

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



**“EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y NUTRICIONAL DE LOS CULTIVOS DE FRIJOL
CANAVALLIA (Canavalia ensiformis), FRIJOL VIGNA (Vigna sinensis) Y SORGO
(Sorghum bicolor) VARIEDADES CENTA S-2 y RCV Y SU ASOCIO PARA LA
ALIMENTACIÓN DE GANADO”**

POR:

**SALINAS MUNGUÍA, FLORA MARCELA.
CRESPÍN PAYÉS, ENRIQUE ARTURO.**

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2010

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

RECTOR:

Ing. Agr. Msc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SÁNCHEZ.

SECRETARIO GENERAL:

Lic. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHÁVEZ

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.

DECANO:

Dr. e Ing. Agr. REYNALDO ADALBERTO LÓPEZ LANDAVERDE.

SECRETARIO:

Ing. Msc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

F: _____
Ing. Agr. LUDWING VLADIMIR LEYTON BARRIENTOS.

DOCENTES DIRECTORES

F: _____
Ing. Msc. ELMER EDGARDO COREA GUILLÉN

F: _____
Ing. Agr. JUAN MILTON FLORES TENSOS.

COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

F: _____
Ing. Agr. CARLOS ENRIQUE RUANO IRAHETA

RESUMEN.

Esta investigación se realizó en la Asociación Cooperativa Astoria ubicada en el municipio de San Pedro Masahuat, departamento de La Paz, y en el laboratorio de Química Agrícola, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador durante los meses de Junio de 2009 a mayo de 2010. Consistió en la evaluación productiva y nutricional de los cultivos Sorgo (*Sorghum bicolor*) variedades CENTA S-2 y RCV, Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y Vigna (*Vigna sinensis*) y sus asociados y de la composición nutricional de microensilados de diferentes proporciones y mezclas de los sorgos y estas leguminosas. El ensayo de campo consistió en delimitación y labranza del área de cultivo, siembra de 8 parcelas de 12 x 12 m cada una de ellas, dejando 3 metros entre parcela para su facilitar su manejo agronómico. Se utilizó un distanciamiento de 0.80 Mt entre surcos, dejando 20 plantas por metro lineal en sorgos, 4 plantas en Canavalia y 6 plantas en Vigna.

Se realizaron dos muestreos de material verde: quince días antes de la edad de corte = edad 1, y la segunda a la madurez fisiológica de corte (grano de sorgo masoso, leguminosa en flor) = edad 2. Se cortó todo el material en un metro lineal a 10 cm del suelo en tres puntos dentro de cada parcela, el material se pesó y se picó a máquina, luego se tomaron tres muestras de 1 kg y se llevaron al laboratorio.

En el segundo muestreo (edad 2), además se cortó y picó material verde de los sorgos CENTA S-2 y RCV y de las leguminosas Canavalia y Vigna; elaborándose microsilos de 7 kg en bolsas plásticas en sextuplicado para mezclas: Sorgo CENTA S-2 + Canavalia, Sorgo CENTA S-2 + Vigna, Sorgo RCV + Canavalia y Sorgo RCV+ Vigna en proporciones de 100-0%; 80 - 20%; 70 - 30%; 60 - 40%; 50 - 50%, de sorgo y leguminosa, siendo la mayor proporción para los sorgos, los microensilados se dejaron fermentar por 21 días, luego se midió pH y se extrajeron muestras de 1kg cada una para analizar en el laboratorio.

Para efectos del estudio se tomaron únicamente las muestras de Canavalia a los 100, 130 y 150 días de edad para analizar la composición del tallo, hojas y vainas.

En el laboratorio, las muestras de forraje y ensilado fueron secadas y molidas, se determinó la Humedad y Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC, Kjeldahl), Fibra Neutro Detergente y Fibra Ácido Detergente (FND, FAD, Van Soest), y para el material verde se estimó rendimiento de MV, de MS y de PC en Toneladas métricas por hectárea (TM/Ha).

Se determinaron además los Costos de Producción y Costo por TM de MV, de MS, y de PC en dólares (\$).

En el material verde se evaluó el efecto de los cultivos y sus socios (Sorgo CENTA S–2, Sorgo RCV, Canavalia, Vigna, sorgo CENTA S–2 + Canavalia, Sorgo CENTA S–2 + Vigna; Sorgo RCV + Canavalia, Sorgo RCV + Vigna) en las variables Rendimiento de MV (TM/Ha), MS (%), rendimiento de MS (TM/Ha), PC(%), rendimiento de PC(Ton/Ha), FND(%) y FAD (%).

