Calidad nutricional de tres forrajes tropicales cosechados a diferentes edades de corte en Zamorano, Honduras

Mauricio Alejandro Larios Carranza

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Calidad nutricional de tres forrajes tropicales cosechados a diferentes edades de corte en Zamorano, Honduras

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Mauricio Alejandro Larios Carranza

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2016

Calidad nutricional de tres forrajes tropicales cosechados a diferentes edades de corte en Zamorano, Honduras

Mauricio Alejandro Larios Carranza

Resumen. La producción de forrajes es una opción que brinda fuentes baratas de materia seca. El objetivo del estudio fue evaluar la calidad forrajera de tres forrajes tropicales (King Grass-KNG, Maralfalfa-MAF y Caña de Azúcar-CA) a diferentes días a corte: 120 de establecimiento y frecuencias de corte de 45 y 60 días en KNG y MAF, y 300 días en CA. El diseño fue de parcelas divididas en el espacio con DCA y tres repeticiones. Se evaluaron las variables agronómicas (biomasa, altura y materia seca-MS) y bromatológicas (proteína cruda-PC, fibra detergente neutra-FDN, fibra detergente ácida-FDA, energía neta de lactancia-ENL, nutrientes digeribles totales-NDT, calcio-Ca, fósforo-P y magnesio-Mg). Hubo diferencias significativas en las frecuencias de corte (45 y 60 días) con excepción del corte de establecimiento (120 días) ($P \leq 0.05$). Todas las variables bromatológicas reflejaron mejores resultados a los 45 días, PC: 14%, FDN: 52.2%, FDA: 26.1%, Ca: 0.47%, P: 0.22%, Mg: 0.15%, NDT: 62.35% y ENL: 1.49 Mcal·kg^{-1} en MAF-45; y PC: 11.9%, FDN: 54.7%, FDA: 28.6%, Ca: 0.45%, P: 0.28%, Mg: 0.12%, NDT: 63.38% y ENL: 1.43 Mcal·kg^{-1} en KNG-45. En CA-300: MS: 21.3%, PC: 5.5%, FDN: 62.4%, FDA: 36.4%, Ca: 0.28%, P: 0.14%, Mg: 0.11%, NDT: 55.5% y ENL: 1.24 Mcal·kg^{-1}. Se produjeron 265 y 147 t·ha^{-1}·ciclo^{-1} de biomasa para KNG-60 y MAF-60 respectivamente. CA-300 produjo 315 t·ha^{-1}. KNG fue el forraje que presentó mayores rendimientos de biomasa (t·ha^{-1}) y en tres ciclos productivos de 60 días.

Palabras clave: *Pennisetum purpureum, Pennisetum sp, Saccharum officinarum.*

Abstract: Fodder production is an option that offers cheap sources of dry matter. The aim of the study was to evaluate the forage quality of three tropical forages (King Grass-KNG, Maralfalfa-MAF and Sugarcane-CA) at different cutting ages: 120 days of establishment and courts of 45 and 60 days for MAF and KNG and 300 days for CA. The design was split plots divided in space over a complete randomized design with three replications. Agronomical variables (biomass, height and dry matter-DM) and bromatological (crude protein-CP, neutral detergent fiber-NDF, acid detergent fiber-ADF, net lactation energy-NLE, total digestible nutrients-TDN, Calcium-Ca, Phosphorous-P and Magnesium-Mg) were evaluated. Significant differences were found in the cutoff frequencies (45 and 60 days) excepting the establishment cutting (120 days) ($P \leq 0.05$). All bromatological variables reflected better results at 45 days, CP: 14%, NDF: 52.2%, ADF: 26.1%, Ca: 0.47%, P: 0.22%, Mg: 0.15%, TDN: 62.35% and NLE: 1.49 Mcal·kg^{-1} for MAF-45; and CP: 11.9%, NDF: 54.7%, ADF: 28.6%, Ca: 0.45%, P: 0.28%, Mg: 0.12%, TDN: 63.38% and NLE: 1.43 Mcal·kg^{-1} for KNG-45. In addition, CA, DM: 21.3%, CP: 5.5%, NDF: 62.4%, ADF: 36.4%, Ca: 0.28%, P: 0.14%, Mg: 0.11%, TDN: 55.5% and NLE: 1.24 Mcal·kg^{-1}. Agronomical variables at 60 days, had better yields in biomass, 265 and 147 t·ha^{-1}·cycle^{-1} for KNG-60 and MAF-60 respectively and 315 t·ha^{-1} for CA-300. KNG was the forage that showed higher yields of biomass (t·ha^{-1}) in three production cycles of 60 days.

Keywords: *Pennisetum purpureum, Pennisetum sp, Saccharum officinarum.*

CONTENIDO

Portadilla..... i
Página de firmas ii
Agradecimiento iii
Resumen iv
Contenido vi
Índice de cuadros, figuras y anexos..... vii

1. INTRODUCCIÓN..... 1

2. MATERIALES Y MÉTODOS..... 3

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 10

4. CONCLUSIONES..... 19

5. RECOMENDACIONES..... 20

6. LITERATURA CITADA..... 21

7. ANEXOS 27

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros Página

1. Edades a corte de los forrajes Maralfalfa, King Grass y Caña de Azúcar evaluados en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 8
2. Rendimientos agronómicos de los forrajes Maralfalfa y King Grass evaluados a los 120 días después de siembra en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 10
3. Rendimientos agronómicos de los forrajes Maralfalfa y King Grass evaluados a los 45 y 60 días después del corte en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 10
4. Composición bromatológica de los forrajes Maralfalfa y King Grass evaluados a los 120 días después de siembra en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 12
5. Composición bromatológica de los forrajes Maralfalfa y King Grass evaluados a los 45 y 60 días después del corte en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 13
6. Descripción del perfil de suelo en el terreno de estudio antes de mecanización en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 17
7. Análisis de suelo antes y después de realizar el estudio en las parcelas respectivas para Maralfalfa, King Grass y Caña de Azúcar en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras..... 17
8. Oferta de materia seca, proteína cruda (t/ha), calcio, fosforo y magnesio (kg/ha) en Maralfalfa y King Grass por ciclo de 45 y 60 días después de corte en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 18
9. Rendimientos totales en un periodo acumulado de 300 días de Maralfalfa, King Grass y Caña de Azúcar en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 18

Figuras Página

1. Distribución de la precipitación desde agosto del 2015 hasta agosto del 2016 registradas en el pluviómetro de la estación meteorológica de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras..... 3

Anexos Página

1. Requerimientos energéticos para la etapa de finalización y engorde de bovinos con base en su peso corporal. 27
2. Requerimientos de minerales y de energía para la etapa de finalización y engorde de bovinos con base en su peso corporal, ganancia diaria de peso y requerimientos de mantenimiento. 28

1. INTRODUCCIÓN

En la zona sur de Honduras, los ganaderos y agricultores de la zona, suelen recurrir a diferentes acciones para sustentar los requerimientos de mantenimiento diarios de sus hatos y al mismo tiempo realizarlo al menor costo posible. En la actualidad el uso de diferentes fuentes alimenticias que cumplan con las exigencias nutricionales para animales rumiantes recaen sobre la utilización de pastos y forrajes. Estos constituyen la base de toda dieta para la alimentación de rumiantes en el trópico, la estacionalidad afecta su calidad y rendimiento (Enríquez *et al.* 1999).

Una ganadería moderna, necesariamente, tiene que ser sinónimo de rentabilidad y competitividad y si bien son muchos los factores envueltos en la empresa ganadera, el factor más importante es el componente de la alimentación animal y dentro de éste, lo relacionado con las gramíneas y leguminosas ya que constituyen la principal fuente de alimentación de los animales. Por esta razón, es importante buscar nuevas alternativas forrajeras, para desarrollar sistemas más productivos y sostenibles de producción animal (Lascano *et al.* 1996).

Los bovinos requieren de una dieta con 6 componentes básicos para crecer en forma óptima. Estos son: fibra, energía, proteína, minerales, vitaminas y agua. Es importante saber que los animales crecerán de acuerdo a la proporción de alimentos que se les brinda. La cantidad requerida de nutrientes varía de acuerdo al animal (Arronis 2006).

El valor nutritivo de los componentes orgánicos de un pasto está determinado por la facilidad con que puedan ser digeridos e incorporados en el tejido bacteriano y al sitio de la digestión y de la absorción en el tracto digestivo (Hodgson 1999). La tasa de crecimiento de un animal en desarrollo y su producción dependen primero que todo, de la ingesta de nutrientes y segundo de la eficiencia en que convierten los nutrientes ingeridos en tejido corporal o leche. La ingesta de nutrientes es así el producto de la cantidad de pasto ingerido y la concentración de nutrientes de este (Buelvas 2009).

La principal ventaja que presentan las zonas tropicales es su alta capacidad de producir forrajes ya que este aspecto debe ser aprovechado para elevar la producción, rentabilidad y competitividad de la ganadería tropical (Vázquez 2011). Al incurrir en el establecimiento de forrajes el factor importante es su valor nutricional. Es posible obtener altos niveles de producción animal con pastos tropicales si se aplican razonablemente principios claves de nutrición. Es decir, si se determinan los factores botánicos, ambientales y de manejo que permitan planificar el uso de la pastura y así lograr un adecuado contenido nutricional (Sierra 2002).

Por lo tanto, un pasto se considera de buena calidad si reúne las siguientes condiciones: Posee todos los nutrientes esenciales disponibles en proporciones balanceadas, tiene alta digestibilidad, es gustoso o palatable para el animal. La falta de uno de estas condiciones afecta la calidad y disminuye el valor nutritivo del forraje (Bernal 2003).

