

PRODUCCIÓN Y CALIDAD FORRAJERA DE TRES ESPECIES DEL GÉNERO *Pennisetum* EN EL VALLE ALTOANDINO DE ANCASH

Forage production and quality of three species of the genus *Pennisetum* in the high Andean zone of Ancash

Delicia Magnolia Prudencio Velásquez¹; Yaneline Nilda Hidalgo Vásquez²; Néstor Humberto Chagray Ameri³; Félix Esteban Airahuacho Bautista⁴; Rufino Maximo Maguiña Maza⁵

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar y comparar el comportamiento productivo y la calidad forrajera del *Pennisetum sp.* (maralfalfa), *Pennisetum purpureum* Schum (pasto camerún) y *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides* (king grass) en el valle altoandino de Ancash. Se utilizaron 120 semillas vegetativas por especie forrajera, sembradas con una densidad de 40 mil plantas ha⁻¹ y se realizó un corte de uniformización a los 160 días post siembra (primera cosecha). Las variables evaluadas a la resiembra (30 días post siembra), fueron el porcentaje de prendimiento y capacidad de macollamiento. A los 226 días post siembra (segunda cosecha) se evaluó la altura de planta, rendimiento forrajero en materia verde y materia seca, tasa de crecimiento y calidad nutricional. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos (especies *Pennisetum*) y 6 repeticiones. La maralfalfa y el king grass mostraron los mejores porcentajes de prendimiento. La maralfalfa obtuvo la mayor capacidad de macollaje (8.9 macollos planta⁻¹), altura de planta (0.98 m) y rendimiento forrajero en materia verde (90.3 t ha⁻¹), mientras que el pasto camerún obtuvo el mayor rendimiento de materia seca y tasa de crecimiento (12.9 t MS ha⁻¹ y 196.5 kg ha⁻¹ día⁻¹, respectivamente). Respaldados en el mayor rendimiento de materia seca y tasa de crecimiento, el pasto camerún sería la especie recomendada a cultivar en el ámbito de la zona evaluada. Una segunda alternativa a cultivar sería la maralfalfa que mostro las mejores características agronómicas.

Palabras clave: *Pennisetum*, camerún, maralfalfa, king grass, valle altoandino.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine and compare the productive behavior and forage quality of *Pennisetum sp.* (maralfalfa), *Pennisetum purpureum* Schum (cameroon grass) and *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides* (king grass) in the High Andean Valley of Ancash. One hundred and twenty vegetative seeds per forage species were used, planted with a density of 40 thousand plants ha⁻¹ and an uniformisation cut was made at 160 days post sowing (first harvest). The variables evaluated at replanting (30 days post sowing) were the vegetative germination percentage and tillering capacity. At 226 days post planting (second harvest), plant height, forage yield in green and dry matter, growth rate and nutritional quality were evaluated. A completely randomized design with three treatments (*Pennisetum* species) and 6 repetitions was used. Maralfalfa and king grass showed the best vegetative germination percentage. Maralfalfa obtained the highest tillering capacity (8.9 tillers plant⁻¹), plant height (0.98 m) and forage yield in green matter (90.3 t ha⁻¹), while Cameroon grass obtained the highest dry matter yield and rate of growth (12.9 t DM ha⁻¹ and 196.5 kg ha⁻¹ day⁻¹, respectively). Backed by the higher dry matter yield and growth rate, Cameroon grass would be the recommended species to cultivate in the area of the evaluated. A second alternative to cultivate would be maralfalfa that showed the best agronomic characteristics.

Keywords: *Pennisetum*, Cameroon, maralfalfa, king grass, high andean valley.

¹ Docente, Instituto de educación Superior Tecnológico Publico Oyón, Perú. dely15pru@gmail.com

² Docente, Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú. yanhiva@gmail.com

³ Investigador, Inversiones Pecuarias Granados SAC, Perú. nestorameri7@gmail.com

⁴ Docente Investigador, Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú. fairahuacho@unjfsc.edu.pe

⁵ Docente, Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú. rmaguina@unjfsc.edu.pe

INTRODUCCIÓN

La actividad ganadera representa una de las principales fuentes de ingreso económico para el poblador de la sierra peruana. Esta actividad, representada por la crianza de ganado bovino y ovino, criollos o mejorados, explotados bajo sistemas de crianza extensiva y semi-extensiva, presentan bajos índices de productividad debido principalmente a la deficiencia en el manejo y limitada implementación de pastos y forrajes (MINAGRI, 2017). Una alternativa viable a implementar en estas zonas, caracterizada por un relieve complejo y accidentado, es el cultivo de pastos para corte. Los pastos para corte son un recurso de bajo costo que incrementa la productividad de los animales al disminuir el desperdicio observado bajo un sistema de pastoreo (González et al., 2018).