En los microensilados se evaluó el efecto de las mezclas de forrajes (Sorgo CENTA S – 2 + Canavalia, Sorgo CENTA S – 2 + Vigna, Sorgo RCV + Canavalia y Sorgo RCV + Vigna) y de las cinco proporciones de gramínea y leguminosa en las variables: contenido de MS (%), de PC (%), de FND (%), de FAD (%) y pH.

Se uso un diseño completo al azar con ocho tratamientos (cultivos y socios) y seis repeticiones para el material verde y un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos (mezclas) y cinco bloques (proporciones) con seis repeticiones para los microsilos, las medias se compararon a través de una prueba de Duncan ($p>0.05$). Se utilizó el modelo general linear (GLM) del programa estadístico SAS.

Se encontró un efecto significativo ($p>0.01$) de los cultivos en todas las variables en Material Verde (MV). La producción de MV en la edad 2 fue mayor en sorgo CENTA S-2 (82.9 TM/Ha) que en sorgo RCV (60.1 TM/Ha), y la de este, mayor que la de Canavalia (44.5 TM/Ha) y Vigna (44.5 TM/Ha) mientras que los socios tuvieron valores intermedios. El contenido de PC fue mayor en la Canavalia (20.6 %) que en la Vigna (17.2%), y la de estas, mayor que los de los sorgos CENTA S-2 (8.7%) y RCV (8%), los socios tuvieron valores intermedios. El porcentaje de FND fue mayor en CENTA S-2 (60.48%), que en Canavalia (54.9%), en sorgo RCV (54.8%) y en Vigna (54.6 %), los socios tuvieron valores intermedios. El contenido de FAD se comporto similarmente a la FND. Sorgo CENTA S-2 tuvo el costo más bajo de producción (\$ 5.21/TM de MV), en comparación con sorgo RCV, Vigna y Canavalia (\$ 7.14, \$10.58 y \$ 13.28 respectivamente).

En los microensilados se encontraron efectos de las mezclas y sus proporciones en las variables estudiadas ($p>0.01$). El Contenido de PC aumentó significativamente a medida que se aumentó el contenido de leguminosa dentro de cada una de las mezclas, obteniendo 8.36% para la mezcla 100-0% en CENTA S-2 y 8.02 en RCV hasta 50% de cada uno de los cultivos dentro de las mezclas, teniendo como resultado en sorgo

CENTA S–2 + Canavalia (12.69%), Sorgo CENTA S–2 + Vigna (11.60 %), Sorgo RCV+ Canavalia (13.31 %) y Sorgo RCV+Vigna (13.82 %).

En las plantas de Canavalia, se observó que el mayor contenido de proteína y el menor contenido de fibra se encuentran en las hojas.

Se concluye que los rendimientos MV y MS de los asociados son similares a los de los sorgos y mayores a las leguminosas, que el contenido de PC de los asociados es superior al de los sorgos, y que la adición de leguminosas incrementa el contenido de PC de los microensilados y que es factible producir proteína cultivando asociados de sorgos y leguminosas como las estudiadas.

AGRADECIMIENTOS

Asociación Cooperativa Astoria, por darnos el apoyo durante la fase de campo y permitirnos realizar esta investigación, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible el desarrollo de esta investigación.

Departamento de Química Agrícola por permitirnos hacer los análisis de laboratorio ya que fueron parte esencial de la investigación.

A Nuestros Asesores Milton Flores Tensos y Elmer Edgardo Corea por permitirnos desarrollar un trabajo de investigación de gran aporte Teórico Científico.

A Nuestras familias por darnos el apoyo en los momentos que los necesitamos.

DEDICATORIA.

A DIOS Todo poderoso, la virgen Santísima y al Divino Niño por darme otras oportunidades de vida y permitirme llegar hasta este momento.

A MIS ABUELOS Maternos (Q.D.D.G), María Jorge y Luis Alonso por dejarme ser su nieta favorita y consentida.

A MIS PADRES Suelito y bichito (Gloria y Omar), por sus consejos, apoyo en esta carrera (aun que no estuvieras de acuerdo), por sus cuidados y desvelos junto a mí en cada de los momentos difíciles (aquellos llenos de hospitales, exámenes y quimios) de mi vida los amo, y gracias a vos mami por darme el ejemplo de nunca rendirme sin importar lo que me pase.