El valor nutritivo bebe ser entendido entonces como un conjunto de características físicas, químicas, nutricionales y alimenticias de un alimento para cubrir las necesidades diarias de un animal. El valor nutritivo como un todo está en función del consumo y de la calidad; esta a su vez, está determinada por la composición química, digestibilidad y utilización del mismo. Los pastos de clima caliente presentan la siguiente composición química promedia: 65-80% de humedad, 4-8% de proteína cruda (PC), 70-75% en fibra detergente neutra (FDN) y 48-52% de fibra acido detergente (FAD) (Chamorro Morán 1996).

La edad hace variar drásticamente los distintos componentes del forraje, a medida que los forrajes maduran, los contenidos de fibra se incrementan y su digestibilidad decrece. La fibra está altamente correlacionada con el llenado ruminal. Se estipula que el valor de las pasturas a medida que aumenta la edad del pasto se presentan grandes aumentos en la producción de materia seca acompañados con incrementos en componentes de la pared celular y la disminución de proteína y carbohidratos no estructurales (Estrada 2003).

La necesidad de aumentar la producción de la tierra disponible para actividades agropecuarias, obliga a los productores a recurrir a alternativas que aporten volumen pero que a su vez impriman calidad para la producción, con el fin de suplir las necesidades diarias de los hatos (Araya y Boschini 2005).

La calidad de los pastos y forrajes tropicales varia con la edad, fertilidad del suelo, época del año, parte de la planta, método de suministrarlo al ganado y la especie (Bernal, 2003). Entre los beneficios de fertilizar forrajes se pueden observar un incremento en el contenido de nitrógeno (proteína), digestibilidad, altura de la planta, densidad, relación hoja-tallo y mayor producción de biomasa. Además, se obtiene un ligero incremento en el consumo y en la producción de carne y leche, por lo que, si se fertiliza y no se aumenta la carga animal para aprovechar la biomasa producida, los beneficios económicos de esta práctica son pocos en la producción de carne y leche (Guerrero Riascos 1993).

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes edades de corte en la producción de biomasa y valores nutricionales, comparar la calidad nutricional y rendimiento de tres forrajes tropicales, Caña de Azúcar var. Mex 79-431, Maralfalfa y King Grass. Además, determinar que forraje ofrece los mejores rendimientos en biomasa y valor nutricional. Los análisis físico-químicos mencionados en este estudio fueron realizados en el Laboratorio de Suelos y Aguas de Zamorano (proteína cruda en nitrógeno, calcio, fosforo y magnesio) y en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ) (materia seca, fibra detergente neutra, fibra detergente acida).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio. El estudio se llevó a cabo en el Lote 15 de la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Municipio de San Antonio de Oriente, en el departamento de Francisco Morazán, Honduras.

Clima. La temperatura media anual fue de 23.9°C, con 35.9°C como máxima y 12.7°C como mínima. La precipitación registrada durante el tiempo de investigación fue de 676.4 milímetros, distribuidos en dos periodos, de septiembre a diciembre y de abril a agosto (Figura 1).

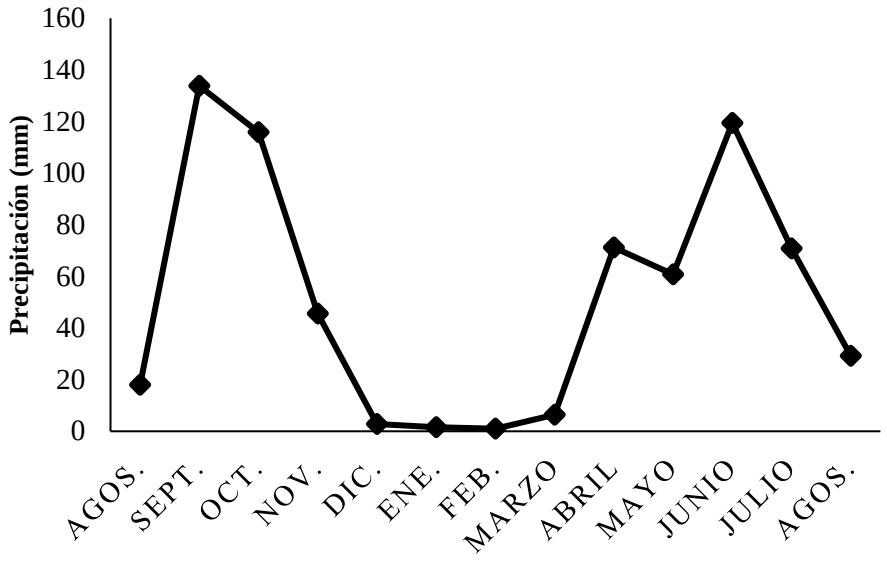

Figura 1. Distribución de la precipitación desde agosto del 2015 hasta agosto del 2016 registradas en el pluviómetro de la estación meteorológica de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Duración del estudio. La preparación del terreno se inició en agosto del 2015. La siembra de los forrajes se realizó en octubre del 2015 y la recolección de datos de campo finalizo en agosto del 2016.

Descripción de la zona de estudio. Parte baja del talud de la terraza, sin antecedentes agrícolas conocidos, con una elevación de 760 msnm y pendiente de 0-3% de Oeste a Este.

Análisis de suelo. Se realizó un análisis químico de suelos con el fin de conocer las diferentes propiedades químicas y determinar la cantidad de nutrientes que el mismo aporta. En el análisis químico se obtuvieron resultados de las siguientes propiedades químicas: contenido de potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso y zinc extraídos con solución extractora Mehlich 3 determinados por espectrofotometría de absorción atómica; fosforo: extraído con la solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría. El porcentaje de materia orgánica se obtuvo por el método de Walkley & Black, el porcentaje de nitrógeno total fue inferido de la materia orgánica, el cinco por ciento de esta. Para determinar el pH se utilizó la relación suelo: agua; 1:1 (Thomas 1996). La interpretación de los resultados se basó en los rangos utilizados por el laboratorio de suelos de la Escuela Agrícola Panamericana. Las bases potasio, sodio, magnesio y calcio se interpretaron por saturación (Walkey & Black 1934).

Preparación de suelo en el terreno de estudio. Con base en los resultados obtenidos, se programó un plan de preparación del suelo donde se mejoró el estado del terreno para el establecimiento óptimo de los forrajes utilizados. La preparación de suelos consistió en utilizar de un subsolador con dos vástagos, con espaciamiento entre ganchos de 1.5 m, donde se realizaron dos pases, uno a favor de la pendiente y el otro a 45° con respecto al primer pase en un sentido Noroeste a Sureste. Un pase de rastra pesada de discos dentados con el fin dejar una estructura homogénea en el suelo destruyendo los agregados grandes y un surcador con espaciamiento de 75 cm entre ellos para el establecer las líneas de siembra.

Forrajes evaluados.

King Grass *(Pennisetum purpureum)*. King Grass se adapta bien desde el nivel del mar hasta 2,200 m y a temperaturas entre 18° y 30° C, con su óptimo crecimiento a 24°C. Presenta buen comportamiento desde suelos moderadamente ácidos a neutros con un pH de 4.5 a 6.2 y con mejor desarrollo en suelos francos profundos, friables y bien drenados, humedad alta y una precipitación entre 1,200 y 4,000 mm anuales. Para forraje se conoce que hay rendimientos desde 40 toneladas de materia verde (MV)/ha/corte hasta más de 120 t MV/ha/año (Espinoza *et al.* 2001). Pueden realizarse cortes del pasto entre 40 y 75 días, sus valores de proteína pueden ser de 9% y contenido de fibra en detergente neutro (FDN) de 72%. El contenido mineral adecuado de un pasto King Grass en el tejido vegetal es de 2.2% de K en hoja (% de MS). Otros rangos muestran al calcio, fósforo y magnesio como 0.23, 0.13, 0.11 % como los valores promedios para este tipo de forraje (Vargas González 1989). Los requerimientos nutricionales del pasto van desde 200-400 kg N/ha/año y 350-400kg K ha/año (Rodríguez 1985).

Maralfalfa *(Pennisetum sp.)*. Es una gramínea de origen y clasificación morfológica muy confusa por lo que se le debe citar como *(Pennisetum spp.)*. Se ha utilizado en la alimentación animal como pasto de corte con buenos rendimientos en biomasa, contenido de proteína de 18-20%, con adaptación a terrenos de fertilidad media (Citalán Cifuentes *et. al.* 2012). Además, es descrito también pasto perenne con alta productividad, cuyas raíces son fibrosas y forman raíces adventicias que surgen de los nudos inferiores de las cañas. Se desarrolla bien a altitudes inferiores a los 2,600 metros sobre el nivel del mar y precipitaciones anuales entre los 1,000 y 4,000 mm, en suelos con un pH entre 5,5 y 7,4 de fertilidad media a alta y no tolera la saturación de aluminio, ni el encharcamiento. Puede producir hasta 60 toneladas de biomasa seca por hectárea por corte, con un contenido de proteína cruda de 8 a 16% y una digestibilidad entre 55 y 70% (STDF 2013).

