

Efecto de corte y rebrote sobre el rendimiento, proteína cruda y digestibilidad de Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en dos épocas en Pucallpa, Perú

Effect of cutting and regrowth on yield, crude protein and digestibility of Maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) in two seasons in Pucallpa, Peru

Roberto Del Aguila L.^{1*}, Juan Rondón E.¹, Nidia Llapapasca G.¹, Carlos Amaringo C.¹, Carlos Alvez V.¹, Zoyla Clavo P.¹, César Villanueva C.¹, Alfredo Delgado C.²

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue evaluar el rendimiento de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) en cuatro alturas de corte y cinco tiempos de madurez del *Pennisetum* sp (Maralfalfa) durante las épocas de mayor y menor precipitación en la zona de Pucallpa, Perú. Se realizaron cortes a 0, 10, 20 y 30 cm de altura con respecto al suelo a los 28, 35, 42, 49 y 56 días de rebrote. Se evaluó la altura de planta, número de tallos, número, largo y ancho de hojas, rendimiento de MS, PC y DIVMS bajo un diseño completo al azar con arreglo factorial de 4x5 y 4 repeticiones. La planta alcanzó 120.5 cm de altura a los 56 días de rebrote. Al inicio del crecimiento tuvo 28 tallos y 127 hojas disminuyendo hasta establecerse en 15 tallos y 58 hojas a los 56 días. En ese mismo periodo las hojas crecen hasta 77.9 cm de largo y 2.3 cm de ancho. El rendimiento de MS se incrementa cuando la altura de corte es mayor. La MS (kg/ha/corte) en época de mayor precipitación (391.8 ± 386.1) fue mayor ($p < 0.05$) que en la época de

¹ Estación Experimental del Trópico, Centro de Investigaciones IVITA, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Pucallpa, Perú

² Clínica de Animales Mayores, Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú

* E-mail: rdelaguila@unmsm.edu.pe

Recibido: 2 de mayo de 2022

Aceptado para publicación: 20 de octubre de 2023

Publicado: 18 de diciembre 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

menor precipitación (235.5 ± 205.1). Las plantas cortadas a 30 cm de altura lograron los mayores rendimientos de forraje (MS kg/ha/corte) a los 49 días (557.8 ± 322.8) y 56 días (537.5 ± 138.5) ($p < 0.05$). El contenido de MS de la planta fue 15.9%. El mayor contenido de PC (13%) se obtuvo en cortes de 30 cm de altura con 28 días de crecimiento. El promedio de PC fue (9.645 ± 1.63) en la época de menor precipitación y (11.94 ± 1.94) en la de mayor precipitación. El valor de DIVMS a 0 cm de altura a los 28 días ($59.5 \pm 19.4\%$) fue similar que al corte a los 35 días ($59.5 \pm 5.5\%$). Se concluye que la maralfalfa puede producir hasta 557.8 ± 322.8 MS kg/ha/corte, y alcanzar 11.0% de PC, mientras que la DIVMS llega a 59.5%, pudiendo considerarse como una opción para mejorar la dieta de los animales en el trópico húmedo de Pucallpa.

Palabras clave: maralfalfa, altura de corte, rebrote, trópico húmedo

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the yield of dry matter (DM), crude protein (CP) and *in vitro* digestibility of dry matter (IVDMD) at four cutting heights and five maturity times of *Pennisetum* sp (Maralfalfa) during the periods of greatest and least precipitation in Pucallpa, Peru. Cuts were made at 0, 10, 20 and 30 cm height from the ground at 28, 35, 42, 49 and 56 days of regrowth. Plant height, number of stems, number, length and width of leaves, DM, CP and IVDMD yield were evaluated under a complete randomized design with a 4x5 factorial arrangement and 4 repetitions. The plant reached 120.5 cm in height at 56 days of regrowth. At the beginning of the growth period, it had 28 stems and 127 leaves, decreasing until it was established on 15 stems and 58 leaves after 56 days. In that same period the leaves grow up to 77.9 cm long and 2.3 cm wide. The DM performance increases when the cutting height is higher. The DM (kg/ha/cut) in the wet season (391.8 ± 386.1) was higher ($p < 0.05$) than in the dry (235.5 ± 205.1). Plants cut at 30 cm height achieved the highest forage yields (DM kg/ha/cut) at 49 days (557.8 ± 322.8) and 56 days (537.5 ± 138.5) ($p < 0.05$). The DM content of the plant was 15.9%. The highest CP content (13%) was obtained in 30 cm high cuts with 28 days of growth. The average PC was 9.645 ± 1.63 in the season of lowest precipitation and 11.94 ± 1.94 in the season of highest precipitation. The IVDMD value at 0 cm height at 28 days ($59.5 \pm 19.4\%$) was similar to that at the cuts at 35 days ($59.5 \pm 5.5\%$). It is concluded that maralfalfa can produce up to 557.8 ± 322.8 MS kg/ha/cut, and reach 11.0% CP, while the IVDMD reaches 59.5%, and it can be considered as an option to improve the diet of animals in the humid tropics of Pucallpa.