Las especies del género *Pennisetum* son importantes recursos forrajeros, tienen alto potencial productivo y atributos agronómicos que los hacen tolerantes al déficit hídrico (Maranhao et al., 2020). En el Perú, existe disponibilidad de estas especies perennes adaptados a la gran diversidad de ambientes, principalmente a la altura sobre el nivel del mar (Quero et al., 1994), tales como el maralfalfa, camerún y king grass; pero son limitadas las investigaciones con respecto a sus potencialidades productivas bajo condiciones de valles altoandinas.

La maralfalfa, es un genotipo de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), que ha sido desarrollada bajo fusión de protoplastos (Vivanco, 2010) e identificada genéricamente como *Pennisetum* sp. (Correa et al., 2005). Esta variedad ha sido promocionada como un híbrido de gran potencial para aumentar la producción animal (Márquez et al., 2007). Según Maguiña y Pérez (2019), la maralfalfa posee buenos atributos, como su buen establecimiento a través de semillas vegetativas y altos rendimientos productivos. Asimismo, la maralfalfa posee capacidad de adaptación a altos niveles de altura, aunque a partir de los 2200 m s.n.m. muestra un desarrollo más lento y menos productivo (Cunuhuay y Choloquina, 2011). Sin embargo, Sosa et al. (2006) señalan que crece bien hasta los 3000 m s.n.m.

Entre las especies del género *Pennisetum*, el pasto elefante camerún (*P. purpureum* Schum) destaca por tener rizomas que tienen la capacidad de almacenar agua y solutos orgánicos, además de poseer antocianinas en las láminas de las hojas que minimizan los efectos nocivos de la radiación solar excesiva y el déficit de agua en la asimilación de carbono (Araujo y Deminici, 2009). En sistemas agrícolas tropicales, estas características agronómicas demuestran el potencial de este forraje ante la vulnerabilidad a las lluvias estacionales (Maranhao et al., 2020).

El king grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) representaría el forraje más prometedor debido a sus altos rendimientos de materia seca que superarían a la mayoría de los forrajes tropicales (Herrera, 1990). El king grass puede adaptarse a una amplia gama de tipos de suelo (desde arenoso hasta arcilloso) y a rangos de pH de muy ácido hasta alcalino (Geren y Kavut, 2015).

Para recomendar las mejores especies *Pennisetum* a los productores y su cultivo en una determinada región, es necesario la respectiva caracterización de las variables productivas y nutricionales (Ramos et al., 2013; Hinojosa et al., 2014). Por ello, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento productivo y nutricional de tres especies forrajeras de corte del género *Pennisetum* (maralfalfa, camerún y king grass) bajo condiciones edafoclimáticas de la comunidad de Llámec (Pacllón, Bolognesi, Ancash, Perú).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

La investigación se realizó en la comunidad de Llámec, distrito de Pacllón, provincia de Bolognesi, Ancash, Perú (Figura 1). Esta comunidad se encuentra a una altitud de 3000 m s.n.m. Posee un paisaje de relieve complejo montañoso, considerado como una zona de vida de Estepa Montañoso Tropical, de clima templado-cálido con temperatura promedio anual de 13°C y precipitación anual de 700 mm (GOREA, 2014).

