan W, Suksombat, W. 2014.** Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of King Napier Grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum americanum*). *APCBEE Procedia* 8: 27-31. doi: 10.1016/j.apcbee.-2014.01.075
28. **Lyimo BJ, Mtengeti EJ, Urrio NA, Ndemanisho EE. 2016.** Effect of fodder grass species, wilting and ensiled amount in shopping plastic bags on silage quality. *Livestock Res Rural Develop* 28(8). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd28/8/lyim28142.html>
29. **Madera NB, Ortiz B, Bacab HM, Magaña H. 2013.** Influencia de la edad de corte del pasto morado (*Pennisetum purpureum*) en la producción y digestibilidad *in vitro* de la materia seca. *Av Investig Agropecu* 17: 41-52.
30. **Maldonado-Quñones H, Carrete-Carreón FO, Reyes-Estrada O, Sánchez-Arroyo JF, Araiza-Rosales EE. 2021.** Rendimiento y valor nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) a diferentes edades. *Rev Fitotec Mex* 44: 143-143. doi: 10.35196/rfm.2021.2.143
31. **Monção FP, Costa MAMS, Rigueria JPS, Moura MMA, Júnior VRR, Gomes VM, Chamone JMA. 2019.** Yield and nutritional value of BRS Capiaçú grass at different regrowth ages. *Semin-Cienc Agrar* 40: 2045-2056. doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n5p2045
32. **Pereira AV, Gomide CAM, Mirton JDFM, Domingos SCP, Lédo FJD. 2022.** Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*). In: *Plantas Forrageiras*. 2º ed. Brasil; UFV. p 20-45.
33. **Pereira AV, Lira MDA, Machado JC, Gomide CAM, Martins CE, Lédo FJDS, Daher RF. 2021.** Elephantgrass, a tropical grass for cutting and grazing. *Rev Bras Ciênc Agrárias* 16: e9317. doi: 10.5039/agraria.v16i3a9317
34. **Polo EA. 2021.** Efecto de la aplicación de abono orgánico en la producción de biomasa y calidad nutritiva de pasto Guatemala (*Tripsacum laxum*), bajo dos frecuencias de corte. *Saberes APUDEP* 4: 18-27.

35. [SENAMHI] *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*. 2022. [Internet]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=seasons>
36. **Smart AJ, Schacht WH, Pedersen JF, Undersander DJ, Moser LE. 1998.** Prediction of leaf: stem ratio in grasses using near infrared reflectance spectroscopy. *J Range Manage* 51: 447-449. doi: 10.2307/4003332
37. **Sollenberger LE, Vendramini JM, Pedreira CG, Rios EF. 2020.** Warm season grasses for humid areas. In: *Forages: The science of grassland agriculture*. John Wiley p 331-345. doi: 10.1002/9781119436669.ch18
38. **Uvidia H, Ramírez J, Vargas J, Leonard I, Sucoshañay J. 2015.** Rendimiento y calidad del *Pennisetum purpureum* vc Maralfalfa en la Amazonía ecuatoriana. *REDVET* 16(6). [Internet]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.-oa?id=63641399006>
39. **Valles MBE, Castillo GH, Bernal B. 2016.** Rendimiento y degradabilidad ruminal de materia seca y energía de diez pastos tropicales cosechados a cuatro edades. *Rev Mex Cienc Pecu* 7: 141-158. doi: 10.22319/rmcp.v7i2.4170