

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



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

Por:

Br. Germán Stiven Acevedo Cuellar

Br. Ever Alexis Martínez Aguilar

Br. Erick Alexander Pérez Medina

Requisito para optar al título de:

Ingeniero Agrónomo

Julio del 2018

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC.M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

ING. AGR. M. Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

SECRETARIO:

ING. AGR. M. Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA:

ING. AGR. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS

DOCENTES DIRECTORES

ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

ING. AGR. M. Sc. ELMER EDGARDO COREA GUILLÉN

ING. AGR. M. Sc. JUAN MILTON FLORES TENSOS

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION

ING. AGR. ENRIQUE ALONSO ALAS GARCÍA

RESUMEN

El objeto de este estudio fue evaluar el rendimiento de: materia seca (MS), materia verde (MV), proteína cruda (PC), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD) en toneladas métricas por hectárea (TM/ha). La composición nutricional por medio del contenido (%) de: materia seca (% MS), proteína cruda (% PC), fibra neutro detergente (% FND), fibra ácido detergente (% FAD), cenizas (% Cz). La digestibilidad en % por medio de las técnicas *in situ* e *in vitro*, así como la degradabilidad de la materia orgánica (MO), y el costo del forraje de las leguminosas tropicales Vigna (*Vigna sinensis*), Lablab (*Dolichos lablab*) y Canavalia (*Canavalia ensiformis*) en dólares americanos por hectárea (US \$/ha).

Los ensayos se realizaron 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. El ensayo duró 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 como producción de biomasa, la composición nutricional, la digestibilidad ruminal *in situ* y el 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 MS en Planta Completa en las tres leguminosas en estudio fue similar aproximándose a 16%. En el caso de los tallos y las hojas, se encontró mayores contenidos de MS en Canavalia, mostrando diferencias estadísticas significativas los tallos, hojas y el heno ($p < 0.05$). Las leguminosas forrajeras se caracterizan por sus contenidos de proteína cruda (PC) superiores a las gramíneas. Este estudio muestra que las plantas completas de las especies estudiadas tienen contenidos superiores a 16%, es de notar que en el caso de las hojas, los contenidos se encuentran entre 24 y 30 %, siendo estadísticamente significativos ($p < 0.05$), observándose en esta experiencia que las hojas de Lablab y Canavalia tienen contenidos mayores que Vigna. El Contenido de FND fue diferente entres las tres especies, siendo más bajo en Vigna en comparación con Canavalia y Lab lab,

estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$), en las plantas completas, tallos y 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 e Vigna son rastreros en plantas adultas mientras que Canavalia normalmente esta erguida. 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, estadísticamente significativos ($p < 0.05$), los valores de planta completa, tallos y henos. Similar a los contenidos de FND, se encontró una mayor concentración de FAD en los tallos y menos en las hojas. Los rendimientos de materia verde, materia seca, proteína, FND, y FAD fueron similares en las tres especies estudiadas, sin diferencias estadísticas. Diferentes estudios han reportado rendimientos de materia verde en leguminosas. Al comparar la Degradabilidad 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, en la degradabilidad ruminal *in situ* las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$), en planta completa, tallo, hoja y heno. En cuanto a degradabilidad de la materia orgánica las diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$), en planta completa y tallo. 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 ya 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 significativas ($p < 0.05$), en digestibilidad *in vitro* se presentan en planta completa, tallo y heno. La cantidad de materia orgánica degradada en el rumen fué mayor en la Vigna, lo que se concuerda con los resultados obtenidos de digestibilidad, y las menores proporciones de FND y FAD que contiene la Vigna en comparación con las otras dos leguminosas. El costo de producción de los cultivos fue registrado por medio del control de gastos en labor, insumos y uso de maquinaria. Los costos por Ha del cultivo de Canavalia son un poco mayores debido a que el gasto en semilla es mayor pues las semillas de esta especie son más grandes y se requiere mayor cantidad.

Palabras claves: Leguminosas, digestibilidad ruminal, composición nutricional, rendimiento, materia seca, proteína cruda.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the yield of: dry matter (DM), green matter (MV), crude protein (PC), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) in metric tons per hectare (TM / he has). The nutritional composition by means of the content (%) of: dry matter (% MS), crude protein (% PC), neutral detergent fiber (% FND), acid detergent fiber (% FAD), ashes (% Cz). Digestibility in% by means of in situ and in vitro techniques, as well as the degradability of organic matter (OM), and the cost of the forage of the tropical legumes Vigna (*Vigna sinensis*), Lablab (*Dolichos lablab*) and Canavalia (*Canavalia ensiformis*) in US dollars per hectare (US \$ / ha).

The tests were carried out in the Experimental and Practical Station of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador, which is located in the Talcualuya canton, municipality of San Luis Talpa, department of La Paz; with an elevation of 50 meters above sea level, 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 such as biomass production, nutritional composition, in situ ruminal digestibility and production cost were studied.

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 DM content in the Complete Plant in the three legumes under study was similar, approaching 16%. In the case of stems and leaves, higher DM contents were found in Canavalia, showing statistically significant differences in stems, leaves and hay ($p < 0.05$). Forage legumes are characterized by their crude protein (PC) contents superior to grasses. This study shows that the complete plants of the studied species have contents higher than 16%, it is noteworthy that in the case of the leaves, the contents are between 24 and 30%, being statistically significant ($p < 0.05$), being observed in this experience that the leaves of Lablab and Canavalia have higher contents than Vigna. The content of FND was different among the three species, being lower in Vigna in comparison with Canavalia and Lab lab,

these differences were statistically significant ($p < 0.05$), in the complete plants, stems and hays. The stems of Vigna had a concentration of FND of 52.68% while those of Canavalia had 66.57%, this difference of 14% is very remarkable, and it is related to the anatomy of the plants since the stems of Vigna are creeping in adult plants whereas Canavalia is normally upright. The content of FAD for Complete Plant and the leaf was higher in Lablab than in Canavalia and Vigna, while in the stem and hay more FAD was found in Canavalia, statistically significant ($p < 0.05$), the values of complete plant, stems and hays. Similar to the contents of FND, a higher concentration of FAD was found in the stems and less in the leaves. The yields of green matter, dry matter, protein, FND, and FAD were similar in the three species studied, without statistical differences. Different studies have reported yields of green matter in legumes.

When comparing the Ruminal Degradability in situ of the dry matter and organic matter the three legumes studied, higher values were observed in Vigna both in the whole plant and in leaves, stems and hay in comparison with Lablab and Canavalia, in the in situ ruminal degradability. differences were statistically significant ($p < 0.05$), in complete plant, stem, leaf and hay. Regarding the degradability of organic matter, the differences were statistically significant ($p < 0.05$), in the whole plant and stem. In this study it can be seen that the pattern of digestibility between in situ and in vitro techniques is the same, although the percentages of degradation differ between both techniques but not so the results and the values in Vigna both in complete plant and in leaves, stems and hay have the highest digestibility in both techniques, in terms of significant differences ($p < 0.05$), in vitro digestibility occur in whole plant, stem and hay. The amount of organic matter degraded in the rumen was higher in the Vigna, which is consistent with the results obtained from digestibility, and the lower proportions of FND and FAD contained in the Vigna compared with the other two legumes. The cost of production of the crops was recorded through the control of labor expenses, inputs and use of machinery. 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 are required.

Key words: Legumes, ruminal digestibility, nutritional composition, yield, dry matter, crude protein.

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS por permitirnos culminar nuestra formación profesional como Ingenieros Agrónomos, por no permitirnos desmayar y sostenernos ante las dificultades que se presentaron en el camino.

A NUESTRAS FAMILIAS por su amor y apoyo incondicional en estos años de formación.

A LOS DOCENTES que conforman el Departamento de Zootecnia de la Universidad de El Salvador, por permitirnos realizar la tesis en la rama que más nos apasiona de la carrera y por ser los mejores maestros que tuvimos y que siempre nos apoyaron.

A NUESTROS ASESORES, los Ingenieros Enrique Alonso Alas, Elmer Edgardo Corea y Juan Milton Flores por encontrar en ellos excelentes maestros además de seres humanos de calidad extraordinaria que estuvieron hombro con hombro junto a nosotros por sacar adelante esta investigación.

A LOS INGENIEROS Omar Antonio Lara y Humberto Ruíz por toda la ayuda brindada mientras estuvieron a cargo de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, ya que siempre facilitaron las gestiones para que este trabajo pudiera desarrollarse.

A LA FACULTAD de Ciencias Agronómicas por la formación brindada.

AL PROYECTO ELS5012 DEL OIEA del cual nuestro trabajo era componente.

Stiven, Ever y Erick.

Dedicatoria

A DIOS Padre celestial, a la Virgen santísima por darme la vida y la salud día a día y permitirme llegar hasta este momento especial.

A MIS PADRES Blanca Miriam Cuellar Dueñas y Germán Acevedo por ser los que nunca dudaron de mis capacidades, los que jamás me abandonaron ni en los momentos más difíciles, los que siempre estuvieron conmigo tanto emocionalmente como económicamente. Los amo a los dos y gracias por siempre estar a mi lado.

A MIS TIOS Humberto Cuellar y Edith Cuellar porque sin importar la distancia estuvieron pendiente de mí, apoyándome, proporcionándome consejos que me ayudaron a nunca darme por vencido.

A MI TIA Leticia Cuellar (QDDG) quien tú fuiste muy especial y supiste aconsejarme siempre, gracias por todo, aunque ya no estés con nosotros siempre te amaré. Sé que desde el cielo estás viéndome y me cuidas como siempre lo hiciste.

A MIS HERMANAS Iris Cuellar y Beatriz Cuellar por ser fuente de inspiración para poder ayudarles en un futuro por ser las que se sacrificaban en algunos tramos de nuestras vidas para obtener lo mejor de mis padres.

A MI NOVIA Verónica Del Carmen Cerón Flores porque no importa en el tiempo que hayas llegado a mi vida pues tú fuiste y eres aún un pilar muy fundamental en mi estructura, gracias a tus consejos he sabido llevar mis logros de la mejor manera por lo que esto lo comparto contigo; fuente de inspiración.

A MIS COMPAÑEROS. Ever y Erick, por saber sobresalir siempre ante cualquier adversidad que se nos puso en el camino, por apoyarnos unos con otros y por haber tenido siempre en mente nuestros objetivos trazados al momento de empezar este trabajo y por haberlo logrado.

A MIS AMIGOS. A todos los que siempre me estuvieron apoyando directa e indirectamente a lo largo de mi carrera Rivera Cano, Josué, Inestroza, Chile, Juan Vargas, Candray, Cesar, y muchos más.

Germán Stiven Acevedo Cuellar

Dedicatoria.

A DIOS. Todopoderoso por sostenerme siempre en los momentos de flaqueza, por permitirme llegar hasta este momento de mi vida y por haber hecho posible que culmine la carrera más hermosa de todas.

A MIS PADRES. Arístides y Luz Marina, por no rendirse nunca en el afán de verme hecho un profesional.

A MIS HERMANOS. Iván y José, por ser el mejor espejo que pude tener, por enseñarme siempre lo que es ser un hombre con principios y valores.

A MI ABUELA. Sofía, por ser mi segunda mamá, por tener siempre para mí solamente amor, y creer en mí cuando nadie más lo hacía.

A MI TIO. Edgar, porque sin su apoyo económico en los momentos más difíciles de mi vida no hubiera logrado ser bachiller y no estaría culminando hoy esta carrera universitaria.

A MI SOBRINO. André, por ser el primer retoño de una nueva generación de mi estirpe, por aspirar a ser el mejor ejemplo para él y contribuir a heredarle un mundo un poco mejor.

A MI NOVIA. Mariana por ser siempre un apoyo, por estar cuando te necesité, por ser la mejor amiga y consejera, mi principal crítica, pero ante todo mi mayor aliada.

A MIS COMPAÑEROS. Stiven y Erick, por mantenernos siempre firmes ante las adversidades, por haber logrado llevar a buen término una misión difícil.

A MIS ASESORES. Ingenieros Enrique Alas y Edgardo Corea, por ser mis mentores en la nutrición animal, y al Ing. Milton Flores por ser nuestro mentor en la parte de análisis bromatológicos, y que en esta tesis nos guiaron y apoyaron siempre.

AL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA. A los ingenieros Corea, Alirio, Marín, Gino, Manuel, Panameño, Platero, Leyton y especialmente a la ingeniera Eugenia y al Ing. Alas, por el tiempo en que me desempeñé como auxiliar de cátedra, me hicieron sentir como un miembro más del departamento, también a la niña Lilian y a Iliana mi compañera auxiliar.

A MIS AMIGOS. A todos los que siempre estuvieron ahí a lo largo de mi carrera Elvis, Poke, Inestroza, Chile, colo Vargas, chele Cano, el Cholo, Candray, César, Josué y los demás que se me escapen.

A LA ASECAS 2015-2017. Edgar, Geova, Mike, Cuchilla, Fabrizio, Jairo y Mariana, porque siempre nos mantuvimos unidos.

A LA EEA VM DE LA UCR. Al director, Dr. Jorge Elizondo por invitarnos y recibirnos, y los guardas: don Greyvin, don Gerardo, don Walter “el yuca”, por hacernos sentir el calor humano y la amistad en Ochomogo de Cartago.

A DON FRANCISCO GALLEGOS. Por recibirme en su finca El Pino, en Rivas y compartir conmigo todo su conocimiento sobre los bovinos criollos, que gracias a él, al fin conocí, dándome una de las experiencias más valiosas de mi vida.

A LOS QUE SE QUEDARON EN EL CAMINO. A todos los jóvenes salvadoreños que no lograron cumplir el ideal de finalizar una carrera universitaria, a todos los que no tuvieron siquiera esa oportunidad, por todos ellos, yo asumo mi compromiso y responsabilidad con la seguridad alimentaria de este país.

Ever Martínez Aguilar

***“Sepan los nacidos y los que van a nacer,
que hemos nacido para vencer y no para ser vencidos”.***

Ernesto “Ché” Guevara

Dedicatoria

A DIOS todo poderoso por concederme salud, fuerza y fortaleza para poder alcanzar este momento en mi vida.

A MI MADRE Ruth Aracely Medina porque a pesar de ser madre soltera, siempre me apoyó para que me convirtiera en un profesional.

A MI ABUELA Candelaria Pérez además de ser mi segunda mamá y por ser un ejemplo a seguir en cada actividad a la que me dediqué poniendo primero a Dios sobre todo.

A MI ABUELO Pedro Medina (QDDG), por haber sido el padre que nunca tuve y enseñarme a valorar las cosas más simples de la vida y darme el mayor ejemplo de vida.

A MI NOVIA Ana Deysi Alvarado por ser mi acompañante a lo largo de este proceso y darme fuerzas cuando parecía decaer.

A MIS COMPAÑEROS Ever y Stiven por mantenernos siempre unidos y no perder el objetivo de culminar esta fase en nuestras vidas.

A MIS ASESORES Ingenieros Enrique Alas, Edgardo Corea y Milton Flores por habernos guiado y apoyado siempre siendo los mejores instructores que podíamos pedir.

A MIS PROFESORES Ingenieros Edgar Marroquin Mena y Fidel Angel Parada Berrios quienes además de guiarme en el camino del conocimiento técnico me dieron el mayor ejemplo de vida al siempre estar del lado del desprotegido y defender las causas justas.

A LA UNIDAD DE ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS y sus integrantes Licenciadas Yessenia de Guzman (jefa) y Karen Campos (Trabajadora social) por el apoyo y motivación obtenida durante todo el tiempo que fui becario de la Universidad de El Salvador.

AL PUEBLO SALVADOREÑO el cual con el pago de sus impuestos permitieron que se financiara mi beca así como la de muchos más jóvenes; a ellos quiero decirles que pondré todo el conocimiento adquirido en mi carrera a sus órdenes y siempre estaré para servirles.

A MIS AMIGOS Salvador Morán, César Jiménez, Daniel Candray, Josué Gutiérrez, Gerardo Marroquín y demás.

A LA EEA VM DE LA UCR y su director Dr. Jorge Elizondo por la invitación y alojarnos en sus instalaciones, además a todo el personal especialmente a los guardas: Don Greyvin, Don Gerardo, Don Walter “yuca” por sus atenciones en nuestra estadía en dicho lugar.

Erick Alexander Pérez Medina.