Caña de Azúcar *(Saccharum officinarum)*. La caña de azúcar es una gramínea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio se forma el azúcar (Alexander 1985). La caña de azúcar puede utilizarse para la alimentación animal, así como para la producción de azúcar (Preston y Murgueitio 1992), tiene un alto índice de área de la hoja y una mayor eficiencia fotosintética que cualquier otro cultivo en los trópicos (Bassham 1978). La caña de azúcar es un convertidor muy eficiente de la energía solar en biomasa, bajo la misma idea de "caña energética" (Alexander 1985). El rendimiento de biomasa de la caña de azúcar está en función de la densidad de siembra de las plantas maduras y su tiempo de cosecha. El efecto individual y la combinación de las prácticas de gestión, se puede tener un gran impacto en el crecimiento y el rendimiento de la caña. La disminución de la distancia entre surcos e incorporando las hojas muertas al suelo aumentan los rendimientos de biomasa en un 20-30% y puede conducir a mejoras significativas en la fertilidad del suelo (Mui *et al.* 1996[a, b]). Existe un efecto beneficioso por parte de la caña de azúcar en la fertilidad del suelo, especialmente cuando las hojas muertas son incorporadas al suelo (Phan Gia Tan 1993). La caña de azúcar es principalmente una fuente de energía (Mui *et al.* 1996[a, b]).

Método de Siembra. Se realizaron surcos con 75 cm de espaciamiento entre ellos, esto con el fin de facilitar la siembra, debido a los distanciamientos entre las líneas de siembra implementadas en cada una de las especies. En Maralfalfa y King Grass se programó una siembra a 75 cm de espaciamiento entre cada línea de siembra. En Caña de Azúcar se sembró a 1.5 m de separación entre cada línea de siembra. Para todas las especies se sembraron esquejes de 60 cm de largo con el fin de sembrar 24 yemas hábiles por metro de siembra, como mínimo.

Fertilización. Se implementó una fórmula de fertilización única para todas las especies forrajeras con fraccionamientos diferentes. La fertilización fue calculada con base en los niveles de nitrógeno utilizados por Márquez *et al.* (2007) para todos los forrajes. Fósforo y potasio se aplicaron según lo recomendado por Espinoza (2003) para el mayor rendimiento posible tomando en cuenta también el aporte de nutrientes por parte del suelo. La fórmula de fertilización para el establecimiento de los forrajes se programó con 260 kg/ha N, 80 kg/ha P_2O_5 y 160 kg/ha K_2O por ciclo productivo, según lo recomendó el Laboratorio de

Suelos de Zamorano basado en el análisis de suelo. Se aplicaron como fertilizantes inorgánicos comerciales como el Fosfato diamónico (DAP) (18-46-0), Urea (46-0-0) y Cloruro de Potasio (KCl) (0-0-60) en dosis de 170 kg/ha de DAP, 500 kg/ha de Urea y 300 kg/ha de KCl. Una vez establecidos los forrajes, en Maralfalfa y King Grass de corte se aplicaron 688 kg de N/ha en forma de Nitrato de Amonio (34.4-0-0), lo cual equivale a 2,000 kg/ha de Nitrato de Amonio fraccionados. Esta misma cantidad fue aplicada en Caña de Azúcar.

Fraccionamiento de la fertilización.

Establecimiento de Maralfalfa y King Grass

50% aplicado a los 60 días después de la siembra.
50% aplicado a los 20 días después de la cosecha de establecimiento.

Establecimiento de la Caña de Azúcar

50% aplicado a los dos meses después de la siembra.
25% aplicado a los cuatro meses después de la siembra.
25% aplicado a los seis meses después de la siembra.

Frecuencias de Corte de Maralfalfa y King Grass

Aplicación a los 20 días a rebrote para cosecha de 45 días.
Aplicación a los 45 días a rebrote para cosecha de 60 días.

Fertilización Nitrogenada en Caña de Azúcar

Aplicación a los siete meses y medio después de la siembra basado en la curva de extracción de nutrientes para este cultivo (Durán Maridueña 2008).

Manejo del cultivo. Para el control de malezas se deshierbo a manualmente. Se utilizó riego por goteo, la manguera de riego utilizada fue "Etape Irrigation®" con goteros espaciados a 20 cm con un caudal de 2.5 litros por hora. La frecuencia de riego fue de una hora, tres veces por semana empezando una semana después de la fecha de siembra. Se detuvo el riego en el mes de mayo dado al incremento en la precipitación (Figura 1).

Recolección de las muestras. Se muestrearon todos los individuos en un metro en tres surcos diferentes en cada una de las parcelas experimentales tras su respectivo corte de cosecha.

Preparación de las muestras. Todas las muestras fueron secadas mediante un horno de convección a 65°C por 24 horas. Estas mismas fueron molidas en un molino Thomas Wiley-Modelo 4, reduciéndolas a un tamaño de partícula de un milímetro. Todas las muestras secadas y molidas, fueron rotuladas y guardadas en bolsas Ziploc a una temperatura ambiente.

Variables determinadas.

Biomasa. Esta variable se determinó pesando todo el material vegetal encontrado en un metro en un surco seleccionado al azar. Dentro de la parcela experimental se escogieron tres puntos. Todos los tallos con su follaje fueron pesados obteniendo kilogramos de la biomasa por metro (kg/m).

Altura de la planta. El mismo día de la cosecha se midió desde la base del tallo hasta donde termina la última hoja. Para esta actividad se muestrearon tres plantas completamente al azar en un surco, en tres surcos diferentes.

Materia Seca (MS). Las muestras fueron pesadas antes y después del secado. Para ello, se utilizó la ec. [1] referida en los métodos de la AOAC (Helrich 1990-91).

$$\%MS = \frac{Peso\ en\ seco}{Peso\ en\ humedo} \times 100 \qquad [1]$$

Proteína cruda (PC). Para este análisis las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Suelos y Aguas de Zamorano donde se le realizó un análisis foliar donde se incluyó toda la muestra (hojas y tallos). Esta variable se determinó tras un cálculo utilizando la cantidad de nitrógeno disponible. El método utilizado en laboratorio para determinar el nitrógeno fue por el método de Kjeldahl (Helrich, 1990-91). El valor del nitrógeno, en porcentaje, es multiplicado por una constante de 6.25 para calcular el porcentaje de proteína cruda que posee. Esta constante yace del hecho que una proteína se encuentra compuesta por 16% de nitrógeno (Helrich 1990-91). Ec. [2]

$$\%PC = \%\ de\ nitrogeno \times 6.25 \qquad [2]$$

Fibra. Para esta variable se trabajó con fibra detergente neutra (FDN), la cual se define como el remanente restante después de haberse digerido en una solución detergente. La fibra residual es predominantemente la hemicelulosa, celulosa y lignina. Por otro lado, la fibra detergente acida (FDA), el proceso es similar con la diferencia de que en esta existe la remoción de la hemicelulosa, dejando como fibra residual la celulosa y la lignina. Ambas pruebas se realizaron siguiendo los métodos de la AOAC (Helrich 1990-91).

Energía. Se determinó energía neta de lactancia (ENL) Ec. [3] y nutrientes digeribles totales (NDT) Ec. [4] a partir del porcentaje de FDA mediante la ecuación de dos predictores de energía para forrajes (Undersander *et al.* 1993):

$$ENL\ \left(\frac{Mcal}{kg}\right) = \left(0.7936 - (0.00344 \times FDA)\right) \times 2.2 \qquad [3]$$

$$NDT\ (\%) = \left(\frac{ENL \times 89.796}{2.2}\right) + 4.898 \qquad [4]$$

Minerales. Los minerales calcio (Ca) y magnesio (Mg), se determinaron tras realizar digestión húmeda con H_2SO_4 y H_2O_2 y fueron determinados por absorción atómica, mientras que el fósforo (P) fue determinado por espectrofotometría (colorimetría) (Wolf 1982).

Composición de los forrajes. Para comparar las producciones de los tres forrajes se extrapolaron los rendimientos obtenidos en King Grass y Maralfalfa con la finalidad de obtener una producción acumulada. Para obtener esta producción acumulada los rendimientos de 45 días se multiplicaron por cuatro cortes posibles y los de 60 días se multiplicaron por tres posibles cortes, más la producción obtenida en el corte de establecimiento (120 días).

Tratamientos. Se asignaron cuatro edades de corte (45, 60 y 120 días) para los forrajes Maralfalfa y King Grass, mientras en Caña de Azúcar solo se realizó un solo corte de cosecha a los 300 días después de siembra (Cuadro 1).

Cuadro 1. Edades a corte de los forrajes Maralfalfa, King Grass y Caña de Azúcar evaluados en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Forraje	Edad a corte
Maralfalfa (MAF-120)	120 días después de siembra
Maralfalfa (MAF-45)	45 días a después corte
Maralfalfa (MAF-60)	60 días a después corte
King Grass (KNG-120)	120 días después de siembra
King Grass (KNG-45)	45 días a después corte
King Grass (KNG-60)	60 días a después corte
Caña de Azúcar (CA-300)	300 días después de siembra

Corte de establecimiento de los forrajes. Tras la siembra de Maralfalfa y King Grass el primer corte evaluado fue a los 120 días después de siembra, esto con la intención de que se establezca la planta y logre un buen desarrollo tanto radicular como vegetativo y esta posea mayor vigor en su siguiente rebrote.

Frecuencias de cortes. Para realizar los cortes de 45 y 60 días en Maralfalfa y King Grass se tomó el área total de cada parcela experimental y se dividió en dos partes iguales. En una mitad se evaluarón los cortes de 45 días a rebrote y en la mitad restante cortes de 60 días a rebrote. En la Caña de Azúcar se realizó un solo corte a los 300 días a partir de la siembra. Todos los cortes se realizaron a mano y dejando aproximadamente de cinco a diez cm de tallo en el suelo. Antes de los cortes de 45 y 60 días se realizó un corte de 50 días después del corte de establecimiento.