Key words: maralfalfa, cutting height, regrowth, humid tropics

INTRODUCCIÓN

El 7.5% de la selva peruana se utiliza con pasturas y ganadería, mayormente con especies de pastos introducidos. Las provincias de Padre Abad, Atalaya y Coronel Portillo de la Región Ucayali cuentan con 275, 206 y 71 ganaderos, respectivamente; regis-

trando 24 368 cabezas de ganado vacuno, siendo 1163 vacas en ordeño con producción promedio de 4.2 L vaca/día (INEI 2015).

La alimentación del ganado durante la época de menor precipitación se encuentra afectada por la disminución de la masa forrajera, ocasionando carencias nutritivas en los animales (Hinojosa *et al.*, 2014), mientras

que en la época de mayor precipitación el forraje requiere un adecuado manejo de la madurez para evitar la pérdida de calidad por lignificación, lo que es una limitante para la producción de carne y leche (Motta Delgado, 2018).

Los pastos mejorados que fueron introducidos en las décadas de los 80 y 90 tienen cada vez menos presencia, debido al deficiente manejo técnico de las pasturas que realizan los productores, trayendo como consecuencia la naturalización de las áreas y la pérdida de calidad (Del Águila *et al.*, 2018). Esto implica buscar nuevas opciones de especies forrajeras, tales como los pastos de corte, que puedan manejarse en espacios reducidos, pero con una mayor producción de materia seca (MS).

Los productores del lugar vienen promoviendo el cultivo de maralfalfa que tiene rendimientos de MS y calidad nutricional superior a los contenidos en los pastos tradicionalmente utilizados en la zona. Maralfalfa es una gramínea perenne, con raíces fibrosas adventicias, de porte erecto, que alcanza alturas de 2.5 a 4.2 m., se desarrolla bien a altitudes inferiores a 2600 msnm y en áreas con precipitaciones anuales de 1000 a 4000 mm, en suelos con pH entre 5.5 y 7.4 de fertilidad media a alta, presenta poca tolerancia al aluminio y encharcamientos, y puede producir hasta 60 t de biomasa seca/ha/corte (Correa *et al.*, 2004; Cerdas-Ramírez 2015). La calidad nutricional de la pastura depende de la fertilidad del suelo, de allí que el contenido de proteína cruda (PC) puede variar de 8 a 16% en base seca y la digestibilidad *in vitro* puede variar de 55 a 60% en niveles bajos (Hinojosa *et al.*, 2014) hasta 70% en altos niveles (Cerdas-Ramírez 2015), lo que le hace promisorio para los sistemas ganaderos lecheros de la zona. Sin embargo, como toda especie vegetal a mayor madurez se reduce la PC y los nutrientes digestibles totales (NDT) (Correa 2006, Santana *et al.*, 2010).

Se asume que la altura de corte del tallo es un factor que influye en la generación de nuevas yemas para el crecimiento de mayor cantidad de tallos (Hinojosa *et al.*, 2014), lo que estaría correlacionada directamente con la producción de biomasa. Los pastos tropicales por ser plantas C4, maduran más rápido que los de climas templados, y rápidamente se lignifican, haciéndole perder calidad nutritiva. Así, la frecuencia de corte constituye un factor importante para el manejo sostenible de los recursos forrajeros (Santana *et al.*, 2010). Ante esto, el presente trabajo evaluó el efecto de la interacción de cuatro alturas de corte y cinco edades de madurez (rebrote) del pasto de corte maralfalfa para determinar el momento óptimo de consumo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó entre enero 2019 y febrero 2020 en el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA), ubicado en el distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali (Perú), a 266 msnm. La zona presenta una temperatura media de 27.3 °C, precipitación pluvial entre 79 y 523 mm/mes, humedad relativa media de 85%, suelo franco-arcillo-arenoso con pH 4.9. El ecosistema es Bosque Tropical Semi-siempre Verde Estacional (Díaz, 2015).

El terreno para la siembra fue inicialmente preparado con el pase en forma cruzada de una rastra semi pesada en diciembre 2018 y con una segunda pasada de la rastra 25 días después en enero 2019. Como fertilización básica se incorporó al suelo 46 kg/ha de fósforo, 74 kg/ha de calcio como roca fosfórica, 60 kg/ha de potasio como cloruro de potasio y 23 kg/ha de nitrógeno (N) como urea, coincidiendo con el inicio de la época de mayor precipitación, de aquí pasaron seis meses para la primera evaluación, coincidiendo con el inicio de la época de menor precipitación. La evaluación de la época de mayor precipitación fue en enero y febrero de 2020.

Se utilizaron como semilla vegetativa 1280 estacas de tallos maduros con más de 1 cm de diámetro y dos yemas de crecimiento. Las estacas fueron sembradas en parcelas de 4x4 m, en hileras con 1 m de separación entre ellas y 1 m entre plantas dentro de hileras. Fueron colocadas a 10 cm de profundidad en posición oblicua con las yemas a los laterales de la estaca, presionando ligeramente el suelo para que haya contacto con la semilla. En total, se tuvo 16 estacas/parcela.