INDICE GENERAL

RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS	viii
1. INTRODUCCION	1
2 REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1 Sistemas de Ganadería en El Salvador	3
2.1.1 Origen	3
2.1.2 Tipos de Sistemas	4
2.2 Forrajes en Alimentación del Ganado	5
2.2.1 Tipos de Forrajes	6
2.2.2 Conservación de Forrajes	15
2.3 Leguminosas forrajeras tropicales	10
2.3.1 Valor nutricional	10
2.3.2 Frijol Mono, Cowpea, Caupi o Vigna (<i>Vigna sinensis L.</i>)	11
2.3.3 Lablab (<i>Dolichos lablab L.</i>)	12
2.3.4 Canavalia o Jackbean (<i>Canavalia ensiformis L.</i>)	13
2.3.5 Uso de las leguminosas forrajeras en la alimentación animal	14
2.4 Análisis realizados a los forrajes	17
2.4.1 Análisis bromatológico proximal	17
2.4.2 Fibra Neutro Detergente y Fibra Acido Detergente	19
2.4.3 Digestibilidad	20
3. MATERIALES Y METODOS	21
3.1 Metodología de Campo	21
3.1.1 Labores culturales:	21
3.1.2 Muestreos.	23
3.2 Metodología de Laboratorio	24
3.2.1 Análisis de Laboratorio	24
3.2.2 Digestibilidad ruminal <i>in situ</i> de la materia seca	25
3.2.3 Digestibilidad <i>in vitro</i> de la Materia Seca	26
3.3 Metodología de Estadística	27
3.3.1 Factores en estudio	27
3.3.2 Parámetros a evaluar (variables en estudio)	27
3.3.3 Análisis Estadístico	28
3.4 Análisis Económico	28

4. RESULTADOS Y DISCUSION	29
4.1 Contenido nutricional	29
4.2 Rendimientos	31
4.3 Degradabilidad y Digestibilidad.	32
4.4 Costos	34
5. CONCLUSIONES	35
6. RECOMENDACIONES	36
7. BIBLIOGRAFIA.	37
8. ANEXOS.	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Tipificación de los sistemas de producción bovina..	4
Cuadro 2: Composicion nutricional de leguminosas forrajeras;.....	29
Cuadro 3: Rendimientos de Vigna, Lablab y canavalia	31
Cuadro 4 Degradabilidad de la materia organica y digestibilidad de leguminosas....	32
Cuadro 5: Costos de producción de vigna, lablab y canavalia por Ha.	34
Cuadro A- 1 Resumen contenido de materia seca.....	46
Cuadro A- 2 Resumen contenido de proteína cruda.	46
Cuadro A- 3 Resumen contenido de fibra neutro detergente.	47
Cuadro A- 4 Cuadro resumen contenido de fibra acido detergente.	47
Cuadro A- 5 Resumen Contenido de Ceniza	48
Cuadro A- 6 Resumen Rendimiento en Ton/Ha.	48
Cuadro A- 7 Resumen Digestibilidad Ruminal <i>in situ</i> de la MS.....	49
Cuadro A- 8 Resumen % Degradabilidad de la MO	49
Cuadro A- 9 Resumen % Digestibilidad in vitro.....	50
Cuadro A- 10 Prueba de Normalidad de los datos por medio de Shapiro-Wilks.	51
Cuadro A- 11 Análisis de Varianza % MS Planta Completa.....	51
Cuadro A- 12 Análisis de Varianza % MS Tallo	52
Cuadro A- 13 Análisis de Varianza % MS Hoja.....	52
Cuadro A- 14 Análisis de Varianza % MS Heno.....	52

Cuadro A- 15 Análisis de Varianza % PC Planta Completa	52
Cuadro A- 16 Análisis de Varianza % PC Tallo.....	52
Cuadro A- 17 Análisis de Varianza % PC Hoja	52
Cuadro A- 18 Análisis de Varianza % PC Heno	53
Cuadro A- 19 Análisis de Varianza %. FND Planta Completa.....	53
Cuadro A- 20 Análisis de Varianza % FND Tallo	53
Cuadro A- 21 Análisis de Varianza % FND Hoja.....	53
Cuadro A- 22 Análisis de Varianza % FND Heno.....	53
Cuadro A- 23 Análisis de Varianza % FAD Planta Completa	53
Cuadro A- 24 Análisis de Varianza % FAD Tallo.....	54
Cuadro A- 25 Análisis de Varianza % FAD Hoja	54
Cuadro A- 26 Análisis de Varianza % FAD Heno.....	54
Cuadro A- 27 Análisis de Varianza % Ceniza Planta Completa	54
Cuadro A- 28 Análisis de Varianza % Ceniza Tallo.....	54
Cuadro A- 29 Análisis de Varianza % Ceniza Hoja	54
Cuadro A- 30 Análisis de Varianza % Ceniza Heno.....	55
Cuadro A- 31 Análisis de Varianza Rendimiento MV	55
Cuadro A- 32 Análisis de Varianza Rendimiento MS	55
Cuadro A- 33 Análisis de Varianza Rendimiento PC.....	55
Cuadro A- 34 Análisis de Varianza Rendimiento FND	55
Cuadro A- 35 Análisis de Varianza Rendimiento FAD	55
Cuadro A- 36 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MS Planta Completa.....	56
Cuadro A- 37 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MS Tallo	56
Cuadro A- 38 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MS Hoja.....	56
Cuadro A- 39 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MS Heno.....	56
Cuadro A- 40 Análisis de Varianza % Dig. In vitro Planta Completa	56
Cuadro A- 41 Análisis de Varianza % Dig. In vitro Tallo.....	56
Cuadro A- 42 Análisis de Varianza % Dig. In vitro Hoja	57
Cuadro A- 43 Análisis de Varianza % Dig. In vitro Heno	57
Cuadro A- 44 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MO Planta Completa	57
Cuadro A- 45 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MO Tallo	57

Cuadro A- 46 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MO Hoja	57
Cuadro A- 47 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MO Heno	57
Cuadro A- 48 Costo de producción de Canavalia por Manzana y Hectárea.	58
Cuadro A- 49 Costo de producción de Vigna por Manzana y Hectárea.	59
Cuadro A- 50 Costo de producción Lab Lab por Manzana y Hectárea.	60
Cuadro A- 51 Costos de Producción.	60

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución de los tratamientos y sus respectivas repeticiones en campo.	21
Figura 2: Labores culturales (A) surcado, (B) Preparacion de semilla (C) Siembra.	22
Figura 3: Labores culturales (A) Fertilización (B) Control de Malezas (C) Control de plagas.....	23
Figura 4: (A) Cosecha (B) Henificado (C) Transporte de heno.....	24
Figura 5: Muestreo.	23
Figura 6: Análisis de laboratorio.	25
Figura 7: Determinación de la degradabilidad in situ de la materia seca	26
Figura 8: Determinacion de la digestibilidad in vitro de la materia seca	27
Figura A- 1 % Materia Seca	61
Figura A- 2 % Proteína Cruda	61
Figura A- 3 % Fibra Neutro Detergente.....	62
Figura A- 4 % Fibra Acido Detergente.....	62
Figura A- 5 % Ceniza	63
Figura A- 6% Digestibilidad Ruminal <i>in situ</i> de la MS.....	63
Figura A- 7 % Degradabilidad de la MO.....	64
Figura A- 8 % Digestibilidad <i>In Vitro</i>	64
Figura A- 9 Riego de la Parcela como parte del manejo agronómico	65
Figura A- 10 Cultivo de Canavalia.....	65
Figura A- 11 Vaca Brown Swiss Fistulada, utilizada para la técnica <i>in situ</i>	66

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). En la Región Centroamericana existe una marcada estacionalidad en la producción, asociada a la disponibilidad de forrajes (principal fuente de alimentación) asociada al régimen de lluvias. 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 (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.

Existen varias leguminosas tropicales con potencial para la alimentación del ganado. 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). Salazar (1988) y Ulrike (1997), mencionan que el Lablab (*Dolichos lablab*) tiene rendimientos considerables en el trópico.

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.

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).

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*), por medio del cultivo, cosecha y henificado del forraje, en los que se efectuaron los análisis de laboratorio para determinar contenido de humedad, contenido de proteína, contenido de fibra neutro detergente, contenido de fibra ácido detergente, contenido de cenizas, además de digestibilidad ruminal *in situ* y degradabilidad de la materia orgánica para las cuales fue necesaria una vaca fistulada, en resumen el estudio demostró que las tres especies de leguminosas tienen un alto potencial para la alimentación de ganado.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Sistemas de Ganadería en El Salvador

2.1.1 Origen

Los primeros bovinos en América fueron llevados por Colón a las Antillas en la época del descubrimiento del Nuevo Mundo, posteriormente los conquistadores españoles trajeron a América bovinos del tipo Ibérico, difundido en toda España (Inchausti y Tagle, 1967).

El ganado era muy apreciado por los primeros colonizadores, y lo introdujeron alrededor de sus primeros asentamientos. En el año 1612 las tierras bajas de El Salvador fueron famosas por sus extensos prados y pastizales, que se decían estaban ocupados por numerosas haciendas de ganado (Henríquez y Chávez, 2004).

Posteriormente en 1923 otros ganaderos introdujeron ganado puro de las razas Holstein, Ayrshire, Jersey, Guernsey y Shorthorn, sin ninguna planificación pues son razas mejoradas de otras latitudes que no se adaptaron a las condiciones del trópico. Alrededor del año 1950 los ganaderos salvadoreños introdujeron ganado tipo cebú de Guatemala, toros Guzerat y Santa Gertrudis, del estado de Texas. Luego se introdujo toros raza Brahman americano que prácticamente absorbió al ganado Criollo (Pleitez *et al.* 2003).

El ganado Criollo no presenta características definidas que permitan semejarlo a cualquiera de las razas importadas. Su número exacto se desconoce ya que debido a su heterogeneidad y a la falta de normas para clasificarlo ha sido imposible realizar un recuento (Méndez y Pérez, 2005).

Los encastes de razas cebuinas son las más usadas y que mejor se adaptan a nuestras condiciones, sobresaliendo las cruzas de la raza Brahman, en menor porcentaje Gyr, Indubrasil, Guzerat y Nellore; entre las lecheras Holstein y Pardo Suizo que cruzadas con cebuinos le da resistencia al trópico (Pleitez *et al.* 2003).

2.1.2 Tipos de Sistemas

Cuadro 1: Tipificación de los sistemas de producción bovina.

Tipo de Ganadería	Sistema de Producción	Características
Ganadería especializada	Intensiva	Utilizan razas Holstein. Pardo Suizo, Jersey puros o purificados
		Ordeño Mecanizado, higiénico y control de calidad de la leche
		Producción promedio de 15-22.5 litros/vaca/día
		Destino de la producción industrial y artesanal
		Alimentación basada en pastos y forrajes frescos, ensilajes, así como concentrados elaborados a base de granos.
		Manejo estabulado con control de estrés calórico.
	Semi intensiva	Uso de registros productivos, reproductivos y financieros, en fichas, cuadernos y computarizados.
		Razas utilizadas: Pardo Suizo y encaste con Holstein en proporciones de ½ hasta 5/8
		Ordeño manual y mecanizado e higiénico y control de calidad de leche.
		Producción media: 9-12 litros/vaca/día.
		Destino de la producción: industrial y artesanal.
		Alimentación con pastos y forrajes frescos y ensilados, y concentrados.
Ganadería de Doble Propósito	Comercial	Manejo semi estabulado, algunos con control de estrés calórico.
		Uso de registro productivos, reproductivos y financieros, en fichas, cuadernos y computarizados.
		Razas utilizadas: Brown Swiss, y Holstein en cruzamiento con Brahman, criollo, Gyr y otras razas cebuinas.
		Ordeño manual, sin control de calidad de leche.
		Producción media: 4-8 litros/vaca/día.
		Destino de la producción: industrial y artesanal.
	Subsistencia	Alimentación con pastos y forrajes, concentrado y residuos de cosecha.
		Manejo en pastoreo y semi pastoreo
		No se usan registros
		Razas utilizadas: Brown Swiss en cruzamiento con Brahman y criollos, con características de ganado cebuino.
		Ordeño manual, sin control de calidad de leche.
		Producción media: 2-6 litros /vaca/día.
Destino de la producción: consumo y comercialización local.		
Alimentación basada en pastos de muy baja calidad y residuos de cosecha.		
Manejo en pastoreo o trascorral.		
Sin registros.		

Fuente: Ortéz *et al.* 2016.

En la ganadería especializada el objetivo principal es convertir la provisión de insumos, la tecnología aplicada en la explotación, la mano de obra empleada y el capital de trabajo en leche, poseen ganado genéticamente especializado para producción láctea, desarrollan principalmente las hembras para reemplazo y los machos en su mayoría son vendidos en edades tempranas, solamente son desarrollados aquellos machos que presentan ventajas genéticas considerables para el rebaño (García, 2010).

La ganadería de Doble Propósito ha adoptado al menos tecnología apropiada. Realizan prácticas de pastoreo rotacional con áreas de cereales mejorados. Se cría al ternero al pie de la vaca con prácticas de amamanto restringido. Se aplican acciones de prevención e inmunización en salud animal. Algunos realizan prácticas de conservación de forrajes con ensilaje de maíz o sorgo y henificación de pastos mejorados. Usan toros o inseminación artificial, prevalecen los encastes en su mayoría: Brown Swiss x Brahman, Brahman x Criollo y otros grupos heterogéneos. Se constituyen en sistemas extensivos de producción (Gómez *et al.* 2006).

La ganadería de Subsistencia, es la categoría donde se agrupan productores que poseen menos de 20 cabezas de ganado y sus producciones oscilan entre 3 a 4 Bot./vaca/día, el manejo empleado es tradicional con poca o ninguna adopción de tecnología, ordeño manual manteniendo el ternero junto a la vaca la mayor parte del día, las razas utilizadas normalmente son cruces de brahmán con ganado criollo sin aplicar planes profilácticos, de mejoramiento genético, sin prácticas de nutrición. La leche producida es utilizada para autoconsumo y los excedentes son comercializados localmente para ayudarse con la economía familiar. Se estima que estos ganaderos representan el 24% del rebaño nacional (IICA, 2012).

2.2 Forrajes en Alimentación del Ganado

Los forrajes forman la base de todas las raciones de los rumiantes y es esencial suministrarles las cantidades mínimas indispensables para el funcionamiento normal del aparato digestivo de los vacunos (Davis, 1973).

Es fundamental realizar la medición de la cantidad de forraje que una pastura está produciendo en el momento de decidir su aprovechamiento; o sea, conocer cuándo está convenientemente desarrollado, para saber cuántos animales se pueden mantener con ella y durante cuánto tiempo (Polo y Medina, 2007).

Los forrajes son los tallos, hojas, inflorescencias u otras estructuras de los vegetales (cascarillas y olotes) susceptibles a ser consumidos por los animales, los cuales, desde el punto de vista nutricional, en estado seco (base 100% materia seca), se caracterizan por contener más de 18% de fibra cruda (FC) y poca densidad de nutrientes como proteína, energía, vitaminas y minerales (Ángeles *et al.* 2002).

2.2.1 Tipos de Forrajes

Pastos

Es cualquier planta natural o cultivada, reproducida sobre la superficie del suelo y que el ganado las aprovecha para alimentarse mientras este circula o ambula sobre ellas. Por cuanto dichas especies deben tener las características de una buena capacidad de rebrote debido a que constantemente es pisoteado por el ganado y este tiende a destruirlos con las filosas pezuñas (INATEC, 2016).

Las regiones tropicales se caracterizan, por presentar dos estaciones bien definidas, la estación lluviosa (invierno) y la estación de sequía (verano). En la primera hay abundancia de pastos que incluso los animales no llegan a consumir totalmente, razón por la cual se justifica la conservación del mismo para ser utilizado en época de escasez (Flores y Vilorio, 2005).

Generalmente, los pastos tropicales son bajos en energía metabolizable (1.5 Mcal/kg MS), la cual es insuficiente para sostener incrementos diarios de peso por encima de los 700.0 g/animal/día. La concentración de proteína es variable y fluctúa con la época del año, encontrándose que es baja (5 a 7%) cuando existe abundancia de forraje (época de lluvias), debido a que está diluida en el alto contenido de humedad de los pastos, mientras que en el verano tiende a ser mayor (10 a 11%) por ser más seco el forraje (Livas, 2000).

Las especies establecidas en la pradera deben estar en buen estado, creciendo con vigor y libre de plagas y enfermedades antes de ser utilizadas, de lo contrario se contribuirá a acelerar el deterioro y degradación de estas (Franco *et al.* 2006).

Algunas de las especies más utilizadas en la región Centroamericana son Pará (*Brachiaria mutica*), Guinea (*Panicum maximum*), Jaragua (*Hyparrhenia rufpa*), Carimagua (*Andropogon gayanus*), Estrella (*Cynodon plectostachyus*), y Mulato (*Brachiaria híbrido*) (INATEC, 2016).

Cultivos de gramíneas

En el trópico las gramíneas ofrecen la fuente más barata de nutrientes disponibles para la alimentación animal, pero existen factores limitantes muy importantes, debido al bajo aporte proteico, con altos valores de fibra, baja digestibilidad y frecuentemente con graves deficiencias minerales, y consecuentemente, son comunes los bajos niveles de producción, ya que la productividad de los animales a pastoreo está básicamente determinada por el consumo diario de energía y proteína (Ruiz y Vásquez, 1983).

Maíz

En cultivo, para la producción de forraje, el maíz ha mostrado excelentes características de palatabilidad y en consecuencia un alto consumo por el ganado. Es uno de los mejores cultivos para ensilar, ya que reúne muy buenas condiciones de valor nutritivo, alto contenido en azúcares y alto rendimiento por unidad de área (Peñagaricano *et al.*, 1986).

Se utiliza como forraje en varias etapas del crecimiento de la planta, especialmente en el momento de la emisión de la panoja o más adelante. La planta de maíz no presenta problemas de ácido prúsico o ácido cianhídrico y, por lo tanto, puede ser usado antes de la floración y en tiempo seco. El maíz con los granos en estado pastoso es el más adecuado para usar como forraje y contiene más materia seca y elementos digestibles por hectárea que cualquier otro cultivo; este es también el mejor estado para preparar ensilaje (Jaramillo, 2012).

Al igual que los granos, el forraje de esta planta es rico en hidratos de carbono y pobre en proteínas. El rastrojo de maíz es todavía más pobre en proteínas (Flores, 1975).

