

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN

Código: AI-1806

Evaluación de la calidad nutricional y rendimiento de leguminosas tropicales, Vigna (*Vigna sinensis L.*), Lablab (*Dolichos lablab L.*) y Canavalia (*Canavalia ensiformis L.*)

TÍTULO A OBTENER: INGENIERO AGRÓNOMO

DATOS DE LOS ESTUDIANTES

Nombre, Apellidos de los estudiantes	Dirección	Teléfono y Correo electrónico	Firma
Br. German Stiven Acevedo Cuellar	Urb. Valle del Quetzal, Quezaltepeque, La Libertad	78494675 Chele12_50@hotmail.com	
Br. Ever Alexis Martínez Aguilar	Col. Sant. Trinidad, Ayutuxtepeque, San Salvador	7351-5224 jocoro0690@yahoo.es	
Br. Erick Alexander Pérez Medina	Jardines de la hacienda, Ant. Cuscatlán, La Libertad.	7032-4197 erick_alexander14@hotmail.com	

DATOS DE LOS DOCENTES DIRECTORES

Nombre, Apellidos de los Docentes Directores	Institución	Teléfono y Correo electrónico	Firma
Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.	enrique.alas@ues.edu.sv 2225-1506	
Ing. Agr.M.Sc. Elmer Edgardo Corea Guillen	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia.	elmercorea@hotmail.com 7838-1837	
Ing. Agr.M.Sc. Juan Milton Flores Tensos	Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola.	jflorestensos@hotmail.com 22251506	

Visto bueno:

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento: Firma: F_____

Ing. Agr. M. Sc. Elmer Edgardo Corea Guillen

Director General de Procesos de Graduación de la Facultad: Firma: F_____

Ing. Agr. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos.

Jefe del Departamento de Zootecnia: Firma: F_____ Sello:

Ciudad Universitaria, Julio de 2018

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN

Evaluación de la calidad nutricional y rendimiento de leguminosas tropicales, *Vigna* (*Vigna sinensis* L.), Lablab (*Dolichos lablab* L.) y Canavalia (*Canavalia ensiformis* L.)

AUTORES

Martínez-Aguilar E.A.¹, Acevedo-Cuellar G.S.¹, Pérez-Medina E.A.¹, Corea-Guillén E.E.¹, Alas-García E.A.¹, Flores-Tensos J.M.².

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la calidad y el rendimiento de tres leguminosas tropicales, el ensayo se realizó en la Estación Experimental y de prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, con una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 13°28'3" Latitud Norte, -89°05'8" Longitud Oeste. La investigación de campo se desarrolló de febrero a mayo de 2017, se establecieron parcelas de 2500 m² con tres especies de leguminosas *Vigna* (*Vigna sinensis*), Lablab (*Dolichos lablab*) y Canavalia (*Canavalia ensiformis*) a una densidad de 125,000 plantas/ha para ser cosechadas y henificadas a los 70 días de edad. Se estudiaron las variables: producción de biomasa, composición nutricional, digestibilidad ruminal *in situ*, digestibilidad *in vitro* y costo de producción. Los datos fueron analizados por medio de un Diseño Completo al Azar, se usaron 3 tratamientos y 4 repeticiones para evaluar los parámetros de rendimiento, composición nutricional y digestibilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro*. Las diferencias se consideraron significativas a una probabilidad menor o igual al 5% ($p \leq 0,05$), y para las diferencias significativas se usó la prueba de Tukey. Se usó el programa estadístico Infostat.

El contenido de materia seca (MS) en planta completa en las tres leguminosas en estudio fue similar aproximándose a 16%. En los tallos, hojas y heno, se encontró mayores contenidos de MS en Canavalia, mostrando diferencias estadísticas significativas. Este estudio muestra que las plantas completas de las especies estudiadas tienen contenidos superiores a 16% de proteína cruda (PC). Al comparar la Degradabilidad Ruminal *in situ* de la materia seca y materia orgánica, de las tres leguminosas estudiadas, se observó mayores valores en *Vigna* tanto en planta completa como en hojas, tallos y heno en comparación con Lablab y Canavalia. En este estudio se puede apreciar que el patrón de digestibilidad entre las técnicas *in situ* e *in vitro* es el mismo, aunque los porcentajes de degradación difieran entre ambas técnicas pero no así los resultados de los valores en *Vigna* tanto en planta completa como en hojas, tallos y heno presentan la mayor digestibilidad en ambas técnicas. En cuanto a las diferencias estadísticas significativas, en digestibilidad *in vitro* se presentan en planta completa, tallo y heno. Los costos por Ha del cultivo de Canavalia son un poco mayores debido a que el gasto en semilla es mayor porque las semillas de esta especie son más grandes y se requiere mayor cantidad. De las tres especies estudiadas, *Vigna* es la que presentó las mejores características de valor nutricional, en las comparaciones tanto de planta completa y principalmente de tallo, ya que tuvo menores contenidos de FND y FAD y mayores digestibilidades *in vitro* e *in situ* de la MS.