Seis meses después de la siembra, se hizo el corte de uniformización de las plantas a 0, 10, 20 y 30 cm del suelo como factor 1, se consideró los días de rebrote (dr) 28, 35, 42, 49 y 56 como factor 2. Luego del corte se aplicó en forma focalizada 23 kg/ha de N. Esto generó las siguientes interacciones: $T_1 = 0\text{cm}+28\text{dr}$, $T_2 = 0\text{cm}+35\text{dr}$, $T_3 = 0\text{cm}+42\text{dr}$, $T_4 = 0\text{cm}+49\text{dr}$, $T_5 = 0\text{cm}+56\text{dr}$, $T_6 = 10\text{cm}+28\text{dr}$, $T_7 = 10\text{cm}+35\text{dr}$, $T_8 = 10\text{cm}+42\text{dr}$, $T_9 = 10\text{cm}+49\text{dr}$, $T_{10} = 10\text{cm}+56\text{dr}$, $T_{11} = 20\text{cm}+28\text{dr}$, $T_{12} = 20\text{cm}+35\text{dr}$, $T_{13} = 20\text{cm}+42\text{dr}$, $T_{14} = 20\text{cm}+49\text{dr}$, $T_{15} = 20\text{cm}+56\text{dr}$, $T_{16} = 30\text{cm}+28\text{dr}$, $T_{17} = 30\text{cm}+35\text{dr}$, $T_{18} = 30\text{cm}+42\text{dr}$, $T_{19} = 30\text{cm}+49\text{dr}$ y $T_{20} = 30\text{cm}+56\text{dr}$.

Para las evaluaciones se aplicó la metodología de los Ensayos Regionales propuesta por CIAT (1982), en las cuatro plantas centrales de las parcelas. Se evaluó:

- a) altura de planta (cm), con una cinta métrica adherida a una varilla, hasta la hoja más alta sin estirla;
- b) diámetro de tallo (cm), con un escalímetro a 20 cm del suelo;
- c) número de tallos y hojas,
- d) largo de hojas (cm), e) ancho de hojas, en la parte media de la hoja;
- f) materia verde (kg/ha);
- g) materia seca, las muestras de materia verde fueron secadas en una estufa de aire forzado a 55 °C hasta que logre un peso constante;
- h) digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), utilizando el método del líquido ruminal (Ankom Technology 2008);
- i) proteína cruda (%) utilizando el método Kjeldahl (Nx6.25).

El análisis de las muestras de forraje para PC y DIVMS fueron realizadas en el laboratorio de análisis clínicos «Natura» en la ciudad de Pucallpa, Perú. En el estudio se utilizó el Diseño Completo al Azar, con arreglo factorial de 4x5 con 4 repeticiones. Se utilizó la prueba de Duncan ($p<0.05$) para la prueba de promedios y para las tendencias se realizaron pruebas de correlación lineal simple. Para el análisis de épocas, se realizó una prueba «t» de muestras independientes. Se utilizó el software SPSS v. 24 para los análisis estadísticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observa que durante la época de mayor precipitación el maralfalfa logra mayor altura de planta, y mayor largo y ancho de hojas. Este mayor crecimiento podría ser el resultado de la suficiente humedad que encuentra la planta en esta época para la optimización de su actividad fotosintética que se refleja en el mayor crecimiento de la planta, ya que las células crecen mejor cuando hay suficiente humedad y hay mayor expansión celular que permite un aumento en el tamaño de cada célula porque las plantas ajustan el tamaño y la cantidad de hojas según la disponibilidad de agua, tal como es indicado por Medrano *et al.* (2007).

En el Cuadro 2 se presentan las características del desarrollo promedio de las plantas de maralfalfa durante cinco periodos de rebrote en la época de menor precipitación. Los días de rebrote de la planta se correlacionan de manera positiva ($p<0.05$) con el largo y ancho de hojas, donde se observa que, a mayor número de días de rebrote, tanto el largo como el ancho de las hojas tienen mejores promedios. La planta alcanza 119 cm de altura promedio a los 56 días de rebrote, valor menor a los reportados por Ramírez y Pérez (2006) y Chiquini *et al.* (2019), quienes señalan valores en suelos ácidos de 1.73 m a los 45 días y de 1.87 m a los 60 días. En la medida que los días de rebrote aumentan, también el largo y ancho de hojas se incrementa.