Sorgo

El valor nutritivo del sorgo granífero depende en gran medida del contenido de taninos condensados. Aprender a reconocer su presencia resulta indispensable a la hora de preparar una ración. Para una comprensión rápida, comparándolo con otro cereal, sabemos que, en general, el sorgo tiene más proteína y menos aceite que el maíz, lo cual se traduciría en un contenido de energía metabolizable ligeramente inferior (Chessa, 2007).

El sorgo también sobresale por sus rendimientos; en comparación con el maíz, también en cuanto a producción de materia seca por hectárea, es un forraje de alta palatabilidad por su alto contenido de azúcares solubles, lo que permite tener mayor tiempo de uso (Duke 1983; González 1961).

Muchos ganaderos, en la búsqueda de alimentos para satisfacer las necesidades de su hato, emplean híbridos de sorgo o maíz desconociendo el comportamiento de los mismos, que en algunas ocasiones se traduce en pérdidas. En el caso del sorgo, el problema común entre las ganaderías es que no cuentan con cultivares que sean precoces, de crecimiento acelerado, buena altura de planta, resistente a enfermedades, alto potencial de rendimiento y calidad de materia verde (Granillo, 2006).

Zacates de Corte

El uso racional de especies forrajeras de corte y que producen cantidades voluminosas de forraje es una práctica muy común en las actividades pecuarias especialmente las lecheras (Rosa y Silva, 1997)

El empleo de pastos para corte, implica un uso intensivo del pasto, a la vez que se busca minimizar el desperdicio de forraje, ya que se elimina el pisoteo, se evita el gasto de energía durante el pastoreo y en alguna forma, se disminuye la selección del animal que normalmente deja un residuo considerable en los potreros (Dávila *et al.* 1990).

Este grupo de plantas forrajeras presenta un hábito de crecimiento erguido, con cepas muy vigorosas y porte muy alto. Todas estas plantas son muy parecidas en morfología, fisiología y manejo, por lo que estas recomendaciones aplican a todos los cultivares de este género. Las especies gramíneas del género *Pennisetum purpureum* (Schum), tienen como característica ser los de mayor potencial de crecimiento y producción de biomasa en el mundo, son variedades del género *Pennisetum*: el zacate Taiwán, el Gigante o Elefante, al igual que el King grass, el Merkerón, el Napier, el Maralfalfa, el Roxo y otros (López y Enríquez, 2011).

En la actualidad, el uso intensivo de pastos para corte debe considerarse, como una herramienta de bajo costo porque se cosecha varias veces en el año sin necesidad de plantarlo para obtener cada cosecha e incrementar la producción de los animales. Esto implica minimizar el desperdicio de forraje eliminando el pisoteo, evitando el gasto de energía durante el pastoreo y en alguna forma se disminuye la selección del animal que normalmente deja un residuo considerable en los potreros; el pasto de corte (Dávila y Urbano, 2005).

Leguminosas

Las leguminosas forman un grupo muy natural. Son más de 7000 especies que habitan en casi todo el mundo. Adoptan todas las formas biológicas: hierbas, bejucos herbáceos y leñosos, arbustos y árboles. Suelen tener hojas alternas casi siempre compuestas, con estipulas. Abundan entre ellas las plantas alimenticias, forrajeras, medicinales, maderables y ornamentales. Muchas tienen en las raíces nudosidades con bacterias nitrificantes (Uribe, 1972). Las leguminosas además poseen la propiedad de mejorar el contenido de nitrógeno del suelo a través de la fijación de este desde la atmósfera. Estas pueden fijar hasta 500kg de N/Ha/año (Suárez *et al.*, 1987). Estas especies incorporan nitrógeno orgánico al suelo, permitiendo aumentar los rendimientos de las gramíneas asociadas y disminuir el empleo de fertilizantes nitrogenados (Pezo e Ibrahim, 1999).

En el trópico mundial es ampliamente conocido el papel de las leguminosas en la producción animal. Su contribución al mejoramiento del ecosistema pastizal está representado por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y a través de su transferencia al suelo garantizan el crecimiento de las gramíneas acompañantes; además, de incrementar el valor nutritivo y valor alimenticio de las pasturas (Chacón *et al.* 2000).

La inclusión de las leguminosas arbóreas en las pasturas representa una tecnología viable que podría mejorar la producción y rentabilidad en estos sistemas, probablemente por el incremento de la digestibilidad, y por su contenido de proteína y algunos minerales esenciales para la nutrición de los bovinos (Urbano y Dávila, 2005). La mayoría de los pastizales presentan baja calidad en cuanto a sus beneficios alimentarios, ya que predominan las gramíneas con respecto a los cultivos de leguminosas. Esto se debe, fundamentalmente, al pobre establecimiento de las leguminosas en áreas ganaderas con suelos que presentan, por lo general, poca fertilidad, y que están afectados por factores biológicos, físicos y químicos (Senra, 2002).

Mediante las pasturas de gramíneas asociadas con leguminosas, se puede aumentar significativamente la producción de leche de vacas de mediano potencial de producción en áreas tropicales con suelos ácidos (Lascano y Ávila, 1991).

El consumo de especies leguminosas mejora la degradabilidad de la fibra, el consumo de materia seca y aumenta la población de microorganismos ruminales, los cuales son indispensables para que los rumiantes mejoren el aprovechamiento de los recursos fibrosos (Chanthakhoun *et al.* 2011).

Diferentes estudios han mostrado los efectos positivos de la suplementación con especies leguminosas sobre la producción de leche en diferentes especies rumiantes. (Razz y Clavero 1997).

En Brasil, la inclusión de la leguminosa *Centrosema pubescens* en una pastura de Pangola produjo un aumento de 17 % de ganancia de PV por ha por año (Aronovich *et al.* 1970).

Las leguminosas forrajeras tropicales, cuentan con una gran cantidad de importantes evaluaciones de tipo agronómico; sin embargo, se tiene poca información sobre su valor nutritivo por lo que es necesario conocer el valor nutricional de las leguminosas tropicales para mejorar la eficiencia con la cual el ganado las utiliza (Suárez *et al.*, 1987). Debido a las perspectivas y bondades de estas plantas para la ganadería tropical se precisa conocer de manera integrada, las características fundamentales de su composición química, estableciendo las principales ventajas y limitaciones en el uso de cada fuente de alimento; aún más cuando la mayoría de estas forrajeras no convencionales presentan en su biomasa y legumbres algunos compuestos generados por su metabolismo que pueden afectar drásticamente el funcionamiento digestivo de los rumiantes que las consumen (Kaitho *et al.* 1997).

2.3 Leguminosas forrajeras tropicales

2.3.1 Valor nutricional

Las leguminosas son una fuente importante de proteínas de buena calidad, dado que poseen una amplia gama de aminoácidos esenciales que las hacen superiores a las gramíneas tropicales, presentan una concentración de nitrógeno en las hojas, superior al de las gramíneas además sus contenidos de proteína tienden a disminuir más gradualmente que en las gramíneas, en lo referente con la edad de la planta; son plantas ricas en calcio y presentan bajos niveles de fibras, en comparación con las gramíneas tropicales (Sánchez, 2001). Desde un punto de vista nutritivo, las leguminosas se consideran un alimento básico ya que proporcionan un buen aporte de nutrientes. Su contenido en proteína es muy superior al de los cereales aunque con grandes diferencias entre especies y variedades (15 a 40%). Se sabe que presentan un bajo contenido en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína), aunque son ricas en lisina, aminoácido del que son altamente deficientes los cereales y su aporte en calcio es superior al de los cereales (Muzquiz y Wodd, 2007).

Estas plantas tienen como atributo principal desde el punto de vista de forraje para el ganado, bajos contenidos de fibra menores al 40% lo que permite un mayor consumo voluntario y digestibilidad obteniendo incrementos en los rendimientos productivos de carne y leche hasta de un 50% o más; lo que en comparación con gramíneas tropicales son superiores. Sus contenidos de proteína tienden a disminuir gradualmente conforme a la edad de la planta. (Lascano y Ávila, 1991). El contenido de nutrientes minerales es también diferente en las leguminosas; normalmente éstas tienen mayores contenidos de Calcio (Ca) y Fósforo (P) que las gramíneas (Ara *et al.* 1998).

En nutrición animal, las leguminosas pueden considerarse en dos grupos: leguminosas-forraje, usadas en alimentación de rumiantes y leguminosas-grano, usadas esencialmente para aves y cerdos, y en menor medida para rumiantes. En general su contenido en proteína es variable pero elevado (25 a 45 g/100 g materia seca). No obstante, la presencia de metabolitos secundarios (inhibidores de proteasas, saponinas, glucósidos, lectinas, taninos, alcaloides), así como sus altos niveles de fibra (polisacáridos no amiláceos), ha restringido el uso de leguminosas-grano en la alimentación de animales monogástricos (aves y cerdos) y, mucho más en la de rumiantes. Sin embargo, en la actualidad se está incrementando el interés por el uso de estas materias primas como alimentos funcionales, en nutrición animal, debido a su gran potencial nutricional y su bajo costo (Rubio y Molina, 2016).

Las leguminosas son una fuente importante de proteínas de buena calidad, dado que poseen una amplia gama de aminoácidos esenciales que las hacen superiores a las gramíneas tropicales, presentan una concentración de nitrógeno en las hojas, superior al de las gramíneas además sus contenidos de proteína tienden a disminuir más gradualmente que en las gramíneas, en lo referente con la edad de la planta; son plantas ricas en calcio y presentan bajos niveles de fibras, en comparación con las gramíneas tropicales (Ulrich *et al.* 1994). Las especies leguminosas forrajeras presentan una mayor calidad de forraje que los pastos debido a una mayor digestibilidad, lo cual se relaciona con un menor contenido de fibras. De hecho la mayor parte de la energía digestible en leguminosas proviene de los constituyentes solubles de la célula, más que de la fibra (Buxton *et al.* 1996).

2.3.2 Frijol Mono, Cowpea, Caupi o Vigna (*Vigna sinensis* L.)

Vigna spp una hierba anual de germinación epigea. El sistema radical se compone de una raíz principal, fuerte y profunda, y de numerosas raicillas laterales que portan muchos nódulos (León, 2000). Es moderadamente sensible a la salinidad ya que solo a partir de valores de conductibilidad eléctrica superiores a 2.5 $\mu\text{S/m}$ ocurren reducciones en el

rendimiento (Maas, 1990). El Cowpea es la leguminosa mejor adaptada a los climas con rendimientos de materia seca en áreas de riego hasta de 8000 kg/ha (NSW Department of Primary Industries, 1999).

El Cowpea también se puede utilizar para la producción de heno o ensilaje de alta calidad, cuando se mezcla con cultivos como el maíz o el sorgo, o puede utilizarse para la rotación de pasto. El Cowpea puede producir alrededor de 2 toneladas de materia seca por acre, Cada tonelada que contiene aproximadamente 60 libras de nitrógeno. (Valenzuela y Smith, 2002a).El forraje se puede utilizar henificado, ensilado y en pastoreo, con un alto contenido de proteína (> 20 %), niveles de fibra detergente ácido de 27 % y alto valor de energía metabolizable (2.55 Mcal kg de materia seca) (NSW Department of Primary Industries, 1999).

Es una de las leguminosas más importantes de la familia Fabaceae usadas como alimento y forraje en las sabanas semi-áridas tropicales, debido a su tolerancia a sequía y su capacidad para crecer en suelos de calidad pobre y es, a la vez, un cultivo valioso para agricultores (Timko *et al.* 2007).Tiene alta producción de biomasa en 2 a 4 meses. Dependiendo del tipo del suelo, del clima, de la competencia con malezas y de la variedad, se puede producir entre 3 a 8 Toneladas Métricas de Materia Seca por Hectárea (TM de MS/ha) en este tiempo. Tiene palatabilidad alta; el contenido de PC en el follaje es de 14 a 21%, y en el grano puede estar entre 18 a 26%. La digestibilidad en el material verde está por encima de 80%; y para el residuo después de la cosecha de grano de 55 a 65%. (Franco *et al.* 2010)

Corea *et al.* (2017), reporta que se encontraron efectos significativos, en la adición del 12.5% de Vigna en la Materia Seca (MS), sobre los principales parámetros económicos. El costo de la ración y el costo de alimento por kg de leche, disminuyeron; mientras que el ingreso sobre el costo de alimentación y el costo/beneficio aumentaron.

2.3.3 Lablab (*Dolichos lablab* L.)

El Lablab es una planta leguminosa perenne, anual o de corta duración, es sembrada para el pastoreo del ganado y conservar en ambientes en zonas tropicales con lluvias de verano. Su crecimiento rastrero y vigoroso contribuye al control de malas hierbas, también tolera el ataque de plagas y enfermedades (Cameron, 1988).

Se desarrolla bien desde el nivel del mar hasta los 1600 msnm, con temperaturas de 19 a 24°C. Se adapta bien a toda clase de suelos, pero prefiere los francos, bien drenados y fértiles. No es tolerante a las sequias prolongadas, y los suelos de reacción acida (5.5) le son

perjudiciales (Flores, 1975). El Lablab requiere temperaturas tibias para un buen desarrollo, creciendo rápidamente cuando estas superan los 29 °C. Presenta baja tolerancia a las heladas (Murtagh y Dougherty, 1968).

Planta generalmente de día corto, pero también existen variedades de día largo, es anual pero existen formas semiperennes, el crecimiento es semideterminado (Ulrike, 1997). Es sensible a la duración del día y florece mejor con menos de 11 horas por día. Desarrolla en una amplia gama de texturas de suelo, desde arenas profundas a arcillas pesadas, con buen drenaje, valores de pH de 5 a 7.5 y tiene moderada tolerancia a la salinidad del suelo (Russell, 1976).

El Lablab puede ser utilizado en pastoreo, heno o ensilaje. El follaje tiene un alto contenido de proteínas (15 a 30%), con altos niveles de lisina y aproximadamente un 55% de digestibilidad. En algunos países Lablab se siembra al final de la estación y se utiliza como pasto de la estación seca (Valenzuela y Smith, 2002b). Alcanza niveles de proteína cruda de alrededor de 18 %, digestibilidad de la materia seca de 60 % (Mullen *et al.* 2003).

Fibra detergente neutro de 43 % y fibra detergente ácido de 38.6 %. No existe un efecto de la edad en la composición química del Dolichos y no hay reducción del contenido de proteína cuando la edad varía de 86 a 100 días. Produce rendimientos de materia seca superiores a 6000 kg/ha y puede ser utilizado como cultivo de pastoreo, cortado para heno o para ensilado (Murphy y Colucci, 1999).

Dependiendo del tipo del suelo, del clima y de la variedad, produce de 4 a 10 TM de MS/ha. Dependiendo de la madurez, el contenido promedio de PC en el follaje es de 20%, en el grano puede estar entre 20 a 28% de PC y la digestibilidad de hojas es mayor de 70%. Las semillas tienen buenos contenidos de vitamina A, B y C. Tiene alta palatabilidad, y mejora la producción de leche. (Franco *et al.* 2010)

2.3.4 Canavalia o Jackbean (*Canavalia ensiformis* L.)

Planta de día corto, es anual, pero se vuelve perenne en zonas húmedas y puede sobrevivir de 2 a 4 años. Posee la capacidad de rebrote después del corte, lo que permite producir más de una cosecha. El desarrollo inicial es rápido, el crecimiento productivo es alto. El sistema radicular presenta alta capacidad de reciclaje de nutrientes (Ulrike, 1997). Encontrada en sitios arqueológicos de México que datan del año 3000 A.C, domesticada en Centro América, aclimatada al trópico y sub trópico, resistente a la sequía y tolerante a las altas temperaturas. Su rendimiento es de 20 a 40 Toneladas de materia húmeda/ha y 3 a 6 Toneladas de materia seca/ha (Precoppe, 2005).

El forraje se puede proporcionar verde y no debe constituir más del 30% de la dieta del animal, ya que puede causar problemas de toxicidad. Se puede utilizar también la Canavalia mezclándola con el rastrojo de maíz especialmente en verano (Polo y Medina, 2008). Produce de 3 a 7 TM de MS/ha/año; la alta productividad de biomasa incorporada como abono verde mejora la calidad del suelo y aumenta los rendimientos de los cultivos. La PC en el follaje es de 13 a 21%, y la digestibilidad de 62% (Franco *et al.* 2010).

Jiménez *et al.* (2005) determinaron los cambios en la producción de forraje verde disponible (FVD) producción de materia seca (MS) y la relación de material de alto valor forrajero (MAVF) vs tallos. El rendimiento por corte de FVD para Canavalia fue de $43.18 \pm 4.6.$, para maíz de $39.23 \pm 7.3.$, y para la asociación de 47.27 ± 7.9 TM/ha/corte. No se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos en rendimiento de MS. La producción anual de MS fue de 45.64, 47.88 y 49.64 TM/ha/año. Se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos en la relación MAVF vs tallos obteniéndose la mejor relación en Canavalia.

El contenido de proteína en la planta de Canavalia a lo largo de diferentes edades, es siempre mayor en las hojas y menor en los tallos (Salinas y Crespín, 2010)

Es considerada como una planta rustica con altos rendimientos de granos y forraje capaz de proveer alimentos en áreas marginales, donde el cultivo de otras leguminosas no tendría éxito. Pero a pesar de las ventajas aparentes de esta especie para la producción de proteínas en los trópicos, su utilización ha sido limitada, debido a la presencia de ciertos factores anti-nutricionales, entre los que se encuentran los inhibidores de proteasas, de α -amilasas, lecitinas y aminoácidos no proteicos como la L-canavanina, que reducen su calidad nutricional (Zamora, 2003).