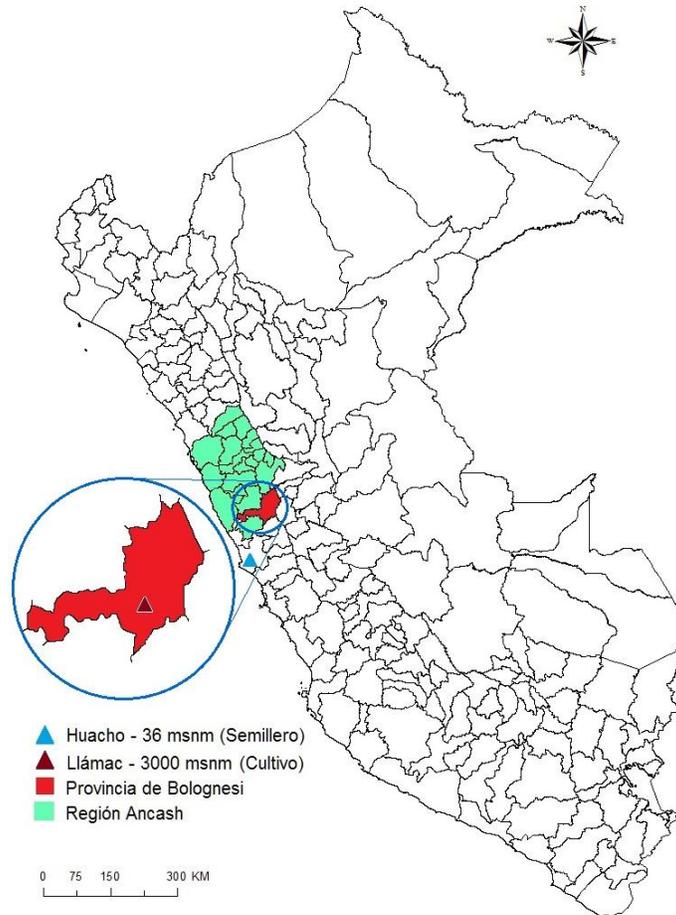


Figura 1. Ubicación de la comunidad de Llámac, cistrito de Pacllón, provincia de Bolognesi, Ancash, Perú.

Metodología

Antes del establecimiento del cultivo, se realizó el análisis químico de suelo en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Plantas, Agua y Fertilizantes de la Universidad Agraria La Molina (LASPAF - UNALM), cuyos resultados fueron los siguientes: franco arenoso, 6.0 de pH, 0.26 mS m^{-1} de conductividad eléctrica, 5.6% de contenido de materia orgánica, 29.5 ppm de fósforo y 532 ppm de potasio. Seguidamente, el terreno fue barbechado mediante tracción animal a una profundidad de 20 a 30 cm, se aplicó 8 t ha^{-1} de estiércol de bovino y se realizó nuevamente el barbecho para incorporar el estiércol dentro del suelo.

Semillas vegetativas (120 semillas por variedad *Pennisetum*) con tres nudos, fueron adquiridos del Campo Agrostológico de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión (UNJFSC), localizada en la ciudad de Huacho (Lima, Perú) a una altitud de 36 m s.n.m. Las semillas vegetativas fueron transportadas en bolsas de polietileno y sembradas 72 horas después de su adquisición.

Las semillas vegetativas fueron sembradas a una distancia de 0.50 m. entre plantas y 0.50 m entre surcos, con una inclinación de 25 a 30 grados, con dos nudos bajo tierra y uno al ras del suelo. Se aplicaron riegos de acuerdo a las condiciones del clima y al desarrollo vegetativo de la planta, y se realizó periódicamente actividades manuales del control de malezas.

Observando el porcentaje de prendimiento y capacidad de macollamiento, se realizó la resiembra a los 30 días post siembra. El corte de uniformización del cultivo, a una altura de 5 a 10 cm de la base del tallo, fue realizado a los 160 días después de la siembra. La cosecha del forraje fue realizado a los 226 días de la siembra, de forma manual utilizando una hoz.

La variable evaluada a los 30 días post siembra fue:

Porcentaje de prendimiento (PP) y capacidad de macollamiento (NM), que fueron cuantificadas utilizando las siguientes formulas:

$$PP = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas vegetativas con brotes}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas vegetativas sembradas}} \cdot 100 \quad (1)$$

$$NM = \frac{\text{N}^\circ \text{ de macollos}}{\text{Planta}} \quad (2)$$

Las variables evaluadas a los 226 días post siembra (después del corte de uniformización) fueron:

Altura de planta, medición realizada desde la base de tallo hasta la punta de la hoja más larga (medida con una regla graduada).

Rendimiento forrajero en materia verde (RF), calculado a partir del peso fresco de tallos y hojas cortadas a la altura de 7 cm del suelo, y utilizando una balanza digital de 50 kg de 5 gramos de sensibilidad. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$RF = \frac{\text{Peso de tallos y hojas} \cdot 10000 \text{ (m}^2\text{ha}^{-1})}{\text{Distancia entre plantas (m)} \cdot \text{Distancia entre surcos (m)}} \quad (3)$$

Calidad nutricional del forraje, determinado del análisis químico proximal de muestras de forraje realizado en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (LENA – UNALM).

Tasa de crecimiento (TC), determinado en base a la materia seca y el tiempo de crecimiento del forraje (días transcurridos entre el corte de uniformización y la cosecha), mediante la siguiente fórmula.

$$TC = \frac{\text{Rendimiento de materia seca}}{\text{Tiempo}} \quad (4)$$

El diseño estadístico empleado fue el diseño completamente al azar, con tres tratamientos (especies *Pennisetum*) y seis repeticiones. Respalados en la distribución normal y homogeneidad de variancia de los datos, se realizó el análisis de variancia y la prueba de Tukey, a un nivel de significación alfa del 5%. Estos análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete estadístico InfoStat (versión 2019).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de prendimiento

Las especies forrajeras con mayores porcentajes de prendimiento fueron la maralfalfa y king grass comparado con el camerún ($p < 0.05$), que logró menos del 89% de prendimiento (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de prendimiento de las tres especies forrajeras.