Cuadro 1. Crecimiento de *Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum* (Maralfalfa) durante dos épocas de precipitación en el trópico húmedo de Pucallpa, Perú

Variables	Época de mayor precipitación		Época de menor precipitación	
	Media	d.e.	Media	d.e.
Altura de planta (cm)	82.45 ^a	37.71	114.98 ^a	39.39
Número de tallos	24.65 ^a	13.76	19.34 ^a	15.71
Número de hojas	130.09 ^a	72.81	99.52 ^a	81.80
Largo de hojas (cm)	59.56 ^a	21.83	66.86 ^a	17.75
Ancho de hojas (cm)	1.81 ^a	0.56	2.17 ^a	0.49

Medias con superíndices iguales dentro de cada variable no son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

Cuadro 2. Comportamiento del rebrote de *Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum* (Maralfalfa) durante la época de menor precipitación en 5 edades de rebrote de la planta en el trópico húmedo de Pucallpa, Perú

Rebrote (días)	Altura de plantas (media \pm d.e) (cm)	Número de tallos (media \pm d.e)	Número de hojas (media \pm d.e)	Largo de hojas (media \pm d.e) (cm)	Ancho de hojas (media \pm d.e) (cm)
28	49.91 \pm 19.5 ^a	28.13 \pm 7.4 ^a	133.94 \pm 44.9 ^a	42.86 \pm 14.7 ^c	1.29 \pm 0.2 ^c
35	58.26 \pm 17.1 ^a	25.69 \pm 12.9 ^a	124.75 \pm 60.2 ^a	45.6 \pm 15.7 ^c	1.34 \pm 0.3 ^c
42	92.64 \pm 38.2 ^a	25.33 \pm 18.9 ^a	132.87 \pm 98.9 ^a	57.95 \pm 21.3 ^b	1.96 \pm 0.5 ^b
49	94.89 \pm 23.3 ^a	26.69 \pm 17.6 ^a	141.31 \pm 102.1 ^a	72.53 \pm 14.3 ^a	2.17 \pm 0.4 ^{ab}
56	119.03 \pm 36.9 ^a	17.44 \pm 6.9 ^a	117.75 \pm 45.1 ^a	78.78 \pm 17.4 ^a	2.28 \pm 0.4 ^a

Valores con superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$)

En el Cuadro 3 se presentan las características del desarrollo promedio de las plantas de maralfalfa durante cinco periodos de rebrote en la época de mayor precipitación. La planta alcanza la mayor altura a los 49 días. Asimismo, presentaron mayor número de tallos a menores días de rebrote, lo que se relaciona directamente con el número, largo y ancho de hojas. Por otro lado, el número de tallos presentó una correlación significativa ($p < 0.003$), pero negativa, ya que los tallos disminuyen a una tasa de -22.4.8% con el incremento de la madurez de la planta. Asimismo, se alcanzó el mayor largo y ancho de hojas a los 49 días de rebrote; resultado similar al obtenido por Pilco y Pérez (2017), que

mencionan que maralfalfa tiene hasta 14 macollos cuando las plantas llegan a la madurez. La disminución del número de hojas con la edad del rebrote no fue significativa ($p < 0.267$). lo cual está en desacuerdo con Calzada-Marín *et al.* (2014, que mencionan que la biomasa aérea empieza a declinar a los 167 días de la siembra.

Las hojas crecieron a una tasa de 16.8 cm de largo y 0.3 cm de ancho por semana hasta los 49 días. Por otro lado, Calzada-Marín *et al.* (2014) señalan que la máxima producción de hojas se alcanza a los 151 días de crecimiento, tiempo en que los estratos inferiores se encuentran por debajo del punto de compensación de luz, iniciándose la

Cuadro 3. Comportamiento del rebrote de *Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum* (Maralfalfa) durante la época de mayor precipitación en 5 edades de rebrote de la planta en el trópico húmedo de Pucallpa, Perú

Rebrote (días)	Altura de plantas (media ± d.e) (cm)	Número de tallos (media ± d.e)	Número de hojas (media ± d.e)	Largo de hojas (media ± d.e) (cm)	Ancho de hojas (media ± d.e) (cm)
28	81.8 ± 29.3 ^c	27 ± 16.3 ^a	118 ± 93 ^a	51 ± 15 ^b	1.8 ± 0.4 ^b
35	96.0 ± 38.7 ^{bc}	23 ± 19.6 ^{ab}	113 ± 106 ^a	57 ± 20 ^b	1.9 ± 0.5 ^b
42	122.8 ± 30.6 ^b	19 ± 16.8 ^{ab}	98 ± 82 ^a	72 ± 13 ^a	2.4 ± 0.4 ^a
49	151.4 ± 25.2 ^a	17 ± 11.9 ^{ab}	99 ± 69 ^a	81 ± 8 ^a	2.4 ± 0.4 ^a
56	123.5 ± 34.1 ^b	9 ± 4.3 ^c	57 ± 26 ^a	76 ± 9 ^a	2.4 ± 0.4 ^a

Valores con superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística (p<0.05)

Cuadro 4. Rendimiento de materia seca (kg/ha/corte) (promedio ± d.e.) de maralfalfa (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) en dos épocas de precipitación y cuatro alturas de corte en el trópico húmedo de Pucallpa, Perú

Altura de corte (cm)	Época seca	Época húmeda	Promedio
0	130.4 ± 91.9 ^b	211.1 ± 159.4 ^c	153.4 ± 118.0 ^b
10	181.7 ± 142.6 ^b	412.2 ± 448.1 ^a	284.1 ± 332.5 ^{ab}
20	297.1 ± 244.1 ^a	331.8 ± 431.1 ^b	312.0 ± 331.9 ^{ab}
30	332.9 ± 240.5 ^a	510.6 ± 339.6 ^a	414.6 ± 299.8 ^a
Promedio	235.5 ± 205.1	391.8 ± 386.1	299.9 ± 302.2

Valores con superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística (p<0.05)

senescencia por la pérdida gradual de la actividad fotosintética que conduce a la muerte del tejido (Azumí y Watanabe 1991).