La Canavalia es una leguminosa de alta producción de forraje (7 hasta 12.4 TM/ha) y elevado contenido de proteína bruta en sus hojas, más de 18%. Por tanto, esta especie tiene alta capacidad de uso, pues puede utilizarse como suplemento nutritivo en la alimentación de cerdos, aves y rumiantes, así como en la alimentación humana en zonas áridas, en donde reemplaza la deficiencia de cereales (Estupiñan, *et al.* 2007).

2.3.5 Uso de las leguminosas forrajeras en la alimentación animal

Según Flores (1975), Las leguminosas forrajeras desempeñan un importante papel en la alimentación del ganado, debido a diversas cualidades que las hacen superiores a todas las demás plantas utilizadas como forraje; su calidad es superior en los siguientes aspectos: dan mayor rendimiento de heno por hectárea, son más ricas en proteína que todos

los demás forrajes ordinarios, sus proteínas compensan las deficiencias de proteínas de los granos cereales, el heno de leguminosa henificado al sol es rico en vitamina D.

Se ha demostrado que las leguminosas tropicales, como el caupí (*Vigna sinensis*), tienen una mayor digestión ruminal *in vivo* (Foster *et al.* 2009a) y la digestibilidad *in situ* de Materia Seca (MS) y Fibra Neutro Detergente (FND) comparada con el pasto bahía (*Paspalum notatum*) (Foster *et al.*, 2011). El caupí tenía mayor degradabilidad de materia orgánica (OM) *in vitro* y dio lugar a una mayor ganancia diaria promedio en terneros de pastoreo en comparación con pasto bahía (Vendramini *et al.*, 2012); El caupí alimentando a corderos como henilage también aumentó la digestibilidad aparente de Nitrógeno (N) y la retención de N en comparación con pasto bahía y gandul (*Cajanus cajan*) (Foster *et al.*, 2009b).

Castro Montoya *et al.* (2018), reportan que las dietas conteniendo leguminosas, tienen una tendencia a mayor consumo de Materia Seca, El consumo de PC fue mayor también en estas dietas. El costo de dietas con leguminosas fue menor, la producción tendió a ser mayor y el ingreso sobre el costo de alimentación también las fue mayor con el uso de leguminosas.

2.3.6 Conservación de Forrajes

El Ensilado

El ensilaje es una técnica de conservación de forraje verde mediante fermentación anaeróbica (sin presencia de oxígeno), que cuando está bien implementada permite mantener y conservar la calidad nutritiva del pasto verde durante mucho tiempo. El punto fundamental es evitar el contacto del forraje ensilado con el aire, lo cual se logra mediante una buena compactación y almacenamiento en un ambiente totalmente hermético, lo cual puede lograrse por el acondicionamiento de alguna estructura sellada y/o mediante su cubrimiento con plástico (Reyes *et al.* 2009).

Es una técnica para compensar la poca disponibilidad de forraje en épocas críticas. Se pretende dar un mayor uso a los bancos forrajeros, realizando en promedio tres cortes al año, para almacenar el forraje en forma de ensilaje y suministrarlo al ganado en épocas críticas (Torres, 2014).

El Henificado

La henificación consiste en secar parcialmente el pasto en el menor tiempo posible, mayormente por acción del sol y la circulación de aire. Con frecuencia los pastos cosechados para hacer heno tienen un contenido de materia seca de 20 a 25%, y a través del secado se reduce éste hasta que el por ciento de materia seca alcance un nivel de 85 a 90%. De esta forma el material se puede almacenar por largo tiempo sin que se produzcan fermentación por acción de los microorganismos, ni el desarrollo de hongos, mohos y bacterias que pueden provocar la pudrición del pasto (Pezo *et al.* 2012, Azofeifa, 2010).

La henificación debe realizarse de tal manera que el forraje no se decolore, que no se pierdan sus elementos nutritivos y que se mantenga al mínimo la pérdida de hojas (Flores, 1975).

Entre las prácticas de manejo agronómico adecuadas para la producción de heno son especialmente importantes los sistemas de preparación de suelos y el diseño de los campos que permita el uso eficiente de la maquinaria en el momento del corte, las épocas y frecuencias de corte y las dosis y épocas de fertilización de las pasturas (Fujisaka *et al.* 2005).

La idea es que los productores puedan conservar el forraje seco para luego ser utilizado en la época de sequía y así poder obtener alimento para los animales (Asensio *et al.*, 2013). La meta es aprovechar la abundancia de pastos durante la época de lluvias, almacenándolo (Torres, 2014).

El Henilaje

El henilaje o silopack es una técnica de conservación de forraje. El henilaje es un sistema de conservación que consiste en cortar el forraje, premarchitarlo durante un cierto período hasta lograr un contenido de humedad entre 40 y 60%, luego enfardarlo y envolverlo en un film de polietileno especial. Para realizar el henilaje, al igual que en la henificación, también se busca optimizar el momento de corte, balanceando entre el secado de las plantas y la caída de valor nutritivo. Esta técnica procura combinar los principios de una buena henificación (mediante el desecamiento parcial) y el ensilaje (conservación por fermentación anaeróbica) (Irigoyen, 2009).

2.4 Análisis realizados a los forrajes

2.4.1 Análisis bromatológico proximal

Este análisis ha sido utilizado comúnmente para la investigación nutricional de todos los alimentos. Este método fracciona los alimentos en seis análisis, cada uno de ellos agrupa varios nutrientes que tienen propiedades comunes. Estos análisis son: Humedad, Proteína Cruda, Extracto Etéreo, Fibra Cruda, Extracto Libre de Nitrógeno y Cenizas (Acosta y Hernández, 2012).

Humedad (H)

Se basa en la determinación de la pérdida de peso que sufre una muestra cuando se calienta a una temperatura entre 60 y 70°C por un periodo de 24 horas en una estufa de aire reforzado o ventilación forzada, luego se coloca la muestra a un desecador y se pesa cuando se enfría. Por medio de la fórmula: % H= (pérdida de peso / peso muestra) x 100 (AOAC, 1990).

Proteína (PC)

El método consiste en determinar el nitrógeno en la muestra mediante 4 pasos.

Digestión: Consiste en quemar o destruir toda la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado y caliente (actúa sobre la materia orgánica deshidratándola y carbonizándola) en presencia de catalizadores ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) que aceleran el proceso (aumentando el punto de ebullición del ácido), oxidando en grupo carbonilo reduciendo el nitrógeno a amoníaco que queda fijado en el ácido sulfúrico en forma de sulfato de amonio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), estable en las condiciones de trabajo.

Destilación: Consiste en el desprendimiento del amoníaco por efecto de un álcali fuerte (NaOH al 40%) en corriente de vapor de agua.

Fijación: El amoníaco que se desprende se fija en un volumen conocido de una solución de ácido bórico al 4% e indicador (rojo de metilo y verde de bromocresol), formándose borato de amonio (cambio de color de rojo a verde).

Titulación: El borato de amonio se titula con ácido clorhídrico 0.1 N. Hasta cambio de color de verde a rojo (AOAC, 1990).

Extracto Etéreo (EE)

El método de Soxhlet se basa en un principio gravimétrico; Desde el punto de vista nutricional, la determinación de extracto etéreo sirve no solo para identificar la grasa presente sino también a partir de esta, estimar el contenido calórico del material. (AOAC, 1990). El fundamento es el siguiente: el éter se evapora y se condensa continuamente y al pasar a la muestra, extrae materiales solubles. El extracto se recoge en un beaker y cuando el proceso se completa, el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que queda en el beaker, se seca y se pesa (Flores *et al.* 2010).

Fibra Cruda (FC)

Para determinar fibra cruda se utiliza el residuo desengrasado que queda en el dedal de extracción posterior a la determinación de Extracto Etéreo. A este residuo se le hacen dos digestiones, la primera con ácido sulfúrico 1.25% (digestión ácida) y la segunda con hidróxido de sodio 1.25% (digestión básica), Posteriormente de cada digestión se lava con agua destilada hervida y por último la muestra se lava con alcohol, se seca, se pesa y calcina, calculándose el porcentaje de fibra cruda obtenido después de la calcinación. (AOAC, 1990)

Cenizas (CZ)

La muestra se incinera o calcina a 550°C en un horno de mufla por un periodo de 2 horas para quemar todo el material orgánico, quedando solo el material inorgánico (ceniza) que no se destruye a esta temperatura. Se calcula por medio de la fórmula:

$$\% \text{ Ceniza} = (\text{peso ceniza}/\text{peso de muestra}) \times 100 \text{ (AOAC, 1990).}$$

Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)

Llamado también extracto no nitrogenado o carbohidratos. Dentro de este concepto se agrupan todos los nutrientes no evaluados con los métodos señalados anteriormente dentro del análisis bromatológico proximal. Esta constituido principalmente por carbohidratos digeribles (como almidones y azúcares principalmente, sin embargo también incluye cierta proporción de celulosa, hemicelulosa, lignina, sílice y pectina) así como también vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados. Se determina después que se han completado los análisis para proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda y cenizas. Se calcula por medio de la fórmula:

$$\% \text{ ELN} = 100 - (\% \text{ CZ} + \% \text{ PC} + \% \text{ EE} + \% \text{ FC}) \text{ (AOAC, 1990).}$$

Lignina

La proporción de fibra y carbohidratos solubles es de importancia en la energía neta disponible en un forraje. Los Rumiantes, solamente digieren entre un 40 a un 70% de la fibra diaria ingerida la lignina interfiere con la degradación de los polisacáridos en la fibra, actuando como una barrera física y creando puentes ferulados entre los polisacáridos celulosa y hemicelulosa (Moore y Jung, 2001). La lignina es más concentrada en pastos tropicales (C4) que en pastos C3 y es la base química para la baja digestibilidad de los pastos tropicales (Ramalho, 1991).

2.4.2 Fibra Neutro Detergente y Fibra Acido Detergente

Fibra Neutro Detergente (FND)

La fracción de forraje medida es Fracción del alimento incompletamente digerible, recuperación casi completa de paredes celulares de pastos. En nutrición ruminal el método de la fibra neutro detergente (FND) desarrollado por Van Soest ha remplazado enormemente al FC (Van Soest, 1963a). Aunque se ha usado ampliamente, el método FND para el análisis de fibra de alimentos para rumiantes, no era un método oficial de la AOAC. La hidrólisis de FND con ácido trifluoroacético puede ser usada para determinar los azúcares hemicelulósicos (Slavin, 2003).

Fibra Acido Detergente (FAD)

La fracción medida es Porción de pared celular de la planta, recuperación completa de celulosa. Fibra acido detergente (FAD), es una porción de las fibras de las plantas (Van Soest, 1963b). ADF incluye la celulosa y la lignina de las paredes celulares y cantidades variables de xilanos y otros componentes. Método de análisis aprobado por la AOAC. Una variación común del método ADF es usar NDF como pre tratamiento (Van Soest y Robertson, 1980).

2.4.3 Digestibilidad

Método *In Vitro*

Debido a la duración de las pruebas *in vitro* y al efecto traumático que para el animal supone una fístula, en algunas ocasiones se sustituye el método de las bolsas de nylon por los métodos de laboratorio basados en la incubación anaeróbica a 40 °C durante 2-3 días de la muestra a estudiar (ULPGC, 1997).

La técnica de producción de gases es otro método *in vitro* que permite determinar la extensión y la cinética de degradación del alimento a través del volumen de gas producido durante el proceso fermentativo (Theodorou *et al.*, 1994).

Una de las ventajas de este procedimiento es que el curso de la fermentación y el papel de los componentes solubles del sustrato puede ser cuantificado (Doane *et al.* 1997).

Digestibilidad Ruminal o *In Situ*

Es un proceso de fermentación del material a estudiar, donde se introduce la muestra en una bolsa de poliéster o de nylon con pequeños poros. Esta bolsa se suspende en el rumen, a través de la cánula de un animal, durante periodos determinados de tiempo. Las bacterias, líquidos y productos finales de la digestión entran y salen a través de los poros. El material que desaparece dentro de la bolsa se considera que ha sido digerido (Orskov, 1981).

En el rumen el almidón es fermentado a ácidos grasos volátiles y la proteína degradada a cetoácidos y amoníaco, siendo este último la principal fuente de N para la síntesis microbiana. La intensidad de este proceso degradativo es variable y depende de la magnitud de la fracción potencialmente degradable y de su tiempo de retención en el rumen (Orskov y McDonald, 1979).

Ello puede tener una importante incidencia en la eficiencia de utilización de la dieta y en la respuesta productiva del animal, dada la influencia que el lugar de digestión tiene sobre el tipo de nutrientes absorbidos (Thomas y Rook, 1981).

3. MATERIALES Y METODOS

Este estudio 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 Talcualuya, 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. El ensayo agronómico duró de Febrero a Mayo 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*).

3.1 Metodología de Campo

3.1.1 Labores culturales:

Delimitación del terreno

Se establecieron tres parcelas de 2500 m² (24.00*104.17m), una para cada especie de leguminosa (T1: Vigna; T2: Lablab; T3: Canavalia), utilizando un área total de 7500 m². Dentro de cada parcela (de 2500 m²) 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, ver Figura 1.

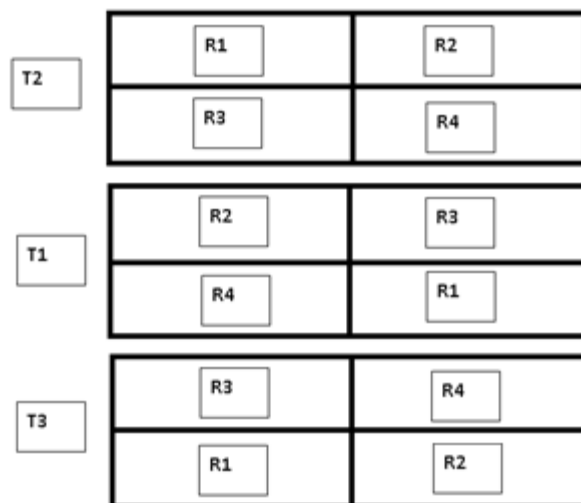


Figura 1: Distribución de los tratamientos y sus respectivas repeticiones en campo.

- **Preparación del terreno.** Se utilizó un área de 0.75 ha de terreno bajo riego. Este 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, Badalini Srl., 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 del suelo (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 (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 aspersion de 4 horas de duración por especie, cada 7 días, desde la siembra hasta el día 61 de vida de los cultivos (Figura A-9).
- **Control de Malezas.** Las malezas se controlaron manualmente cada 7 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, Badalini Srl., Rivarolo, Italy) para el control de malezas a los 35 días (Figura 3B)

- **Control de plagas.** Se aplicó neonicotinoidelimidacloprid, 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.

3.1.2 Muestreos.

Las muestras se colectaron a los 70 días (Figura 5A), para lo cual se procedió de la siguiente manera: Se cortaron todas las plantas en un cuadro de 2x2 metros a una altura de 5 cm del suelo dentro de la parcela y se registró el peso del material. 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 pesaron las diferentes fracciones (Figura 5B), luego se picaron las plantas enteras y las fracciones y se tomaron muestras de 2 kg de cada una de ellas (Figura 5C). Se identificaron y se preservaron en hieleras a 4°C para su posterior conducción al laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador para su respectivo análisis (Figura A-12).



Figura 4: Muestreo (A) Pesado de muestra (B) Toma de datos para rendimiento (C) seleccion 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 4A), luego se les brindo un paso de carriladora (RP 4 SB, Badalini Srl., Rivarolo, Italy) (Figura 4B) y fueron secados al sol durante 7 días, luego fueron hechos pacas de heno con un paso de la enfardadora (328, Deere & Company, Moline-Illinois, US) (Figura 4C).



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

3.2 Metodología de Laboratorio

3.2.1 Análisis de Laboratorio

Las muestras (Figura 6A) en el laboratorio se secaron en una estufa de aire circulante (100-800, Memmert GmbH and Co. KG, Schwabach, Germany) a 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, 1967) (Ankom, NY USA 200) y ceniza (Naberthern, Bremen, Alemania). Todos estos análisis siguiendo los procedimientos de la AOAC (1990).