Planta forrajera	Prendimiento, % Promedio ± Error estándar
Maralfalfa	98.06 ± 1.28 ^a
Camerún	88.89 ± 1.28 ^b
King Grass	96.94 ± 1.28 ^a

^{a, b} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

El porcentaje de rendimiento del presente estudio son los esperados cuando las semillas provienen de plantas con yemas bien desarrolladas y entrenudos que han completado su proceso de elongación (Sierra, 2005), y que contienen niveles adecuados de azúcares reductores como glucosa y fructuosa que potencian el inicio del brote (Maguiña y Pérez, 2019). Resultados similares fueron obtenidos por Condori et al. (2018a) en camas caliente (95.37%), en canchón (95.14%) y a campo abierto (94.09%), cultivadas a una altura aproximada de 3870 m s.n.m. Pero, los valores obtenidos en esta investigación son mejores a lo reportado por Mita (2018), evaluados a los 3870 metros en campo abierto, obtuvo valores porcentuales de prendimiento promedio de 67.60% a los 40 días post siembra. Porcentajes ligeramente inferiores (90.41%) fueron encontrados por Cunuhay y Choloquina (2011) en maralfalfa a nivel de 2900 m s.n.m. de altitud.

Capacidad de macollamiento

La Tabla 2, muestra el número de macollos por especie forrajera evaluada. La maralfalfa mostró mayor número de macollos con respecto a las demás especies forrajeras evaluadas ($p < 0.05$).

Tabla 2. Número de macollos de las tres especies forrajeras del género *Pennisetum*.

Planta forrajera	Macollos Promedio ± Error estándar
Maralfalfa	8.93 ± 0.15 ^a
Camerún	5.79 ± 0.15 ^b
King grass	5.31 ± 0.15 ^b

^{a, b} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

La mejor capacidad de macollamiento alcanzado por la maralfalfa se relaciona con el mayor porcentaje de prendimiento observado (Tabla 1), lo que sugiere una mejor interacción de la maralfalfa con el medio ambiente andino (Ávalos, 2009). La capacidad de macollamiento o el número de yemas es una variable que se estudia juntamente con el porcentaje de prendimiento de las plantas forrajeras, la cual demuestra la vigorosidad de las semillas y su capacidad de emergencia de macollos en el tiempo (Ayala, 1990).

Ávalos (2009) al evaluar la aplicación de fertilizantes orgánicos y químicos en maralfalfa cultivada a 2640 m s.n.m., reporta valores promedios de ocho macollos por planta, que son similares a los del presente estudio.

Altura de planta

La Tabla 3 muestra la altura de planta por especie forrajera evaluada. La maralfalfa alcanzó el mayor promedio de altura de planta, mientras que el peor promedio de altura de planta fue mostrado por el king grass ($p < 0.05$).

Tabla 3. Altura de planta de las tres especies forrajeras del género *Pennisetum*.

Planta forrajera	Altura de planta, m
	Promedio \pm Error estándar
Maralfalfa	0.98 \pm 0.01 ^a
Camerún	0.90 \pm 0.01 ^b
King grass	0.73 \pm 0.01 ^c

^{a, b, c} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

La altura de planta es una de las variables estudiadas por ser un componente relacionado al crecimiento y el rendimiento forrajero. Investigaciones realizadas a diferentes altitudes reportan menores valores de altura de planta para maralfalfa. Condori et al. (2018a), bajo las condiciones de campo abierto y canchón a una altitud de 3870 m s.n.m., obtuvieron alturas de maralfalfa de 0.37 y 0.61 m, respectivamente; mientras que Mita (2018) a una altitud de 3800 m s.n.m. reporta un promedio general de 0.29 m de altura. Asimismo, Ávalos (2009), a una altitud de 2640 m s.n.m., encontró valores promedios de altura de planta de 0.54 m a los 53 días de crecimiento y bajo condiciones de la época seca de Guaranda y a campo abierto. El mejor resultado obtenido para la maralfalfa en la presente investigación se debería a la época lluviosa en la que fue cultivada.

Es limitada la información científica con respecto a los pastos camerún y king grass. Con respecto al camerún, Barrón et al. (2009) reporta alturas de planta de 1.67 y 1.80 m a las ocho semanas de cosecha en las estaciones de primavera y verano de la costa central del Perú, respectivamente; mientras que para el king grass, Pimentel (2006) reporta 2.18 m de altura de planta para cultivos ubicados a 122 m s.n.m., cosechados a la novena semana. Estos resultados son superiores a los encontrados en el presente estudio, y posiblemente se debería a las condiciones ambientales de la costa y el trópico, respectivamente.