Diseño Experimental. Fue utilizado el diseño de parcelas divididas en espacio sobre un Diseño Completo al Azar (DCA) con tres repeticiones de cada de los tratamientos. El área total del estudio fue de 775 m^2 (31 m × 25 m). Cada unidad experimental midió cinco metros (seis surcos espaciados a 75 cm para Maralfalfa y King Grass y tres surcos especiados a 1.5 m para Caña de Azúcar) × cinco metros (largo del surco), equivalente a 225 m^2 de área real utilizada para el estudio. Al final se establecieron nueve unidades experimentales. El posicionamiento de cada especie en el bloque fue asignado completamente al azar.

Entre cada parcela se dejaron calles de ocho metros y calles transversales de tres metros para la división de las mismas y tuvo como segunda función facilitar el corte. Se dejó sin muestrear un surco de cada costado para evitar el efecto borde. Esto solo aplicó para los cultivares de Maralfalfa y King Grass. Además, se dejó medio metro sin evaluar al inicio y final de cada surco con el mismo objetivo. El área total de muestreo corresponde a 94.5 m^2 tomando en cuenta todas las unidades experimentales.

Análisis Estadístico. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para el corte de establecimiento, frecuencias de corte y el análisis comparativo de los tres forrajes. Se utilizó un GLM y LSMeans para la separación de medias en el programa estadístico SAS® (Statistical Analysis System) versión 9.4 con un nivel de significancia de ($P \leq 0.05$).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables agronómicas. A 120 días después de siembra, la biomasa fue mayor en Maralfalfa (114.2 t/ha) que en King Grass (86.2 t/ha). En altura fue, al contrario, King Grass alcanzo 4 m, mientras que Maralfalfa solo 3.5 m (P≤0.05) (Cuadro 2). Al considerar los cortes a 45 y 60 días después de corte los rendimientos en biomasa fueron mayor en King Grass a 60 días de corte (265 t/ha) a pesar que la materia seca fue más baja que Maralfalfa. En altura destacó King Grass a 60 días (3.9 m) (P≤0.05) (Cuadro 3).

Cuadro 2. Rendimientos agronómicos de los forrajes Maralfalfa y King Grass evaluados a los 120 días después de siembra en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Forraje	Biomasa (t/ha)	Altura (m)	MS[£] (%)
MAF-120	114.2 a[Ω]	3.5 b	31.9
KNG-120	86.2 b	4.0 a	27.6
R^2	0.73	0.73	0.28
CV (%)[∞]	10.5	4.9	14.4
P	*	*	ns[α]

[£] MS: materia seca. [Ω] Letras distintas en la misma columna, difieren estadísticamente (P≤0.05). [∞] Coeficiente de variación. [α] No hay significancia estadística. *Significativo.

Cuadro 3. Rendimientos agronómicos de los forrajes Maralfalfa y King Grass evaluados a los 45 y 60 días después del corte en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Forraje	Biomasa (t/ha)	Materia Seca (%)	Altura (m)
KNG-45	193.4 b[Ω]	19.2 c	3.4 bc
KNG-60	264.9 a	20.7 bc	3.9 a
MAF-45	84.8 d	21.4 b	3.2 c
MAF-60	146.8 c	24.5 a	3.6 b
R^2	0.99	77.00	0.81
CV (%)[∞]	6.5	7.7	4.9
P	***	*	*

[Ω] Valores en la misma columna con letra distinta, difieren estadísticamente (P≤0.05).
[∞] Coeficiente de variación. *Significativo, *** Altamente significativo.

Biomasa. La biomasa producida por Maralfalfa fue de 84.8; 146.8 y 114.2 t/ha, mientras que King Grass produjo 193.4; 264.9 y 86.2 t/ha a las edades de 45, 60 y 120 días respectivamente. Ambos forrajes alcanzaron su máxima producción de biomasa a la edad de 60 días siendo King Grass el que presento mejores rendimientos siendo casi el doble que Maralfalfa. Estos resultados difieren con los reportados por Uvidia *et al.* (2013) afirmando que el pasto Maralfalfa llega alcanzar su mayor producción de materia fresca a los 90 días.

Escobar Morán y Ronquillo Molina (2012) reportaron rendimientos de King Grass de 42 a 75 t/ha utilizado diferentes dosis de potasio inorgánico donde se utilizaron 83.3 kg/ha de N, 30 kg/ha de P_2O_5, 0, 200 y 400 kg/ha de K_2O. Estos requerimientos fueron recomendados previamente por Espinoza *et al.* (2003) para una producción de 60 t/ha. Vélez *et al.* (2006) mencionan que el *Pennisetum purpureum* es una de las forrajeras que mejor responde a fertilizantes nitrogenados. La diferencia en producción de biomasa generada entre los forrajes se encontró asociada con su capacidad de respuesta al asimilar nitrógeno.

Altura. Fueron diferentes todas las edades en ambos forrajes. Siendo King Grass el que presento mayores alturas en comparación a Maralfalfa. Ambos forrajes presentaron mayor diferencia en altura a medida avanzaban desde los 45 a los 60 días mientras que entre los 60 y 120 días no hubo diferencia. Las alturas de a Maralfalfa fueron de 3.2; 3.6 y 3.5 metros, mientras que King Grass 3.4; 3.9 y 4 metros a las edades de 45, 60 y 120 días respectivamente. Andrade (2009) reportó alturas en Maralfalfa de 3.24 y 3.51 metros a los 70 y 90 días de edad respectivamente. Velez *et al.* (2006) comentan que el *Pennisetum purpureum* es un forraje que cuenta con la capacidad de alcanzar hasta 6 metros de altura, sin embargo, las alturas encontradas en este estudio son inferiores a este valor anteriormente mencionado.

Materia Seca (%). La producción de MS generada por Maralfalfa fue de 21.4; 24.5 y 31.9% y supero a King Grass con 19.2; 20.7 y 27.6% en las edades de 45, 60 y 120 días respectivamente. Citalán Cifuentes *et al.* (2012) reportaron porcentajes de materia seca similares para Maralfalfa siendo estos mayores a 26.50%. Además, estos porcentajes se encuentran dentro del mismo rango reportado por Chamorro Moran (1996) donde afirma que los forrajes del trópico contienen entre un 20-35% de materia seca.

Variables bromatológicas. La composición química de pastos y forrajes se encuentra sujeta a disponibilidad de agua, fertilidad de suelos, época del año, entre otros (González *et al.* 2011). Al corte de establecimiento no hubo diferencias entre los forrajes en todas las variables bromatológicas. En conjunto proteína cruda se encontró dentro de los rangos (Vargas González 1989). La fibra detergente neutra y ácida, los valores fueron mayores a los deseados y los minerales (calcio, fósforo y magnesio) no alcanzaron los niveles adecuados (FEEDNET s.f.) (Cuadro 4). En cuanto a los cortes de 45 y 60 días hubo diferencias significativas en proteína cruda, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y diferencias altamente significativas para nutrientes digeribles totales y energía neta de lactancia. Maralfalfa a 45 días después de corte destacó con los mejores niveles en todas las variables bromatológicas más que estas coincidían con los rangos adecuados referidos por (FEEDNET s.f; Vargas González 1989) (Cuadro 5).

Cuadro 4. Composición bromatológica de los forrajes Maralfalfa y King Grass evaluados a los 120 días después de siembra en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Forraje	PC[£]	FDN	FDA	Ca	P	Mg	NDT	ENL
				(%)				(Mcal/kg)
MAF-120	9.5	64.7	38.6	0.20	0.22	0.08	53.2	1.18
KNG-120	10.1	64.8	38.7	0.23	0.25	0.09	51.6	1.15
Rango Adecuado	4 - 18	<50	<30	0.38	0.30	0.28	>60	1.2 -1.5
R^2	0.16	0.00	0.00	0.07	0.07	0.27	0.20	0.18
CV (%)[∞]	8.6	2.8	6.8	27.1	28.9	11.8	3.7	4.1
P	ns [α]	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

[£] PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, Ca: calcio, P: fósforo, Mg: magnesio, NDT: nutrientes digeribles totales, ENL: energía neta de lactancia. [∞] Coeficiente de variación. [α] No hay significancia estadística.

Cuadro 5. Composición bromatológica de los forrajes Maralfalfa y King Grass evaluados a los 45 y 60 días después del corte en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Forraje	PC[£]		FDN		FDA		Ca	P	Mg	NDT		ENL	
							%					Mcal/kg	
KNG-45	11.9	abc	54.7	bcd	28.7	bcd	0.45	0.28	0.12	63.4	b	1.43	b
KNG-60	10.3	c	63.6	a	37.5	a	0.36	0.25	0.14	55.4	d	1.24	d
MAF-45	14.0	a	52.2	cd	26.1	cd	0.47	0.22	0.15	62.4	bc	1.49	a
MAF-60	12.0	abc	53.0	e	27.0	c	0.46	0.26	0.13	65.5	a	1.41	c
Rango Adecuado	4 - 18		<55		<35		0.38	0.30	0.28	>60		1.2 -1.5	
R^2	0.81		0.82		0.83		0.30	0.31	0.35	0.99		0.99	
CV (%)[∞]	9.9		5.6		10.5		26.6	20.5	21.1	0.8		0.9	
P	*		*		*		ns	ns	ns	***		***	

[£] PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, Ca: calcio, P: fósforo, Mg: magnesio, NDT: nutrientes digeribles totales, ENL: energía neta de lactancia. [Ω] Valores en la misma columna con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0.05$). [∞] Coeficiente de variación. [α] No hay significancia estadística. *Significativo, *** Altamente significativo.