A MIS HERMANAS Gloria María y Sara Verónica, por aguantar mis olores cuando llegaba del rastro o del campo, por no rezongar mucho cuando metía los parásitos en la refrigeradora y sobre todo por el apoyo y fuerzas que me dieron en el momento que los necesite.

A MIS OJOS DE PACÚN Las luces de mis ojos, mis sobrinos Luna y Omar, por alegrar mis días de tristezas con sus dulces sonrisas junto a sus enormes ojos y ser uno de los motivos para seguir adelante. Los quiero mis niños feos.

A BORIS FLORES Thank you for being and be part of my life, by lean and encourage when i feel that i cannot more, by teach control my character and to have patience and teach handle motorcycle SIMOOON!!! I love you borreguito k□H.and your grandma and sister

A LA PERSONA que me decía Marce termina por mí, a ti Carlos (Q.D.D.G), mi niño lindo al fin te puedo decir ¡LO LOGRE! Gracias por tu apoyo que me has brindado desde los dos lados del universo. TE EXTRAÑO.

A MI CUÑADO Pedro por ayudarnos a subsistir en ciertos momentos, hey gracias cuñado.

A MI HERMANO Gracias gordo por apoyarme siempre, darme ese viaje a Italia y ya te puedo decir ya cumplí con mi parte del trato, gracias por estar ahí aun que te haya cerrado la

ventana en la cara para que no vieras televisión (te confieso no me recuerdo de eso), gracias Goordo.

A VOS WENDITA gracias por todo y cada uno de los momentos que pasamos (tristes, alegres y muchos a otros que ya sabes) jajaja TQM.

A USTEDES DOS Mis mejores amigos Abel Y Crespo, por todo su cariño, comprensión, tardes y cenas de tertulia, también por algunos regaños y muuucha paciencia mil gracias los quiero mucho.

A USTED MI AMOR gracias por todos estos años de una amistad sincera y no ahogadora.

A MIS TIOS José Luis, Ana María, Papá Roberto que por usted empecé a tener el gusto por la ganadería, Mamangelita, Mario Isabel, Alicia Benítez y Marlene Salinas por apoyarnos y cuidarnos siempre.

A TI NIÑO LINDO Grazie per avermi insegnato ad amare con il cuore, per la condivisione di molti momenti buoni e cattivi, in modo che mi fa perdere il paffuto, millimetri, i tuoi occhi, la tua risata contagiosa, e ciascuna delle conversazioni che abbiamo avuto, mi manca ogni volta Condividiamo e confesso che ho spesso andato a cercare l'ombra di mandorla # 12, Grazie ancora e un giorno tornare a riposare all'ombra del mandorlo vivino al mio fianco.

A MIS ASESORES Juan Milton Flores Tensos por la amistad, paciencia apoyo y consejos brindados durante este camino gracias!, Elmer Edgardo Corea por hacerme reír con sus sarcasmos e ironías y a la vez enseñarme que uno es capaz de alcanzar cualquier cosa que trace en la vida.

A HUMBERTO BURGOS y familia por acompañarme y darme ánimos durante todo ese espantoso año lleno de hospitales, exámenes y quimios.

A MIS AMIGAS Y amigos que he conocido a lo largo de este trayecto y en especial a Karyyy, Jhovanita por compartir tus angustias, alegrías y desviaciones de caminos para salvarte la vida. Las quiero. También a, Alondrita, bicho feo trompudo, Chabelita de mi corazón, Rocio, papá Roch, Canito, Rosita, Luisito, Claudita, Pedro Joaquín, Marvin, Guayo

y a todas aquellas personas que me hicieron la vida imposible dentro de la facultad, gracias porque me dieron más coraje para salir de esta.....facultad.

AL PERSONAL DOCENTE Y ADMINISTRATIVO de la facultad: Leyton, Tía Lore, Tío Fredy (oso agente especial), Sonia Nerio, niña Mercy, Don Nerio, Don Nico, Jacqueline, Mike, Reynaldo Landaverde, Homero, Bermúdez, Espino, Beatriz de Sánchez, Dina (la suegra), Doris, niña Mila, niña Lilian, Gino Benedetto, Fito Miranda, Juan Rosa Quintanilla, Ing. Nuila, Aparicio, Helguita, ing. Lara, Lic Juvencio Castillo y muchos otros.