¹Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Zootecnia. E-mail:

jocoro0690@yahoo.es; Chele12_50@hotmail.com; erick_alexander14@hotmail.com; elmercorea@hotmail.com; enrique.alas@ues.edu.sv

²Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Química Agrícola. E-mail:

jflorestensos@hotmail.com

Palabras claves: Leguminosas, digestibilidad ruminal *in situ*, composición nutricional, rendimiento, materia seca, proteína cruda, digestibilidad *in vitro*.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the quality and yield of three tropical legumes, the trial was conducted at the Experimental Station and practices of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of El Salvador, with an elevation of 50 meters above the level from the sea, with geographic coordinates 13 ° 28'3 "North Latitude, -89 ° 05'8" West Longitude. The trial lasted from February to May 2017, plots of 2500 m² were established with three species of legumes Vigna (*Vigna sinensis*), Lablab (*Dolichos lablab*) and Canavalia (*Canavalia ensiformis*) at a density of 125,000 plants / ha to be harvested and Treated at 70 days of age. Variables were studied: biomass production, nutritional composition, *in situ* ruminal digestibility, *in vitro* digestibility and production cost. The data were analyzed by means of a Complete Random Design, 3 treatments and 4 repetitions were used to evaluate the performance parameters, nutritional composition and *in situ* ruminal digestibility and *in vitro* digestibility. The differences were considered significant at a probability lower or equal to 5% ($p \leq 0.05$), and for the significant differences the Tukey test was used. The Infostat statistical program was used. The dry matter (DM) content in the whole plant in the three legumes under study was similar, approaching 16%. In the stems, leaves and hay, higher DM contents were found in Canavalia, showing significant statistical differences. This study shows that the complete plants of the species studied have contents higher than 16% of crude protein (PC). When comparing the Ruminal Degradability *in situ* of the dry matter and organic matter the three legumes studied, higher values were observed in Vigna in the whole plant as well as in leaves, stems and hay in comparison with Lablab and Canavalia. In this study it can be seen that the pattern of digestibility between the *in situ* and *in vitro* techniques is the same, although the percentages of degradation differ between both techniques but not the results and the values in Vigna both in the whole plant and in leaves, stems and Hay presented the highest digestibility in both techniques, in terms of significant statistical differences, *in vitro* digestibility occur in complete plant, stem and hay. The costs per hectare of the Canavalia crop are a little higher because the seed expense is higher because the seeds of this species are larger and more is required. Of the three species studied, Vigna is the one that presented the best characteristics of nutritional value, in the comparisons of both complete plant and mainly stem, since it had lower contents of FND and FAD and greater digestibilities *in vitro* and *in situ* of the MS.

Key Words: Legumes, ruminal digestibility, nutritional composition, yield, dry matter, crude protein, *in vitro* digestibility.

1. INTRODUCCION

La producción de leche en América Central se basa primordialmente en el pastoreo bajo el sistema de doble propósito en hatos muy pequeños (menos de 20 vacas), ya que en la región existe una marcada estacionalidad en la producción, asociada a la disponibilidad de forrajes (principal fuente de alimentación) asociada al régimen de lluvias, los esfuerzos para disminuir esta estacionalidad se dan mediante estrategias de conservación de forrajes y de suplementación; ambas acciones elevan los costos de producción (Mejía *et al.* 2003).

Los forrajes tropicales tienen un valor nutricional limitado para el ganado lechero (Juárez *et al.* 1999), lo cual obliga al uso de granos en las dietas para sustentar la producción. En países templados el uso de leguminosas como alfalfa o trébol mejoran sustancialmente la calidad del forraje (Wilkins, 2001), sin embargo, en el trópico el uso de leguminosas en las dietas no es tan común. Se ha descrito que leguminosas tropicales como Canavalia

(*Canavalia ensiformis*) y *Vigna (Vigna sinensis)* tienen un efecto positivo al adicionarse a forraje de sorgo fresco (Corea *et al.*, 2010a) o ensilado (Corea *et al.* 2010b).

Existe un efecto positivo en la adición o utilización de leguminosas en una dieta que podría deberse a su mayor digestibilidad en comparación con los pastos. Sawar *et al.* (1998) reportaron mayor degradabilidad *in vivo* de la materia seca y la Fibra Neutro Detergente (FND) en leguminosas Cowpea (*Vigna unguiculata*), alfalfa (*Medicago sativa*) y trébol (*Trifolium alexandrinum*), que en gramíneas, maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) y mijo (*Panicum milleaceum*), tanto en velocidad como en extensión de la degradación. Similarmente, Foster *et al.* (2009b) en Florida, reportaron que las leguminosas anuales Cowpea (*Vigna unguiculata*), maní anual (*Arachis hipogea*), maní perenne (*Arachis glabrata*) produjeron un incremento en el consumo de materia seca, digestibilidad y retención de Nitrógeno en comparación con la alimentación con pasto bahía (*Paspalum notatum*) en forma de heno en carneros. Paulson *et al.*, (2008) compararon la digestibilidad *in vitro* a las 48 horas del heno de leguminosa y el heno de gramínea, resultando una mayor digestibilidad del heno de la leguminosa, en un 8 % más que el heno de gramínea. En estudios recientes en condiciones de El Salvador, se ha observado un efecto benéfico en la producción láctea, la eficiencia nutricional y la rentabilidad al incluir leguminosas en las dietas de vacas lecheras (Corea *et al.* 2017; Castro-Montoya *et al.* 2018). Las leguminosas tienen menores contenidos de FND y FAD que las gramíneas lo cual permite mayores consumos de alimento, por lo que se considera que producen forrajes de mejor calidad (Amiri y Bin Mohamed, 2012)

En esta investigación se profundizó en el estudio del rendimiento, costo, composición, digestibilidad ruminal *in situ* y digestibilidad *in vitro* del forraje de tres leguminosas, que son *Vigna (Vigna sinensis)*, Lablab (*Dolichos lablab*) y *Canavalia (Canavalia ensiformis)*.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación, duración, unidades experimentales

Esta investigación se realizó en la Estación Experimental y de prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, la cual se ubica en el cantón Talcaluya, municipio de San Luís Talpa, departamento de La Paz; con una elevación de 50 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 13°28'3" Latitud Norte, -89°05'8" Longitud Oeste. La fase de campo duró de febrero a mayo de 2017 y la fase de laboratorio de mayo a noviembre de 2017. Se estudiaron las variables productivas, como el rendimiento en materia verde, materia seca y proteína cruda, la composición nutricional, el costo y la digestibilidad ruminal *in situ* de tres especies de leguminosas *Vigna (Vigna sinensis)*, Lablab (*Dolichos lablab*) y *Canavalia (Canavalia ensiformis)*. Los análisis de las muestras biológicas se realizaron en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas en el campus de la Universidad de El Salvador.