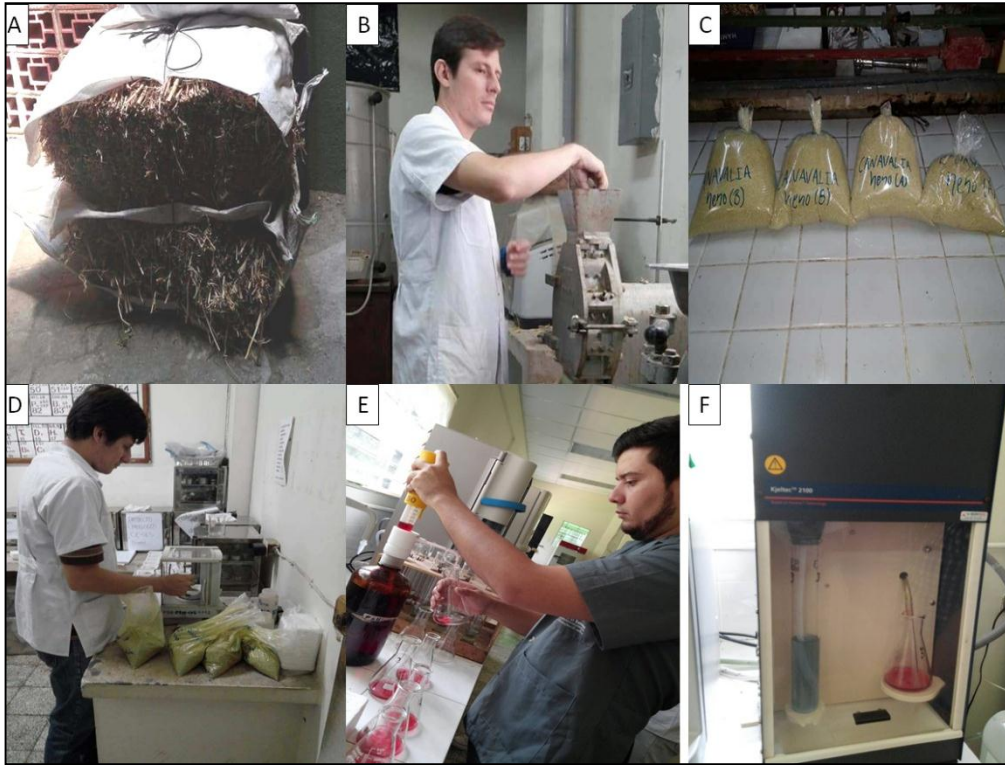


Figura 4: Análisis de laboratorio. (A) Muestra de heno (B) Molido de muestra (C) Almacenamiento y etiquetado de la muestra (D) Pesado de la muestra (E, F) Determinación de N

3.2.2 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 gr en bolsas de nylon, de cuales se incubaron cuatro repeticiones duplicadas en tres corridas diferentes en el rumen de una vaca fistulada por 48 horas (Figura A-11). Las muestras fueron retiradas, lavadas con agua, secadas en una estufa de aire circulante y pesadas. La digestibilidad *in situ* de la MS en porcentaje fue calculada según el procedimiento descrito por Mehrez, y Orskov (1977)

Formula:

$$\text{Digestibilidad Ruminal} = (\text{perdida de material}/\text{peso de muestra}) * 100$$



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

3.2.3 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*. 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-liquido 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 3 vacas Holstein fistuladas en lactación después de 3 horas de ser alimentadas. 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.



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

3.3 Metodología de Estadística

3.3.1 Factores en estudio

Especies de Leguminosas:

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

3.3.2 Parámetros a evaluar (variables en estudio)

- Rendimiento de Materia Verde TM/Ha
- Contenido de Materia Seca %
- Rendimiento de Materia seca TM/Ha
- Contenido de Proteína Cruda %
- Rendimiento de Proteína Cruda TM/Ha
- Contenido de FND %
- Rendimiento de FND TM/Ha
- Contenido de FAD %
- Rendimiento de FAD TM/Ha
- Contenido de Cenizas %
- Degradabilidad de 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)

3.3.3 Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados por medio de un diseño completo al azar. En el estudio se usaron 3 tratamientos y 4 repeticiones para evaluar los parámetros de composición nutricional, 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.

Modelo estadístico de un diseño completamente al azar:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \epsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij}: Variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental

μ: Efecto de la media general

t_i: Efecto del i-ésimo tratamiento

ε_{ij}: Efecto del error experimental asociado a la i-ésima unidad experimental

3.4 Análisis Económico

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.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Contenido nutricional

Cuadro 2: 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.

Materia Seca

Los contenidos de humedad de los forrajes verdes son un determinante principal del rendimiento de materia seca. El contenido de MS en Planta Completa en las tres leguminosas en estudio fué similar en este estudio, aproximándose a 16% en las tres especies estudiadas (Figura A-1). En el caso de los tallos y las hojas, se encontró mayores contenidos de MS en Canavalia (cuadro 2).

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.

Las leguminosas forrajeras se caracterizan por sus contenidos de proteína cruda (PC) superiores a las gramíneas. Este estudio muestra que las plantas completas de las especies estudiadas tienen contenidos superiores a 16%, es de notar que en el caso de las hojas, los contenidos se encuentran entre 24% y 30%, observándose en esta experiencia que las hojas de Lablab y Canavalia tienen contenidos mayores que Vigna (Figura A-2).

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 Lab Lab los valores reportados han sido 14% (Salazar 1988), entre 16.6% y 20.97% (Flores, 1996). Los contenidos de proteína obtenidos en nuestro estudio que son 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%. Por otra parte, Cook *et al.* (2005), afirman que la Hoja del Lablab contiene entre 21 a 38% de PC lo cual es consistente con nuestros datos (cuadro 2), 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.

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 está erguida (Figura A-3).

En estudios con leguminosas normalmente no hay diferencias entre las especies, en un estudio previo, 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 encuentran cuando se comparan leguminosas con gramíneas, siendo mayor el contenido de NDF en estas últimas (Cortiana *et al.*, 2017, Foster *et al.*, 2009a)

Fibra Acido Detergente.

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 (Figura A-4).

Los contenidos de FAD encontrados en el estudio actual 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 producen forrajes de mejor calidad (Amiri y Bin Mohamed, 2012)

4.2 Rendimientos.

Cuadro 3: 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.

Los rendimientos de materia verde, materia seca, proteína, FND, y FAD fueron similares en las tres especies estudiadas (Cuadro 3). Diferentes estudios han reportado rendimientos de materia verde 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 Lab Lab 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

Lablab variedad Rongai. Presumiblemente, las diferencias entre algunos autores pueden deberse a las diferencias en condiciones del terreno, ambiente y manejo del cultivo.

En el estudio actual, 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

4.3 Degradabilidad y Digestibilidad.

Cuadro 4. 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>in vitro</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.

Al comparar la Degradabilidad Ruminal de la materia seca y materia orgánica las tres leguminosas estudiadas (Figura A-5 y Figura A-6), se observó mayores valores en Vigna tanto en planta completa como en hojas, tallos y heno en comparación con Lablab y Canavalia (Cuadro 4)

Las diferencias en degradabilidad observadas probablemente están determinadas por la composición nutricional de los follajes. Como se puede observar en el cuadro 3, 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 celulosa y hemicelulosa (Van Soest, 1963a)

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 ente 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.

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 ya que los valores en Vigna tanto en planta completa como en hojas, tallos y heno presentan la mayor digestibilidad en ambas técnicas (Figura A-5 y Figura A-7).

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.

La cantidad de materia orgánica degradada en el rumen fué mayor en la Vigna, lo que concuerda con los resultados obtenidos de digestibilidad, y las menores proporciones de FND y FAD que contiene la Vigna en comparación con las otras dos leguminosas.

4.4 Costos.

Cuadro 5: Costos de producción de Vigna, Lablab y Canavalia por Ha.

Costos \$ (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, este es el 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 2017¹ y un contenido de 49% de PC.

El costo de producción de los cultivos fué registrado por medio del control de gastos en labor, insumos y uso de maquinaria (cuadro A-48). Los costos por ha 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 5 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 soya.

¹ Sr. Romeo Antonio López. 2018. Comunicación personal.

5. 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 casi 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 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 válida, ya que el cambio en su composición nutricional es pequeño.

El costo de la proteína de follaje de las leguminosas estudiadas es menor que el costo de la proteína de harina de soya.

6. 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.

En El Salvador se recomienda sembrar las leguminosas con fines de henificación en la que culturalmente se denomina siembra de postrera o segunda, la cual tradicionalmente se realiza en Agosto, esto para que el cultivo aproveche la lluvia durante todo su desarrollo y el fin de la época lluviosa coincida con la edad fenológica de cosecha y secado, o sembrar utilizando riego entre los meses de Octubre a Febrero, para que se tenga un margen de tiempo que permita el secado del material previo al inicio de la época lluviosa, en El Salvador esto ocurre generalmente en el mes de Mayo.

Para futuras investigaciones se recomienda evaluar la respuesta biológica de rumiantes alimentados con estas especies de leguminosas, así como evaluar una posible reproducción asexual del Lablab ya que se observó en los tallos que tenían contacto con el suelo se producían raíces adventicias, también se recomienda investigar si existe capacidad de rebrote en estas especies para promover una sostenibilidad del sistema productivo de los ganaderos que las implementen.

7. 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: *Sorghum 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.
- Angeles, S; Corona, L; Escamilla, J; Melgarejo, L; Spross, K. 2002. Alimentación animal. Forrajes y concentrados. 2º Ed. México DF. Universidad Nacional Autónoma de México. p 27.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. USA.
- Ara, M; De La Torre, M; Reyes, C. 1998. Investigación en IVITA-Pucallpa. En Taller Internacional sobre actividades de TROPILECHE. 24-26 de Febrero de 1998. Atenas, Costa Rica con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13(3):2-10.
- Aronovich, S; Serpa, A; Ribeyro, H. 1970. Effect of nitrogen and legume upon beef production of pangola grass pasture. Proceedings of the 11th International Grassland Congress. Queensland, Australia.
- Asensio, V; Perguero, A; Valerio, D; Colon, R. 2013. Elaboración de Heno. Alternativa Forrajera para la Época de Sequía. Guía Técnica para el Productor. Food and Agriculture Organization (FAO) con el apoyo de la cooperación belga. 8 p.
- Azofeifa, R. 2010. Guía Técnica para la Difusión de Tecnologías de Producción Agropecuarias Sostenibles. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica). 1ª Ed. San José. CR.
- Buxton, D.R; Mertens, D; Fisher, D.S. 1996. Forage quality and ruminant utilization. *In*: Cool season grasses. Agronomy monograph. American Society of Agronomy, Crop Sciences Society of America. Madison, WI. USA. p: 229-266.
- Cameron, D. 1988 tropical and sub tropical pasture legumes. *Queensland Agricultural Journal*. March- Abril: 110 – 113
- 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>

- Chacón, E; Marchena, H; Rodríguez, J; Alvarado, A. 2000. El uso de leguminosas en sistemas de producción con bovinos de doble propósito en Venezuela. Reporte Técnico. Universidad central de Venezuela, Maracaibo, VE.
- Chanthakhoun, V; Wanapat, M; Wachirapakorn, C; Wanapat, S. 2011. Effect of legume (*Phaseolus calcaratus*) hay supplementation on rumen microorganisms, fermentation and nutrient digestibility in swamp buffalo. *LivestockSci*. p. 17-23.
- Chessa, A. 2007. Calidad del Sorgo como alimento animal. *Marca Liquida Agropecuaria* 17(169): 65-68
- 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; Crespín Payés, E.A; Elizondo-Salazar, J.A. 2010a. Yield and quality of grasses and legumes for dairy cattle feeding. *J Dairy Sci* 93 Suppl 1.
- Corea Guillén, E.E; Flores Tensos, J.M; Salinas Munguía, F.M; Crespín 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; Regiani Sippert, 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.
- Dávila, C; Will, J; Kingsley, K; Skerman, P; Tyler, B. 1990. Uso De Pastos De Corte En Los Sistemas Intensivos (En Línea). Consultado el 24 de Marzo de 2017. Disponible en: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion3/articulo9-s3.pdf
- Dávila, C; Urbano, D. 2005. Uso de pastos de corte en los sistemas intensivos. *In* González, C; Soto, E. (Eds). *Manual de Ganadería Doble Propósito*. Editorial Astro Data, Maracaibo, Venezuela. p. 193-198.
- Davis, R.F. 1973. *La Vaca Lechera. Su Cuidado y Explotación*. 1ª Ed. México. MX. Editorial Limusa. p. 278-280.

- Doane, P; Schofield P; Pell, A. 1997. Neutral detergent fiber disappearance and gas and volatile fatty acid production during the in vitro fermentation of six forages. *Journal of Animal Science* 75(12): 3342-3352.
- Duke, J. 1983. Sorghum X Alnum Parodi. *Handbook of Energy Crops*. (En Línea) Consultado 3 Enero 2018. Disponible en: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Sorghum_Xalnum.html
- 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 Tensos, J.M; Carranza Estrada, F; Bonilla de Torres, B.L. 2010. *Manual de laboratorio de análisis bromatológicos*. Facultad de Ciencias Agronómicas. 32 p. Universidad de El Salvador (UES, SV).
- Flores, R; Vilorio, A. 2005. *Cría de Ganado Bovino*. Cuaderno de Estudio. MINEP (Ministerio para la Economía Popular, VE). 1ªEd. VE. 35 p.
- 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.
- Foster, J.L; Carter, J.N; Sollenberger, L.E; Blount, A.R; Myer, R.O; Maddox, M.K; Phatak, S.C; Adesogan, A.T. 2011. Nutritive value, fermentation characteristics, and in situ disappearance kinetics of ensiled warm-season legumes and bahiagrass. *J. Dairy Sci.* 94, 2042–2050.
- Franco, L; Calero, D; Duran, C. 2006. *Manejo y Utilización de Forrajes Tropicales Multipropósito*. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. *Proyectos Forrajes IPRA*. 30 p.
- Franco, L; Hincapie, B; Peters, M; Schmidt, A. 2010. *Especies Forrajeras Multipropósito Opciones para Productores del Trópico Americano*. Cali, CO. CIAT. 221 p.

- Fujisaka, S; Holmann, F; Peters, M; Schmidt, A; White, D; Burgos, C; Ordoñez, J; Mena, M; Posas, M; Cruz, H; Davis, C; Hincapié, B. 2005. Estrategias para minimizar la escasez de forrajes en zonas con sequías prolongadas en Honduras y Nicaragua. Documento de Trabajo No. 201. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Cali, CO.
- García, R. 2010. Desarrollo de la cadena de valor para los productos lácteos. Modelo productivo para las MIPYME en El Salvador (En Línea). Consultado el 28 de Febrero de 2017. Disponible en: http://web.minec.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=502:informe&id=53:desarrollo-cadenas&Itemid=63
- 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.
- Gómez Méndez, M; Salazar Castellanos L; Serrano Martínez J. 2006. Plan Estratégico para la utilización de las técnicas israelitas en los hatos lecheros del occidente del país y su aprovechamiento desde la gestación hasta la etapa de la producción. Tesis. Lic. Adm. De Empresas. San Salvador, SV. UJMD. 163 p.
- González, A.T. 1961. Experimentación sobre el cultivo de sorgo en Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 160 p.
- Granillo, C. 2006. Sorgo híbrido forrajero multicortes SS-44. Nueva alternativa forrajera para incrementar la producción de leche. El Salvador. CENTA. 1-5. Boletín Técnico nº16
- Henríquez, B.F; Chávez R.A. 2004. Propuesta de una estructura de costos predeterminados estimados, para establecer los márgenes de utilidad del sector dedicado a la explotación del ganado lechero en el municipio de Nueva Concepción departamento de Chalatenango. Tesis. Lic. C.P. San Salvador, SV. UFG. 182 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.

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2012. Caracterización de la cadena productiva de lácteos en El Salvador. (En Línea). Consultado el 26 de Abril de 2017. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B4160e/B4160e.pdf>
- Instituto Nacional Tecnológico, NI (INATEC). 2016. Manual del protagonista. Pastos y forrajes. Nicaragua. INATEC.82 p Manual Técnico.
- Inchausti, D.; Tagle, E. 1967. Bovinotecnia. Exterior y Razas. 5ª Ed. Buenos Aires. AR. El Ateneo. p. 419
- Irigoyen, A. 2009. El rol de las reservas forrajeras en los Sistemas Ganaderos. Revista Plan Agropecuario 130:46-52.
- Jaramillo, S. 2012. Efecto de suplementación con cultivo hidropónico (*Zea mays*) en la crianza de terneras desde 3 hasta 8 meses de edad en la hacienda Piganta Agrícola S.A parroquia Atahualpa. Tesis. Ing. Agroindustrial. EC. UDLA. 108 p.
- Jiménez, PA; Cortes, H; Ortiz, S. 2005. Rendimiento forrajero y calidad de ensilaje de Canavalia en monocultivo y asociada con Maíz. Acta Agron. 54 (2): 31-36.
- Juarez 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.
- Kaitho, R.J; Umunna, N.N; Nsahlai, I.V; Tamminga, S; Van Bruchem, J. 1997. Utilization of browse supplements with varying tannin levels by Ethiopian Menz sheep. I. Intake, digestibility and live weight changes. Agroforest. Syst. 39: 145-149.
- Lascano, C; Ávila, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. Pasturas Tropicales 13(3):1-9
- León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. Tercera edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, CR). p 200-201. CR.
- López, I; Enríquez, J. 2011. Paquete tecnológico zacate *Pennisetum purpureum*, establecimiento y producción. Programa estratégico para el desarrollo rural sustentable de la región sur-sureste de México trópico húmedo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (SAGARPA-INIFAP, MX). 9 p.
- Livas, C. 2000. Engorda de ganado bovino en condiciones de trópico. In Memorias del Congreso Nacional de Buiatría (XXIV, 2000, Guadalajara, México). AMMVEB. Guadalajara, México. p 71- 75.
- Maas, E.V. 1990. Crop salt tolerant. In: Agricultural salinity assessment and management. K. K. Tanji (ed). Capt. 13. ASCE Manuals and Reports on Engineering No. 711. ASCE, NY. p. 262-304.