Proteína cruda (PC). King Grass como Maralfalfa presentaron sus mejores niveles de PC a los 45 días siendo estos valores de 11.9 y 14% respectivamente. Estos mismos decrecieron a los 60 y 120 días con niveles de 10.3 y 10.1% para King Grass y 12 y 9.5% para Maralfalfa (Cuadro 4 y 5). Barrera-Álvarez *et al.* (2015) presentó valores similares a los 30 días de edad para Maralfalfa, CT-115, King Grass y Elefante con valores de 12.89; 12.19; 11.53 y 9.77% respectivamente. Los valores proteicos obtenidos indican que al aumentar la madurez de los forrajes el valor proteico disminuye (Bernal 1994). Esta misma tendencia fue respaldada por las afirmaciones de Márquez *et al.* (2007); Chacón-Hernández y Vargas Rodríguez (2009). Molina (2005) determinó que los contenidos de PC para el Maralfalfa a las edades de 35, 45 y 60 fueron de 12.46; 10.80 y 7.12% respectivamente, siendo estos relativamente diferentes a los encontrado en este estudio. Porras y Castellanos (2009) reportaron valores de 8.69 y 5.35 a los 45 y 60 días respectivamente.

Fibra detergente neutra (FDN). Los niveles de fibra tanto en pasturas como en forrajes, estos presentan un incremento conforme estos mismos aumentan en edad debido que el contenido de pared celular y su grado de lignificación se incrementa, por lo que su valor nutricional y el consumo se deprimen (Van Soest 1994).

Maralfalfa conforme avanza de los 45 a 60 días sus niveles de FDN prevalecen relativamente constantes de 52.2 y 53% respectivamente. King Grass presentó un mayor incremento en FDN de 54.7 a 63.6% desde los 45 a 60 días (Cuadro 4 y 5). Estos mismos resultados fueron encontrados en Maralfalfa por Correa *et al.* (2004) donde reportaron valores de 56 y 53.9% en parcelas fertilizadas y no fertilizadas. Correa (2006) reportó valores de FDN de 54.7 y 66.9% a los 56 y 105 días. Buelvas Ramírez (2009) encontró valores superiores en Maralfalfa con respecto a los encontrados en este estudió los cuales fueron de 65.52; 67.97; 68.85 y 70.77% a las edades de 40, 50, 60 y 70 días respectivamente, al igual que los encontrados por Carulla *et al.* (2004).

Faría-Mármol *et al.* (2007)[a] estudió la producción forrajera y el valor nutritivo de distintos cultivares de *Pennisetum* entre ellos King Grass y Maralfalfa bajo riego en la región semiárida de Zulia y reportó un FDN de 60.90 y 59.09% respectivamente. FDN es la porción del forraje que más se relaciona con el consumo de materia seca, ya que posee todos los componentes de la fibra que ocupan el espacio del rumen, además de intervenir en la tasa de digestión por efectos metabólicos y pasaje del alimento (Estrada 2003). Forrajes con niveles de FDN entre 40 y 50% la máxima degradación de estos se alcanza entre 4 a 8 horas pos consumo. Un forraje que posea niveles mayores a los anteriormente mencionados producen un retardo en la digestión del forraje lo que ocasiona un efecto tapón para el ingreso de nueva comida, así mismo se recomiendan dietas inferiores a 60% de FDN para alcanzar una alta respuesta tanto en carne o leche (Fernández 2009). La Maralfalfa presentó un mejor comportamiento en los niveles de FDN que el King Grass a los 45 y 60 días de edad.

Fibra detergente ácida (FDA). Los valores de FDA están asociados con la FDN. Los contenidos de FDA fueron diferentes ($P \leq 0.05$) a los 45 y 60 días en ambos forrajes y sin diferencia a la edad de 120 días. Al igual que la FDN ambos forrajes presentan valores similares a las edades de 45 y 120 días, sin embrago estos difieren a los 60 días, en donde el FDA en el King Grass aumenta significativamente mientras que en Maralfalfa no cambia. Maralfalfa presentó valores de 26.14; 26.97 y 38.60% mientras que King Grass presentó 28.66; 37.53 y 38.75% de FDA, ambos a las edades de 45, 60 y 120 días respectivamente (Cuadro 4 y 5).

Correa *et al.* (2004) encontraron valores similares a los de este estudio para Maralfalfa. Por otro lado, Buelvas Ramírez (2009) encontró valores de FDA superiores a 40% en edades de 40, 50, 60 y 70 días a rebrote al igual que los encontrados por Molina (2005). Faría-Mármol *et al.* (2007)[a] reportó valores de FDA de 39.15 y 39.08% para King Grass y Maralfalfa. La FDA es un indicador de la fracción lignocelulosa utilizada como método rápido para medir fibra de un alimento y es uno de los mejores indicadores de la digestibilidad de los forrajes. Alto contenido de lignina se encuentra correlacionado con la baja digestibilidad de los forrajes (Estrada 2003).

Conforme aumente la edad de rebrote del forraje incrementa la síntesis de carbohidratos estructurales disminuyendo las formas solubles y al mismo tiempo se afecta su calidad (Santana *et al.* 2010; González *et al.* 2011; Nava *et al.* 2013). A medida los forrajes incrementan su madurez se incrementan los contenidos de nutrientes menos digeribles siendo estos los constituyentes de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y lignina) (Bosch *et al.* 1992).

Nutrientes Digeribles Totales (NDT). Es una forma de expresión de energía utilizados cuando se trabaja para alimentar razas bovinas de carne y es similar a la energía digerible (ED) con la diferencia de que este tipo de energía incluye la corrección por la proteína digerible. NDT no presenta ninguna ventaja o desventaja contra ED más es una unidad para expresar los valores del alimento o para expresar los requerimientos de energía para el animal (NRC 1996). En el estudio ambos forrajes presentaron baja en energía a medida aumentaban en madurez. Tanto Maralfalfa como el King Grass produjeron desde 53.18 y 51.60% a la edad de 120 días, siendo los porcentajes más bajos. Hubo diferencias para ambos forrajes en las edades de 45 y 60 días y los mejores índices de NDT para ambos forrajes se obtuvieron a la edad de 45 días con valores hasta de 62.35 y 63.38% para Maralfalfa y King Grass respectivamente (Cuadro 4 y 5). Los requerimientos de energía para mantenimiento en razas de carne pueden variar por varios factores, como la edad, temporada del año, temperatura, efectos por estado fisiológico y actividad del animal. Requerimientos de energía de mantenimiento incluyen regulación de la temperatura corporal, procesos metabólicos esenciales y actividad física. Los requerimientos NDT van de acorde al peso del animal y al porcentaje de FDN que contenga el alimento (NRC 1996).

Energía Neta de Lactancia (ENL). Presenta la misma tendencia que NDT dado que ambos valores fueron determinados a partir de la FDA. La ENL es la cantidad de energía necesaria por parte del animal para producir leche después de suplir los requerimientos de mantenimiento. Se expresa en mega calorías (Mcal/kg de MS). En las edades a corte de 45 y 60 días Maralfalfa superó a King Grass sin embargo no hubo diferencias a los 120 días en ambos forrajes ($P \leq 0.05$). El requerimiento necesario para la producción de leche parte desde 0.7 Mcal por litro de leche producida. El total de la energía ingerida es utilizado para para cubrir los requerimientos de mantenimiento siendo este valor de 7-8 Mcal y un requerimiento de 0.7 Mcal por litro de leche producido[1].

Minerales. Ambas especies presentaron una tendencia a medida que avanzan en su madurez. Tanto Maralfalfa como King Grass la proporción de minerales decreció en relación a la materia seca. Ninguno de los minerales evaluados (Ca, P, Mg) presentó diferencia estadística entre los forrajes ($P \leq 0.05$) (Cuadro 4 y 5). La tendencia de ambos forrajes es a disminuir conforme esta avanza en edad. Los forrajes son por lo general una buena fuente de calcio. El contenido de calcio que presentan los forrajes se ven influenciados por la especie, porción consumida de planta, madurez, cantidad de calcio intercámbiale en el suelo y el clima (Minson 1990). Para un bovino el requerimiento de calcio dependerá si será simplemente para mantenimiento, crecimiento, preñez o lactancia (NRC 1996). El requerimiento de mantenimiento esta alrededor de 15.4 mg/kg de peso vivo del animal (Hansard *et al.* 1954, 1957). Por otro lado, los requerimientos de calcio durante la lactancia de una vaca se incrementan a 1.23 g Ca/kg de leche producida (NRC 1996).

La concentración de magnesio en forrajes varia grandemente dependiendo en la especie de la planta, de la disponibilidad del mismo en el suelo, estado de madurez o crecimiento del forraje, temporada y temperatura (Minson 1990). El magnesio se identifica con diversas funciones y normalmente los requerimientos varían dependiendo en la edad, estado fisiológico del animal y biodisponibilidad de este en la dieta o alimento del bovino (NRC 1996). Los requerimientos para crecimiento son de 0.45 g Mg/kg de peso ganado, en lactancia 0.12 g Mg/kg de leche y en preñez posee valores de 0.12; 0.21 y 0.33 g Mg/día para las etapa temprana, media y tardía respectivamente (Grace 1983).

