

## Evaluación del potencial forrajero y composición nutricional del pasto híbrido Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.*) a tres edades de corte

Morocho, G.A.<sup>1</sup>; Toalombo, P.A.<sup>2</sup>; Guevara, H.P.<sup>2</sup> and Jiménez, S.F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Calidad de Alimentos; INIAP Estación Experimental Central de la Amazonía Ecuatoriana. Orellana. Ecuador.

<sup>2</sup> Escuela Superior de Chimborazo, Carrera de Zootecnia, Riobamba. Ecuador.

### RESUMEN

En el Cantón Joya de los Sacha, Orellana, Ecuador, se evaluó el potencial forrajero y composición nutricional del *Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.* (Cuba OM-22) en diferentes edades de corte. Los factores de estudio fueron los intervalos de defoliación: 30, 45 y 60 días. Se utilizó 16 repeticiones por tratamiento las cuales fueron sujetas a un Diseño de Bloques Completamente al Azar; las variables se sometieron a un ADEVA, las medias a la prueba de Tukey al 95%, además se efectuó un análisis de regresión y correlación. En la valoración agronómica se aplicó las técnicas descritas por Toledo (1982) y Canfield (1941), AOAC (2012) para el análisis proximal y paredes celulares; la digestibilidad in vitro (DIV) se basó en la metodología de Van Soest (1994). Las variables agronómicas presentaron diferencias estadísticas altamente significativas; registrándose los mayores valores a los 60 días excepto en la cobertura aérea, obteniendo a esta edad una altura de 2,42 metros, 68,56 tallos/planta, 49,35% cobertura basal, 102,46 t/ha forraje verde y 12,43 t/ha forraje seco, existiendo una alta regresión y correlación entre las variables agronómicas y la edad de corte. En el análisis bromatológico y paredes celulares, los mejores resultados se alcanzaron a los 30 días; se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas en la proteína (14,20%), FDA (34,67%) y FDN (56,29%), mientras que en la fracción ceniza (19,04%) y grasa (2,84%) se registró diferencias significativas. En la DIV se reportó diferencias altamente significativas, siendo los 30 días de defoliación el que posee mayor digestibilidad de la materia seca (71,20%) y orgánica (74,31%). Con esto se afirma que al transcurrir el período de corte, las variables nutricionales sufren un descenso en su contenido. La mejor edad de corte está a los 60 días, debido a que existe un equilibrio entre la parte productiva y nutricional.

### Assessing the potential and nutritional composition of the hybrid grass Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.*) at three cutting ages

### SUMMARY

In the Joya de los Sacha Canton, Orellana, Ecuador, the forage potential and nutritional composition of *Pennisetum purpureum Schumach x Pennisetum glaucum L.* (Cuba OM-22) were evaluated at different cutting ages. The study factors were the defoliation intervals: 30, 45 and 60 days. 16 repetitions per treatment were used which were subjected to a Completely Random Block Design; the variables were subjected to an ADEVA, the means to the 95% Tukey test, in addition a regression and correlation analysis was carried out. In the agronomic assessment, the techniques described by Toledo (1982) and Canfield (1941), AOAC (2012) were applied for the proximal analysis and cell walls; in vitro digestibility (IVD) was based on the methodology of Van Soest (1994). The agronomic variables presented highly significant statistical differences; registering the highest values at 60 days except in aerial coverage, obtaining at this age a height of 2.42 meters, 68.56 stems / plant, 49.35% basal coverage, 102.46 t / ha green forage and 12 43 t / ha dry forage, with a high regression and correlation between agronomic variables and cutting age. In the bromatological analysis and cell walls, the best results were achieved at 30 days; highly significant statistical differences were presented in protein (14.20%), FDA (34.67%) and NDF (56.29%), while in the ash fraction (19.04%) and fat (2.84 %) there were significant differences. In IVD highly significant differences were reported, being the 30 days of defoliation the one with the highest digestibility of dry matter (71.20%) and organic (74.31%). With this, it is affirmed that after the cut-off period elapses, the nutritional variables suffer a decrease in their content. The best cutting age is 60 days, because there is a balance between the productive and nutritional part.

### PALABRAS CLAVE

Potencial forrajero.  
Edad de corte.  
Variables agronómicas.  
Análisis bromatológico.  
Digestibilidad in vitro.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Forage potential.  
Cutting age.  
Agronomic variables.  
Bromatological analysis.  
In vitro digestibility.

### INFORMATION

Cronología del artículo.  
Recibido/Received: 30.08.2021  
Aceptado/Accepted: 10.01.2023  
On-line: 15.01.2023  
Correspondencia a los autores/Contact e-mail:  
[ptoalombo@esPOCH.edu.ec](mailto:ptoalombo@esPOCH.edu.ec)

## INTRODUCCIÓN

En la Región Amazonia Ecuatoriana (RAE), uno de los principales factores que limitan el alcance de una producción ganadera sustentable es la escasa disposición y baja calidad nutricional de los pastos (Ramírez *et al.*, 2008, p. 2). Es por ello que la introducción de nuevas especies forrajeras en la región se ha visto necesaria, debido a que son consideradas la principal y más económica fuente de alimentación de los bovinos (Miranda, 2009, p. 1).

Durante los últimos años el avance científico en la genética ha generado variedades forrajeras que se han adaptado a las condiciones medioambientales de diferentes regiones (Guaicha, 2015, p. 1). El Instituto de Ciencia Animal mediante el programa de mejoramiento genético obtuvo nuevas variedades del género *Pennisetum* con caracteres superiores a los de sus progenitores (Martínez *et al.*, 2010, p. 189).

Una de las forrajeras generadas por el avance genético y que ha ingresado al país es el Cuba OM-22, ésta gramínea ha generado interés en los ganaderos debido a las características agrobotánicas y nutricionales presentados en otros países de clima cálido. Este forraje es procedente de un cruzamiento *in vitro* entre el Cuba CT-169 (*Pennisetum purpureum Schumach*) y el Millo perla (*Pennisetum glaucum Tiffon Late*) (Palma y Raudez, 2018, p.1).

El cuba OM-22 es una especie promisoriosa, con este forraje se puede llegar a mantener a varias unidades ganaderas mayores (UGM) en menor unidad de superficie. Por consecuencia el avance de la frontera agrícola de la región se verá reducido ya que esto se ha generado por las grandes extensiones de terreno utilizadas para cultivos de pastizales (Nieto y Caicedo, 2012, pp. 21-22).