- 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.
- Mejia 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
- Méndez Lara, G.A; Pérez Avelar, M.A. 2005. Diseño de un modelo de registro y control contable de los archivos biológicos para lograr mayor razonabilidad en los estados financieros de las empresas legalmente inscritas del sector ganadero, ubicadas en la zona occidental de El Salvador. Tesis. Lic. C.P. San Salvador, SV. UFG. 282 p.
- Menéndez, J; Mesa, A; Esperance, E. 1985. Dolichos (*Lablab niger*). *Pastos y Forrajes* 8(3): 4-7
- Mullen, C.L; Holland, J.F; Heuke, L. 2003. Cowpea, lablab and pigeonpea. *Agfact* P4.2.21. First edition. NSW Agriculture. 16 p.
- Murphy, A.M; Colucci, P.E. 1999. A tropical forage solution to poor quality ruminant diets: A review of *Lablab purpureus*. *Livestock Research for Rural Development* (11) 2. 18 p.
- Murtagh, G.J; Dougherty, A.B. 1968. Relative yields of lablab and velvet bean. *Tropical Grasslands*. 2:57-63.
- Muzquiz, M; Wodd J.A. 2007. The lentil botany production and uses (En línea). Consultado el 28 de Marzo de 2017. Disponible en: https://books.google.com.sv/books?id=XrMyIq_Ajm8C&pg=PA382&lpg=PA382&dq=muzquiz+y+wood+2007&source=bl&ots=CRMozSzf9&sig=Q2I570gz_qq2E7knZEFQu9PEYVU&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiG26LUuPrSAhUdS2MKHdRaDJIQ6AEIGzAA#v=onepage&q=muzquiz%20y%20wood%202007&f=false
- NSW Department of Primary Industries. 1999. Summer legume forage crops: Cowpeas, lablab, soybeans. *Agfact* P4.2.16 (2 ed.). 13 p. Disponible en: <http://www.agric.nsw.gov.au/reader/forage-fodder/p4216.html>
- Ørskov, E.R; McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.* 92: 499.
- Ørskov, E.R. 1981. Recent Developments in Ruminant Nutrition. *In: W. Haresign y D.J.A. Cole (eds).* Butterworths, London. pp: 17.
- Ortíz, O; Flores, H; Alemán, S; Osorio, M; Solórzano, S. 2016. El Salvador: Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad para la alimentación y la agricultura. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV)-CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”, SV). 154 p.

- Paulson, J; Raeth-Knight, M; Linn, J. 2008. Grass vs. Legumes forages for dairy cattle. *In: Proc. Minnesota Nutr. Conf.*: 119-133.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. Sistemas Silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal N° 2. 2da Edición. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, CR). pp. 63-79.
- Pezo, D; Villeda, R; Najera, K. 2012. ¿Cómo preparar heno de buena calidad en forma artesanal? Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, CR). 6-7. Manual Técnico.
- Peñagaricano, J; Arias, W; Llana, N. 1986. Ensilaje: manejo y utilización de las reservas forrajeras. Editorial Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 345 p.
- Pleitez, J; Mejía, O.E.; Araujo Santin, J. 2003. Diagnostico de los Recursos Zoogenéticos en El Salvador (En Línea). Consultado el 27 de Noviembre de 2016. Disponible en: <http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1250e/annexes/CountryReports/ElSalvador.pdf>
- Polo, E; Medina, A. 2007. Medición de la Producción del Forraje. Revista Promega 4:2
- Polo, E; Medina, A. 2008. Canavalia (*Canavalia ensiformis*) (En Línea). Consultado el 2 de Abril de 2017. Disponible en: http://www.up.ac.pa/ftp/2010/i_promega/documentos/plegable2008_1.pdf
- Precoppe, M. 2005. Jack Bean/Wonder Bean *Canavalia ensiformis* (En Línea). Consultado el 2 de Abril de 2017. Disponible en: <https://www.uni-hohenheim.de/www380/380a/LectureNotes/Canavalia.pdf>
- Ramallo, J.M.C; 1991. Treatment of straws. Options Méditerranéennes 16: 55-60. treatment of low quality forages. Nebraska Cooperative Extension EC 89-265.
- Razz, R; Clavero, T. 1997. Producción de leche en vacas suplementadas con harina de *Gliricidia sepium*. Arch Latinoam ProdAnim 5(1): p. 127-128.
- Reyes, N; Mendieta, B; Fariñas, T; Mena, M; Cardona, J; Pezo, D. 2009. Elaboración y Utilización de Ensilajes en la Alimentación del Ganado Bovino. Nicaragua. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE, CR). 9-10. Manual Técnico n°91
- Rosa, B.; Silva, S. 1997. Efeito das épocas de diferimento na produção e composição química do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum. Cv. Cameroon). anais das escolas de agronomia e veterinaria. Goiânia, Universidade Federal De Goiás. 27(2): 109-115.
- Rubio, L.A; Molina, E. 2016. Leguminosas en alimentación animal. Arbor 192 (779):1-14.
- Ruiz, R; Vásquez, C.M. 1983. Consumo Voluntario de Pastos y Forrajes Tropicales en Ugarte J, SENRA C (eds). Los Pastos en Cuba. Tomo 2. La Habana, Cuba. P.117-123
- Russell, J.S. 1976. Comparative salt tolerance of some tropical and temperate legumes and tropical grasses. Aust. J. Exptl. Agric. Animal Husb. 16: 103-109.

- 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.
- Sánchez, A. 2001. Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina. Producción bovina de carne. Investigador. (En Línea). FONAIAP. Estación Experimental del Estado Falcón. Coro. VE. Consultado: 28 de Abril de 2017. Disponible en: http://www.produccionbovina.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas/%20artificiales/38-leguminosas_como_potencial_forrajero.html
- 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.
- Senra, A. 2002. Manejo del pasto y la recuperación lechera. Rev. ACPA. 21:31
- Slavin J. 2003. Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrient databases. J Food Compos. Anal. 16(3): 287-291
- Suárez, S; Rubio J; Franco C; Vera R; Pizarro E; Amézquita M. 1987. *Leucaena leucocephala*: producción, y composición de leche y selección de ecotipos con animales en pastoreo. Pasturas Tropicales 9(2):11-17.
- Theodorou, M; Williams, B; Dhanoa, M; McAllan, A; Frances, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology 48:195-197
- Thomas, P.C; Rook, J.A.F. 1981. Recent developments in Ruminant Nutrition. In W. Haresign; Cole, D.J.A. (eds). Butterworths, London. p. 157.
- Torres, K. 2014. Ganadería Amigable con el Ambiente en El Trifinio. Experiencias y Aprendizajes con Sistemas Silvopastoriles en Zonas de Ladera. Ed. Vogel A; Bueso D. Programa Bosques y Agua/GIZ- Plan Trifinio. 50 p.
- Timko, M; Ehlers, J; Roberts, P. 2007. Cowpea. In: Kole, C. (ed) Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, Volume 3, Pulses, Sugar and Tuber Crops, Springer Verlag, Berlin Heidelberg. p. 49–67.
- Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), ES. 1997. La degradación Ruminal y la digestión de los alimentos (En Línea), Las palmas, ES. Consultado 07 ene. 2018 Disponible en: <http://www.webs.ulpgc.es/nutranim/tema22.htm>

- Ulrich, C; Vera, R; Weniger, J. 1994. Producción de leche con vacas de doble propósito en pasturas solas y asociadas con leguminosas. *Pasturas Tropicales*. 16(3):27-30
- Ulrike, B. (1997). Manual de leguminosas de Nicaragua. Tomo I, primera edición PASOLAC, EAGA. Estelí, NI. p 88-90, 115-122
- Urbano, D; Dávila, C. 2005. Leguminosas arbóreas para optimizar la producción de leche y carne *In* González C. y E. Soto. (Eds.). Manual de Ganadería Doble Propósito. Fundación GIRARZ. Editorial Astro data, Maracaibo, VE. p. 213-218.
- Uribe, L. 1972. Botánica. 16ª Ed. Bogotá. Colombia. p. 181.
- Valenzuela, H; Smith, J. 2002a. Cowpea (En Línea). Consultado el 16 de Febrero de 2017. Disponible en <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/GreenManureCrops/cowpea.pdf>
- Valenzuela, H; Smith, J. 2002b. Lablab (En Línea). Consultado el 16 de Febrero de 2017. Disponible en <https://www.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/GreenManureCrops/lablab.pdf>
- Van Soest, PJ. 1963a. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. *J Assoc Off Anal Chem*.
- Van Soest, PJ. 1963b. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. I. Preparation of Fiber Residues of Low Nitrogen Content. *J Assoc Off Anal Chem*.
- Van Soest, PJ, Robertson JB. 1980. Systems of Analysis for Evaluating Fibrous Feeds. *In*: Pigden WJ, Balch CC, Graham M. (eds.) Standardization of Analytical Methodology in Feeds. Ottawa: International Research Development Center. p. 49-60
- Vendramini, J.M., Arthington, J.D., Adesogan, A.T. 2012. Effects of incorporating cowpea in a subtropical grass pasture on forage production and quality and the performance of cows and calves. *Grass Forage Sci*. 67, 129–135.
- Wilkins, R.J. 2001. Legume Silages Animal production: Increasing profits With forage Legumes. Institute of grassland and environmental research. Devon UK, 9 p.
- Zamora, C. 2003. Efecto de la Extrusión Sobre la Actividad de Factores Antinutricionales y Digestibilidad in Vitro de Proteínas y Almidón en Harinas de *Canavalia ensiformis*. *ALAN*, set. 53(3): 293-298.

8. ANEXOS.

Cuadro A- 1 Resumen contenido de materia seca.

.Contenido Materia Seca %					
Cultivo	R1	R2	R3	R4	Promedio
Planta Completa					
Vigna	16.01	16.59	15.60	16.61	16.20
Lab Lab	18.56	16.95	15.25	16.79	16.89
Canavalia	17.90	16.18	17.43	14.26	16.44
Tallo					
Vigna	14.82	14.46	14.96	15.36	14.90
Lab Lab	15.98	15.99	15.24	16.36	15.89
Canavalia	33.68	34.45	34.21	33.46	33.95
Hoja					
Vigna	19.02	19.07	18.17	20.68	19.24
Lab Lab	21.15	21.75	17.53	18.47	19.73
Canavalia	28.35	28.96	26.70	28.64	28.16
Heno					
Vigna	89.74	88.79	98.36	90.48	91.84
Lab Lab	74.49	80.01	88.13	80.44	80.77
Canavalia	90.08	91.00	89.39	90.23	90.18

Cuadro A- 2 Resumen contenido de proteína cruda.

.Contenido Proteína Cruda %					
Cultivo	R1	R2	R3	R4	Promedio
Planta Completa					
Vigna	18.06	16.16	21.38	16.11	17.93
Lab Lab	18.23	16.90	14.76	15.76	16.41
Canavalia	21.76	18.30	19.11	15.12	18.57
Tallo					
Vigna	10.33	11.02	9.64	8.48	9.87
Lab Lab	9.26	9.57	8.82	8.95	9.15
Canavalia	8.56	9.68	8.79	11.15	9.55
Hoja					
Vigna	22.69	24.68	23.48	23.84	23.67
Lab Lab	29.43	29.25	31.11	28.62	29.60
Canavalia	24.46	28.33	28.20	29.48	27.62
Heno					
Vigna	16.94	18.32	16.56	17.03	17.21
Lab Lab	16.30	20.87	21.16	20.46	19.70
Canavalia	17.35	21.22	22.84	20.82	20.56

Cuadro A- 3 Resumen contenido de fibra neutro detergente.

Cultivo	R1	R2	Promedio
Planta Completa			
Vigna	49.64	50.26	49.95
Lab Lab	54.48	53.94	54.21
Canavalia	51.08	52.57	51.83
Tallo			
Vigna	52.81	52.55	52.68
Lab Lab	62.43	62.05	62.24
Canavalia	66.67	66.46	66.57
Hoja			
Vigna	35.36	31.99	33.68
Lab Lab	38.21	39.04	38.63
Canavalia	35.80	35.00	35.40
Henos			
Vigna	46.28	45.10	45.69
Lab Lab	50.28	47.47	48.88
Canavalia	58.78	57.11	58.25

Cuadro A- 4 Cuadro resumen contenido de fibra acido detergente.

Cultivo	R1	R2	Promedio
Planta Completa			
Vigna	32.38	31.65	32.02
Lab Lab	37.17	36.93	37.05
Canavalia	33.57	34.58	34.08
Tallo			
Vigna	37.96	38.26	38.11
Lab Lab	46.30	46.19	46.25
Canavalia	50.41	49.96	50.19
Hoja			
Vigna	22.46	20.28	21.37
Lab Lab	21.69	22.20	21.95
Canavalia	18.95	18.31	18.63
Heno			
Vigna	29.06	28.25	28.66
Lab Lab	34.78	33.42	34.10
Canavalia	39.36	39.06	39.21

Cuadro A- 5 Resumen Contenido de Ceniza

.Contenido Ceniza %					
Cultivo	R1	R2	R3	R4	Promedio
Planta Completa					
Vigna	10.34	10.26	10.34	10.31	10.31
Lab Lab	10.96	11.25	11.05	11.09	11.09
Canavalia	8.28	7.81	8.03	8.04	8.04
Tallo					
Vigna	14.60	14.60	14.60	14.60	14.60
Lab Lab	10.50	10.22	10.41	10.38	10.38
Canavalia	5.47	5.59	5.59	5.55	5.55
Hoja					
Vigna	13.17	14.66	14.76	14.20	14.20
Lab Lab	11.77	11.74	11.90	11.80	11.80
Canavalia	12.90	12.21	12.20	12.44	12.44
Heno					
Vigna	10.81	10.63	10.78	10.74	10.74
Lab Lab	11.20	11.35	11.20	11.25	11.25
Canavalia	10.92	10.93	10.77	10.87	10.87

Cuadro A- 6 Resumen Rendimiento en Ton/Ha.

.Rendimientos Ton/Ha					
Cultivo	R1	R2	R3	R4	Promedio
Materia Verde					
Vigna	25.45	38.18	38.18	33.64	33.86
Lab Lab	30.68	32.73	36.14	33.41	33.24
Canavalia	34.09	29.55	35.80	36.36	33.95
Materia Seca					
Vigna	4.12	6.19	6.19	5.45	5.49
Lab Lab	5.18	5.53	6.10	5.64	5.61
Canavalia	5.60	4.86	5.89	5.98	5.58
Proteína Cruda					
Vigna	0.74	1.00	1.32	0.88	0.99
Lab Lab	0.94	0.93	0.90	0.89	0.92
Canavalia	1.22	0.89	1.13	0.90	1.04
FND					
Vigna	2.56	2.93	-----	-----	2.75
Lab Lab	2.92	3.17	-----	-----	3.05
Canavalia	2.67	3.12	-----	-----	2.90
FAD					
Vigna	1.67	1.84	-----	-----	1.76
Lab Lab	1.99	2.17	-----	-----	2.08
Canavalia	1.76	2.05	-----	-----	1.91

Cuadro A- 7 Resumen Digestibilidad Ruminal *in situ* de la MS.

.Digestibilidad Ruminal de la MS %					
Cultivo	R1	R2	R3	R4	Promedio
Planta Completa					
Vigna	77.57	74.48	80.05	72.71	76.20
Lab Lab	60.90	62.90	58.22	65.96	62.00
Canavalia	67.50	66.57	65.85	70.66	67.65
Tallo					
Vigna	69.24	67.60	66.81	68.62	68.07
Lab Lab	58.13	56.73	56.09	62.04	58.25
Canavalia	47.47	49.14	44.51	51.44	48.14
Hoja					
Vigna	84.16	86.66	84.29	82.60	84.43
Lab Lab	82.64	83.32	84.42	83.87	83.56
Canavalia	79.29	81.12	79.26	81.49	80.29
Heno					
Vigna	69.34	73.29	69.52	69.02	70.29
Lab Lab	57.99	65.24	65.94	65.64	63.70
Canavalia	58.25	64.58	64.71	64.19	62.93

Cuadro A- 8 Resumen % Degradabilidad de la MO

.Degradabilidad de la MO %					
Cultivo	R1	R2	R3	R4	Promedio
Planta Completa					
Vigna	76.37	73.03	79.18	70.63	74.80
Lab Lab	58.00	60.89	54.83	63.96	59.42
Canavalia	66.44	65.2	64.62	69.71	66.49
Tallo					
Vigna	65.48	62.88	62.04	64.22	63.66
Lab Lab	53.54	52.44	51.15	57.84	53.74
Canavalia	40.95	43.21	37.38	45.58	41.78
Hoja					
Vigna	85.27	88.49	85.4	82.53	85.42
Lab Lab	83.51	84.02	85.09	83.95	84.14
Canavalia	81.51	82.94	81.25	82.71	82.10
Heno					
Vigna	67.86	71.87	67.59	68.14	68.87
Lab Lab	62.25	72.12	72.68	71.91	69.74
Canavalia	66.47	75.04	75.40	74.74	72.91

Cuadro A- 9 Resumen % Digestibilidad *in vitro*

.Digestibilidad <i>in Vitro</i> %				
Cultivo	R1	R2	R3	Promedio
Planta Completa				
Vigna	70.08	71.27	69.79	70.38
Lab Lab	61.10	62.25	60.93	61.43
Canavalia	58.92	61.11	57.19	59.07
Tallo				
Vigna	66.38	70.29	67.67	68.11
Lab Lab	48.74	50.80	49.88	49.81
Canavalia	39.49	43.40	40.99	41.29
Hoja				
Vigna	69.19	66.93	68.61	68.24
Lab Lab	76.30	77.11	78.86	77.42
Canavalia	68.66	69.22	51.29	63.06
Heno				
Vigna	63.65	62.89	55.46	60.67
Lab Lab	67.37	63.34	65.07	65.26
Canavalia	52.91	50.70	48.32	50.64

Cuadro A- 10 Prueba de Normalidad de los datos por medio de Shapiro-Wilks.