2.2 Metodología de campo

2.2.1 Labores culturales

Delimitación del terreno

Se establecieron tres parcelas de 2500 m², una para cada especie de leguminosa (T1: *Vigna*; T2: Lablab; T3: *Canavalia*), utilizando un área total de 7500 m². Dentro de cada parcela se realizó el trazo para establecer 4 sub-parcelas de 12.00 x 52.09 mt (625 m²) considerándose estas como cuatro repeticiones en las que se realizaron los muestreos (Figura1).

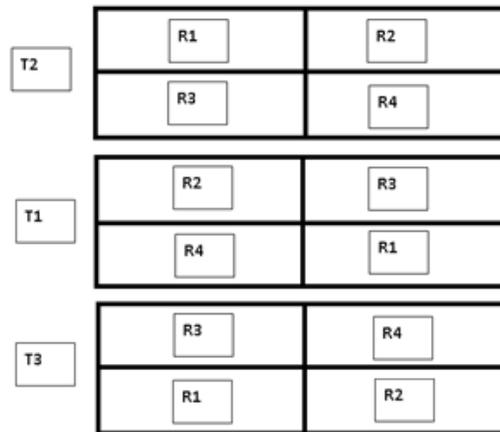


Figura 1. Distribución de los tratamientos y sus respectivas repeticiones en campo

Preparación del terreno. El terreno fue limpiado con un paso de chapodadora (MX5, John Deere™, Deere & Company, Moline-Illinois, US) y el suelo se preparó con tres pasos de rastra (MX225, John Deere™, Deere & Company, Moline-Illinois, US) y uno de surcadora (ME/4 ML, BadaliniSrl., Rivarolo, Italy) (Figura 2A).

Preparación de las semillas. Las semillas fueron tratadas con 250 g de Imidacloprid por 124.25 kg de semilla, el cual es insecticida para las plagas rizófagas (Figura 2B).

Siembra. La siembra se realizó de forma manual con un distanciamiento de 80 cm entre surco y 10 plantas por metro lineal para una densidad aproximada de 125,000 plantas por Hectárea en las tres especies (Figura 2C).



Figura 2. Labores culturales (A) surcado, (B) Preparación de semilla (C) Siembra.

Fertilización. Se aplicaron 100 kg de fórmula 16-20-0 por Hectárea a la siembra (Figura 3A).

Riego. Se realizó riego por aspersión de cuatro horas de duración por especie, cada siete días, desde la siembra hasta el día 61 de vida de los cultivos.

Control de Malezas. Las malezas se controlaron manualmente cada siete días, y a los 21 y 28 días, se hizo una aplicación del herbicida glufosinato de amonio a una dosis de 1.51 lt por Hectárea y un paso de implemento rotovator (811, BadaliniSrl., Rivarolo, Italy) para el control de malezas a los 35 días (Figura 3B).

Control de plagas. Se aplicó neonicotinoide Imidacloprid, que es un insecticida para el control de plagas del follaje a los 40 días, en una dosis de 0.67 lt por Hectárea (Figura 3C).



Figura 3: Labores culturales (A) Fertilización (B) Control de Malezas (C) Control de plagas.

2.2.2 Medición de rendimiento y muestreo.

Se cortaron todas las plantas en un cuadro de 2x2 metros a una altura de 5 cm del suelo dentro de las cuatro subparcelas (Figura 4A), y se registró el peso del material, cuando alcanzaron la edad de 70 días (Figura 4B). Se dividió el material en dos partes, la primera mitad se dejó como plantas enteras y la otra mitad se separó en sus fracciones: hoja y tallo. Se identificaron y se preservaron en hieleras a 4°C transportarlas al laboratorio, luego se picaron las plantas enteras y las fracciones y se tomaron muestras de 1 kg de cada una de ellas (Figura 4C).



Figura 4: Muestreo (A) Pesado de muestra (B) Toma de datos para rendimiento (C) selección de muestras de laboratorio.

Cosecha. Los cultivos fueron cortados con un paso de motoguadaña (E-49432 D NMáquinas Agrícolas Ltda, Sao Paulo, Brazil) cuando tenían una edad de 70 días (Figura 5A), luego se les brindo un paso de carriladora (RP 4 SB, BadaliniSrl., Rivarolo, Italy) (Figura 5B), y fueron secados al sol durante siete días, luego fueron hechos pacas de heno con un paso de la enfardadora (328, Deere & Company, Moline-Illinois, US) y transportados (Figura 5C).



Figura 5: (A) Cosecha (B) Henificado (C) Transporte de heno.

2.3 Metodología de laboratorio.

2.3.1 Análisis de Laboratorio

En el laboratorio las muestras (Figura 6A), se secaron en una estufa de aire circulante (100-800, Memmert GmbH and Co. KG, Schwabach, Germany) a una temperatura entre 60-70 °C por 48 horas para determinar materia seca, luego se molieron (Figura 6B y 6C) en un molino de martillo Wiley mill (Standard model N° 3, Philadelphia, USA) a través de una malla de 1mm. Se determinó en las muestras secas Proteína Cruda (Figura 6D, 6E y 6F) por el método de Kjeldahl (digestión:DKL Series 20, VELP Scientifica, Italia; destilación: UDK 129, VELP Scientifica, Italia) y Fibra Neutro Detergente (FND, Método de Van Soest, 1963) (Ankom, NY USA 200) y ceniza (Naberthern, Bremen, Alemania). Todos estos análisis siguiendo los procedimientos de la AOAC (1990).