El fósforo es un mineral que normalmente es ofrecido en conjunto con el calcio, ya que ambos contribuyen a la formación de tejido óseo, por la misma razón se maneja una relación de calcio:fósforo (NRC 1996). Diferentes estudios conducidos en para explorar el comportamiento de varias relaciones calcio:fósforo (1:1 a 7:1), demostraron desempeños similares (Dowe *et al.* 1957; Wise *et al.* 1963; Ricketts *et al.* 1970; Alfaro *et al.* 1988). Los requerimientos de este mineral dependerán si son para mantenimiento, crecimiento, preñez y lactancia. Se estiman cantidades de 16 mg P/kg de peso, 0.95 g P/kg de leche producida y 7.6 g P/kg de peso fetal (NRC 1996). Se deben considerar ciertos criterios para los requerimientos de minerales. Los requerimientos de Ca, P, y Mg se relacionan al peso del animal y al porcentaje de FDN que contenga el alimento.

[1] Cuestas, H. 2016. Consultor en ganado lechero y sistemas pastoriles. Comunicación Personal. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. E-mail: hectorcuestas@yahoo.es

Suelo del terreno de estudio.

Condición morfológica y física del suelo. En el suelo del terreno de estudio dominaron estructuras de bloques subangulares en los primeros cuatro horizontes más el quinto horizonte presento una estructura con bloques angulares. Estas mismas presentaron diferente grado en todos los horizontes (moderado, fuerte y débil) (FAO 2009) (Cuadro 6).

Los suelos arcillosos (primeros cinco horizontes) presentaron colores pardos, pardo oscuro y gris muy oscuro, mientras los franco arcillo arenosos (ultimo y sexto horizonte) presentó un color negro, la coloración negra se encuentra asociada con la cantidad de materia orgánica presente en el suelo, que comprueba que este horizonte es rico en materia orgánica (Arévalo y Gauggel 2015) (Cuadro 6). La resistencia a la penetración en todos los horizontes estuvo arriba de lo permisible; según Arévalo y Gauggel (2015), un valor de resistencia a la penetración mayor a 2.5 kg/cm^2 afecta negativamente el desarrollo radicular de la planta, por lo cual se recomendó mecanización para reducir este valor, lo cual se realizó.

Análisis químico del suelo. Las condiciones iniciales del suelo fueron bajo nitrógeno, fósforo y magnesio. Potasio se encontró en altas cantidades mientras que calcio dentro del rango medio (Cuadro 7). Por esta misma razón la fertilización se enfocó en aplicar nitrógeno y fósforo. Los forrajes extrajeron los nutrientes del suelo (Cuadro 8) no en cantidad suficiente, por la baja disponibilidad ya que se reportaron niveles bajos de magnesio, calcio y fósforo (Cuadro 4 y 5).

Cuadro 6. Descripción del perfil de suelo en el terreno de estudio antes de mecanización en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Ho[1]	Prof (cm)	Color	Textura	Estructura			C.H	C.M	RP (kg/cm²)	Poros			Raices		Frag. Roca		Limite	
				Tipo	Grado	Clase				Tam	For	Cant	Tam	Cant	Tam	Cant	Top	Nit
Ap	0-15	7.5 YR 4/3 Pardo	Ar+	BSa	D	P	F	pg, pl	4.50	TT	T	Fr	p, f, M	M	P	Po	Pla	Gr
AB	15-31	7.5 YR 4/2 Pardo	ArA	BSa	F	G	F	lpg, pl	3.70	TT	T y V	m	p, f, M	M	P y M	Po	Pla	Gr
B	31-59	7.5 YR 3/2 Pardo Oscuro	ArA	BSa	Mo	P	MFr	lpg, pl	4.02	TT	T y V	m	p, f	P	P y M	Po	Pla	Gr
B_2	59-71	7.5 YR 3/3 Pardo Oscuro	AF	BSa	F	P	F	lpg, lp	4.33	TT	T	m	p, f	P	P y M	Po	Pla	Gr
C_1	71-78	7.5 YR 3/1 Gris muy Oscuro	ArA	BA	F	P	Fr	lpg, lp	4.37	TT	T	m	p, f	mp	P y M	Po	Pla	Di
C_2	78-105+	5 YR 2.5/1 Negro	FArA	BSa	Mo	M	Fr	pg, pl	3.92	TT	T	m	p, f	P			Pla	Ab

[1]Ho: Horizonte. Prof: Profundidad. Textura; Ar+: Arcilla pesada, ArA: Arcillo Arenoso, AF: Arenoso Franco, FArA: Franco Arcillo Arenoso. Estructura; Tipo; BSa: Bloques Subangulares, BA: Bloques Angulares, Grado; D: Débil, Mo: Moderado, F: Firme. Clase; P: Pequeños, M: Medianos, G: Gruesos. C.H: Consistencia en húmedo; F: Firme, Fr: Friable, MFr: Muy Friable. C.M: Consistencia en mojado; lpg: ligeramente pegajoso, pl: plastico, pg: pegajoso, lp: ligeramente plástico. RP: Resistencia a la Penetración. Tam: Tamaño; TT: Todos los Tamaños, For: Forma; V: Vesiculares, T: tubulares, Cant: Cantidad, m: muchos, Fr: Frecuentes. Raices; Tam: Tamaño; p: pequeñas, f: finas, M: Medianas. Piedra/Roca; Tam: Tamaño, P: Pequeñas, M: Medianas; Cant: Cantidad; Po: Pocas. Limite; Top: Topografía; Pla: Plano, O: Ondulado, Nit: Nitidez; Gr: Gradual, Di: Difuso, Ab: Abrupto.

Cuadro 7. Análisis de suelo antes y después de realizar el estudio en las parcelas respectivas para Maralfalfa, King Grass y Caña de Azúcar en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Origen	Textura	%			pH	%		$Cmol_c \cdot kg^{-1}$						
		Arena	Limo	Arcilla		M.O.	N_{total}	P	K		Ca		Mg	
I.E. [Ω]	Franco Arcilloso	44	22	34	7.26	2.67	0.13	12	2.1	B[∞]	16.9	M	3.0	B
CA [α]	Franco Arcillo Arenoso	54	22	24	6.46	2.01	0.1	46	0.5	A	11.0	M	1.4	B
MAF/KNG [β]	Franco Arcillo Arenoso	50	24	26	7.34	1.83	0.09	22	0.3	M	14.3	M	1.7	B
Rango Medio						2	0.2	13	Saturación de Bases					
						4	0.5	30						

[Ω] Inicio del estudio. [α] Parcelas de Caña de Azúcar. [β] Parcelas de Maralfalfa y King Grass. [∞]B: bajo, M: medio, A: alto.

Composición de los forrajes. King Grass a los 60 días después de corte presentó los valores más altos con 55 t/ha MS, 6 t/ha PC, 192 kg/ha Ca, 135 kg/ha P y 78 kg/ha Mg. (Cuadro 8). King Grass presentó mayores rendimientos después de tres ciclos de producción de 60 días siendo estos 1,145 t/ha biomasa, 243 t/ha MS, 25 t/ha PC, 822 kg/ha Ca, 598 kg/ha P y 332 kg/ha Mg. Más, la caña de azúcar produjo 315 t/ha biomasa, 67 t/ha MS, 4 t/ha PC, 186 kg/ha Ca, 92 kg/ha P y 71 kg/ha Mg (Cuadro 9).

Cuadro 8. Oferta de materia seca, proteína cruda (t/ha), calcio, fosforo y magnesio (kg/ha) en Maralfalfa y King Grass por ciclo de 45 y 60 días después de corte en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Forraje	MS[£]		PC		Ca		P		Mg	
	(t/ha)				(kg/ha)					
KNG-45	37	b[Ω]	4	abc	166	bc	104	ab	45	bc
KNG-60	55	a	6	a	192	a	135	a	78	a
MAF-45	19	d	2	d	85	d	40	c	27	d
MAF-60	36	bc	5	ab	167	ab	93	b	49	b
R^2	0.96		0.93		0.72		0.90		0.91	
CV (%)[∞]	10.3		12.8		25.1		18.4		15.8	
P	***		**		*		**		**	

[£] MS: materia seca, PC: proteína cruda, Ca: calcio, P: fósforo, Mg: magnesio.
[Ω] Valores en la misma columna con letra distinta, difieren estadísticamente (P≤0.05). [∞]Coeficiente de variación. *Significativo, **Muy significativo, *** Altamente significativo.

Cuadro 9. Rendimientos totales en un periodo acumulado de 300 días de Maralfalfa, King Grass y Caña de Azúcar en la Parcela de Conservación de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Forraje	Biomasa		MS[£]		PC		Ca		P		Mg	
	(t/ha)						(kg/ha)					
KNG-300/45	859	b[Ω]	172	c	19	bc	719	b	475	b	202	bc
KNG-300/60	1145	a	243	a	25	a	822	a	598	a	332	a
MAF-300/45	453	d	109	d	12	d	413	c	238	d	138	d
MAF-300/60	701	c	180	b	24	ab	743	ab	451	bc	226	b
CA-300	315	e	67	e	4	e	186	d	92	e	71	e
R^2	0.98		0.97		0.95		0.85		0.93		0.95	
CV (%)[∞]	6.8		9.7		15.5		24.1		19.1		14.1	
P	***		***		***		**		***		***	

[£] MS: materia seca, PC: proteína cruda, Ca: calcio, P: fósforo, Mg: magnesio.
[Ω] Valores en la misma columna con letra distinta, difieren estadísticamente (P≤0.05).
[∞] Coeficiente de variación. **Muy significativo, *** Altamente significativo

4. CONCLUSIONES

- King Grass superó a la Maralfalfa en altura y producción de biomasa, sin embargo, Maralfalfa superó a King Grass en proteína y fibra. La Caña de Azúcar obtuvo los más bajos rendimientos.