A MI FAMILIA Materna y paterna por compartir muchas etapas de mi vida, en especial a Ana Guadalupe, Gordito (José), tío Maneto y al Gordo desgraciado e infeliz los quiero mucho.

FINALMENTE a mi misma por ser mi mejor y peor juez.



MARCELA SALINAS.



DEDICATORIA.

A Dios todopoderoso y la virgencita de Guadalupe por darme la vida y existencia, por darme siempre un nuevo mañana, por estar siempre conmigo en los momentos que estuve más necesitado de un consuelo y de un abrazo, de un consejo y sobre todo de alguien en quien pude apoyarme siempre.

A mis padres Enrique y Concepción por enseñarme que es lo bueno y que es lo malo, por animarme a siempre seguir adelante y no dejarme vencer en las adversidades ya que con la formación que ellos me dieron me ayudaron a ser mejor persona y aprender a valorar lo que se tiene.

A mis hermanos Myrna y Mario por ayudarme en los momentos que los necesite, por estar siempre en esos momentos de mis alegrías y sobre todo en mis penas, por esos momentos en que necesite un consejo.

A mi esposa Ana Rosa por estar siempre a mi lado, por darme unos hijos tan hermosos, por dejar de un lado sus intereses y para dejar que yo me superara y sobre todo por darme esos momentos alegres y sobre todo por darme la libertad de ser yo mismo.

A mis hijos Enrique y Ariela que son la razón de estar aquí, por llenar ese espacio que me hacía falta, por ser mi inspiración, por ser la razón de levantarme todos los días y poder decir gracias Diosito por darme la alegría más grande que yo he tenido, por tener el privilegio y la alegría de llegar a casa y por escucharlos decir “hola papá”, por ser ellos quienes me han enseñado a tener paciencia y poder reír cuando tengo que llorar, no conocer que es la tristeza porque él solo verlos se llena de alegría mi corazón.

A mis suegros Alberto Cuellar y Ana Dolores por darme a la persona que me ha dado mis dos regalos más hermosos, por apoyarme y preocuparse siempre por nosotros.

A mis cuñados Alberto, Ricardo, Carlos Armando por apoyarme en todo momento.

A la familia Salinas Munguía por aguantarme en todo momento, por darme buenos consejos, por ayudarme a no rendirme y sobre todo por darme el cafecito que siempre me hace falta.

A mis asesores Edgardo Corea y Milton Flores por ser un apoyo primordial en esta fase de mi formación académica.

Al Departamento de Química (Fredy, Lorena, Sonia, Nerio) por ser parte primordial en el desarrollo de mi investigación y por apoyarnos en todo momento

A mis docentes por ayudarme a tener una formación académica.

A mis amigos Ivet, Romeo, Frank, Bairón, Rebeka, Pedro, Robin, Edgardo Nunez, Guayo, Abel, Calderón, Johana, Alondra, Rosalinda, Karina, Yackeline, Erick Moran, Noemi Monico, Mike, Familia Soriano, y demás amigos que en este momento no me acuerdo por estar siempre conmigo en buenas y malos, por darme consejos en los momentos oportunos que los necesite, ser un pie de apoyo para seguir adelante.

A mis compañeros Rodrigo(gordo), Mario, Black, María José(Majo), Medellín, Yeny, Viky, Carelo, Patineto, Chumby, Rodrigo(Pacaya), Josymar, El Licenciado, Ana, Tuby, Zavala, El Maestro(Sileazar), Fabriccio, y demás persona Juegan ping pong y ajedrez que en este momento me dio laguna mental y no he puesto, por estar siempre conmigo y ayudarme abajar el estrés en todos momentos.

A MARCELA SALINAS por estar siempre conmigo en todo momento, por ser esa persona especial que siempre me decía “ubícate”, “mira que es más importante”, “hay ve voz” y muchos dichos que tiene en su baúl, por aguantarme cuando yo tenía berrinches, por los momentos en que nos reímos, y en los que lloramos, en los que nos enojamos pero sobre todo a ser una súper amiga que siempre siempre tenía algo que decir, por esas tardes de café en las cuales tertuliábamos mas cuando no teníamos nada que hacer.