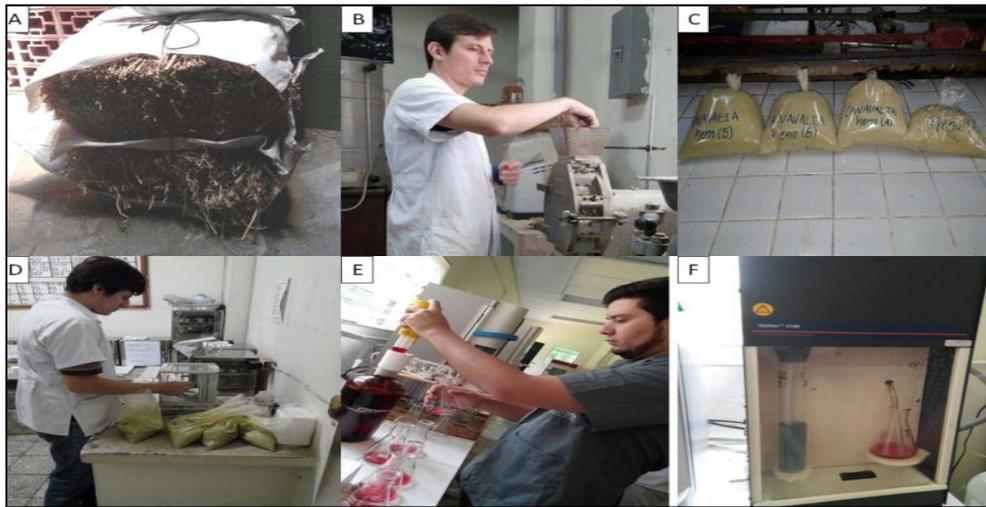


Figura 4: Análisis de laboratorio. (A) Muestra de heno (B) Molido de muestra (C) Almacenamiento y etiquetado de la muestra (D) Pesado de la muestra (E, F) Determinación de N para proteína

2.3.2 Digestibilidad ruminal *in situ* de la Materia Seca

La digestibilidad *in situ* de la MS se llevó a cabo depositando muestras secas molidas de forraje de 10 g en bolsas de nylon las cuales se incubaron cuatro repeticiones duplicadas en tres corridas diferentes en el rumen de una vaca fistulada por 48 horas (Figura 7A, 7B, 7C, 7D). Las muestras fueron retiradas, lavadas con agua (Figura 7E), secadas en una estufa de aire circulante (Figura 7F), y pesadas. La digestibilidad *in situ* de la MS en porcentaje fue calculada según el procedimiento descrito por Mehrez y Orskov (1977), utilizando la fórmula: $\text{Dig. Ruminal} = (\text{perdida de material}/\text{peso de muestra}) \times 100$.



Figura 5: Determinación de la degradabilidad *in situ* de la materia seca
 (A) Muestras pesadas (B) Preparación de bolsas
 (C) Bolsas con muestras rotuladas (D) Introducción de muestras
 (E) Lavado de muestras extraídas del rumen (F) muestras secas

2.3.3 Digestibilidad *in vitro* de la Materia Seca

La digestibilidad ruminal *in vitro* de la materia seca se estimó utilizando una adaptación del método de Goering y Van Soest (1970), cuyo principio consiste en establecer las condiciones de incubación semejantes a las condiciones *in vivo*. El líquido ruminal se filtró a través de una gasa doblada en cuatro y se mantuvo a 39°C hasta ser mezclada con el búfer. Las muestras secas y molidas a 1-mm se pesaron (0.5 g) en bolsas Ankom y se colocaron dentro de botellas de incubación (125-mL) (Figura 8-A), se agregó 52 ml del búfer-líquido ruminal a cada botella (Figura 8-B) y se incubó a 39°C en una incubadora de aire forzado durante 48 horas (Figura 8-C). El líquido ruminal se colectó de tres vacas Holstein fistuladas en lactación después de tres horas de ser alimentadas.



Figura 6: Determinación de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (A) Muestras
 (B) Adición de líquido ruminal y CO₂ (C) Incubación.

2.4 Metodología estadística.

2.4.1 Factores en estudio

Especies de Leguminosas:

- Vigna (*Vigna sinensis*)
- Lablab (*Dolichos lablab*)
- Canavalia (*Canavalia ensiformis*)

2.4.2 Parámetros a evaluar (variables en estudio)

- Rendimiento de MV TM/ha
- Contenido de MS %
- Rendimiento de MS TM/ha
- Contenido de PC %
- Rendimiento de PC TM/ha
- Contenido de FND %
- Rendimiento de FND TM/ha
- Contenido de FAD %
- Rendimiento de FAD TM/ha
- Contenido de Cenizas %
- Degradabilidad ruminal *in situ* de la Materia Orgánica %
- Digestibilidad ruminal *in situ* de la MS %
- Digestibilidad *in vitro* de la MS %
- Costo de producción de la MS y la proteína (USD/kg)

2.4.3 Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados por medio de un diseño completo al azar. En el estudio se usaron tres tratamientos y cuatro repeticiones para evaluar los parámetros de composición nutricional, digestibilidad, rendimiento y costos de los cultivos. La Normalidad de los datos fué evaluada por medio de la prueba estadística de Shapiro-Wilks. Las variables fueron analizadas por medio de un Análisis de Varianza (ANVA) y las diferencias se consideraron significativas a una probabilidad menor o igual al 5% ($p \leq 0,05$). Las diferencias significativas fueron analizadas por medio de la prueba Tukey. Para todos estos Análisis se utilizó el programa estadístico INFOSTAT.