El valor nutritivo es un factor transcendental, refleja la capacidad que poseen las materias primas (forrajes) para cumplir los requerimientos de los semovientes y así obtener gran productividad o respuesta por parte de éstos (Trujillo y Uriarte, 2009, p. 1). El análisis proximal no manifiesta en realidad la cualidad nutricional de un forraje, depende de elementos como la fracción fibrosa (su solubilidad, volumen) y otros factores antinutricionales (Savón *et al.*, 2005, p. 70).

La composición bromatológica se estableció debido a que la eficacia del valor de la alimentación de los animales depende de la composición química de los alimentos que ingieren, el principio de éste análisis es determinar el contenido de materia seca, extracto etéreo, proteína cruda, ceniza y fibra en el alimento (McDonald 1995 citado por Janeta, 2015, p. 24).

El contenido de paredes celulares de los pastos se determina mediante técnicas con detergentes desarrollados por Van Soest, donde separan la célula vegetal en fracciones como la fibra detergente acidada (FDA) y fibra detergente neutro (FND), la primera forma parte de la pared celular compuesta por celulosa y lignina mientras que la segunda fracción está compuesta por la totalidad de los componentes de la pared celular más hemicelulosa (Ribeiro & Moreira 2000 citado por Janeta, 2015, p. 25).

La digestibilidad comprende diversos procesos que atraviesa el alimento en el tracto digestivo del animal, es un factor importante ya que permite conocer el grado en que los nutrientes son aprovechados por el organismo, es decir que a mayor digestibilidad del alimento se tendrá como respuesta mayor productividad por parte del animal (Merlo *et al.*, 2017, p. 117).

La mayoría de los productores de la región utilizan pastos y forrajes sin conocer el valor nutrimental que poseen las especies al momento de la cosecha más bien lo aprovechan basándose en la cantidad de biomasa producida, es decir no consideran ciertos factores que afectan a la producción y calidad del pasto (Barén y Centeno 2017, pp. 1,2).

La edad de la defoliación influye en el rendimiento de las forrajeras. Los períodos extensos de corte provocan un déficit en la nutrición del bovino ya que la disponibilidad de proteína, carbohidratos solubles, entre otros, es relativamente baja además existe mayor acumulación de fibra y por consecuencia disminución del valor nutricional y consumo. El contenido de paredes celulares y otras fracciones no digeribles aumenta y por ende la digestibilidad disminuye (Costa *et al.*, 2007, pp. 1197, 1198).

En cambio, los cortes realizados a edad temprana afectan al rendimiento de la biomasa así como también las reservas de la especie, el vigor del rebrote y persistencia de la planta. Al momento del corte del forraje debe existir un equilibrio entre la producción de biomasa, composición bromatológica, contenido de paredes celulares y digestibilidad debido a que estos factores determinan la eficacia productora del ganado (Merlo *et al.*, 2017, p. 117).

Por el desconocimiento del comportamiento botánico y valor nutricional del híbrido Cuba 22 en la RAE, es que se vio la necesidad de evaluarlo en diferente estadios de corte y así determinar la edad ideal de defoliación, que permita ofrecer a los animales gran cantidad de forraje y con caracteres nutricionales valiosas, reduciendo las extensiones de terreno comúnmente utilizadas para el pastoreo de los animales, permitiendo mejorar la producción del hato y reducir los costos de producción de los pequeños y medianos ganaderos del sector.

Por los antecedentes expuestos con anterioridad es que se plantean los siguientes objetivos:

Evaluar los parámetros agroproductivos del pasto Cuba OM-22 a tres edades de corte (30,45 y 60 días), en la Estación Experimental del INIAP Centro de la Amazonía Ecuatoriana.

Determinar el valor nutritivo del pasto híbrido Cuba OM - 22 a los 30, 45 y 60 días de corte mediante un análisis proximal, paredes celulares y pruebas de digestibilidad.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La fase de campo se desarrolló en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), en la Estación Experimental Central de la Amazonía Ecuatoriana (EECA), ubicado en el Cantón Joya de los Sachas,

Provincia de Orellana, a una altitud de 282 m s. n. m., latitud 0° 21' 31.2" S y longitud de 76° 52' 40.1" W (GPS Garmin eTrex10, 2019). Los análisis nutricionales se efectuaron en el laboratorio de calidad de alimentos del INIAP-EECA y en el laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, (Negrete y Cuadrado, 2018).

El período de evaluación fue de tres meses, donde que se efectuaron actividades como la limpieza del área de trabajo, análisis de laboratorios, toma de medidas experimentales y tabulación de datos. Las condiciones edafoclimáticas del lugar experimental se presentan a continuación:

En el siguiente gráfico se presenta de forma más detallada las condiciones climáticas presentadas durante los meses de investigación en el INIAP-EECA, ubicado en el Cantón Joya de los Sacha, Orellana, Ecuador.

Como fuente de estudio se utilizó al pasto Cuba OM-22. Las unidades experimentales estuvieron conformadas por 48 parcelas de 2 x 3 m (6 m<sup>2</sup>), de aproximadamente 6 meses de establecimiento, dando un total de área de 288 m<sup>2</sup> para las parcela. Se trabajó con tres tratamiento, 16 repeticiones para las variables agrobotánicas y 4 repeticiones para las variables nutricionales.

Se evaluó el efecto de tres edades de corte 30, 45 y 60 días en el pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum Schumacher* x *Pennisetum glaucum* L.). Para ello se utilizó un diseño de Bloques Completamente aleatorizado (DBCA), el tamaño de la unidad experimental fue de 6 m<sup>2</sup> que se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo:

Ecuación 1-2

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación.

$\mu$  = Media.

$T_i$  = Efecto de los tratamientos.

$\beta_j$  = Efecto de los bloques.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error.

Realizado por: Morocho Guanazuza Gina, 2020.

#### MEDICIONES EXPERIMENTALES

Altura de la planta, m

Número de tallos por planta, #

Cobertura basal, %

Cobertura Área, %

Producción de forraje verde, t/ha/corte

Producción de materia seca, t/ha/corte

Análisis proximal (MS, Proteína, Ceniza, Fibra, Extracto etéreo), %

Análisis de Paredes celulares (Fibra detergente ácida, fibra detergente neutra, lignina), %

Coefficiente de digestibilidad in vitro (De la materia seca y orgánica), %

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados de las variables agrobotánicas (tabla 3-2) y nutricionales (tabla 4-2) fueron sometidos a un análisis de varianza (ADEVA) a través del paquete estadístico InfoStat 2018, las medias se evaluaron usando la prueba de Tukey al  $\geq 0.05\%$  utilizando un DBCA.