- La calidad nutricional de los forrajes de corte a los 45 días es superior, sin embargo, la producción de biomasa es mayor a los 60 días.

- El King Grass es el forraje que ofrece los mejores rendimientos en biomasa y valor nutricional con 60 días de corte.

5. RECOMENDACIONES

- Aplicar fertilización acorde al análisis de suelo y a los requerimientos de cada cultivo.

- Utilizar Maralfalfa, King Grass y Caña de Azúcar como base de alguna dieta para evaluar el desempeño productivo en bovinos de carne y leche.

- Realizar un análisis de costos para determinar cuál de todos los forrajes es más propicio desde el punto de vista económico.

- Realizar un estudio de degradabilidad ruminal con los mismos forrajes utilizados en este estudio para determinar qué cantidad de los valores nutricionales de los forrajes son asimilados por el bovino.

- Evaluar el efecto del ensilado en cada uno de los tratamientos evaluados para compararlos pre y pos ensilado.

- Realizar un estudio donde se puedan comparar materiales con ciclos de cultivo similares.

6. LITERATURA CITADA

Alexander A. 1985. The energy cane alternative (Sugar Series, 6). Universidad Río Piedras Puerto Rico. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, the Netherlands 509 p.

Alfaro E, Neathery MW, Miller WJ, Gentry RP, Crowe CT, Fielding AS, Etheridge RE, Pugh DG, and Blackmon DM. 1988. Influence of a wide range of calcium intakes on tissue distribution of macro and microelements in dairy calves. J. Dairy Sci. 70:831-836.

Andrade D. 2009. Evaluación de tres distancias de siembra del pasto Maralfalfa *(Pennisetum sp.)* en la localidad de Chalguayacu, cantón Cumanda, provincia de Chimborazo (tesis de Licenciatura). Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 47 p.

Araya M y Boschini C. 2005. Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la Meseta Central de Costa Rica. Agronomía Mesoamericana 16(1):37-43.

Arévalo G y Gauggel C. 2014. Manual de laboratorio de ciencia de suelos y aguas. Tercera edición, Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 107 p.

Arronis V. 2006. Sistemas intensivos de producción bovina "Alimentación". Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria – Costa Rica (INTA – Costa Rica). 6 p.

Barrera-Álvarez AE, Avellaneda-Cevallos JH, Tapia-Moreno EO, Peña-Galeas MM, Molina-Hidrovo CA, Casanova Ferrin LM. 2015. Composición química y degradación de cuatro especies de *Pennisetum sp.* Facultad de Ciencias Pecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. ARTICULO CIENTIFICO Ciencia y Tecnología. 8(2):11-25

Bassham JA. 1978. Photosynthetic productivity of tropical and temperate crops. Caribbean Consultancy on Energy and Agriculture. Santo Domingo, Dominican Republic. 2(1): 33-45.

Bernal E. 1994. Pastos y forrajes tropicales. Producción y manejo. 3 ed. Bogotá D.C. (Col): Departamento de Publicaciones del Banco Ganadero.

Bernal J. 2003. Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo. 4 ediciones. Bogotá. Edit. Ángel agro-Ganadería intensiva-Ideagro, p 101.

Bosch M, Tamminga S, Post G, Lerffering C, Muylaert J. 1992. Influence of stage of maturity of grass silages on digestion process in dairy cows. 1. Composition nylon bags characteristics, digestibility and intake. Livestock Production Science, 32: 245-264.

Buelvas Ramirez M. 2009. Evaluación de tres tipos de fertilizantes sobre la producción de biomasa y calidad nutricional del pasto Maralfalfa *(Pennisetum sp)* cosechado a cuatro estadios de crecimiento diferentes. Facultad De Ciencias Agropecuarias Programa De Zootecnia, Colombia. 124 p.

Carulla J, Cárdenas E, Sánchez N y Riveros C. 2004. Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. En: Memorias Seminario Nacional de Lechería Especializada: Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad. 5(2): 37-51 p.

Chacón-Hernández P y Vargas Rodríguez C. 2009. Digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* cv. King Grass a tres edades de rebrote. Universidad de Costa Rica. Agronomía Mesoamericana, 20(2): 399-408.

Chamorro Moran J. 1996. Memorias de curso PASTURAS TROPICALES: Consumo y valor nutritivo de los forrajes. Medellín: CORPOICA regional 4. p 87-95.

Citalán Cifuentes L, Dominguez Coutiño B, Orantes Zebadúa M.A, Manzur Cruz A, Sánchez Muñoz B, Lara MCS, Ruiz Rojas JL, Cruz López JL, Córdova Ávalos V, Ramos Juárez JA y Nahed Toral J. 2012. Evaluación nutricional de maralfalfa *(Pennisetum spp.)* en las diferentes etapas de crecimiento en el rancho San Daniel municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas. Que hacer Científico en Chiapas 2012 1(13): 19-23.

Correa H. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa *(Pennisetum sp)* cosechado a dos edades de rebrote. Rev. Fac. Cien. Agrop. Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, 59(1): 36- 56 p.

Correa H, Arroyave H, Henao Y, López A y Cerón J. 2004. Pasto maralfalfa mitos y realidades, primera y segunda parte. Proceeding ganadería de carne artículos técnicos Engormix 1(3): 14-21 p.

Dowe TW, Matsushima J and Arthaud VH 1957. The effects of adequate and excessive calcium when fed with adequate phosphorus in growing rations of beef calves. J. Anim. Sci. 16:118-820.

Durán Maridueña A. 2008. Determinación de curvas de absorción de nutrientes para la variedad Mex 79431 de caña de azúcar en la Compañía Azucarera Tres Valles, Cantarranas, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 30 p.

Enríquez QFJ, Meléndez NF y Bolaños AED. 1999. Tecnología para la Producción y Manejo de Forrajes Tropicales en México. INIFAP. Libro Técnico No. 7. 261 p.

Escobar Morán JJ y Ronquillo Molina OE. 2012. Respuesta a la fertilización orgánica con el uso de Biol y potásica inorgánica en King grass *(Pennisetum purpureum)* para estimación energética de potencial productivo de biogás, Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 27 p.

Espinoza F, Argenti P, Gil J, León L, Perdomo E. 2001. Evaluación del pasto king Grass (*Pennisetum purpureum* cv. king grass) en asociación con leguminosas forrajeras. Zootecnia Tropical 19(1): 59-71.

Estrada J. 2003. Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Manizales: Ed. Universidad de Caldas. p 167-188.

FAO. 2009. Guía para la descripción de los suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cuarta Edición. 111 p.

Faría-Mármol J, González B, Chirinos Z, Álvarez R. 2007ª. Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción forrajera y valor nutritivo de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum*. En: Memorias XX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Cuzco, Perú. 363-371 p.

FEEDNET. s.f. Minerales en los pastos del tropicales. Comunidad Internet para la Nutrición Animal Costarricense. Programa de Registro y Control de Calidad de Alimentos para Animales. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. Disponible en Internet en http://www.feednet.ucr.ac.cr/bromatologia/minpt.htm

Fernández A. 2009. Manual de nutrición de rumiantes con énfasis en bovinos de carne y leche. INTA. Buenos Aires, Argentina. 18-23 p.

González I, Betancourt M, Fuenmayor A, Lugo M. 2011. Produccion y composición química de dos especies de pasto elefante (*Pennisetum* sp.) en el Moroccidente de Venezuela. Zootecnia Tropical. 29(1):103-112.

Grace ND. 1983. Manganese. Pp. 80-83 in The Mineral Requirement of Grazing Ruminants. N.D. Grace, ed. Ocassional Plubl. No. 9. New Zealand: New Zealand Society of Animal Producers. 71 p.

Guerrero Riascos R. 1993. Fertilización de pastos tecnificados., disponible en Internet en http://hasp.axesnet.com/contenido/documentos/Medcapitulo14.pdf

Helrich K. (1990-91). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (15th ed. / edited by Kenneth Helrich). Arlington, Va.: Association of Official Analytical Chemists.

Hodgson J. 1999. Manejo de pastos Teoría y práctica. México. Ed. DIANA: 67-75 p.

Lascano CE, Ávila P y Ramírez G. 1996 Aspectos metodológicos en la evaluación de pasturas en fincas con ganado de doble propósito. Pasturas Tropicales 18 (3):65- 70.

Márquez F, Sánchez J, Urbano D y Dávila C. 2007. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante *(Pennisetum purpureum).* 1. Rendimiento y contenido de proteína. Zootecnia Trop. 25(4):253-259.

Minson DJ. 1990. Forages in Ruminant Nutrition. New York: Academic Press. 2(1): 17-24.

Molina S. 2005. Evaluación agronómica y bromatológica del pasto Maralfalfa *(Pennisetumsp.)* cultivado en el Valle del Sinú. Rev. Fac. Nac. Agron. Colombia, 58(1): p 39-52.

Mui NT, Preston TR and Ohlsson I. 1996a. Response of four varieties of sugar cane to distance and mulching. Msc. Thesis, Swedish University of Agricultural Science, P.O. Box 7024, 750 07 Uppsala, Sweden.

Mui NT, Preston TR and Ohlsson I. 1996b. Effect of management practices on yield and quality of sugar cane and soil fertility. Msc. Thesis, Swedish University of Agricultural Science, P.O. Box 7024, 750 07 Uppsala, Sweden.