Materia Seca

El rendimiento de materia seca fue mayor en la época de mayor precipitación (391.8 ± 386.1 kg/ha/corte) que en la época seca (235.5 ± 205.1 kg/ha/corte) fue mayor (p<0.0012; Cuadro 4). Estos niveles de MS fueron menores a los reportados por Gómez-Gurrola *et al.* (2020) de 17.1 t/ha a los 60 días de crecimiento, aunque sin especificar si este dato es por corte o anual.

En la época de mayor precipitación, las alturas de corte de 10 y 30 cm tuvieron mayor (p<0.05) producción de MS, en tanto que en la época de menor precipitación el rendimiento de MS fue mayor a los 20 y 30 cm de altura de corte (p<0.05; Cuadro 4). Estos valores son menores que los reportados por Cerdas-Ramírez (2015), quién trabajando con diferentes dosis de nitrógeno, obtuvo 9820 kg MS.ha⁻¹.corte⁻¹ al aplicar 60 kg/ha de nitrógeno durante la época lluviosa. Asimismo, Ruíz Cárdenas (2016) obtuvo 9830 kg MS/ha/corte a los 105 días de crecimiento de maralfalfa en época seca.

Cuadro 5. Rendimiento de materia seca (MS kg/ha) (promedio \pm d.e.) en la interacción de altura de corte y tiempo de madurez de maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) durante la época seca en el trópico húmedo de Pucallpa, Perú

Rebrote (días)	Alturas de corte (cm)				Promedio
	0	10	20	30	
28	120.8 \pm 44.1 ^c	81.4 \pm 82.1 ^c	88.3 \pm 59.9 ^c	204.2 \pm 265.9 ^b	123.7 ^c
35	99.4 \pm 75.1 ^c	165.5 \pm 207.5 ^c	213.5 \pm 328.3 ^b	326.1 \pm 248.6 ^b	201.1 ^c
42	104.7 \pm 101.7 ^c	311.1 \pm 214.7 ^b	337.8 \pm 239.7 ^b	495.9 \pm 355.1 ^a	312.4 ^b
49	262.3 \pm 170.8 ^b	527.5 \pm 566.8 ^a	487.9 \pm 516.3 ^a	557.8 \pm 322.8 ^a	458.9 ^a
56	162.1 \pm 97.8 ^c	336.8 \pm 152.6 ^a	427.2 \pm 241.4 ^b	537.5 \pm 138.5 ^a	365.9 ^b
Promedio	149.9	284.5 ^b	310.9	424.3	292.4

Valores con superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$)

Cuadro 6. Datos promedios de máxima y mínima precipitación para la proteína cruda (%) de *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* (Maralfalfa) a 4 alturas de corte y 5 edades de rebrote en el trópico húmedo de Pucallpa, Perú

Rebrote (días)	Alturas de corte (cm)			
	0	10	20	30
28	11.0 \pm 0.5 ^a	11.2 \pm 0.6 ^a	11.6 \pm 3.3 ^a	13.0 \pm 1.9 ^a
35	9.6 \pm 0.2 ^a	11.4 \pm 1.2 ^a	11.8 \pm 2.5 ^a	11.8 \pm 2.3 ^a
42	11.3 \pm 2.9 ^a	10.0 \pm 1.3 ^a	9.1 \pm 1.1 ^a	10.5 \pm 0.1 ^a
49	9.3 \pm 2.1 ^a	9.9 \pm 1.3 ^a	10.1 \pm 2.5 ^a	9.3 \pm 2.1 ^a
56	9.1 \pm 1.4 ^a	9.0 \pm 2.5 ^a	10.1 \pm 2.3 ^a	10.1 \pm 2.2 ^a

Medias con superíndices iguales dentro de columnas son estadísticamente similares ($p < 0.05$)

Independientemente de las épocas, los cortes a 30 cm de altura presentaron un mayor rendimiento de MS que los cortes a 0 cm ($p < 0.05$). Asimismo, la altura de corte a 30 cm tuvo mayor rendimiento de MS ($p < 0.05$) independientemente de los días de rebrote. Por otro lado, la producción de MS al corte a 10 y 20 cm a los 49 días de rebrote fue estadísticamente similar, por lo que se podría considerar que ambas alturas también pueden ser recomendadas (Cuadro 5).