Shapiro-Wilks (modificado), aplicado a los residuos.					
Variable	n	Media	D.E	W*	P(Unilateral D)
%MS Planta Completa	12	0.00	1.13	0.94	0.6943
%MS Tallo	12	0.00	0.39	0.90	0.2701
%MS Hoja	12	0.00	1.31	0.95	0.7195
%MS Heno	12	0.00	3.74	0.89	0.2052
%PC Planta Completa	12	0.00	2.08	0.94	0.6773
%PC Tallo	12	0.00	0.85	0.94	0.9184
%PC Hoja	12	0.00	1.34	0.94	0.6561
%PC Heno	12	0.00	1.74	0.87	0.1013
%FND Planta Completa	6	0.00	0.54	0.95	0.8079
%FND Tallo	6	0.00	0.16	0.86	0.2134
%FND Hoja	6	0.00	1.13	0.97	0.9107
%FND Heno	6	0.00	1.10	0.92	0.5637
%FAD Planta Completa	6	0.00	0.40	0.93	0.6310
%FAD Tallo	6	0.00	0.17	0.94	0.7351
%FAD Hoja	6	0.00	0.74	0.98	0.9581
%FAD Heno	6	0.00	0.51	0.97	0.8683
% Ceniza Planta Completa	12	0.00	0.12	0.94	0.6858
% Ceniza Tallo	12	0.00	0.07	0.89	0.2048
%Ceniza Hoja	12	0.00	0.42	0.89	0.1824
% Ceniza Heno	12	0.00	0.07	0.92	0.4650
Rendimiento MV	12	0.00	3.72	0.91	0.3515
Rendimiento MS	12	0.00	0.61	0.91	0.3459
Rendimiento PC	12	0.00	0.16	0.96	0.8560
Rendimiento FND	6	0.00	0.20	0.83	0.1210
Rendimiento FAD	6	0.00	0.12	0.85	0.1978
%Degr. Planta Completa	12	0.00	2.65	0.90	0.2980
%Degr. Tallo	12	0.00	2.14	0.96	0.8512
%Degr. Hoja	12	0.00	1.14	0.97	0.8882
%Degr. Heno	12	0.00	2.78	0.83	0.1944
% Dig. In vitro Planta Comp.	9	0.00	1.12	0.95	0.8064
% Dig. Tallo	9	0.00	1.51	0.86	0.1311
% Dig. Hoja	9	0.00	5.17	0.86	0.1543
% Dig. Heno	9	0.00	2.73	0.89	0.3050
% Degr.MO Planta Compl.	12	0.00	3.07	0.91	0.3530
% Degr.MO Tallo.	12	0.00	2.50	0.96	0.8232
% Degr.MO Hoja	12	0.00	1.39	0.95	0.7384
% Degr.MO Heno	12	0.00	3.60	0.80	0.1466

P-valor >0.05* = los datos son normales.

Cuadro A- 11 Análisis de Varianza % MS Planta Completa

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0.97	2	0.48	0.31	0.7427
Error	14.14	9	1.57		
Total	15.11	11			

Cuadro A- 12 Análisis de Varianza % MS Tallo

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	919.95	2	459.97	2424.78	<0.0001
Error	1.71	9	0.19		
Total	921.66	11			

Cuadro A- 13 Análisis de Varianza % MS Hoja

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	201.51	2	100.75	48.09	<0.0001
Error	18.86	9	2.10		
Total	220.37	11			

Cuadro A- 14 Análisis de Varianza % MS Heno.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	285.25	2	142.62	8.35	0.0089
Error	153.68	9	17.08		
Total	438.93	11			

Cuadro A- 15 Análisis de Varianza % PC Planta Completa

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	9.84	2	4.92	0.93	0.4288
Error	47.51	9	5.28		
Total	57.34	11			

Cuadro A- 16 Análisis de Varianza % PC Tallo.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1.03	2	0.52	0.58	0.5789
Error	7.99	9	0.89		
Total	9.02	11			

Cuadro A- 17 Análisis de Varianza % PC Hoja

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	72.89	2	36.45	16.63	0.0009
Error	19.72	9	2.19		
Total	92.61	11			

Cuadro A- 18 Análisis de Varianza % PC Heno

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	24.14	2	12.07	3.25	0.0865
Error	33.40	9	3.71		
Total	57.54	11			

Cuadro A- 19 Análisis de Varianza %. FND Planta Completa

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	18.23	2	9.12	18.89	0.0200
Error	1.45	3	0.48		
Total	19.68	5			

Cuadro A- 20 Análisis de Varianza % FND Tallo

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	201.93	2	100.96	2365.42	<0.0001
Error	0.13	3	0.04		
Total	202.06	5			

Cuadro A- 21 Análisis de Varianza % FND Hoja

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	25.25	2	12.63	5.97	0.0899
Error	6.34	3	2.11		
Total	31.60	5			

Cuadro A- 22 Análisis de Varianza % FND Heno

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	161.73	2	80.86	40.17	0.0068
Error	6.04	3	2.01		
Total	167.77	5			

Cuadro A- 23 Análisis de Varianza % FAD Planta Completa

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	25.63	2	12.82	47.74	0.0053
Error	0.81	3	0.27		
Total	26.44	5			

Cuadro A- 24 Análisis de Varianza % FAD Tallo

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	151.67	2	75.84	1493.81	<0.0001
Error	0.15	3	0.05		
Total	151.82	5			

Cuadro A- 25 Análisis de Varianza % FAD Hoja

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	12.55	2	6.28	6.94	0.0749
Error	2.71	3	0.90		
Total	15.26	5			

Cuadro A- 26 Análisis de Varianza % FAD Heno

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	111.45	2	55.72	128.80	0.0012
Error	1.30	3	0.43		
Total	112.74	5			

Cuadro A- 27 Análisis de Varianza % Ceniza Planta Completa

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	20.07	2	10.03	568.18	<0.0001
Error	0.16	9	0.02		
Total	20.23	11			

Cuadro A- 28 Análisis de Varianza % Ceniza Tallo

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	164.05	2	82.02	14625.47	<0.0001
Error	0.05	9	0.01		
Total	164.10	11			

Cuadro A- 29 Análisis de Varianza % Ceniza Hoja

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	12.32	2	6.16	28.83	0.0001
Error	1.92	9	0.21		
Total	14.24	11			

Cuadro A- 30 Análisis de Varianza % Ceniza Heno.

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0.56	2	0.28	50.75	<0.0001
Error	0.05	9	0.01		
Total	0.61	11			

Cuadro A- 31 Análisis de Varianza Rendimiento MV

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1.20	2	0.60	0.04	0.9653
Error	151.96	9	16.88		
Total	153.16	11			

Cuadro A- 32 Análisis de Varianza Rendimiento MS

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0.03	2	0.02	0.04	0.9631
Error	4.07	9	0.45		
Total	4.10	11			

Cuadro A- 33 Análisis de Varianza Rendimiento PC

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	24.14	2	12.07	3.25	0.0865
Error	33.40	9	3.71		
Total	57.54	11			

Cuadro A- 34 Análisis de Varianza Rendimiento FND

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0.09	2	0.04	0.67	0.5740
Error	0.20	3	0.07		
Total	0.29	5			

Cuadro A- 35 Análisis de Varianza Rendimiento FAD

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	0.11	2	0.05	2.18	0.2598
Error	0.07	3	0.02		
Total	0.18	5			

Cuadro A- 36 Análisis de Varianza % Digestibilidad *in situ* Planta Completa

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	409.34	2	204.67	23.82	0.0003
Error	77.32	9	8.59		
Total	486.66	11			

Cuadro A- 37 Análisis de Varianza % Digestibilidad *in situ* de MS Tallo

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	794.27	2	397.13	70.99	<0.0001
Error	50.35	9	5.59		
Total	844.62	11			

Cuadro A- 38 Análisis de Varianza % Digestibilidad *in situ* de MS Hoja

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	38.10	2	19.05	11.95	0.0029
Error	14.34	9	1.59		
Total	52.45	11			

Cuadro A- 39 Análisis de Varianza % Digestibilidad *in situ* de MS Heno

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	130.92	2	65.46	6.91	0.0152
Error	85.25	9	9.47		
Total	216.17	11			

Cuadro A- 40 Análisis de Varianza % Dig. *In vitro* Planta Completa

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	213.54	2	106.77	64.19	0.0001
Error	9.98	6			
Total	223.52	8			

Cuadro A- 41 Análisis de Varianza % Dig. *In vitro* Tallo

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	1132.29	2	566.14	187.05	<0.0001
Error	18.16	6	3.03		
Total	1150.45	8			

Cuadro A- 42 Análisis de Varianza % Dig. *In vitro* Hoja

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	317.58	2	158.79	4.45	0.0653
Error	214.02	6	35.67		
Total	531.59	8			

Cuadro A- 43 Análisis de Varianza % Dig. *In vitro* Heno

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	335.21	2	167.61	16.85	0.0034
Error	59.67	6	9.94		
Total	394.88	8			

Cuadro A- 44 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MO Planta Completa

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	474.26	2	237.13	20.61	0.0004
Error	103.56	9	11.51		
Total	577.82	11			

Cuadro A- 45 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MO Tallo

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	959.83	2	479.92	62.93	<0.0001
Error	68.64	9	7.63		
Total	1028.47	11			

Cuadro A- 46 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MO Hoja

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	22.43	2	11.21	4.74	0.0393
Error	21.30	9	2.37		
Total	43.73	11			

Cuadro A- 47 Análisis de Varianza % Degradabilidad de MO Heno

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratamientos	36.28	2	18.14	1.14	0.3612
Error	142.87	9	15.87		
Total	179.15	11			

Cuadro A- 48 Costo de producción de Canavalia por Manzana y Hectárea.

CANAVALIA	Cantidad	\$/U	U	costo \$	costo total \$/Mz	Costo total \$/Ha
PREPARACION DEL TERRENO						
pasos de chapodadora	1	20	u	20	130.00	185.71
Pasos de rastra	3	30	u	90		
paso de surcadora	1	20	u	20		
INSUMOS						
Semilla	226.14	0.5	lb	113.07	249.63	356.61
fertilizante	1.46	26	qq	37.96		
insecticida	2.5	38	litro	95		
Herbicida	0.3	12	litro	3.6		
MANO DE OBRA						
Siembra	2	8	día/hombre	16	136.00	194.29
riego	8	8	día/hombre	64		
aplicación de herbicida	2	8	día/hombre	16		
aplicación de insecticida	2	8	día/hombre	16		
chapoda	2	8	día/hombre	16		
paso de rotovalor	1	8	día/hombre	8		
COSECHA						
paso de motoguadaña	1	30	u	30	105	150
paso de carriladora	1	30	u	30		
paso de enfardadora	1	45	u	45		
TOTAL					620.63	866.61

Cuadro A- 49 Costo de producción de Vigna por Manzana y Hectárea.

VIGNA	cantidad	\$/U	U	costo \$	costo total \$/MZ	costo total \$/HA
PREPARACION DEL TERRENO						
pasos de chapodadora	1	20	U	20	130	185.71
Pasos de rastra	3	30	U	90		
paso de surcadora	1	20	U	20		
INSUMOS						
Semilla	22.2	1	Lb	22.2	158.76	226.80
fertilizante	1.46	26	Qq	37.96		
insecticida	2.5	38	litro	95		
Herbicida	0.3	12	litro	3.6		
MANO DE OBRA						
Siembra	2	8	día/hombre	16	136	194.29
riego	8	8	día/hombre	64		
aplicación de herbicida	2	8	día/hombre	16		
aplicación de insecticida	2	8	día/hombre	16		
chapoda	2	8	día/hombre	16		
paso de rotovator	1	8	día/hombre	8		
COSECHA						
paso de motoguadaña	1	30	U	30	105	150
paso de carriladora	1	30	U	30		
paso de enfardadora	1	45	U	45		
TOTAL					529.76	756.38

Cuadro A- 50 Costo de producción Lab Lab por Manzana y Hectárea.

Lab Lab	cantidad	\$/U	U	costo \$	costo total \$/Mz	costo total \$/Ha
PREPARACION DEL TERRENO						
pasos de chapodadora	1	20	U	20	130.00	185.71
Pasos de rastra	3	30	U	90		
paso de surcadora	1	20	U	20		
INSUMOS						
Semilla	25	0.85	Lb	21.25	157.81	225.44
fertilizante	1.46	26	Qq	37.96		
insecticida	2.5	38	Litro	95		
Herbicida	0.3	12	Litro	3.6		
MANO DE OBRA						
Siembra	2	8	día/hombre	16	136.00	194.29
riego	8	8	día/hombre	64		
aplicación de herbicida	2	8	día/hombre	16		
aplicación de insecticida	2	8	día/hombre	16		
chapoda	2	8	día/hombre	16		
paso de rotovator	1	8	día/hombre	8		
COSECHA						
paso de motoguadaña	1	30	U	30	105.00	150.00
paso de carriladora	1	30	U	30		
paso de enfardadora	1	45	U	45		
TOTAL					528.81	755.44

Cuadro A- 51 Costos de Producción.

Cultivo	Costo (\$/Ha)	R. M.V. (ton/ha)	Costo M.V. (\$/ton)	R. materia seca (Ton/Ha)	Costo M.S. (\$/Ton)	R. PC (Ton/Ha)	Costo de P.C. (Ton/Ha)
Vigna	756.38	33.86	22.34	5.49	137.77	0.99	764.02
Dolichos	755.44	33.24	22.73	5.61	134.66	0.92	821.13
Canavalia	866.61	33.94	25.53	5.58	155.31	1.04	833.28