Rendimiento forrajero en materia verde

La Tabla 4 muestra el rendimiento forrajero de las tres especies evaluadas. La planta forrajera de mejor rendimiento de materia verde fue la maralfalfa, mientras que el peor rendimiento fue alcanzado por el king grass ($p < 0.05$).

Tabla 4. Rendimiento de materia verde de las tres especies forrajeras.

Planta forrajera	Rendimiento, t ha ⁻¹
	Promedio \pm Error estándar
Maralfalfa	90.34 \pm 1.26 ^a
Camerún	70.52 \pm 1.26 ^b
King grass	60.13 \pm 1.26 ^c

^{a, b, c} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

El rendimiento de forraje, es una de las variables visibles en campo que la mayoría de los profesionales y productores toman como referencia inmediata al momento de la cosecha. En el presente estudio, el mayor rendimiento de materia verde de la maralfalfa se relaciona con la mayor altura de planta alcanzada (Tabla 3) y su mayor contenido de humedad (Tabla 7). Además, los resultados alcanzados por la maralfalfa son superiores a los reportados por otras investigaciones. En Ecuador, Cunuhay y Choloquina (2011) al evaluar densidades de siembra de maralfalfa a una altitud de 2900 m s.n.m. reportan rendimientos de materia verde de 55.90, 62.60 y 74.40 t ha⁻¹ en densidades de 40, 53.50 y 80 mil plantas por ha, respectivamente, mientras que Vargas (2018) al evaluar el efecto de la fertilización química y orgánica en cultivos de maralfalfa a una altitud de 2950 m s.n.m. reporta rendimientos de 3.66, 4.59, 6.74 y 8.73 t ha⁻¹ a los 100, 115, 130 y 145 días de cosecha, respectivamente. Por otro lado, los valores en rendimiento de materia verde de maralfalfa encontrado por Coronel (2015) son superiores a los del presente estudio. Este autor reporta 119.1 t ha⁻¹ a los 60 días de corte (segunda cosecha), cultivadas a una altitud de 2600 m s.n.m. bajo las condiciones de ambientales de la comunidad de Yacuchingana (Cajamarca-Perú).

El rendimiento de materia verde del pasto camerún en el presente estudio fueron inferiores a los encontrados por Ruiz (2016), quien reporta rendimientos de 74.23 t ha⁻¹ a los 60 días después del primer corte; sin embargo, los resultados del estudio de Barrón et al. (2009) fueron inferiores a los del presente estudio (58.08 y 63.78 t ha⁻¹ cosechados a los 56 días en estación de primavera y verano, respectivamente).

Para el king grass, Pimentel (2006) reporta resultados superiores a los del presente estudio, con rendimientos de 71.10 t ha⁻¹ de materia verde en cultivos ubicados a 122 m s.n.m., con 40 mil plantas ha⁻¹ y cosechados a la novena semana.

Rendimiento forrajero en materia seca

La Tabla 5 muestra el rendimiento de materia seca de las tres especies evaluadas. El pasto Camerún mostro el mejor rendimiento de materia seca a las demás especies forrajeras evaluadas ($p < 0.05$).

Tabla 5. Rendimiento en materia seca de las tres especies forrajeras.

Planta forrajera	Rendimiento forrajero, t MS ha ⁻¹ Promedio ± Error estándar
Maralfalfa	11.83 ± 0.19 ^b
Camerún	12.97 ± 0.19 ^a
King grass	11.85 ± 0.19 ^b

^{a, b} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

El mejor rendimiento alcanzado por el pasto Camerún se relacionaría con su menor porcentaje de humedad (Tabla 7). En condiciones de costa peruana y entre los meses de marzo y mayo, Jaime et al. (2019) reportan rendimientos de materia seca de 14.4 t ha⁻¹ a los 63 días de corte. En condiciones de trópico, Ruiz (2016) reporta rendimiento de materia seca de 9.69 t ha⁻¹ a los 60 días de cosecha, pero con 20 mil plantas ha⁻¹. Con respecto al rendimiento de materia seca alcanzado por la maralfalfa, los resultados del presente estudio fueron superiores a los reportados por Condori et al. (2018b) quienes al evaluar el cultivo de maralfalfa en diferentes ambientes y a una altitud de 3800 m s.n.m. reportan rendimientos 6.95, 1.87, 1.07 y 0.60 t ha⁻¹ en ambientes de cama caliente, carpa, canchón y campo abierto, respectivamente. Sin embargo, Coronel (2015) al evaluar los atributos de la maralfalfa a una altitud de 2600 m s.n.m. en la comunidad de Yacuchingana (Cajamarca – Perú), reporta valores de 38.68 t ha⁻¹ a los 60 días correspondiente a la segunda campaña de producción, que son superiores a los encontrados en el presente estudio.