2.5 Metodología económica

Se determinaron los costos de producción por ha y por tonelada de material verde y de materia seca en cada uno de los tratamientos, esto se estimó por medio de presupuestos parciales. Además, se realizó una comparación del valor de la proteína producida por las leguminosas con la proteína proveniente de harina de soya.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Contenido nutricional

Materia Seca (MS)

Los contenidos de humedad de los forrajes verdes son un determinante principal del rendimiento de materia seca. El contenido de materia seca (MS) en planta completa en las tres leguminosas en esta investigación fué similar, aproximándose a 16% en las tres especies estudiadas. En el caso de los tallos y las hojas, se encontró mayores contenidos de MS en Canavalia (cuadro 1).

Salinas y Crespín (2010), reportan en El Salvador contenidos de MS en la floración Vigna de 13.18%, y en Canavalia de 24.78% cuando tenía vainas. Mientras que Menéndez et al. (1985) reporta que el Lablab posee un 25% de MS, a la edad de cultivo de 90 días. Las diferencias de los valores en MS están determinadas principalmente por la edad, normalmente la materia seca aumenta con la madurez, así en el estudio actual todos los cultivos fueron cosechados a 70 días de la siembra, pero en el caso de Salinas y Crespín (2010), fueron sembradas en diferentes tiempos y cosechadas simultáneamente en diferentes edades.

Proteína Cruda (PC)

Las leguminosas forrajeras se caracterizan por sus contenidos de proteína cruda (PC) superiores a las gramíneas. Este estudio mostró que las plantas completas de las especies estudiadas tuvieron contenidos superiores a 16%, es de notar que en el caso de las hojas, los contenidos se encontraron entre 24% y 30%, observándose en esta experiencia que las hojas de Lablab y Canavalia poseían contenidos mayores que Vigna.

Diferentes estudios han reportado el contenido proteico de leguminosas tropicales en El Salvador, los contenidos proteicos para Vigna han sido 17.21% (Acosta y Hernández 2012), 16.9% (Corea *et al.* 2010a) y 18,66% (Hernández 1993). En Canavalia se ha reportado 17.4 % (Corea *et al.* 2010a), 18% Estupiñán *et al.* (2007), mientras que para Lablab los valores reportados han sido 14% (Salazar 1988), entre 16.6% y 20.97% (Flores, 1996). Los contenidos de proteína obtenidos en este estudio que fueron similares a los reportados por la literatura, sustentan la idea de que las leguminosas estudiadas, tienen un considerable potencial para la alimentación de rumiantes.

Los contenidos de PC de las leguminosas varían considerablemente según la parte de la planta, se determinó que los tallos tienen valores inferiores al 10%. Cook *et al.* (2005), afirman que la hoja del Lablab contiene entre 21 a 38% de PC, lo cual es consistente con los datos encontrados en este estudio (Cuadro 1), Por lo cual la proporción de hoja a tallo debe ser considerada al elegir una especie de leguminosa o la madurez de cosecha con el objeto de maximizar el aporte proteico del follaje.

Fibra Neutro Detergente (FND)

El Contenido de FND fué diferente entre las tres especies, siendo más bajo en Vigna en comparación con Canavalia y Lablab, estas diferencias fueron más acentuadas al comparar los tallos y los henos. Los tallos de Vigna tuvieron una concentración de FND de 52.68 % mientras que los de Canavalia tuvieron 66.57%, esta diferencia de 14% es muy notable, y se relaciona con la anatomía de las plantas, ya que los tallos de Vigna son rastreros en plantas adultas mientras que Canavalia normalmente esta erguida.

En estudios con leguminosas normalmente no hay diferencias entre las especies, Corea *et al.* (2010a) reportan en El Salvador porcentajes de FND en planta completa a la floración para Vigna de 54.58% y en Canavalia de 54.85%, mientras que, si se comparan leguminosas con gramíneas las diferencias son notorias, siendo mayor el contenido de NDF en estas últimas (Cortiana *et al.* 2017, Foster *et al.* 2009a)

Fibra Acido Detergente (FAD)

El contenido de FAD para Planta Completa y la hoja fué mayor en Lablab que en Canavalia y Vigna, mientras que en el tallo y el heno se encontró más FAD en Canavalia. Similar a los contenidos de FND, se encontró mayores concentraciones de FAD en los tallos y menos en las hojas. Los contenidos de FAD encontrados en el estudio actual (Cuadro 1) son más bajos que los reportados por Salinas y Crespín (2010), los cuales fueron 45.65% en Vigna y de 42.40% en Canavalia.

Es importante considerar que las leguminosas tienen menores contenidos de FND y FAD que las gramíneas, lo cual permite mayores consumos de alimento, por lo que se considera que son forrajes de mejor calidad (Amiri y Bin Mohamed, 2012).

Cuadro 1: Composición nutricional de leguminosas forrajeras; Vigna, Dolichos y Canavalia.