La máxima tasa de crecimiento promedio fue a 49 días de rebrote con 458.9 kg/ha/corte, resultado similar al obtenido por Lozano-Trejo *et al.* (2020) a los 56 días en parce-

las fertilizadas, aunque Hinojosa *et al.* (2014) y Correa *et al.* (2004) reportaron mayores rendimientos a los 75 y 90 días de crecimiento, respectivamente.

Proteína Cruda (%)

El contenido promedio de proteína cruda (PC) del forraje de maralfalfa en la época húmeda (11.9 ± 1.94) no varió significativamente ($p > 0.674$) con respecto al de la época seca (9.64 ± 1.63), posiblemente debido que las plantas no tuvieron mayores restricciones de humedad, dado que regulan su crecimiento en función a la disponibilidad de agua (Medrano *et al.*, 2007). Valores lige-

ramente mayores reporta Gómez *et al.* (2020) en suelos con clima semi cálido húmedo obteniendo 11.8% de PC a 60 días de rebrote en época seca. Asimismo, Lozano y Arroyo (2020) reportaron 7.35% de PC en maralfalfa. Por otro lado, las interacciones entre las edades de rebrote x las alturas de corte muestran que, aunque hubo variaciones en el contenido de PC, las diferencias no fueron significativas ($p > 0.05$; Cuadro 6).

La correlación lineal muestra que independientemente de la época, la disminución del contenido de PC está asociada negativamente ($p < 0.229$) a la madurez de la planta en 65.6%. En la época de menor precipitación lo hace a 85.1% y en la de máxima a 47%. Igualmente, Hinojosa *et al.* (2014) y Barrera *et al.* (2015) reportan porcentajes de PC (10.6%) a los 30 días de rebrote, disminuyendo a edades mayores. En este sentido, Correa-Cardona (2007) encontró 5.98 y 7.04 de PC en plantas con 90 y 105 días de madurez. Algunos investigadores reportan mayores valores de PC; así, Citalán *et al.* (2012) reportaron 13.18% de PC en pasto maralfalfa a 30 días de corte; Ortiz *et al.* (2016) encontraron 12.7% de PC en plantas jóvenes, disminuyendo hasta 4.9% a los 75 días. También Ramos *et al.* (2014) encontraron 14% de PC en cortes con 40 días de rebrote, disminuyendo a 11% a los 50 días.

La relación entre producción de MS y contenido de PC se encuentra a los 42 días de rebrote, alcanzando una producción de 237.8 MS kg/ha/corte y 10.1% de PC. No obstante, Hinojosa *et al.* (2014) reportaron que el punto de equilibrio es a los 66 días y con 6.8% de PC. La especie más utilizada por los productores de leche en la zona del trabajo es la gramínea *Brachiaria decumbens* que tiene entre 6 a 10% de PC, en tanto que la maralfalfa puede alcanzar hasta 11.8% de PC. Esto implica que utilizar maralfalfa con cortes a 30 cm y cosechada a 35 días podría significar una ligera ventaja para los productores lecheros de la zona.

Digestibilidad *in vitro* de MS (%)

La DIVMS en la época seca ($57.1 \pm 9.36\%$) fue significativamente mayor ($p < 0.05$) que en la época húmeda ($32.5 \pm 4.9\%$), posiblemente debido a una menor precipitación, donde las plantas regulan su crecimiento y no hay abundancia de hojas, de modo que la disponibilidad es menor. En estas condiciones, cuando estas plantas se encuentran en zonas de pastoreo son consumidas con mayor frecuencia, y la planta no llega a madurar, de modo que su digestibilidad es mayor.

En el Cuadro 7 se presentan los resultados de la DIVMS y los estimados de las interacciones entre los días de rebrote con la

Cuadro 7. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca del *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* (Maralfalfa) en la interacción de 4 alturas de corte y 5 rebrotes en el trópico húmedo de Pucallpa, Perú

Rebrote (Días)	Altura de corte (cm)				Media
	0	10	20	30	
28	59.5 ± 19.4 ^a	58.0 ± 23.8 ^a	52.6 ± 14.2 ^a	55.0 ± 10.6 ^a	56.3
35	59.5 ± 5.5 ^a	50.4 ± 12.8 ^b	47.7 ± 8.6 ^b	56.7 ± 16.0 ^a	53.6
42	48.1 ± 17.7 ^b	54.4 ± 16.3 ^a	52.5 ± 17.0 ^a	49.2 ± 13.2 ^b	51.1
49	47.0 ± 14.1 ^b	45.8 ± 13.1 ^c	49.4 ± 13.0 ^{ab}	50.7 ± 10.4 ^b	48.2
56	48.3 ± 16.8 ^b	48.8 ± 12.9 ^b	44.6 ± 12.5 ^c	48.0 ± 14.2 ^b	47.4
Media	52.48	51.48	49.36	51.92	51.3

Valores con superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$)

altura de corte. La dinámica del comportamiento de la digestibilidad en los días de rebrote de la planta muestra que la DIVMS disminuye constante y significativamente ($p < 0.002$). Se inicia con 56.3% a 28 días de rebrote, disminuyendo a 53.6, 51.1, 48.2 y 47.4% los contenidos a 35, 42, 49 y 56 días de rebrote, respectivamente; es decir, la disminución de la DIVMS está asociada en 98.8% a la edad de madurez de la planta.