Las malezas existentes en los bloques fueron eliminadas de forma manual a los 15 días del corte de igualación y luego de cada corte efectuado para así evitar que exista competencia con el pasto y esto provoque alteraciones en el desarrollo del mismo.

Transcurrido los 30, 45 y 60 días luego del corte de igualación, las 16 repeticiones de cada tratamiento fueron evaluadas y se tomaron medidas que ayudaron a determinar la altura de la planta (cm), cobertura basal (%), cobertura aérea (%), número de tallos/ planta (#) y producción de forraje verde y materia seca (t/ha/corte).

Para el análisis nutricional se trabajó con 4 bloques por tratamiento, se tomaron muestras homogéneas en cada corte de toda la planta completa de aproximadamente 1 kg. Las muestras del forraje se transportaron hacia el laboratorio de calidad de alimentos del INIAP-EECA, donde fueron previamente picadas, envueltas en bolsas de papel y secadas en una estufa a 65°C por 48 horas y posteriormente molidas a 1 mm para el análisis proximal (humedad %, ceniza %, proteína %, grasa %, fibra %) y paredes celulares (fibra detergente ácida %, fibra detergente neutra %, Lignina ácido detergente %).

Para el desarrollo del análisis de digestibilidad in vitro se transportaron las muestras secas y molidas a una dimensión de 2 mm al laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la FCP-ESPOCH, donde se determinó la digestibilidad de la materia seca (DIVMS) y orgánica (DIVMO).

#### ALTURA DE LA PLANTA, M

La altura se tomó con un flexómetro graduado desde la superficie del suelo hasta la parte media terminal de las hojas más altas, sin estirar y sin contar la inflorescencia (Toledo, 1982, p. 105), a los 30, 45 y 60 días de corte del pasto, para ello se tomará 5 lecturas al azar para sacar la media de cada repetición y determinar su promedio general por tratamiento.

#### NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA, N

En el área útil de cada replica se tomó al azar cinco plantas y por observación directa se contabilizaron el número de tallos existentes al momento de cada corte (Toledo, 1982, pp. 104, 105).

#### COBERTURA BASAL, %

La evaluación se la ejecutó mediante el método de la línea de Canfield (1941), donde se trazó un transepto en cada repetición y período de corte; se procedió a medir el espacio ocupado por el pasto en el suelo y a totalizar el número de plantas presentes en el transepto, por una relación se calcula la cobertura basal.

#### ECUACIÓN 2-2

$$\% \text{ CB} = \frac{\text{Suma de la Cobertura basal total interceptada}}{\text{Longitud total de línea}} * 100$$

## COBERTURA ÁREA, %

De la misma forma se utilizó el método de la línea de Canfield (1941), con la diferencia es de que ésta se midió a la altura de la parte media del pasto.

## ECUACIÓN 3-2

$$\% \text{ CA} = \frac{\text{Suma de la Cobertura aérea total interceptada}}{\text{Longitud total de línea}} * 100$$

## PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE, T/HA/CORTE

Se evaluó mediante el método del cuadrante descrita por Toledo (1982), para lo cual se tomó la muestra del forraje disponible dentro del área del cuadro de cada repetición y se efectuó el corte a una altura de 5 cm del suelo. El forraje fue pesado en una balanza de precisión y se efectuó la estimación de la producción de forraje verde mediante una relación entre el área cosechada y la unidad de estudio t/ha/corte.

## PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA, T/HA/CORTE

La valoración de la producción forrajera en base seca se realizó utilizando la metodología de Toledo (1982), tomando en cuenta la producción de forraje verde y el porcentaje de humedad del pasto, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{PMS} = \frac{\text{PFV (Producción de forraje verde)} * \text{ps (peso seco de la muestra)}}{\text{pf (peso fresco de la muestra)}}$$

## ANÁLISIS PROXIMAL, %

El análisis bromatológico fue realizado basándose en la metodología descrita en los volúmenes I y II de la AOAC (2012) 19<sup>th</sup> edición. La materia seca se determinó con la ayuda de una estufa Mermert SN 55 de aire forzado a 65°C hasta obtener un peso constante (934.01), proteína cruda mediante el método Kjeldahl (979.09), por el método de gravimetría se determinó la ceniza (942.05), fibra cruda (962.09) y extracto etéreo (2003.06).

## ANÁLISIS DE PAREDES CELULARES, %

La determinación de Paredes celulares se ejecutó por medio de gravimetría. Para ello se utilizó el esquema de Van Soest, descrita en el volumen I de la Official Methods of Analysis (2012) 19<sup>th</sup> Edición. La fibra detergente ácida y lignina mediante el método número 973.18, mientras que en la fibra detergente neutra con el método 2002.04.

## COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD, %

La determinación de la digestibilidad in vitro de la materia seca y orgánica se efectuó según la técnica de fluido ruminal de Van Soest (1994), utilizando el incubador DaisyII®-Ankom Technology, aplicando las formulas siguientes:

## ECUACIÓN 5-2

## DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA (DIVMS)

$$\text{DIVMS} = \frac{\text{Materia seca inicial} - \text{Materia seca residual}}{\text{Materia seca inicial}} * 100$$

## ECUACIÓN 6-2

## DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA ORGÁNICA (DIVMO)

$$\text{DIVMO} = \frac{\text{Materia orgánica inicial} - \text{Materia orgánica residual}}{\text{Materia orgánica inicial}} * 100$$

## RESULTADOS

En la altura de las plantas del Cuba OM-22, se registraron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,0001$ ) entre los intervalos de defoliación, alcanzando la mayor altura en las parcelas cortadas a los 60 días con un promedio de 2,42 m, seguido de 1,70 a los 45 y 0,97 m a los 30 días de corte (**tabla 5-3; gráfico 2-3**).

El análisis de regresión que se ilustra en el **gráfico 3** del capítulo 3, presenta una tendencia lineal altamente significativa, misma que indica que partiendo de un intercepto de -0,47 m, la altura del Cuba OM-22 se eleva en 0,04 unidades (metros) por cada día transcurrido. Existe una relación alta del 92,77% ( $R^2$ ) y una correlación del 0,96 (r) entre las variables interrelacionadas, esto es debido a que el crecimiento del pasto avanza a medida de la edad de rebrote asciende, se trata de un comportamiento fisiológico normal en los *Pennisetum* (Andino y Pérez, 2012, p. 7).