	Vigna	Lablab	Canavalia	D. E	P valor
Contenido de MS (%)					
Planta Completa	16.20	16.89	16.44	0.35	0.7427
Tallo	14.90 ^b	15.89 ^b	33.95 ^a	10.72	0.0001**
Hoja	19.24 ^b	19.73 ^b	28.16 ^a	5.01	0.0001**
Heno	91.84 ^a	80.77 ^b	90.18 ^a	5.97	0.0089*
Contenido de PC (%)					
Planta Completa	17.93	16.41	18.57	1.11	0.4288
Tallo	9.87	9.15	9.55	0.36	0.5786
Hoja	23.67 ^b	29.60 ^a	27.62 ^a	3.02	0.0009*
Heno	17.21	19.70	20.56	1.74	0.0865
Contenido de FND (%)					
Planta Completa	49.95 ^b	54.21 ^a	51.83 ^{ab}	2.13	0.0200*
Tallo	52.68 ^c	62.24 ^b	66.57 ^a	7.11	0.0001**
Hoja	33.68 ^b	38.63 ^a	35.40 ^b	2.51	0.0899
Heno	45.69 ^b	48.88 ^b	57.95 ^a	6.36	0.0068*
Contenido de FAD (%)					
Planta Completa	32.02 ^b	37.05 ^a	34.08 ^b	2.53	0.0053*
Tallo	38.11 ^c	46.25 ^b	50.19 ^a	6.16	0.0001**
Hoja	21.37 ^a	21.95 ^a	18.63 ^b	1.77	0.0749
Heno	28.66 ^c	34.10 ^b	39.21 ^a	5.28	0.0012*
Contenido de Ceniza (%)					
Planta Completa	10.31 ^b	11.09 ^a	8.04 ^c	1.58	0.0001**
Tallo	14.60 ^a	10.38 ^b	5.55 ^c	4.53	0.0001**
Hoja	14.20 ^a	11.80 ^b	12.44 ^b	1.24	0.0001**
Heno	10.74 ^b	11.25 ^a	10.87 ^b	0.27	0.0001**

Se consideran significativas las diferencias si $p < 0.05^*$, "a", "b" y "c" equivalen a diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey.

3.2 Rendimientos

Los rendimientos de materia verde, materia seca, proteína, FND, y FAD fueron similares en las tres especies estudiadas (Cuadro 2). Diferentes estudios han reportado rendimientos de materia verde (MV) en leguminosas, Ulrike (1997) encontró que los rendimientos de MV de Canavalia fluctúan entre 23.37 a 40.59 Ton/ha mientras que el rendimiento del Lablab en MV es de 25.97 Ton/ha. Flores (1975), reportó en Lablab un rendimiento de 32 Ton/ha en MV.

Mientras que en El Salvador, Salazar (1988), obtuvo 22 Ton/ha en MV con Lablab variedad Rongai. Presumiblemente, las diferencias entre estos autores mencionados, pueden deberse a las diferencias en condiciones del terreno, ambiente y manejo del cultivo.

En la presente investigación, el rendimiento de materia verde fué cercano a 33 TM/ha, sin embargo en un estudio previo en El Salvador, Salinas y Crespín (2010), encontraron rendimientos de MV de 45 TM/ha en Canavalia y Vigna, estas diferencias podrían explicarse al considerar que ellos aplicaron estiércol bovino más 87.5 kg de N como fertilizante químico, mientras que en éste estudio se aplicó una sola dosis de 16 kg de N/ha.

Cuadro 2: Rendimientos de Vigna, Lablab y Canavalia

Rendimientos Ton/Ha					
	Vigna	Lablab	Canavalia	D. E	P valor
Materia Verde	33.86	33.24	33.95	0.39	0.9653
Materia Seca	5.49	5.61	5.58	0.06	0.9631
Proteína Cruda	0.99	0.92	1.04	0.06	0.6289
FND	2.75	3.05	2.90	0.15	0.5740
FAD	1.76	2.08	1.91	0.16	0.2598

Se consideran significativas las diferencias si $p < 0.05^*$, "a", "b" y "c" equivalen a diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey.

3.3 Degradabilidad y Digestibilidad

Al comparar la Digestibilidad Ruminal *in situ* de la materia seca y materia orgánica las tres leguminosas estudiadas, se observó mayores valores en Vigna, tanto en planta completa como en hojas, tallos y heno en comparación con Lablab y Canavalia (Cuadro 3). En la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de las tres leguminosas estudiadas, se observó mayores valores en Vigna, tanto en planta completa y tallos Lablab y Canavalia (Cuadro 3). Las diferencias en degradabilidad observadas probablemente están determinadas por la composición nutricional de los follajes. Como se puede observar en el Cuadro 2, Vigna y sus partes de planta tienen contenidos de FND y FAD que son menores que las otras dos especies. Es un hecho conocido que la digestibilidad de un forraje está negativamente relacionada con su contenido de celulosa y hemicelulosa (Van Soest, 1963).

La degradabilidad ruminal a 48 horas es mayor en leguminosas que en gramíneas. Gómez et al. (2007), reportan que en pasto estrella (*Cynodon plectostachius*) de 35 días de edad, los valores fueron entre 48.72% y 52.60% que son valores superiores a los encontrados en el estudio actual.

Sawar et al. (1998), compararon las características de degradabilidad ruminal de tres gramíneas y tres leguminosas, concluyendo que las leguminosas tienen mayores degradaciones y velocidad de degradación; este estudio también mostró que las leguminosas tienen mayor concentración de proteína y menores contenidos de FND y FAD, lo último fue considerado la causa de las diferencias en degradabilidad.

Giraldo et al. (2007), compararon los métodos *in situ* e *in vitro* llegando a la conclusión que el método *in vitro* es más sencillo y rápido, y su precisión no difiere de la *in situ*. Paulson et al. (2008), compararon la digestibilidad *in vitro* a las 48 horas del heno de leguminosa y el heno de gramínea, resultando una mayor digestibilidad del heno de la leguminosa, en un 8 % más que el heno de gramínea.