Los rendimientos de materia seca obtenidos por el camerún en el presente estudio se muestran bastante superiores a los reportados por otras investigaciones. Ruiz (2016) obtuvo 9.69 t ha⁻¹ de materia seca de

camerún cosechado a los 60 días, pero con 20 mil plantas ha⁻¹, mientras que Barrón et al. (2009) reporta rendimientos de 7.73 y 8.73 kg ha⁻¹ a los 56 días en la estación de primavera y verano, respectivamente.

El rendimiento de materia seca alcanzado en el presente estudio por el pasto king grass, fue superior al reportado por Pimentel (2006) quien, con cultivos ubicados a 122 m s.n.m., densidad de 40 mil plantas ha⁻¹ y cosechados a la novena semana, reporta rendimientos de 9.30 t ha⁻¹ de materia seca.

Tasa de crecimiento del cultivo

La tasa de crecimiento evaluada en la segunda cosecha se muestra en la Tabla 6. El pasto camerún mostró la mejor tasa de crecimiento comparado con maralfalfa y el king grass ($p < 0.05$).

Tabla 6. Tasa de crecimiento de las tres especies forrajeras.

Planta forrajera	Tasa de crecimiento, kg ha ⁻¹ día ⁻¹ Promedio ± Error estándar
Maralfalfa	179.32 ± 2.84 ^b
Camerún	196.51 ± 2.84 ^a
King grass	179.58 ± 2.84 ^b

^{a, b} Letras distintas indican diferencia estadística ($p < 0.05$).

La mejor tasa de crecimiento mostrado por el pasto camerún esta influenciado por el mayor contenido de materia seca alcanzado (Tabla 5). Sin embargo, tasas de 247 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ a los 150 días fueron reportados por Calzada-Marín et al. (2014), pero a 65 m s.n.m. Con relación al camerún, Barrón et al. (2009) reporta tasas de crecimiento de 137.95 y 115.98 kg ha⁻¹ día⁻¹ a los 56 días de cosecha en estación de primavera y verano, respectivamente; resultados inferiores a los encontrados en el presente estudio. De manera general, las especies forrajeras de *Pennisetum* en condiciones tropicales, pueden alcanzar producciones máximas de 540 kg ha⁻¹ día⁻¹ (IPNI, 2003).

Calidad nutricional

La composición química, a los 66 días de realizada la segunda cosecha, de las especies evaluadas se muestra en la Tabla 7. Tendencias de mayor contenido proteico y menor contenido de humedad son mostradas por el king grass y camerún.

Tabla 7. Composición química de las especies de *Pennisetum* a la segunda cosecha (valores en base a materia seca).

Especie	Humedad (%)	Cenizas (%)	Extracto etéreo (%)	Proteína (%)	Fibra cruda (%)	Extracto libre de nitrógeno (%)
Maralfalfa	86.90	15.50	2.44	14.81	27.71	39.54
Camerún	81.61	18.11	2.39	12.45	26.54	40.51
King grass	80.29	18.06	2.28	16.18	24.91	38.57

Expresado en base al contenido de la materia seca, el contenido de extracto etéreo y extracto libre de nitrógeno se muestran similares entre las tres especies de *Pennisetum*, sin embargo, el forraje king grass muestra tendencias de mayores contenidos en proteína y menores en fibra cruda. En la mayoría de las especies forrajeras, el contenido de proteína, grasa y carbohidratos no fibrosos va disminuyendo debido al incremento de los tejidos de los tallos y la lignificación de las paredes celulares en relación al incremento de los tejidos de las hojas (Fassio et al., 2018; McDonald et al., 2010). En el presente estudios, las tres variedades *Pennisetum* evaluadas a una misma edad de cosecha, muestran contradicciones entre el potencial agronómico y la calidad nutricional. Mientras que la maralfalfa mostro los mejores rendimientos agronómicos, su composición química muestra tendencias de menor calidad nutricional, posiblemente influenciado por el mayor contenido de humedad.

CONCLUSIONES

Considerando la mayor tasa de crecimiento y calidad nutricional, mayor rendimiento de materia seca, además de tendencias de mayor contenido proteico y menor contenido fibroso, el pasto camerún es la variedad recomendada a cultivar en el ámbito de la zona evaluada. Una segunda alternativa a cultivar es la maralfalfa que mostró las mayores características agronómicas, porcentaje de prendimiento, capacidad de macollaje, altura de planta y rendimiento de materia verde.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Familia Prudencio Velásquez por sesión de un área de cultivo en el Fundo Santa Cruz y la colaboración constante en el manejo de la parcela experimental.