ENRIQUE CRESPIN

INDICE GENERAL

Contenido	Página
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
INDICE DE CUADROS.....	xvi
INDICE DE FIGURAS.....	xx
INDICE DE ANEXOS.....	xxii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1 Clasificación de los alimentos para animales.....	2
2.1.1 Alimentos concentrados.....	2
2.1.2 Forrajes.....	3
2.2 Frijol Espada (<i>Canavalia ensiformis</i>).....	4
2.2.1 Generalidades.....	4
2.3 Frijol Vigna (<i>Vigna sinensis</i>).....	5
2.3.1 Generalidades.....	5
2.4 Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>).....	7
2.4.1 Generalidades.....	7
2.4.6 Algunas Variedades de Sorgo en El Salvador.....	8
2.4.6.1 Sorgo variedad CENTA S-2.....	8
2.4.6.2 Sorgo variedad RCV.....	9
2.4.7. Rendimiento y Composición de los Cultivos.....	9
2.4.8. Composición y calidad de forrajes.....	10
2.5 Nutrición de bovinos.....	11
2.5.1 Nutrientes importantes en la alimentación de vacas.....	11
2.5.2 Demanda de energía.....	12

2.6 Digestibilidad.....	12
2.7 Producción de Forraje como Clave en la Producción.	12
2.8 Uso de ensilado en la alimentación de bovinos.	12
2.9 Análisis bromatológico de alimentos.....	14
2.9.1 TECNICAS DE ANALISIS QUIMICOS	14
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1 Descripción del estudio.	15
3.2 Establecimiento de Parcelas.	15
3.3 Manejo de los cultivos:	16
3.4 Cosecha y Muestreo de Material Verde.....	18
3.5 Elaboración de Microsilos.....	18
3.6 Composición de Canavalia en diferentes edades.	19
3.7 Análisis de Laboratorio.	20
3.7.1 Porcentaje Humedad Parcial.....	20
3.7.2. Determinación de Nitrógeno y proteína cruda (método de kjeldahl).	20
3.7.3 Fibra Neutro Detergente por el Método de Van SÖEST	21
3.7.4 Fibra Ácido Detergente por el Método de Van SÖEST	21
3.8 Evaluación Económica.	22
3.9 Metodología Estadística.	23
3.9.1 Análisis de Forraje Verde.....	23
3.9.1.1 Diseño Estadístico para Material Verde:	23
3.9.2 Análisis de Ensilados.	23
3.9.2.1 Diseño Estadístico para Ensilados.....	24
3.9.3 Análisis Estadístico.	24
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
4.1. Forraje verde.....	25
4.1.1. Rendimiento de Materia Verde.....	25

4.1.2 Contenido de Materia Seca.....	27
4.1.3 Rendimiento de materia seca.....	28
4.1.4 Porcentaje de proteína cruda.....	30
4.1.5 Rendimiento de proteína cruda (TM/Ha).....	32
4.1.6 Contenido Fibra Neutro Detergente.....	33
4.1.7 Contenido Fibra Ácido Detergente.....	34
4.2. COSTOS.....	36
4.2.1 Costos de producción.....	36
4.2.2 Costo de la Materia Verde.....	36
4.2.3. Costo de Materia Seca.....	37
4.2.4 Costo de proteína Cruda.....	38
4.3 MICROENSILADOS.....	39
4.3.1 Contenido de Materia Seca.....	39
4.3.2. Contenido de Proteína Cruda.....	41
4.3.3. Contenido de Fibra Neutro Detergente.....	43
4.3.4 Contenido de Fibra Ácido Detergente.....	44
4.3.5. pH en Microensilados.....	45
4.4. Composición de la planta de Canavalia en diferentes edades.....	47
4.4.1. Proteína cruda de la Canavalia en tres edades.....	47
4.4.2. Fibra Neutro Detergente de Canavalia en diferentes edades.....	48
4.4. 3. Fibra Acido Detergente Canavalia en diferentes edades.....	49
5. CONCLUSIONES.....	50
6. RECOMENDACIONES.....	51
7. BIBLIOGRAFÍA.....	52
8. ANEXOS.....	58

INDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1: Características agronómicas del CENTA S-2	8
Cuadro 2: Características agronómicas del sorgo RCV	9
Cuadro 3. Secuencia de las labores culturales en los cultivos.	16
Cuadro 4. Porcentajes promedios entre proporciones dentro de cada mezcla de materia seca para microensilados elaborados con diferentes porcentajes de sorgos (CENTA S-2 y RCV) y leguminosas (Canavalia y Vigna).	40
Cuadro 5. Porcentaje Promedios de Proteína Cruda para microensilados elaborados con diferentes porcentajes de sorgos (CENTA S-2 y RCV) y leguminosas (Canavalia y Vigna)	42
Cuadro 6. Porcentaje Promedios de Fibra Neutro Detergente para microensilados elaborados con diferentes porcentajes de sorgos (CENTA S-2 y RCV) y leguminosas (Canavalia y Vigna).....	44
Cuadro 7. Porcentaje Promedios de Fibra Ácido detergente para microensilados elaborados con diferentes porcentajes de sorgos (S-2 y RCV) y leguminosas (Canavalia y Vigna).	45
Cuadro 8. Promedios de pH para microensilados elaborados con diferentes porcentajes de sorgos (CENTA S-2 y RCV) y leguminosas (Canavalia y Vigna).....	46
Cuadro Anexo 1 de costos análisis económico.	59
Cuadro Anexo 2. Composición Química y rendimientos del Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) var. CENTA S-2 en Edad 1	65
Cuadro Anexo 3. Composición Química y Rendimientos del sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) var. RCV Edad 1.....	65
Cuadro Anexo 4. Composición Química y Rendimientos del cultivo de Canavalia (<i>Canavalia ensiformes</i>) Edad 1.....	66
Cuadro Anexo 5. Composición Química y Rendimientos del cultivo de Vigna (<i>Vigna sinensis</i>) Edad 1.	66

Cuadro Anexo 6. Composición Química Rendimientos del asocio de sorgo CENTA S-2 + Canavalia Edad 1	67
Cuadro Anexo 7. Cuadro resumen del asocio sorgo CENTA S-2 + Vigna Edad 1	67
Cuadro Anexo 8. Cuadro resumen del asocio sorgo RCV + Canavalia Edad 1.....	68
Cuadro Anexo 9. Cuadro resumen del asocio sorgo RCV + Vigna Edad 1	68
Cuadro Anexo 10. Composición Química y Rendimiento del cultivo de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) var. CENTA S-2 Edad 2	69
Cuadro Anexo 11. Composición Química y Rendimiento del cultivo de sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>) var. RCV Edad 2	69
Cuadro Anexo 12. Composición Química y Rendimiento del cultivo de Canavalia (<i>Canavalia ensiformes</i>) Edad 2.....	70
Cuadro Anexo 13. Composición Química y Rendimiento del cultivo de Vigna (<i>Vigna sinensis</i>) Edad 2.	70
Cuadro Anexo 14. Cuadro resumen del asocio sorgo CENTA S-2 + Canavalia Edad 2.71	
Cuadro Anexo 15. Cuadro resumen del asocio CENTA S-2 + Vigna Edad 2	71
Cuadro Anexo 16. Cuadro resumen del asocio sorgo RCV + Canavalia Edad 2.....	72
Cuadro Anexo 17. Cuadro resumen del asocio sorgo RCV + Vigna Edad 2	72
Cuadro Anexo 18. Agrupación Medias de la Prueba de Duncan para Rendimiento de Materia Verde, Contenido de Materia Seca, Rendimiento de Materia Seca, Contenido de Proteína, Contenido de Fibra Neutro Detergente y Contenido de Fibra Acido Detergente en la Edad 1.	81
Cuadro Anexo 19. Agrupación Medias de la Prueba de Duncan para Rendimiento de Materia Verde, Contenido de Materia Seca, Rendimiento de Materia Seca, Contenido de Proteína, Contenido de Fibra Neutro Detergente y Contenido de Fibra Acido Detergente en la Edad 2.	81
Cuadro Anexo 20. Costos de Producción para el Sorgo CENTA S-2.....	83
Cuadro Anexo 21. Costos de Producción para el Sorgo RCV.....	84
Cuadro Anexo 22. Costos de Producción para <i>Canavalia ensiformis</i>	85
Cuadro Anexo 23. Costos de Producción para <i>Vigna sinensis</i>	86