Cuadro 3. Degradabilidad de la materia orgánica y digestibilidad de leguminosas

	Vigna	Lablab	Canavalia	D. E	P valor
Digestibilidad Ruminal <i>in situ</i> de la MS (%)					
Planta Completa	76.20 ^a	62.00 ^b	67.65 ^b	7.15	0.0003*
Tallo	68.07 ^a	58.25 ^b	48.14 ^c	9.97	0.0001**
Hoja	84.43 ^a	83.56 ^a	80.29 ^b	2.18	0.0029*
Heno	70.54 ^a	63.70 ^b	62.93 ^b	4.19	0.0152*
Degradabilidad Ruminal <i>in situ</i> de la Materia Orgánica (%)					
Planta Completa	74.80 ^a	59.42 ^c	66.49 ^b	7.70	0.0004*
Tallo	63.66 ^a	53.74 ^b	41.78 ^b	10.96	0.0001**
Hoja	85.42 ^a	84.14 ^{ab}	82.10 ^b	1.67	0.0393
Heno	68.87	69.74	72.91	3.27	0.3612
Digestibilidad <i>invitro</i> (%)					
Planta Completa	70.38 ^a	61.43 ^b	59.07 ^b	5.97	0.0001**
Tallo	68.11 ^a	49.54 ^b	41.29 ^b	13.74	0.0001**
Hoja	68.24	77.42	63.06	7.27	0.0653
Heno	60.67 ^a	65.26 ^a	50.64 ^b	7.48	0.0034*

Se consideran significativas las diferencias si $p < 0.05^*$, abc equivalen a diferencias estadísticas significativas en la prueba de Tukey.

3.4 Costos.

El costo de producción de los cultivos fué registrado por medio del control de gastos en labor, insumos y uso de maquinaria. Los costos por hectárea del cultivo de Canavalia son un poco mayores debido a que el gasto en semilla es superior por el tamaño de estas, y se requiere mayor cantidad.

En el Cuadro 4 se presenta el valor estimado de la materia seca, la materia verde y la proteína por hectárea; además se hace una comparación en el valor de la proteína obtenida de los cultivos con la proteína de harina de soya que es la fuente proteica de referencia, puede notarse que el costo es menor en las leguminosas, siendo para Vigna un poco más de la mitad del valor de la harina de soya.

Cuadro 4. Costos de producción de Vigna, Lablab y Canavalia por ha

\$ (USD)				
	Vigna	Lablab	Canavalia	Harina de Soya
Costo/ha	756.38	755.44	866.61	
Costo /Ton MV	22.34	22.73	25.53	
Costo /Ton MS	137.77	134.66	155.31	700.09
Costo /Ton PC	764.02	821.13	833.28	1212.24
Relación \$ PC de Leguminosa : \$ PC de Soya	0.63	0.68	0.69	1.0

El valor que se ha considerado para harina de soya es \$ 27.00/100 lb, precio promedio de las compras de harina de soya realizadas por la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas durante el año 2017 y un contenido de 49% de PC.

4. CONCLUSIONES

Los contenidos de proteína cruda de las leguminosas estudiadas que varían entre 16 y 18% las hacen potencialmente utilizables en la alimentación de ganado bovino, ya que su adición puede permitir aumentar el contenido proteico del forraje, disminuyendo la necesidad de proteína de concentrado.

De las tres especies estudiadas, *Vigna* es la que presentó las mejores características de valor nutricional en las comparaciones, tanto de planta completa y principalmente de tallo, *Vigna* tuvo menores contenidos de FND y FAD y mayores digestibilidades *in vitro* e *in situ* de la MS. En el caso de las hojas las diferencias no son tan marcadas.

El valor nutricional de las hojas de las leguminosas estudiadas es superior al de los tallos, ya que existe aproximadamente tres veces más proteína y alrededor de 40% menos FND y menos de la mitad de FAD, además de las hojas tienen mayores digestibilidades *in situ* e *in vitro* de la materia seca (MS). Las plantas completas tienen valores intermedios a los de las hojas y los tallos.

La conservación de leguminosas como heno, con el fin de alimentar al ganado en la época seca, es una opción adecuada, ya que el cambio en su composición nutricional es pequeño.

El costo de la proteína de follaje de las leguminosas, *Vigna*, *Lablab* y *Canavalia* es menor que el costo de la proteína de harina de soya.

5. RECOMENDACIONES

Se recomienda incluir *Vigna*, *Lablab* o *Canavalia* como complemento para enriquecer los forrajes de gramíneas, para la alimentación de ganado vacuno en el trópico. El uso de éstas debe estar sujeto a un costo de producción que permita obtener la proteína a más bajo costo que la de las fuentes de proteína para concentrado.

Para obtener el mejor valor nutricional, la cosecha de leguminosas debe de realizarse en un momento en que la relación de hojas a tallo sea alta, lo cual sucede aproximadamente cuando la planta alcanza la etapa fisiológica de floración y la presencia de vainas verdes.

Para conservar las leguminosas en el trópico es recomendable usar la técnica de la henificación, ya que se mantienen la mayoría de factores nutricionales, y este material conservado puede ser un importante aporte de proteína al ganado en época seca en donde escasean los forrajes verdes.

6. BIBLIOGRAFIA

- Acosta Martínez, M; Hernández Gámez, R. 2012.** Cuantificación de taninos por dos métodos espectrofotométricos en muestras forrajeras y raciones totales a base de leguminosas: *Canavalia ensiformis* (*Canavalia*), *Vigna sinensis* (Frijol Mono) y Gramíneas: *Sorgum vulgare* (Sorgo). Tesis. Lic. Química y Farmacia. San Salvador, SV. UES. 92 p.
- Amiri, F; Bin Mohamed Shariff, A. 2012.** Comparison of nutritive values of grasses and legume species using forage quality index. *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 34(5):577-586.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990.** Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. USA.