En la interacción de 28 días de rebrote con 0 cm de altura de corte se encontró la máxima digestibilidad, la misma que va disminuyendo cuando los cortes son a mayor altura. Al contrario de esto, a los 42 y 49 días de rebrote la DIVMS presentó una tendencia a incrementar en la medida que la planta es cortada a mayor altura. De acuerdo con Hinojosa *et al.* (2014), el valor de la DIVMS del presente trabajo es de medio a bajo. Mayores valores reportan Ortiz *et al.* (2016) con un valor de 79.4% de DIVMS a los 39 días de corte, Camacho-Escobar *et al.* (2020) con 72.9% en plantas con 60 días de crecimiento, y Ramos-Santana *et al.* (2014) con 82% a los 40 días de rebrote.

Datos comparativos de la DIVMS en *B. decumbens*, la gramínea más utilizada en la zona, se reportan valores de 60% (50-57% en época seca y 51-62% en época lluviosa) (Vega *et al.*, 2006; Balseca *et al.*, 2015), valores que son similares a los del presente trabajo para maralfalfa. Ante estos resultados, la maralfalfa podría considerarse como una alternativa para mejorar la calidad nutritiva del forraje ofrecido, cuando es ofrecido a pocas semanas de rebrote.

CONCLUSIONES

- La planta de maralfalfa logra mayor altura de crecimiento cuando es cortada a 30 cm del suelo, siendo esto más notorio en la época seca.
- Los cortes a 0 cm del suelo presentaron los resultados más bajos en contenido de proteína cruda.

- La maralfalfa presentó 15.9% de MS, por lo que podría considerarla como una planta suculenta, que logra tener hasta 11.8% de PC (10.5% en promedio), siendo superior a otras gramíneas utilizadas en la zona.
- El 59.5% de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de la maralfalfa fue ligeramente menor a lo esperado.

LITERATURA CITADA

1. **Azumi Y, Watanabe A. 1991.** Evidence for a senescence associated gene induced by darkness. *Plant Physiol* 95: 577-583. doi: 10.1104/pp.95.2.577
2. **Ankom Technology 2008.** Procedures for fiber and *in vitro* análisis. [Internet]. Disponible en: http://www.ankom.com/09_procedures/Daisy%20method.pdf
3. **Calzada-Marín JM, Enríquez-Quiroz JF, Hernández-Garay A, Ortega-Jiménez E, Mendoza-Pedroza SI. 2014.** Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) en clima cálido subhúmedo. *Rev Mex Cienc Pecu* 2014: 247-260.
4. **Balseca DG, Cienfuegos EG, López HB, Guevara HP, Martínez JC. 2015.** Valor nutricional de Brachiarias y leguminosas forrajeras en el trópico húmedo del Ecuador. *Cienc Investig Agrar* 42: 57-63. doi: 10.4067/S0718-16202015-000100006
5. **Barrera-Álvarez A, Avellaneda-Cevallos J, Tapia-Moreno E, Peña-Galeas M, Molina-Hidrovo C, Ferrin L, Casanova M. 2015.** Composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum* sp. *Ciencia y Tecnología* 8: 13-27.
6. **Camacho-Escobar MA, Galicia-Jiménez MM, Sánchez-Bernal EI, Ávila-Serrano NY, López-Garrido SJ. 2020.** Producción de metano y bióxido de carbono *in vitro* de pastos tropicales de la costa de Oaxaca, México. *Terra Latinoam* 38: 425-434. doi: 10.28940/terra.v38i2.628