Cuadro Anexo 24. Costos de Producción para el asocio sorgo CENTA S-2 + <i>Canavalia ensiformis</i> .	87
Cuadro Anexo 25. Costos de Producción para el asocio sorgo CENTA S-2 + <i>Vigna sinensis</i> .	88
Cuadro Anexo 26. Costos de Producción para el asocio sorgo RCV + <i>Canavalia ensiformis</i> .	89
Cuadro Anexo 27. Costos de Producción para el asocio sorgo RCV + <i>Vigna sinensis</i> .	90
Cuadro Anexo 28. Cuadro Resumen sobre los Costos de producción (Toneladas Métricas/Hectárea) de los cultivos CENTA S-2 y RCV y sus asociados con <i>Canavalia</i> y <i>Vigna</i> .	91
Cuadro Anexo 29. Cuadro Resumen sobre los Costos de producción (toneladas cortas/Manzana) de los cultivos CENTA S-2 y RCV y sus asociados con <i>Canavalia</i> y <i>Vigna</i> .	91
Cuadro Anexo 30. Composición química y pH de microensilados hechos con 100% sorgo CENTA S-2.	92
Cuadro Anexo 31. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + <i>Canavalia</i> (80-20%).	92
Cuadro Anexo 32. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + <i>Canavalia</i> (70-30%).	92
Cuadro Anexo 33. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + <i>Canavalia</i> (60-40%).	93
Cuadro Anexo 34. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + <i>Canavalia</i> (50-50%).	93
Cuadro Anexo 35. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + <i>Vigna</i> (80-20%).	93
Cuadro Anexo 36. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + <i>Vigna</i> (70-30%).	94
Cuadro Anexo 37. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + <i>Vigna</i> (60 - 40%).	94

Cuadro Anexo 38. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + Vigna (50 - 50%).....	94
Cuadro Anexo 39. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV 100%	95
Cuadro Anexo 40. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Canavalia (80-20%).....	95
Cuadro Anexo 41. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Canavalia (70-30%).....	95
Cuadro Anexo 42. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Canavalia (60-40%).....	96
Cuadro Anexo 43. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Canavalia (50-50%).....	96
Cuadro Anexo 44. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Vigna (80-20%).....	96
Cuadro Anexo 45. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Vigna (70-30%).....	97
Cuadro Anexo 46. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Vigna (60-40%).....	97
Cuadro Anexo 47. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Vigna (50-50%).....	97

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pagina
Figura 1. Planta de Canavalia.....	4
Figura 3. Cultivo de Sorgo var CENTA S-2.....	8
Figura 4. Cultivo de Sorgo var RCV.....	9
Figura 5. Arreglo espacial del ensayo en el área de campo.....	15
Figura 6. Delimitación del terreno.....	16
Figura 7. Labores culturales para el manejo de los cultivos.....	17
Figura 8. Metodología utilizada para la recolección de muestras.....	18
Figura 9: Pasos que se realizaron para la elaboración de microsilos.....	19
Figura 10. Pasos a seguir para la determinación de Humedad Parcial.....	20
Figura 11. Metodología para la Determinar de Nitrógeno y Proteína Cruda.....	21
Figura 12. Metodología para la Determinación de la Fibra Neutro Detergente y Fibra Ácido Detergente.....	22
Figura 13. Rendimiento de Materia Verde (TM/Ha) obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) y Vigna (<i>Vigna sinensis</i>) y Sorgos (<i>Sorghum bicolor</i>) var RCV y S 2 y sus asociados.....	25
Figura 14. Porcentajes de Materia Verde obtenidos de Sorgos (<i>Sorghum bicolor</i>) var RCV y CENTA S-2 y leguminosas Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) y Vigna (<i>Vigna sinensis</i>) en asociados de 50% de área sembrada cada uno en la primera edad de corte.....	26
Figura 15. Porcentajes de Materia Verde obtenidos de Sorgos (<i>Sorghum bicolor</i>) var RCV y CENTA S-2 y leguminosas Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) y Vigna (<i>Vigna sinensis</i>) en asociados de 50% de área sembrada cada uno en la segunda edad de corte.....	27
Figura 16. Porcentaje de Materia Seca en forraje verde obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) y Vigna (<i>Vigna sinensis</i>) y Sorgos RCV y S 2 y sus asociados.....	28
Figura 17. Rendimientos de Materia Seca en TM/ Ha, obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) y Vigna (<i>Vigna sinensis</i>) y Sorgos RCV y S 2 y sus asociados.....	29
Figura 18. Rendimiento de Proteína Cruda (%) obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) y Vigna (<i>Vigna sinensis</i>) y Sorgos RCV y S 2 y sus asociados.....	31