## NÚMERO DE TALLOS POR PLANTA, #

En el ADEVA se presentan diferencias estadísticas altamente significativas (**tabla 5-3**) entre los tratamientos, donde el mayor número de tallos por planta se reportó al cosechar el híbrido Cuba OM-22 a los 60 días con 68,56 tallos seguido de los 45 días con 57,91 tallos y el menor número se observó a los 30 días de cosecha con 34,69 tallos (**gráfico 4-3**). Lo ocurrido en esta investigación se respalda con lo citado por Maldonado *et al.*, (2019), las gramíneas del trópico al empezar su desarrollo poseen mayor número de hojas que la porción de tallos y conforme avanza la edad este comportamiento es inverso.

La regresión para la estimación del número de tallos por planta posee una tendencia cuadrática altamente significativa (**gráfico 5-3**), donde se determina que a medida que los días de corte avanzan en el Cuba OM-22 se presencia un aumento de 3,64 tallos hasta el día 45, para finalmente disminuir a los 60 días de evaluación en 0,02 macollas. Además existe un coeficiente de correlación de 0,93 y una relación alta del 91,22% entre la variable en estudio y el período de corte y el 8,78% restante está determinado por factores no identificados en la investigación. Este comportamiento se aprecia debido a que la conducta agronómica de las plantas es sigmoidea y dependiendo de la especie del pasto, existe variaciones entre el tiempo y caracteres botánico (Leonard *et al.*, 2014, p. 5).

## COBERTURA BASAL, %

En esta variable se reportaron diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0,0001$ ) entre los tratamientos (**tabla 5-3**), registrándose así la mayor cobertura basal en el tratamiento T3 (60 días de rebrote) con una media de 49,35%, seguido del tratamiento T2 (45 días) con el 43,65% y la menor respuesta se presentó



en el tratamiento T1 (30 días) con el 36,46% (**gráfico 6-3**). El incremento de la densidad basal en el transcurso del período de evaluación se presentó debido al crecimiento de los tallos del Cuba 22. Lo descrito lo confirma Guaicha (2015), quien indica que a medida que el tiempo transcurre los pastos crecen y la vegetación cubre la superficie del suelo, característica que no sucede a edades tempranas del cultivo.

La cobertura basal del T3 (49,35%) del Cuba OM-22 está por debajo de los valores reportados por Guaicha (2015), quien en su tesis denominada "Evaluación de diez pastos introducidos en la Amazonia ecuatoriana a diferentes edades de corte, en el centro de investigación CIPCA", encontró en el *Pennisetum purpureum* cv. King grass el 59,67% de cobertura basal al cosechar el pasto a los 60 días de rebrote. De igual forma la cubierta basal de este estudio es inferior a los reportados por Abarca (2011) y Beltrán (2012), quienes evaluaron el pasto maralfalfa a los 60 días y encontraron el 56,17 % y 53,34% de cobertura basal en su orden.

En el análisis de la regresión de la cobertura basal en función a los días de corte (**gráfico 7-3**), se estableció una tendencia lineal altamente significativa con una ecuación de  $Y = 23,809 + 0,4299x$ ; es decir que partiendo de un intercepto de 23,80 %, la cobertura basal del híbrido se incrementa en 0,42% hasta los 60 días de corte. El coeficiente de correlación es de 0,81 y el de determinación 66,89%.

#### COBERTURA AÉREA, %

La cobertura aérea por efecto de los diferentes períodos de cosecha, demostró diferencias altamente significativas, la mayor respuesta se mostró al cortar el híbrido Cuba OM-22 a los 30 días con el 98,60 %, disminuyendo a los 45 días con una media de 83,33% y siendo los 60 días de corte quien obtuvo el menor porcentaje con 76,77 %, lo cual demuestra que la edad de corte influye en la cobertura aérea de éste híbrido como se muestra en la **tabla 5-3** y **gráfico 8-3**.

La regresión de la cobertura aérea (**gráfico 9-3**) presentó el siguiente modelo de segundo grado  $Y = 154,96 - 2,452x + 0,019x^2$ , con una probabilidad altamente significativa, un coeficiente de determinación de 87,16% y una correlación de 0,93, misma que indica que la cobertura basal depende de los días de corte, es decir que ésta se ve afectada a medida que el tiempo de rebrote transcurre.

#### PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE, T/HA/CORTE.

En el análisis de varianza de la producción de forraje verde del *Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L. (Cuba OM-22) se presenciaron diferencias estadísticas altamente significativas (**tabla 5-3**) entre los tratamientos ( $P < 0,0001$ ), la mayor producción de biomasa se registró en el tratamiento T3 (60 días de corte) con una media de 102,46 t/ha/corte, seguido por el tratamiento T2 (45 días) con una producción de 66,88 t/ha/corte y el menor valor se encontró en el tratamiento T1 (30 días de corte) con una media de 21,72 t/ha/corte (**gráfico 10-3**).

En el **gráfico 11-3** se presencia un modelo de regresión cuadrática altamente significativa con un coeficiente de determinación del 97,41 % y una correlación de 0,98, el mismo que indica que partiendo de un intercepto de -97,37 toneladas, la producción de forraje verde asciende conforme avanza la edad de corte en 4,60 toneladas, para finalmente disminuir en 0,02 toneladas a los 60 días de cosecha. Con esto se puede decir que, la producción de forraje verde depende de la edad de corte, este fundamento se justifica con lo reportado por Ramírez *et al.*, (2008) quien menciona que la biomasa en pastos del género *Pennisetum* tiende a incrementar conforme la edad del pasto asciende, esto sucede porque se desarrolla la capacidad metabólica que tiene el cultivo para la movilización y síntesis de sustancias orgánicas.

La producción de materia seca, T/HA/CORTE.

La producción en base seca del híbrido *Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L. (Cuba OM-22) por efecto de la edad de corte presentaron diferencias altamente significativas (**tabla 5-3**) entre los tratamientos ( $P < 0,0001$ ), obteniendo la mayor producción de materia seca a los 60 días de rebrote con 12,43 t/ha/corte, seguido de las parcelas cosechadas a los 45 días con 8,61 t/ha/corte, registrándose la menor producción a los 30 días de corte con 2,78 t/ha/corte (**gráfico 12-3**). Esto demuestra que la edad de corte influye sobre la producción de forraje seco.

#### PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA, T/HA/CORTE.

El análisis de regresión (**gráfico 13-3**) presentó un modelo de segundo grado altamente significativo  $Y = -14,846 + 0,7207x - 0,0044x^2$ , con un coeficiente de determinación del 93,48% y una correlación de 0,96, lo que demuestra que la producción de materia seca del Cuba OM-22 está determinada en función a los días de corte. Es decir que partiendo de un intercepto de -14,84 toneladas, el rendimiento en base seco se incrementa en 0,72 toneladas a medida que los días de corte avanzan, para al final disminuir en 0,0044 toneladas a los 60 días de rebrote.

VALORACIÓN NUTRITIVA DEL PASTO HÍBRIDO CUBA OM-22 (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L.) A DIFERENTES EDADES DE CORTE.

MATERIA SECA, %

En el análisis de materia seca del híbrido Cuba OM-22, no existió diferencias significativas (**tabla 14-3**) entre las edades de corte ( $P > 0,05$ ) pero sí diferencias numéricas, presentándose el mayor contenido en las parcelas cortadas a los 45 días con el 12,91 %, seguida de 12,85% que pertenece al forraje cortado a los 30 días, finalmente las parcelas cortadas a los 60 días obtuvieron el 12,14% de materia seca (**gráfico 14-3**).

#### VALORACIÓN NUTRITIVA DEL PASTO HÍBRIDO CUBA OM-22 (*Pennisetum purpureum* Schumach x *Pennisetum glaucum* L.) A DIFERENTES EDADES DE CORTE.

#### MATERIA SECA, %

PROTEÍNA, %

La variable contenido proteico presenta una regresión de modelo cuadrático altamente significativa (**gráfico 16-3**), que deduce que, partiendo de un intercepto de 46,76%, el contenido de proteína desciende según avanza la edad de rebrote en 1,58 %, para finalmente incrementar en 0,02 % de proteína en la más alto período de cosecha; además se presencia un coeficiente de determinación del 75,28% y una correlación de 0,86, lo que significa que a medida que transcurre el tiempo de cosecha el contenido de proteína se verá afectado en un



75,28% y el 24,72% restante será a causa de otros factores no estimados en este estudio.

#### CENIZA, %

Con respecto a la variable contenido de ceniza o fracción mineral de la planta entera del Cuba OM-22, se evidencia diferencias significativas entre tratamientos (**tabla 6-3**), presenciando los mayores rangos a los 30 y 45 días de rebrote con el 19,04 % y 18,25 % de cenizas respectivamente y el menor contenido de cenizas a los 60 días con el 16,19 % (**gráfico 17-3**).

El análisis de regresión respecto al porcentaje de cenizas que se ilustra en el **gráfico 18-3**, posee una tendencia lineal altamente significativa, que infiere que, partiendo de un intercepto de 22,11%, la parte mineral se reduce en un 0,09 % según se incrementa el estado de madurez del forraje. Se presenta un coeficiente de correlación del 66,99%, que quiere decir que el 33,01% restante depende de otros factores; además existe un coeficiente de correlación de 0,81.

#### EXTRACTO ETÉREO, %

Para la variable extracto etéreo en función al tiempo de rebrote, se estableció un modelo de segundo grado en el análisis de regresión, misma que fue altamente significativa. El coeficiente de regresión fue del 74,93% y el de correlación 0,86, es decir que el 25,07% depende no de la edad de corte sino de otros factores ajenos al estudio. La ecuación  $Y = 7,09 - 0,1988x + 0,0019x^2$ , deduce que, partiendo de un intercepto de 7,09 % la grasa se reduce en 0,19% hasta el día 45 para luego incrementar a 0,0019% hasta el día 60 (**gráfico 20-3**).

#### FIBRA, %

Los valores alcanzadas en la fracción fibra en función a la edad de corte, presentaron diferencias significativas (**tabla 14-3**), el mayor contenido de fibra se manifestó en las medias de los tratamientos T3 (60 días de corte) y T2 (45 días de corte) con el 32,20% y 32,05% respectivamente y el menor contenido de fibra presentó el T1 (30 días de corte) con el 28,42%. Como se observa en el **gráfico 21-3**, la fibra se incrementa a medida que avanza la edad de rebrote, esto coincide con estudios realizados en diferentes especies forrajeras. La fracción fibra es considerado un indicador de la calidad nutricional, es por ello que los pastos que presentan menor contenido de ésta fracción son más digeribles y consumidos que los pastos con mayor cantidad de fibra (Sánchez, 2007, p. 17).

En el **gráfico 22-3** correspondiente al porcentaje de fibra en función a la edad de corte, se muestra una regresión cuadrática altamente significativa, misma que posee un coeficiente de regresión del 72,28% y 0,85 de correlación. Esta regresión indica que partiendo de un intercepto de 10,72 %, el contenido fibroso incrementa el 0,82% hasta los 45 días, para finalmente descender a 0,007% de fibra a los 60 días de corte.

#### FIBRA DETERGENTE NEUTRA (FDN), %

Mientras que los valores promedios de la fracción fibra neutra obtenidos en este estudio son menores a los reportados por los autores, registrándose a los 30 días de corte (T1) el 56,29% de FDN, en cambio a los

45 (T2) y 60 días de rebrote (T3) la FDN fue del 59,39% y 61,68% respectivamente, determinándose diferencias altamente significativas entre tratamientos (**tabla 6-3** y **gráfico 23-3**); la inferioridad de la fracción FDN en el pasto Cuba 22 se debe principalmente la bondad nutricional del híbrido, al factor ambiental (clima, tipo de suelo) o al manejo del cultivo.

En el análisis de regresión se establece una tendencia lineal altamente significativa, la misma que, infiere que, iniciando de un intercepto de 51,03%, la fibra detergente neutra (FDN) se eleva en 0,17% por cada unidad de cambio (días de corte), además se muestra un coeficiente de determinación alto del 81,50% y una correlación de 0,90 entre la FDN y la edad de rebrote, es decir que el 18,5% restante depende de factores ajenos esta investigación (**gráfico 24-3**).

#### FIBRA DETERGENTE ÁCIDA (FDA), %

En el análisis de varianza de la fibra detergente ácida del Cuba OM-22, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre las edades de corte, donde se alcanzó los valores superiores de esta fracción a los 60 días de corte con el 39,15%, a continuación se ubica la media obtenida a los 45 días de rebrote con 37,09% y finalmente el menor contenido de FDA se encontró en las parcelas de 30 días con 34,67% (**tabla 6-3** y **gráfico 25-3**).

El análisis de regresión que se presenta en el **gráfico 26-3**, la fracción fibra detergente ácida del pasto Cuba OM-22 y las diferentes edades de rebrote poseen una tendencia lineal altamente significativa misma que interpreta que, partiendo de un intercepto de 30,25%, la FDA se eleva en 0,14% por cada unidad de cambio hasta los 60 días de corte. Además se logró un coeficiente de determinación del 95,76% y un alto índice de correlación 0,97, es decir que el 4,24% restante depende de otros factores que no están relacionados con la edad de corte.