- Castro-Montoya, J; García, R; Ramos, R; Flores, J.M; Alas, E.A; Corea, E.E. 2018.** Dairy cows fed on tropical legume forages: effects on milk yield, nutrients use efficiency and profitability. *Tropical Animal Health and Production*. 7p. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1505-3>
- Cook, B; Pengelly, S; Brown, J; Donnelly, D; Eagles, M; Franco, J; Hanson, B; Mullen, I; Partridge, M; Schultze-Kraft, R. 2005.** Tropical forages: an interactive selection tool. *Lablab purpureus*. CSIRO, DPI & F (Qld), CIAT, and ILRI, Brisbane, Australia.
- Corea, E.E; Aguilar, J.M; Alas, N.P; Alas, E.A; Flores, J.M; Broderick, G.A. 2017.** Effects of dietary Vigna hay and protein level on milk yield, milk composition, N efficiency and profitability of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. 226:48-55.
- Corea Guillén, E.E; Flores Tensos, J.M; Salinas Munguía, F.M; Crespin Payés, E.A; Elizondo-Salazar, J.A. 2010a.** Yield and quality of grasses and legumes for dairy cattle feeding. *J DairySci* 93 Suppl 1.
- Corea Guillén, E.E; Flores Tensos, J.M; Salinas Munguía, F.M; Crespin Payés, E.A; Elizondo-Salazar, J.A. 2010b.** Quality of ensiled grasses and legumes for dairy cattle feeding. *J Dairy Sci* 93 Suppl 1.
- Cortiana Tambara, A; RegianiSippert, M; Cardoso Jauris, G; Carvalho Flores, L; Henz E; Velho, J. 2017.** Production and chemical composition of grasses and legumes cultivated in pure form, mixed or in consortium. *Acta Scientiarum Animal Science* 39(3):235-241.
- Estupiñan, K.; Vasco, D.; Duchi, N. 2007.** Digestibilidad de los componentes de la pared celular del forraje de *Canavalia ensiformis* (L) DC. En diferentes edades de corte. *Revista Tecnológica ESPOL. Unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad Técnica Estatal de Quevedo*. 20(1):223-228.
- Flores, R. 1996.** Efecto de la Altura de Corte en la Capacidad de Rebrote del Dolichos (*Lablab purpureus* L.) en el Valle de San Andrés, La Libertad, El Salvador. Tesis. Ing. Agr. Ciudad Arce, SV. ENA. 71 p.
- Flores Menéndez, J. A. 1975.** Bromatología Animal. México. MX. Editorial Limusa. p. 265-271.
- Foster, J.L; Adesogan, A.T; Carter, J.N; Myer, R.O; Blount, A.R; Phatak, S.C. 2009a.** Intake, digestibility, and nitrogen retention by sheep supplemented with warm season legume hays or soybean meal. *J. Anim. Sci.* 87, 2891–2898.
- Foster, J.L; Adesogan, A.T; Carter, J.N; Blount, A.R; Myer, R.O; Phatak, S.C. 2009b.** Intake, digestibility, and nitrogen retention by sheep supplemented with warm season legume haylages or soybean meal. *J. Anim. Sci.* 87, 2899–2905.
- Giraldo, L.A; Gutiérrez, L.A; Rúa, C. 2007.** Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 20:269-279
- Goering, H.K; Van Soest, P.J. 1970.** Forage fibre analyses (Apparatus, Reagents, procedures, and Some Applications). *Agric. Handbook* (379), ARS-USDA, Washington DC, USA.
- Gómez González, H; Molina Méndez, V; Rubio Cruz K. 2007.** Evaluación de la degradabilidad ruminal de materiales forrajeros en dos sistemas de producción ganaderas a través de la técnica *In Situ*. Tesis. Lic. MVZ. San Salvador, SV. UES. 84 p.
- Hernández, A. 1993.** Determinación del contenido nutricional de Vigna forrajera y Dolichos combinados con Maíz H-5 y/o Sorgo Sapo para ser utilizados como forraje en la alimentación de ganado vacuno. Tesis. Lic. Química y Farmacia. San Salvador, SV. UES. 123 p.
- Juárez Lagunes, F; Fox, D; Blake, R; Pell, A. 1999.** Evaluation of tropical grasses for milk production by dual-purpose cows in tropical México. *Journal of Dairy Science* 82:2136-2145.
- Mehrez, A.Z; Ørskov, E.R. 1977.** A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci. (Camb.)* 88: 645–650.

- Mejía Miranda, O; Pomareda, C; Perez, E; Ganoza, V. 2003.** Plan de Desarrollo Ganadero El Salvador (En Línea). Consultado el 19 de Febrero de 2017. Disponible en:http://old.mag.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=7:plan-de-desarrollo-ganadero&id=4:planes&Itemid=93
- Menéndez, J; Mesa, A; Esperance, E. 1985.** Dolichos (*Lablab niger*). Pastos y Forrajes 8(3): 4-7
- Paulson, J; Raeth-Knight, M; Linn, J. 2008.** Grass vs. Legumes forages for dairy cattle. *In: Proc. Minnesota Nutr. Conf.:* 119-133.
- Salazar, A. 1988.** Densidades de Siembra para forraje en Dolichos (*Lablab purpureus L.*). Granos Básicos. El Salvador. CENTA. 9 p.
- Salinas, F.M; Crespín, E.A. 2010.** Evaluación productiva y nutricional de los cultivos de Frijol Canavalia (*Canavalia ensiformis*), Frijol Vigna (*Vigna sinensis*) y Sorgo (*Sorghum bicolor*) variedades Centa S-2 y RCV y su asocio para la alimentación de ganado. Tesis. Ing. Agr. San Salvador, SV. UES. 104 p.
- Sawar, M; Rasool, M; Sial, M.A.; Nisa, M.U. 1998.** *In situ* ruminal digestion kinetics of different forages in buffalo calves. Indian J. Anim. Sci. 68, 969-972.
- Ulrike, B. 1997.** Manual de leguminosas de Nicaragua. Tomo I, primera edición PASOLAC, EAGA. Estelí, NI. p 88-90, 115-122
- Van Soest, P.J. 1963.** Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds.II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. J AssocOff Anal Chem.
- Wilkins, R.J. 2001.** Legume Silages Animal production: Increasing profits With forage Legumes. Institute of grassland and environmentalresearch. Devon UK, 9 p.