BIBLIOGRAFÍA

Araújo, SAC; Deminicis, BB. 2009. Fotoinibição da Fotossíntese. Revista Brasileira de Biociências (en línea). Revista Brasileira de Biociências. 7(4): 463-472.

Consultado 1 may. 2020. Disponible en <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1009>

Avalos Espinoza, DP. 2009. Reproducción vegetativa del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) y su respuesta a la fertilización química y orgánica en la granja Laguacoto II, Cantón Guaranda, provincia Bolívar. Tesis Ing. Guaranda, Ecuador. Universidad Estatal de Bolívar. 97 p.

Ayala, J. 1990. Plantación y establecimiento. En: King gras. Plantación, establecimiento y manejo en cuba. Edica (ed), Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 34-37.

Barrón, J., Velásquez, M., Echevarría, M., Basurco, V. 2009. El efecto de la edad y época de corte sobre el rendimiento y el valor nutritivo del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum*, Schum.) en la costa central (en línea). Anales Científicos, 70(1): 51-57. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/72>

Calzada-Marín, J; Enríque-Quiroz, J; Hernández-Garay, A; Ortega-Jimenez, E; Mendoza-Pedroza, I. 2014. Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en clima cálido subhúmedo (en línea). Revista Mexicana Ciencia Pecuaria, 5(2):247-260. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242014000200009&lng=es&tlng=es

Condori, S; Ruiz, P; Ticona, O; Chipana, G. 2018a. Evaluación del desarrollo vegetativo de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) bajo la aplicación del biol bovino en la Estación Experimental Choquenaira (en línea). Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales. 5(2): 50-67. Consultado 8 abr. 2020. Disponible en www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182018000200008&lng=es&tlng=es

Condori, S; Ruiz, P; Ticona, O; Chipana, G. 2018b.

Eficiencia de uso del agua y características bromatológicas de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) bajo la aplicación del biol bovino en la Estación Experimental Choquenaira (en línea). Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales. 5(2): 68-80. Consultado 30 may. 2020. Disponible en <http://riiarn.agro.umsa.bo/index.php/RIIARn/article/view/116/102>

Correa, H; Cerón, J; Arroyave, H; Henao, Y; López, A. 2004. Pasto Maralfalfa: mitos y realidades. Libro de resúmenes. IV seminario internacional Competitividad en carne y leche. Cooperativa Colanta. Medellín, Colombia. 231-274.

Coronel Centurión, OA. 2015. Composición química y atributos agronómicos de maralfalfa (*Pennisetum sp.*Lam) en la zona de altura (2600 m.s.n.m.), Cutervo, Cajamarca, al corte de instalación y primer corte. Tesis Ing. Cutervo, Perú. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 54 p.

Cunuhay Pilatásig, J.A., Choloquina Choloquina, M.T. 2011. Evaluación de adaptación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en dos pisos altitudinales con tres distancias de siembra en el Campus Juan Lunardi y Naste del Cantón Paute. Tesis Ing. Cuenca, Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. 230 p.

Fassio, A;Ibañez, W; Fernández, E; Cozzolino, D; Pérez, O; Restaino, E; Pascal, A; Rabaza, C; Vergara, G. 2018. El cultivo de maíz para la producción de forraje y grano y la influencia del agua. Serie técnica 239. Uruguay. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA.

Jaime, A; Rosemberg, M; Echevarria, 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 (en línea). Scientia Agropecuaria, 1(10): 137-141. Consultado 17 ago. 2019. Disponible en www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop

Geren, H; Kavut, YT. 2015. Effect of different plant densities on the yield and some silage quality characteristics of giant king grass (*Pennisetum hybridum*) under mediterranean climatic conditions. Turk J. Field Crops 20(1): 85-91.

González, J; González, O; Puertas, A; Machado, J; Miranda, I. 2018. Rendimiento en dos cultivares de

Pennisetum purpureum Schumach a diferentes dosis de fertilización orgánica y mineral. KOINONIA, 3(6): 96-108.

GOREA: Gerencia de planeamiento. 2014. Estudio de diagnóstico y zonificación con fines de demarcación territorial de la provincia de Ocros. Ancash. Huaraz: Gobierno Regional de Ancash (en línea). Consultado 2 abr. 2020. Disponible en http://sdot.pcm.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/EDZ_OCROS-A-E.pdf

Herrera, R. 1990. Introducción y características botánicas. En: King gras. Plantación, establecimiento y manejo en cuba. Edica (ed), Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 1-10.