#### LIGNINA DETERGENTE ÁCIDO (LDA), %

Las investigaciones citadas alcanzan resultados similares a los reportados en este estudio, donde el análisis de varianza no reportó diferencias estadísticas entre los tratamientos (**tabla 6-3**), pero si diferencias numéricas las que indican que el mayor contenido de LDA en el Cuba OM-22 se obtiene a los 60 días de corte con el 6,18%, y los menores porcentajes se evidenciaron a los 30 y 45 días de rebrote con 5,65% y 4,43% respectivamente (**gráfico 27-3**).

#### DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA (DIVMS), %

La digestibilidad in vitro de la materia seca del Cuba OM-22, presentó diferencias estadísticas altamente significativas (**tabla 6-3**), donde la mayor digestibilidad lo demostró el tratamiento T1 (30 días de corte) con el 71,20%, seguido del tratamiento T2 (45 días de corte) con un porcentaje del 67,15% y el menor coeficiente de digestibilidad infiere sobre el T3 (60 días de corte) con una media de 62,35% (**gráfico 28-3**). El descenso de la DIVMS se atribuye a que conforme crece el pasto en función a la edad de rebrote, la digestibilidad in vitro de la materia seca sufre un decremen-

to, debido al aumento de la síntesis de carbohidratos estructurales (Ordaz *et al.*, 2018, p. 136).

Los resultados del análisis de regresión y correlación permiten concluir que la DIVMS del Cuba OM-22 se encuentra relacionada con la edad de rebrote, ya que al envejecer el pasto la calidad nutricional se ve reducida, en el gráfico 29-3 se muestra una ecuación de modelo lineal altamente significativa, misma que infiere que partiendo de un intercepto de 80,17% la digestibilidad de la materia seca disminuye en un 0,29 %, según avanza la edad del pasto; obteniendo una ecuación para la regresión  $Y = 80,17 - 0,29$  (días de corte), una alta regresión del 98,79% y una correlación de 0,99.

#### DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA ORGÁNICA (DIVMO), %

En el ADEVA, se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos (**tabla 6-3**). A los 30 días de rebrote (T1) se alcanzó una media de 74,31% de DIVMO, disminuyéndose a 70,99% a los 45 días (T2) y 64,32% a los 60 días de corte (T3); demostrando al igual que en la digestibilidad de la materia seca, que el mayor coeficiente se encuentra a los 30 días de evaluación abreviándose con el transcurso del envejecimiento del Cuba OM-22 (**gráfico 30-3**).

La digestibilidad in vitro de la materia orgánica del Cuba OM-22 muestra una relación altamente significativa con la edad de corte, presenta un modelo de regresión de segundo grado con un coeficiente de correlación del 0,99, donde el 99,02% de la digestibilidad

depende de los días de rebrote. Se determina que partiendo de un intercepto de 70,81%, éste se incrementa en 0,34% hasta los 45 días y para finalmente disminuir a 0,007% a los 60 días de corte.

#### CONCLUSION/CONCLUSIONS

Al evaluar los parámetros agroproductivos en el Cuba OM-22 las mayores respuestas se presentaron a los 60 días de rebrote, obteniendo una altura de 2,42 metros, 68,56 tallos por planta, 49,35% de cobertura basal, 102,46 t/ha/corte de forraje verde y 12,43 t/ha/corte de forraje seco.

En el análisis proximal y paredes celulares, el corte realizado a los 30 días registró un mayor contenido proteico, buena fracción mineral, menor porcentaje de fibra y sus componentes, además de un óptimo contenido de grasa; mientras que los cortes efectuados a los 45 y 60 días se vieron afectados por la madurez del híbrido, presentando parámetros no muy lejanos a los mostrados en los 30 días, demostrando que la edad de corte influye sobre la bondad nutritiva del pasto.

La digestibilidad in vitro efectuada mediante la técnica de fluido ruminal permitió corroborar la calidad nutricional del Cuba OM-22, la mayor digestibilidad de la materia seca (DIVMS) y orgánica (DIVMO) se obtuvo a los 30 días de rebrote con el 71,20% y 74,31% respectivamente. Este parámetro se vio afectado por el incremento de las fracciones fibrosas al pasar la edad de cosecha.