7. **Chiquini-Medina R, De la Cruz-Chi E, Pech-May N, Guerrero-Turriza H, Castillo-Aguilar C. 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
8. **[CIAT] Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1982.** Manual para la evaluación agronómica. Cali, Colombia: CIAT. 170 p.
9. **Cerdas-Ramírez R. 2015.** Comportamiento productivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) con varias dosis de fertilización nitrogenada. *InterSedes* 33: 123-145.
10. **Citalán LL, Domínguez B, Orantes M, Manzur A, Sánchez B, De los Santos M, Ruíz J, et al. 2012.** Evaluación nutricional de maralfalfa (*Pennisetum* spp) en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel, municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas* 1: 19-23.
11. **Coronel O. 2015.** Composición química y atributos agronómicos de maralfalfa (*Pennisetum* sp Lam) en zona de altura (2600 msnm), Cutervo, Cajamarca al corte de instalación y primer corte. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Chiclayo, Perú: Univ. Nacional Pedro Ruiz Gallo. 47 p.
12. **Correa HJ. 2006.** Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Res Rural Develop* 32(11). [Internet]. Disponible en: <http://www.lrrd.org/lrrd18/6/corr18084.htm>
13. **Correa CHJ, Cerón JM, Arroyave H, Henao Y, López A. 2004.** Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. En: IV seminario Internacional Competitividad en Carne y Leche. Medellín, Colombia.
14. **Correa-Cardona J. 2007.** Calidad nutricional del pasto Maralfalfa cosechada a dos edades de rebrote. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia. [Internet]. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/pasto-maralfalfa-pennisetum-sp-t26840.htm>.
15. **Del Águila R, Reyes C, Suárez W, Rondón J, Delgado A, Clavo Z. 2018.** Efecto de la utilización de subproducto de cervecería y sales minerales en vacas cruzadas en ordeño en el trópico peruano. *Rev Inv Vet Perú* 29: 706-712. doi: 10.15381/rivep.v29i2.14474.
16. **Díaz Zúñiga EJ, Mercado Jáuregui G, Muñoz Ruíz A. 2015.** Caracterización de las propiedades físicas y químicas de algunos suelos amazónicos degradados y no degradados con relación a la fisiografía en la provincia de Padre Abad. Ucayali, Perú. Huánuco, Perú: Univ. Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco. 23 p.
17. **Gómez-Gurrola A, Loya JL, Ramírez JC, Benítez J. 2020.** Composición química y producción del pasto *Pennisetum* sp (Maralfalfa) en la época de secas en diferentes cortes. *Edúcate con Ciencia* 28: 268-278.
18. **INEI. 2015.** Encuesta Nacional Agropecuaria 2014. Metodología y cálculo de indicadores. Lima, Perú. 215 p. [Internet]. Disponible en: https://www.inei.gov.pe/media/Menu-Recursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1340/cuadros/cap27.pdf
19. **Hinojosa YLA, Yépez ND, Suárez PMA. 2014.** Frecuencia de corte de Maralfalfa (*Pennisetum* sp) durante la estación lluviosa, Trinidad, Bolivia. *Agrociencias Amazonia* 4: 11-18.
20. **Lozano Juncar A, Arroyo Pérez E. 2020).** Evaluación de la productividad de Maralfalfa (*Pennisetum* sp) y (*Pennisetum purpureum*) bajo cuatro distancias de siembra en canales primarios de la Finca Monterrey 1 del municipio de Turbo Antioquia y descripción de potencial para la alimentación bovina. Tesis de Agrónomo. Colombia: Univ de Antioquia. 85 p.
21. **Lozano-Trejo S, López-Astilleros O, Vinay JC, Villegas-Aparicio Y, López I. 2020.** Dinámica de crecimiento y curvas de extracción de nutrientes de *Pennisetum* sp (Maralfalfa). *Rev Mex Cienc Pecu* 11: 255-265. doi: 10.22319/rmcp.v11i1.4674

22. **Medrano H, Cifre J, Flexas J, Ribas-Carbó M, Gullás J, Bota J. 2007.** Eficiencia en el uso del agua por las plantas. *Investigaciones Geográficas* 43: 63-84.
23. **Motta Delgado P. 2018.** Evaluación de la sostenibilidad de pasturas braquiarias para alimentación bovina en hatos del trópico húmedo, Caquetá Colombia. Tesis de Maestría. Caquetá, Colombia: Univ. de la Amazonía. 110 p.
24. **Ortiz F, Reyes O, Herrera J, Rosales R, Jiménez R. 2016.** Rendimiento y calidad nutricional del forraje de maralfalfa obtenida en diferentes fechas de corte en Durango, México. *Agrofaz* 16: 47-56.
25. **Pilco SR, Pérez C. 2017.** Análisis de crecimiento del pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) en un ambiente atemperado en el Altiplano Central de Bolivia. *Rev Carr Ing Agron* 3: 620-633.
26. **Ramírez Y, Pérez J. 2006.** Efecto de la edad de corte sobre el rendimiento y composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp). *Rev Unellez Cienc Téc* 24: 57-62.
27. **Ramos-Santana R, Quijano-Cabrera Y, Macchiavelli R. 2014.** Evaluación del rendimiento y la calidad del forraje Maralfalfa en tres vaquerías del norte de Puerto Rico en la época de días largos. *J Agric Univ PR* 98: 169-177.
28. **Ruíz Cárdenas R. 2016.** Establecimiento y respuesta a la frecuencia de corte de maralfalfa (*Pennisetum* sp.) vs. Came-run (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Cameroon) en el distrito de Contamana, provincia de Ucayali, Loreto. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima, Perú: Univ. Nacional Agraria La Molina. 114 p.
29. **Santana A, Pérez A, Figueredo ME. 2010.** Efectos del estado de madurez en el valor nutritivo y momento óptimo de corte del forraje napier (*Pennisetum purpureum* Schum) en época lluviosa. *Rev Mex Cienc Pecu* 1: 277-286.
30. **Vega M, Ramírez J, Leonard I, Igarza. 2006.** Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. *REDVET* 7(5). [Internet]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612665007.pdf>