Nava J, Gutierrez E, Herrera R, Zavala F, Olivares E, Treviño J, Valdes C. 2013. Rendimiento y composición química de CT-115 (*Pennisetum purpureum*) establecido a dos densidades y en dos fechas de siembra en Marín, Nuevo León, México. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 47(4):419-424.

NRC (National Research Council). 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Update 2000. Nutrient Requirements of Domestic Animals. 7th rev. ed. 232 p.

Phan Gia Tan. 1993. Effect on production of sugar cane and on soil fertility of leaving the dead leaves on the soil or removing them. Proceeding of National Seminar-workshop, Sustainable Livestock Production on Local Feed Resources, p. 28-32.

Porras D y Castellanos L. 2006. Efecto de tres dosis de nitrógeno y tres edades de corte sobre los compartimientos de pasto Maralfalfa en zona bosque húmedo pre montano. Memorias XIII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. (págs. 1-1). San Juan de los Morros, Guárico. AVPA. 55 p.

Preston TR and Murgueitio. 1992. Strategy for sustainable livestock production in Tropics. CIPAV, CONDRIT, Cali, Colombia, pp. 49-69.

Ricketts RE, Campbell JR, Weinman DE and Tumbleson ME. 1970. Effects of three calcium: phosphorus ratios on performance on growing Holstein steers. J. Dairy Sci. 53:898-903.

Rodriguez, R. 1985. Producción de biomasa de poró gigante (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F.Cook) y king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) intercalados en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del poró. Turrialba 1985. 96 p.

Santana A, Perez A, Figueredo M. 2010. Efectos del estado de madurez en el valor nutritivo y momento óptimo de corte del forraje napier (*Pennisetum purpureum* Shum.) en época lluviosa. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 1(3): 277-286.

SAS® (Statistical Analysis System). Version 9.4. SAS Institute Inc.

Sierra PO. 2002. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros. Medellín: Edit. U de Antioquia, p 1-5.

STDF (Sistema de Toma de Decisión para la selección de especies Forrajeras). 2013. Pasto Maralfalfa *(Pennisetum sp.)*. 1p.

Thomas EW. 1996 Soil pH and Soil Acidity. In: Sparks DL, Page AL, Helmke PA, Leoppert RH, Soltanpour PN, Tabatabai MA, Johnson CT, Summer ME. Soil Sci. 37:29-38. Methods of Soil Analysis. Part 3. Agronomy No. 5. American Society of Agronomy. Inc. Madison. Winsconsin. United States. p. 487.

Undersander D, Mertens D and Thiexp N. 1993. Forage Analyses Procedures. The National Forage Testing Association. 118 p.

Uvidia H, Leonard I, Benítez D, Buestan D. 2013. Dinámica del crecimiento de la Maralfalfa *(Pennisetum sp.)*, en condiciones de la Amazonia Ecuatoriana. Universidad Estatal Amazónica. Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología 2(1):14-18.

Van Soest JP. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. Ithaca, N. Y. U. S. A. 476 p.

Vargas González E. 1989. Contenido mineral y proteico para rumiantes en pastoreo en Costa Rica / Emilio Vargas González, Hernán Fonseca Zamora. – 1. Ed. – San José, C.R.: Editorial de la Universidad de Costa Rica. 217 p.

Vázquez JG. 2011. Expectativas de la ganadería tropical. Revista + Agro. 34-36

Vélez M, Hincapié JJ, Matamoros I. 2006. Producción de Ganado Lechero en el Trópico. Quinta edición. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 336 p.

Walkey A and Black IA. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. In: Sparks DL, Page AL, Helmke PA, Leoppert RH, Soltanpour PN, Tabatabai MA, Johnson CT, Summer ME. Soil Sci. 37:29-38. Methods of Soil Analysis. Part 3. Agronomy No. 5. American Society of Agronomy. Inc. Madison. Winsconsin. United States. 1572 p.

Wise MB, Ordoreza AL and Barrick ER. 1963. Influence of variations in dietary calcium:phosphorus ratio on performance and blood constituents of claves. J. Nutr. 79:79-84.

Wolf B. 1982. A comprehensive system of leaf analysis and its use for diagnosing crop nutrients status. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 13:1035-1059.

7. ANEXOS

Anexo 1. Requerimientos energéticos para la etapa de finalización y engorde de bovinos con base en su peso corporal.

TABLE 9–2 Diet Evaluation for Growing and Finishing Cattle

Wt @ Small Marbling Breed Code		533 kg 1 Angus						
Ration	eNDF % DM	TDN % DM	NE_m Mcal/kg	NE_g Mcal/kg	CP % DM	DIP % CP	Weight Class	NE Adjuster
A	57	50	1.00	0.45	7.4	88	325	100%
B	43	60	1.35	0.77	10.0	78	350	100%
C	30	70	1.67	1.06	12.6	72.4	375	100%
D	5	80	1.99	1.33	14.4	48.5	400	100%
E	3	90	2.29	1.59	16.6	44.2	425	100%
Body Weight, kg	DMI Adjuster	DMI kg/d	ADG kg/d	DIP ----------	UIP balances, g/d	MP ----------	Ca -- requirements,	P % of DM --
300—A	100%	7.9	0.32	1	0	0	0.22%	0.13%
—B	100%	8.4	0.89	0	0	0	0.35%	0.18%
—C	100%	8.2	1.36	2	0	0	0.48%	0.24%
—D	100%	7.7	1.69	1	2	1	0.60%	0.29%
—E	100%	7.1	1.90	1	2	1	0.71%	0.34%
325—A	100%	8.4	0.32	1	14	11	0.21%	0.13%
—B	100%	8.9	0.89	0	38	30	0.33%	0.18%
—C	100%	8.7	1.36	2	57	46	0.45%	0.22%
—D	100%	8.2	1.69	1	73	58	0.55%	0.27%
—E	100%	7.6	1.90	1	82	66	0.65%	0.31%
350—A	100%	8.9	0.32	1	27	22	0.20%	0.13%
—B	100%	9.4	0.89	0	75	60	0.31%	0.17%
—C	100%	9.2	1.36	2	114	91	0.42%	0.21%
—D	100%	8.7	1.69	1	143	114	0.51%	0.25%
—E	100%	8.0	1.90	1	160	128	0.60%	0.29%
375—A	100%	9.4	0.32	1	40	32	0.20%	0.13%
—B	100%	9.9	0.89	0	111	89	0.30%	0.16%
—C	100%	9.7	1.36	2	169	135	0.39%	0.20%
—D	100%	9.1	1.69	1	212	169	0.48%	0.24%
—E	100%	8.4	1.90	1	238	190	0.56%	0.28%
400—A	100%	9.8	0.32	1	53	43	0.19%	0.12%
—B	100%	10.4	0.89	0	147	118	0.28%	0.16%
—C	100%	10.2	1.36	2	223	178	0.37%	0.19%
—D	100%	9.6	1.69	2	279	223	0.44%	0.23%
—E	100%	8.8	1.90	1	314	251	0.52%	0.26%
425—A	100%	10.3	0.32	1	66	53	0.19%	0.12%
—B	100%	10.9	0.89	0	182	146	0.27%	0.15%
—C	100%	10.6	1.36	2	276	221	0.35%	0.19%
—D	100%	10.0	1.69	2	346	277	0.42%	0.22%
—E	100%	9.3	1.90	1	388	311	0.48%	0.25%

Fuente: NRC, 1996. Nutrient Requirements for Beef Cattle.

Anexo 2. Requerimientos de minerales y de energía para la etapa de finalización y engorde de bovinos con base en su peso corporal, ganancia diaria de peso y requerimientos de mantenimiento.

TABLE 9–1 Nutrient Requirements for Growing and Finishing Cattle

Wt @ Small marbling		533 kg					
Weight range		200-450 kg					
ADG range		0.50-2.50 kg					
Breed Code		1 Angus					
Body Weight, kg		200	250	300	350	400	450
Maintenance Requirements							
NE_m	Mcal/d	4.1	4.84	5.55	6.23	6.89	7.52
MP	g/d	202	239	274	307	340	371
Ca	g/d	6	8	9	11	12	14
P	g/d	5	6	7	8	10	11
Growth Requirements (ADG)			*NE_g required for gain, Mcal/d*				
0.5	kg/d	1.27	1.50	1.72	1.93	2.14	2.33
1.0	kg/d	2.72	3.21	3.68	4.13	4.57	4.99
1.5	kg/d	4.24	5.01	5.74	6.45	7.13	7.79
2.0	kg/d	5.81	6.87	7.88	8.84	9.77	10.68
2.5	kg/d	7.42	8.78	10.06	11.29	12.48	13.64
			MP required for gain, g/d				
0.5	kg/d	154	155	158	157	145	133
1.0	kg/d	299	300	303	298	272	246
1.5	kg/d	441	440	442	432	391	352
2.0	kg/d	580	577	577	561	505	451
2.5	kg/d	718	712	710	687	616	547
			Calcium required for gain, g/d				
0.5	kg/d	14	13	12	11	10	9
1.0	kg/d	27	25	23	21	19	17
1.5	kg/d	39	36	33	30	27	25
2.0	kg/d	52	47	43	39	35	32
2.5	kg/d	64	59	53	48	43	38
			Phosphorus required for gain, g/d				
0.5	kg/d	6	5	5	4	4	4
1.0	kg/d	11	10	9	8	8	7
1.5	kg/d	16	15	13	12	11	10
2.0	kg/d	21	19	18	16	14	13
2.5	kg/d	26	24	22	19	17	15

Fuente: NRC, 1996. Nutrient Requirements for Beef Cattle.