## BIBLIOGRAFÍA

- Abarca Bonilla, José David. Evaluación del comportamiento productivo forrajero del *Pennisetum* sp. (Maralfalfa) aplicando diferentes niveles de casting. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2011. pp. 40-46.
- Andino Ruiz, Norman Javier y Pérez Gutiérrez, Jaimie del Socorro. Producción de biomasa y concentración de nutrientes en el pasto cubano (*Pennisetum purpureum* x *P. tiphoides*) CV CT - 115. Finca la Tigra, Cárdenas, Rivas, Nicaragua. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 2012, p. 7. [Consulta: 05 de noviembre del 2019]. <http://repositorio.una.edu.ni/1422/1/tnf61a552.pdf>.
- Aramayo Adad, Faisal Martín. Efecto de dos alturas y dos edades de corte en pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y pasto Tanzania (*Panicum maximum*) en la producción de materia seca. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Zamorano, Francisco Morazán-Honduras. 2002, pp. 17,18. [Consulta: 09 de diciembre del 2019]. <https://pdfs.semanticscholar.org/f714/a7fa9cdf89d74b0ac9d400580709667c284a.pdf>.
- Araya, M Y Boschini, C. "Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica". *Agronomía Mesoamericana*. [en línea]. Costa Rica, 2005. Vol. 16. N° 1, pp. 37-43. [Consulta: 12 de noviembre del 2019]. ISSN 737-97-006. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/5180/4980>.
- Association Of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. 19° ed. Gaithersburg- Estados Unidos de América. 2012. ISBN. 0-935584-83-8. Cap. 4. pp. 1, 8, 43-49. Cap. 32. p.49.
- Barén párraga, José ramón y Centeno vera, luis alberto. Valores nutritivos del pasto cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*), sometidos a cuatro intervalos de corte en el valle del río Corrizal. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceña - Ecuador. 2017. pp. 1, 2, 23-30. [Consulta: 03 de mayo del 2019]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/649>.
- Barrera, A., Avellaneda, J., Tapia, E., Peña, M., Molina, C. Y Casanova, L. "Composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum* sp". *Ciencia y Tecnología*. [en línea]. Ecuador, 2015. Vol. 8. N° 2, pp. 13-21. [Consulta: 18 de octubre del 2019]. ISSN 1390-4043. <https://doi.org/10.18779/cyt.v8i2.106>.
- Barrón, J., Velásquez, M., Echevarría, M., Y Basurco, V. "Efecto de la edad y época de corte sobre el rendimiento y valor nutritivo del pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum*, Schum.) en la Costa Central". *Anales Científicos*. [en línea]. Perú, 2009. Vol. 70. N° 1, pp. 51-57. [Consulta: 27 de diciembre del 2019]. ISSN 0255-0407. <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/72/71>.
- Beltrán Chacón, Xavier Mauricio. Evaluación de tres abonos orgánicos aplicados en dos tiempos post corte en la producción de maralfalfa (*Pennisetum* sp). [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba- Ecuador. 2012, pp. 24, 25, 43, 60, 71. [Consulta: 08 de noviembre del 2019]. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/2227>.
- Caballero Gómez, Arnaldo. Caracterización productiva de cinco accesiones de *Pennisetum purpureum* Schum. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Maestría). Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Matanzas - Cuba. 2013. p. 18. [Consulta: 25 de junio del 2019]. <http://docplayer.es/87517745-Characterizacion-productiva-de-cinco-accesiones-de-pennisetum-purpureum-schum.html>.
- Caballero, A., Martínez, R., Hernández, M., Y Navarro, M. "Caracterización del rendimiento y la calidad de cinco accesiones de *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone", *Pastos y Forrajes*. [en línea]. Cuba, 2016. Vol. 39. N° 2, pp. 94-101. [Consulta: 12 de Noviembre del 2019]. ISSN 0864-0394. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v39n2/pyf03216.pdf>.
- Canfield, R. "Application of the Line Interception Method in Sampling Range Vegetation". *Journal of Forestry* [en línea], United State of America, 1941. Vol. 39. N° 4, pp. 388-394. [Consulta: 17 de mayo del 2019]. ISSN 0022-1201. <https://doi.org/10.1093/jof/39.4.388>.
- Carrasco, E., García, R., Enrique, A Y Fonte, D. "Comparación de dos tiempos de reposo en el pastoreo de CT-115 (*Pennisetum purpureum*) para la producción de leche en el período poco lluvioso". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2002. Vol. 36. N° 4, pp. 337-340. [Consulta: 09 de diciembre del 2019]. ISSN 0034-7485. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193018080004>.
- Chacón, P. Y Vargas, C. "Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King grass a tres edades de rebrote". *Agronomía Mesoamericana*. [en línea]. Costa Rica, 2009. Vol. 20. N° 2, pp. 399-408. [Consulta: 10 de noviembre del 2019]. ISSN 1021-7444. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/4956/4766>.
- Costa, K., Oliveira, I., Faquin, V., Neves, B., Rodrigues, C. Y Sampaio, F. "Intervalo de corte na produção de massa seca e composição química-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-5" *Ciência e Agrotecnologia*. [en línea]. Brasil. 2007, Vol. 31. N° 4, pp 1197-1198. [Consulta: 12 de mayo del 2019]. ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000400037>.
- Cruz, M., Y Sánchez, J. "La fibra en la alimentación del ganado lechero". *Nutrición Animal Tropical*. [en línea]. Costa Rica, 2000. Vol. 6. N° 1, pp. 39-74. [Consulta: 16 de julio del 2019]. ISSN 10317-9708. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/nutritional/article/view/10317>.
- Cunhah Pilatásig, José Alfonso Y Choloquina Choloquina, María Teresa. Evaluación de la 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. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca - Ecuador. 2011, p. 14. [Consulta: 18 de diciembre del 2019]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1088/15/UPS-CT002046.pdf>.
- Delgado, D., La O, O., Chongo, B., Galindo, J., Obregón, Y., Y Aldama, A. "Cinética de la degradación ruminal in situ de cuatro árboles forrajeros tropicales: *Leucaena leucocephala*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Sapindus saponaria* y *Glicicidia sepium*". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2001. Vol. 35. N° 2, pp. 141-145. [Consulta: 20 de diciembre del 2019]. ISSN 0034-7485. <http://www.redalyc.org:9081/articulo.oa?id=193018220008>.
- Elizondo, J. "Producción de biomasa y calidad nutricional de tres forrajes cosechados a dos alturas". *Agronomía Mesoamericana*. [en línea]. Costa Rica, 2017, Vol. 28. N° 2, pp. 329-340. [Consulta: 14 de noviembre del 2019]. ISSN 2215-3608. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/23418/28591>.
- Fortes, D., Herrera, R., García, M., Cruz, A., Y Romero, A. "Composición química de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 utilizado como banco de biomasa". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2012. Vol. 46. N° 3, pp. 321-329. [Consulta: 16 de noviembre del 2019]. ISSN 0034-7485. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193025294016>.
- Fundora, O., Otero, A., González, M., Y Sierra, Y. "Uso del *Pennisetum purpureum* (Clon Cuba CT-115) como banco de biomasa para búfalas de río y su efecto en el control de malezas". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2005. Vol. 39. N° 4, pp. 569-574. [Consulta: 29 de diciembre del 2019]. ISSN 0034-7485. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017719005.pdf>.
- Guaicha Solano, Miguel Alexander. Evaluación de diez pastos introducidos en la amazonía ecuatoriana a diferentes edades de corte, en el centro de investigación CIPCA. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2015. p. 1, 59, 64-70.
- Guevara Costales, Hernán Patricio. Valor nutritivo de la alfalfa (*Medicago sativa*) con diferentes estados fenológicos en ovinos. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Maestría). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2000. p. 44, 68. [Consulta: 01 de noviembre del 2019]. <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/4291>.
- Leonard, I., Uvidia, H., Torres, V., Andino, M., Benitez, D. Y Ramírez, J. "La curva de crecimiento del *Pennisetum purpureum* vc King grass en la