Hinojosa, L.A; Yépez, D; Rodal. F; Rios, A; Claros, R; Suárez, T; Jiménez, E. 2014. Producción y características agronómicas de cuatro variedades de pasto de corte del género *Pennisetum*, en Trinidad, Bolivia. Agrociencias Amazonia, 3: 28-35.

IPNI: International Plant Nutrition Institute. 2003. Manual de nutrición y fertilización de pastos. Quito, Ecuador (en línea). Consultado 2 abr. 2020. Disponible en <https://infopastosyforrajes.com/libros-y-manuales-pdf/manual-de-nutricion-y-fertilizacion-de-pastos/>

McDonald, P; Edwards, LA; Greenhalgh, JFD, Morgan, C.A; Sinclair, LA; Wilkinson, RG. 2010. Animal Nutrition. Séptima edición. Benjamen-Cummings, New York. Pearson.

Maguiña, R; Pérez, E. 2019. Número de sección del tallo para la siembra de *Pennisetum sp.* "maralfalfa" y el rendimiento forrajero (en línea). Infinitum, 9(1): 35-38. Consultado 4 mar. 2020. Disponible en <http://revistas.unjfsc.edu.pe/index.php/INFINITUM/article/view/529>

Márquez, F; Sánchez, J; Urbano, D; Dávila, C. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres fenotipos de pasto elefante. Rendimiento y contenido de proteína (en línea). Zootecnia Tropical, 25(4): 253-259. Consultado 30 abr. 2020. Disponible en http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692007000400003&lng=es&tlng=es

Maranhao, TD; Lopes, MN; Alves, FGS; Silva, RR; Pompeu, RCFF; Sousa, WN; Lacerda, GF; Candido, MJD. 2020. Growth indexes of *Pennisetum purpureum*

cv. Roxocultivated in different seasons under rainfed conditions. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim. 21, 01-14. DOI: 10.1590/s1519-9940210122020

MINAGRI: Ministerio de Agricultura y Riego. 2017. Diagnóstico de crianzas priorizadas para el plan ganadero 2017-2021 (en línea). Consultado 30 may. 2020. Disponible en <http://repositorio.minagri.gob.pe/jspui/bitstream/MINAGRI/328/1/plan-ganadero-2017-2021.pdf>

Mita Yujra, KM. 2018. Adaptabilidad del forraje maralfalfa (*Pennisetum sp.*) bajo riego por aspersión e incorporación de biol-bovino en la Estación Experimental Choquenaira - Viacha. Tesis Lic. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andres. 93 p.

Pimentel Tello, M. 2006. Efecto de cuatro densidades de siembra sobre las características agronómicas y bromatológicas del pasto king grass (*Pennisetum merkeron* var. verde) - Iquitos. Tesis Ing. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 110 p.

Quero, C. 2013. Gramíneas introducidas: Importancia e impacto en ecosistemas ganaderos. Primera edición. México. Colegio de Posgraduados (ed). 184 p. ISBN: 978-607-715-106-7.

Ramos, O; Canul, J.R; Duarte, FJ. 2013. Producción de tres variedades de *Pennisetum purpureum* fertilizadas con dos diferentes fuentes nitrogenadas en Yucatán, México. Revista Bio Ciencias. 2 (2): 60-68.

Ruiz Cárdenas, RR. 2016. Establecimiento y respuesta a la frecuencia de corte de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) vs cameron (*Pennisetum purpureum* Schum cv

Cameroon) en el distrito de Contamana, provincia de Ucayali, Loreto. Tesis Ing. Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 114 p.

Sierra, J. 2005. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Universidad de Antioquia, Colombia. 144-145.

Sosa, D; Larco, C; Falconí, R; Toledo, D; Suárez, G. 2006. Digestibilidad de maralfalfa (*Pennisetum sp.*) en cabras (en línea). Serie Zoológica, 6(2): 68-76. Consultado 30 may. 2020. Disponible en <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1399>

Vargas Cabascango, FP. 2018. Valoración agroindustrial del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp.*) a dos tipos de fertilizantes en cuatro épocas de corte. Tesis Ing. Quito, Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 82 p.

Vivanco, W. (Junio de 2010). La ganadería Peruana. Potencialidad de la biotecnología moderna en el incremento de su productividad y en la conservación de los recursos genéticos animales (en línea). Lima, Perú. Consultado 21 ene. 2020. Disponible en <https://docplayer.es/21551383-H-william-vivanco-mackie-ing-zootecnista-bs-ms-phd-peru-junio-2010.html>

Artículo recibido en: 11 de mayo 2020

Acceptado en: 19 de junio 2020