Figura A- 1 % Materia Seca

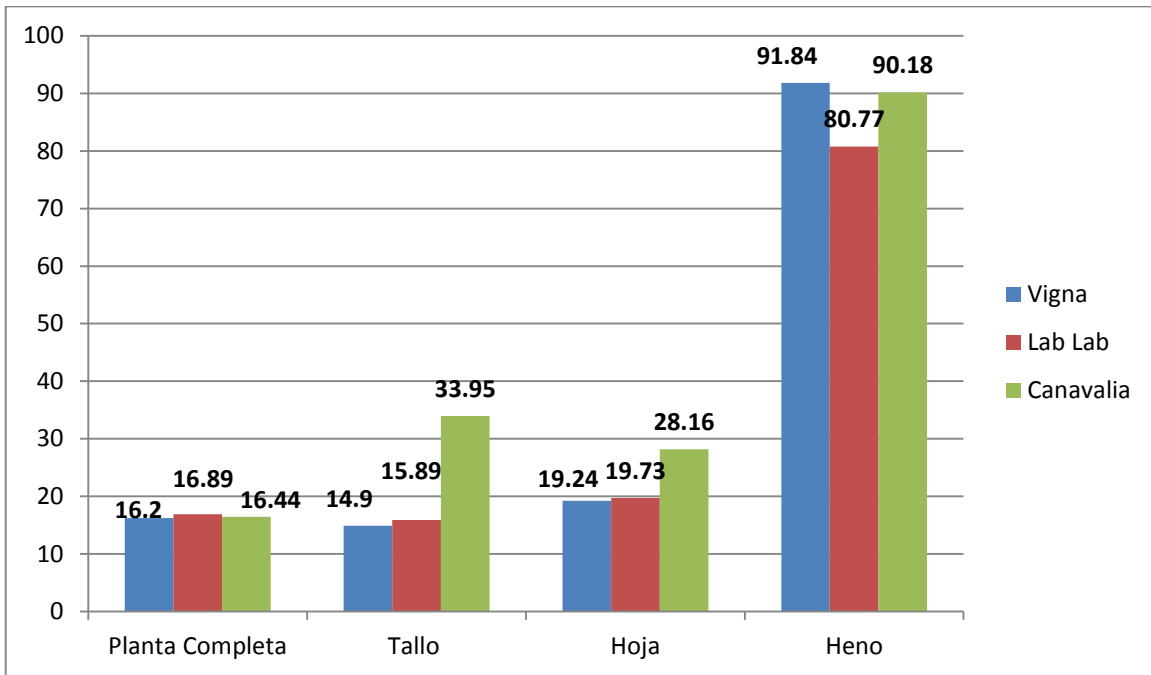


Figura A- 2 % Proteína Cruda

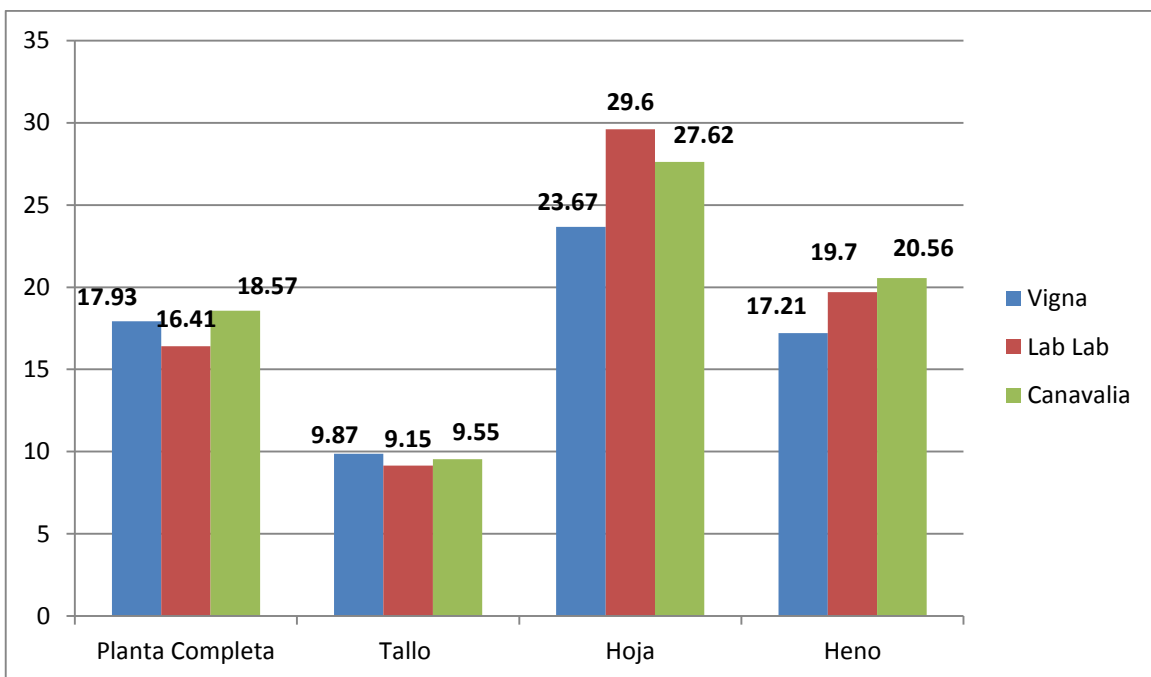


Figura A- 3 % Fibra Neutro Detergente

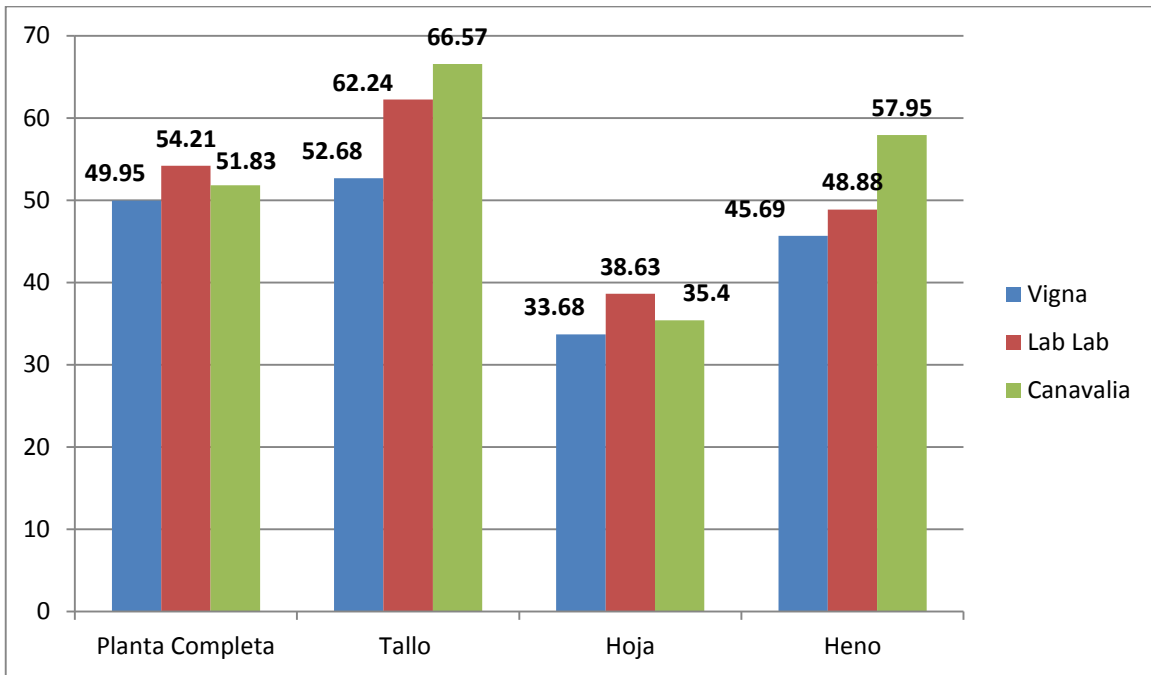


Figura A- 4 % Fibra Acido Detergente

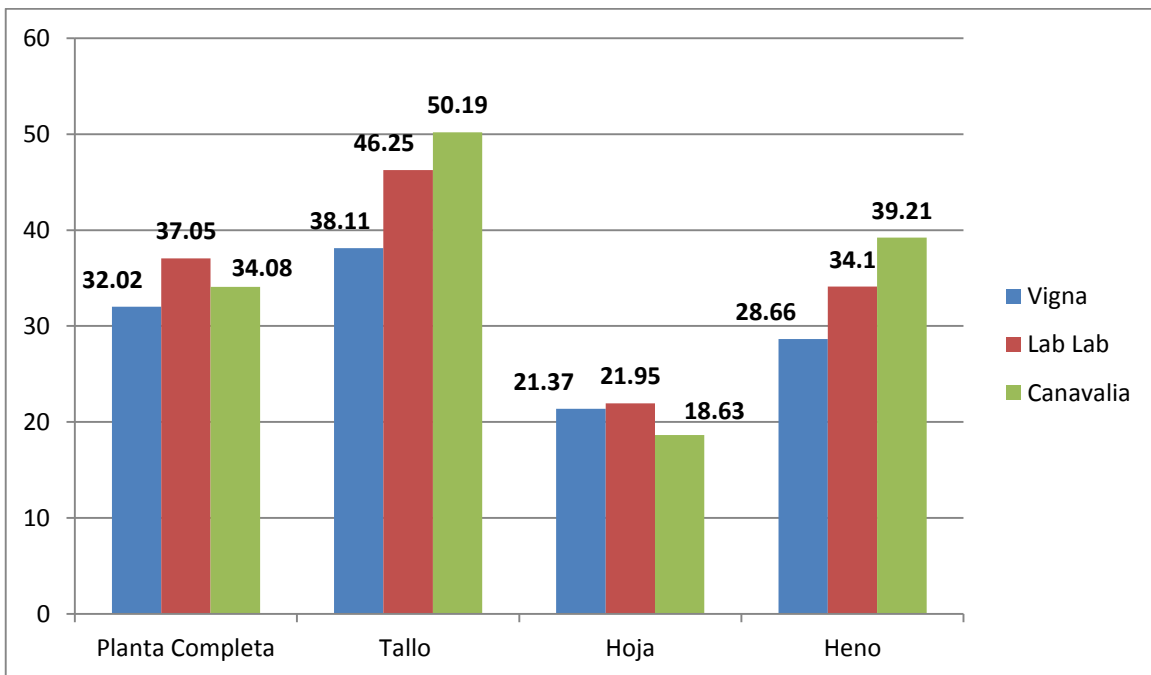


Figura A- 5 % Ceniza

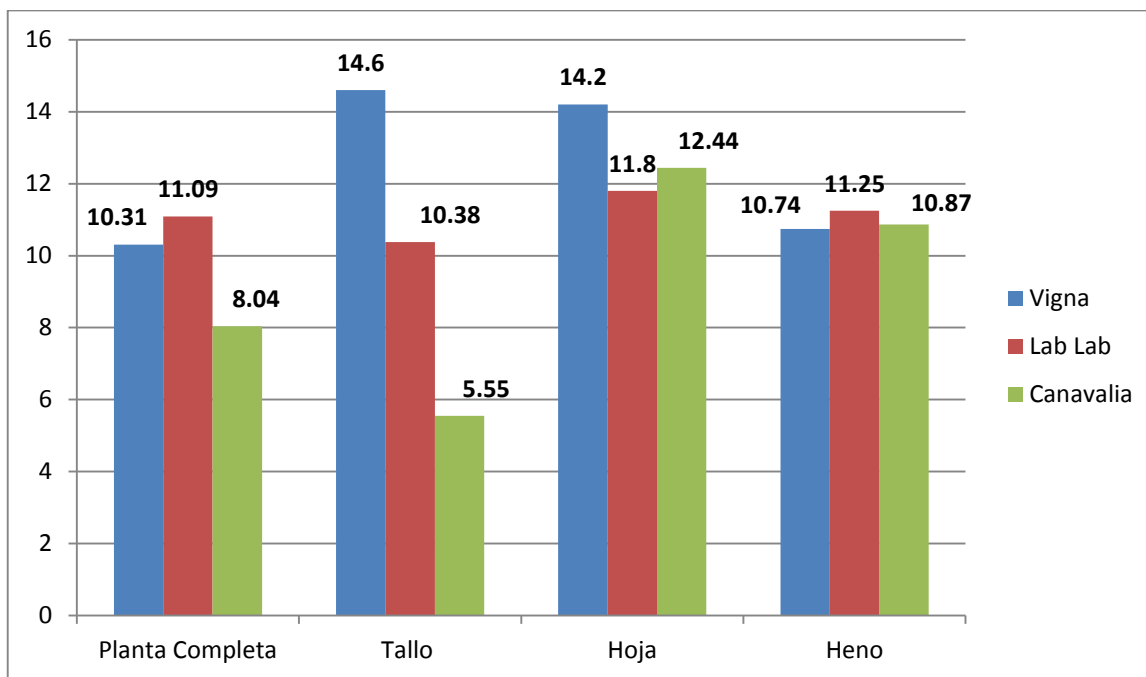


Figura A- 6% Digestibilidad Ruminal *in situ* de la MS

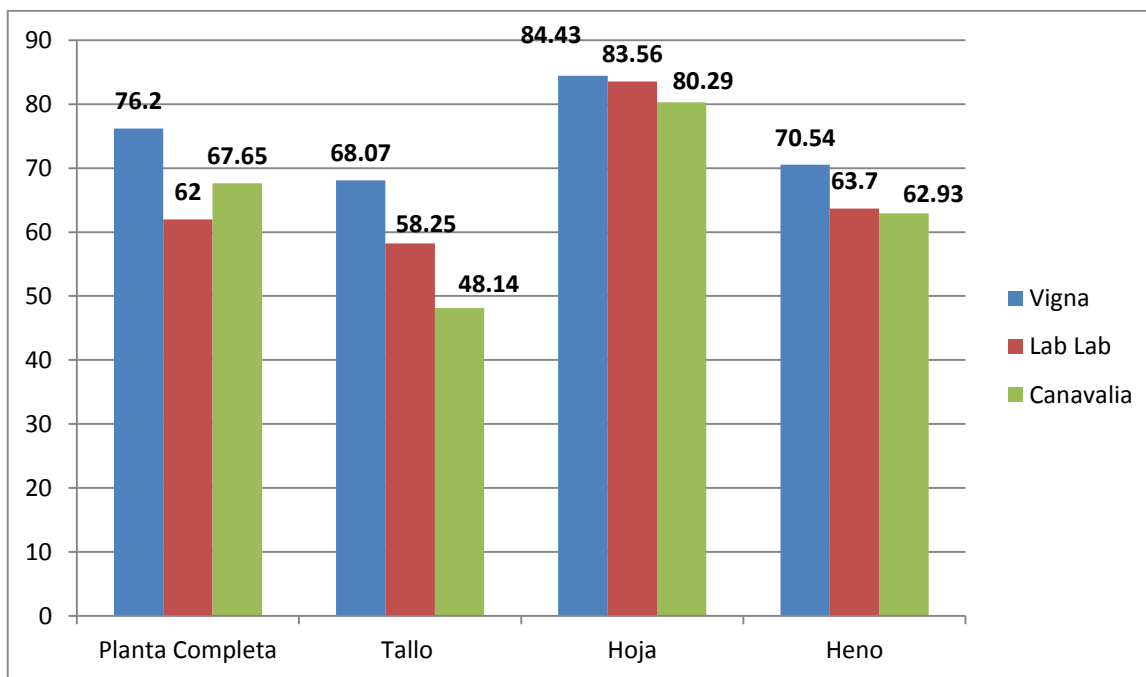


Figura A- 7 % Degradabilidad de la MO

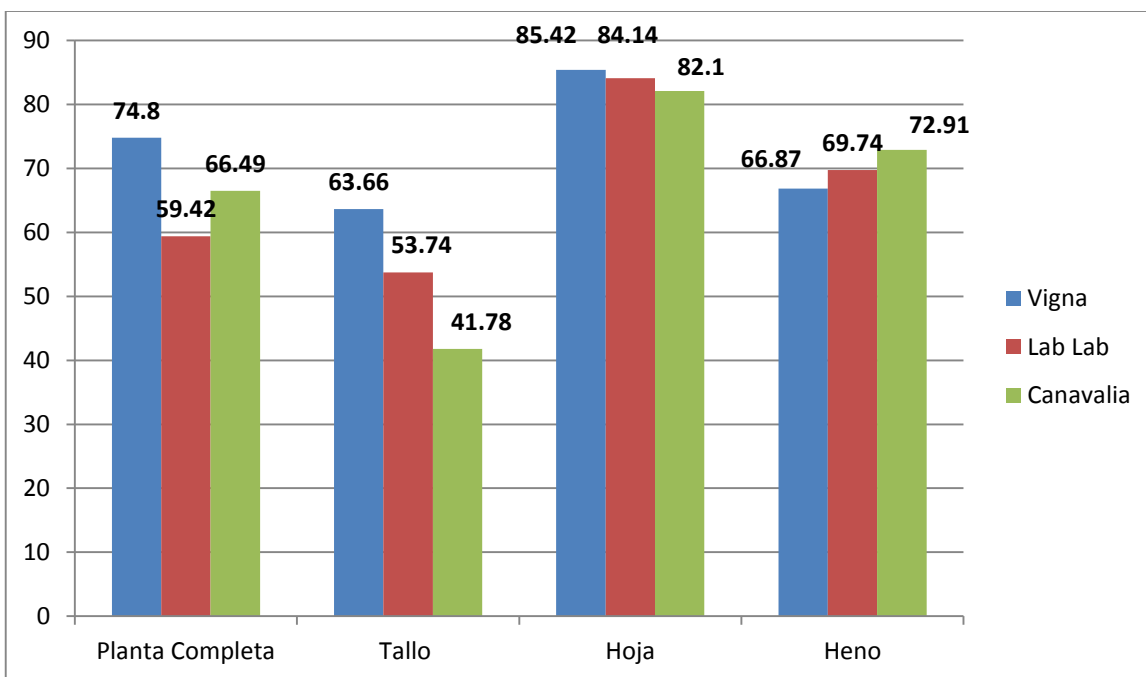


Figura A- 8 % Digestibilidad *In Vitro*

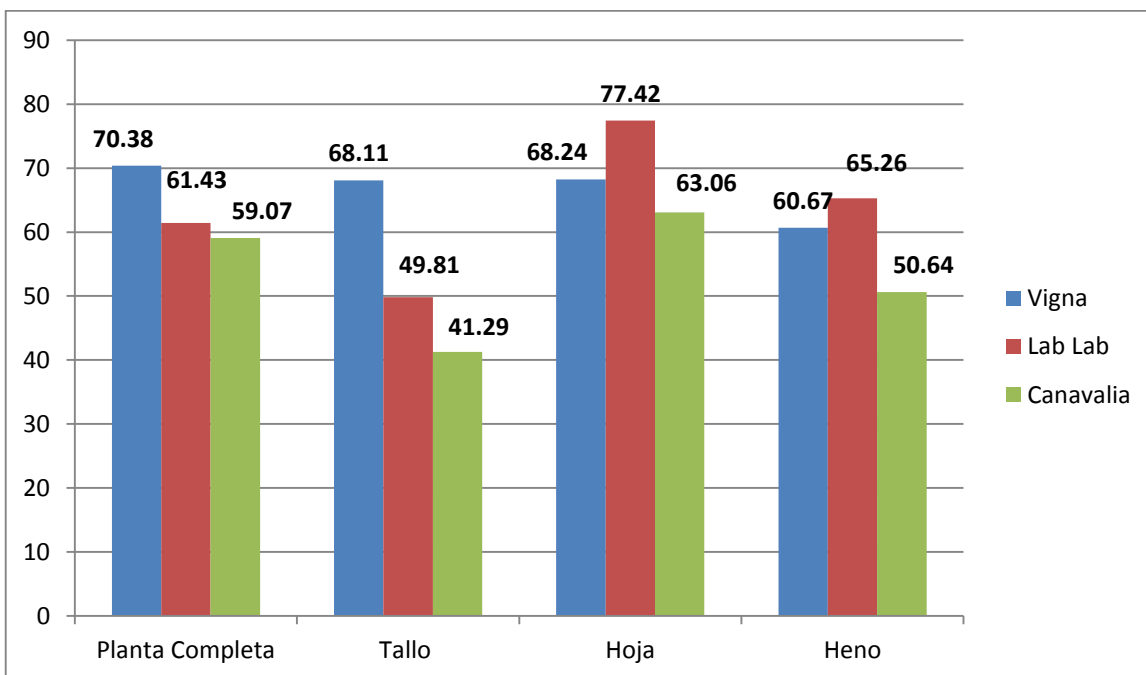


Figura A- 9 Riego de la Parcela como parte del manejo agronómico



Figura A- 10 Cultivo de Canavalia



Figura A- 11 Vaca Brown Swiss Fistulada, utilizada para la técnica *in situ*



Figura A- 12 Separación de las partes de la planta para los análisis