- Amazonia Ecuatoriana". *REDVET*. [en línea]. España, 2014. Vol. 15. N° 7, pp. 1-10. [Consulta: 06 de noviembre del 2019]. ISSN 1695-7504. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63632383002>.
- Maldonado, M., Rojas, A., Sánchez, P., Bottini, M., Torres, N., Ventura, J., Joaquín, C Y Luna, M. "Análisis de crecimiento del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) en el trópico seco". *AgroProductividad*. [en línea]. México, 2019. Vol. 12. N° 8, pp. 17-22. [Consulta: 8 de diciembre del 2020]. ISSN 2594-0252. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1445/1175>.
- Martínez, R., Tuero, R., Torres, V. Y Herrera, R. "Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM-22 y king grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2010, Vol. 44. N° 2, pp. 189-193. [Consulta: 21 febrero 2019]. ISSN 0034-7485. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193015662016>.
- Merlo, F., Ramírez, L., Ayala, A., Y Ku, J. 2017. "Efecto de la edad de corte y la época del año sobre el rendimiento y calidad de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Staff en Yucatán, México". *Journal of the Selva Andina Animal Science. Sci.* [en línea]. México, 2017. Vol. 4, N° 2, p. 117. [Consulta: 29 de Mayo del 2019]. ISSN 2311-2581. [http://scielo.org.bo/pdf/jsaas/v4n2/v4n2\\_a04.pdf](http://scielo.org.bo/pdf/jsaas/v4n2/v4n2_a04.pdf).
- Miranda Zeledon, Héctor Ariel. Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua, 2007. [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Nacional Agraria. Managua-Nicaragua. 2009. p.1. [Consulta: 23 de julio del 2019]. <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/2084>.
- Nieto, C Y Caicedo, C. 2012. *Análisis reflexivo sobre el desarrollo agropecuario sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*. Joya de los Sachas - Ecuador: INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonia: Publicación Miscelánea, 2012. [Consulta: 18 marzo 2019]. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3791>.
- Ordaz, R., Sosa, E., Mendoza, S., Améndola, R., Reyes, S., Ortega, E., Joaquín, S., Y Hernández, A. "Composición química del pasto king grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) a diferente intervalo de corte". *Agroproductividad*. México, 2018. Vol. 11. N° 5. pp. 134-140.
- Palma Arce, Dianer Antonio Y Raudez Navarro, Melvin Alberto. Caracterización de dos cultivares de *Pennisetum* sp. Cuba CT-169 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum tiphoides*) y Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum*) Managua, 2016. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Nacional Agraria, Managua - Nicaragua. 2018. p. 1. [Consulta: 21 de febrero del 2019]. <http://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3741>.
- Ramírez, Y., Y Pérez, J. "Efecto de la edad de corte sobre el rendimiento y composición química del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.)". *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología*. [en línea] Venezuela, 2006, Vol. 24, pp. 57-62. [Consulta: 15 de noviembre del 2019]. ISSN 150-187-216-91. <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/ruct/article/view/95/90>.
- Ramírez Jorge, Verdecia Danis Y Leonard Ismael. "Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum* Cuba CT 169 en un suelo pluvisol" *Revista Electrónica de Veterinaria*. [en línea]. España, 2008. Vol. 9. N° 5, pp. 1-10. [Consulta: 25 de julio del 2019]. ISSN 1695-7504. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63611397007>.
- Rivera Reyes, Roberto Ricardo. Evaluación de dos sistemas y cuatro distancias de siembra del pasto King grass morado (*Pennisetum purpureum*), en la zona de Babahoyo, provincia de Los Ríos. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Técnica De Babahoyo. Babahoyo- Ecuador. 2017. pp. 16-18. [Consulta: 08 de noviembre del 2019]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3371>.
- Rodríguez Ríos, Víctor Raúl. Edad de corte y su influencia en la eficiencia fotosintética, captura de carbono y otras características agrónomicas del pasto *Brachiaria brizantha* cv Toledo en Zungarococha - Iquitos. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos - Perú. 2014. pp. 47, 54. [Consulta: 15 de noviembre del 2019]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/3404>.
- Roncillo B., Sierra M., Y Castro, E. " Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco". *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. [en línea]. Colombia, 2012. Vol. 13. N° 1, pp. 71-78. [Consulta: 03 de diciembre del 2019]. ISSN 0122-8706. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945032009>.
- Ruiz Cárdenas, Roy Roger. Establecimiento y respuesta a la frecuencia de corte de Maralfalfa (*Pennisetum* sp.) VS Camerun (*Pennisetum purpureum* Schum var. cv. Camerrom) en el Distrito de Contamana, Provincia de Ucayali, Loreto. [en línea]. (Trabajo de titulación), (Ingeniería). Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima-Perú, 2016, p. 75. [Consulta: 11 de octubre del 2019]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2612>.
- Sánchez, Jorge. *Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación del ganado lechero*. [en línea]. Venezuela. 2007, XI Seminario de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal, pp. 14-18 [Consulta: 17 de diciembre del 2019]. [http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi\\_seminario/Conferencias/Articulo-2.pdf](http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-2.pdf).
- Savón, L., Gutiérrez, O., Ojeda, F., Y Scull, I. " Harinas de follajes tropicales: una alternativa potencial para la alimentación de especies monogástricas". *Pastos y Forrajes*. [en línea]. Cuba, 2005. Vol. 28. N° 1. pp. 69-79. [Consulta: 11 de mayo del 2019]. ISSN 0864-0394. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121628006>.
- Sierra Posada, José. *Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros*. 2ª ed. Medellín-Colombia: Editorial Universidad de Antioquia, 2005 p. 57, 60 75.
- Tobar Galvez, Juan Pablo. Cinética de degradación ruminal y producción de gas in vitro del pasto king grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum tiphoides*) asociado a varios niveles de mata raton (*Gliricidia sepium jacq.*). [en línea]. (Trabajo de titulación), (Maestría). Universidad de las Fuerzas Armadas. Sangolquí- Ecuador. 2018, pp. 28,29 [Consulta: 27 de diciembre del 2019]. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14893>.
- Toledo, José. *Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales*. Cali- Colombia: CIAT. 1982. ISBN 978-84-89206-12-0. pp. 97, 104-107.
- Trujillo, A Y Uriarte, G. *Valor nutritivo de las pasturas* [en línea]. Colombia: Prodanimal, 2009, p. 1. [Consulta: 16 de mayo del 2019]. [http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo\\_Uriarte.VALOR\\_NUTRITIVO\\_PASTURAS.pdf](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo_Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf).
- Valenciaga, D., Chongo, B Y La O, O. "Caracterización del clon *Pennisetum* CUBA CT-115. Composición química y degradabilidad ruminal de la materia seca". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. [en línea]. Cuba, 2001. Vol. 35. N° 4, pp. 349-354. [Consulta: 07 de diciembre del 2019]. ISSN 0034-7485. <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=193018246006>.
- Van Soest, Peter. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2ª ed. United States: Cornell University Press, 1994, pp. 354-384.