Figura 19. Rendimiento de Proteína Cruda (TM/ Ha, obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) y Vigna (<i>Vigna sinensis</i>) y Sorgos RCV y S 2 y sus asociados.....	32
Figura 20: Porcentajes de Fibra Neutro Detergente obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) y Vigna (<i>Vigna sinensis</i>) y Sorgos RCV y S 2 y sus asociados.....	33
Figura 21: Porcentajes de Fibra Acido Detergente obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (<i>Canavalia ensiformis</i>) y Vigna (<i>Vigna sinensis</i>) y Sorgos RCV y S 2 y sus asociados. a, b, c, d, e = comparaciones de medias de la prueba de Duncan ($p<0.005$) entre tratamientos para una misma edad.....	35
Figura 26: Porcentaje de materia seca en microensilados elaborados a diferentes proporciones de los cultivos de leguminosas (Canavalia y Vigna) y Sorgos (RCV y CENTA S-2).....	40
Figura 28: Porcentaje fibra neutro detergente en microensilados elaborados con sorgo CENTA S-2 y RCV mezclados con leguminosas Canavalia y Vigna a diferentes proporciones.....	43
Figura 29: Porcentaje de fibra ácido detergente en microensilados elaborados con sorgo CENTA S-2 y RCV mezclados con las leguminosas Canavalia y Vigna a diferentes proporciones.....	45
Figura 30: pH obtenidos en microensilados elaborados con sorgo CENTA S-2 y RCV mezclados con las leguminosas Canavalia y Vigna a diferentes proporciones.....	46
Figura 31: porcentaje de Proteína Cruda de la Canavalia para las edades de 100, 130 y 150 días.....	47
Figura 32: porcentaje de Fibra Neutro Detergente de la Canavalia para las edades de 100, 130 y 150 días.....	48
Figura 33: porcentaje de Fibra Neutro Detergente de la Canavalia para las edades de 100, 130 y 150 días.....	49
Figura Anexo 1. Ubicación geográfica del ensayo.....	58
Figura Anexo 2. Rendimiento de Materia Verde (Ton/Mz).....	73
Figura Anexo 3. Rendimiento de Materia Seca (Ton/Mz).....	73
Figura Anexo 4. Rendimiento de Proteína Cruda (TM/Mz).....	74
Figura Anexo 5. Plagas, enfermedades y malezas a las que el cultivo de Vigna fue susceptible.....	82

INDICE DE ANEXOS

Contenido	Página
Anexo 1. Determinación de humedad parcial (H.P.)	60
Anexo 2. Determinación de proteína cruda.....	61
Anexo 3. Determinación de fibra neutro detergente (FDN).	63
Anexo 4. Determinación de fibra ácido detergente (FAD).....	64
Anexo 5. Análisis de varianza para Rendimiento de Materia Verde, Contenido de Materia Seca, Rendimiento de Materia Seca, Contenido de Proteína, Rendimiento de proteína, Contenido de Fibra Neutro Detergente y Contenido de Fibra Acido Detergente en la Edad 1.....	75
Anexo 6. Análisis de Varianza para Rendimiento de Materia Verde, Contenido de Materia Seca, Rendimiento de Materia Seca, Contenido de Proteína, Rendimiento de Proteína, Contenido de Fibra Neutro Detergente y Contenido de Fibra Acido Detergente en la Edad 2.....	78
Anexo 7. Análisis de varianza de composición nutricional de microensilados. Materia seca, Proteína Cruda, Fibra Neutro Detergente, Fibra Acido Detergente y pH.	98
Anexo 8. Agrupación de medias para la prueba Duncan para mezclas de Microensilados.	101
Anexo 9. Agrupación de medias para la prueba Duncan en las proporciones de gramínea y leguminosa en microensilados.....	103

I. INTRODUCCIÓN.

La alimentación de los animales debe ser una fuente de suministros de minerales, proteínas, fibra, energía, y otras fuentes nutricionales de bajo costo, con los cuales el animal pueda realizar todos los procesos metabólicos y llenar todos los requerimientos que el organismo necesita y así, poder obtener buenos rendimientos productivos y reproductivos (Campabadal 2000).

La producción bovina de El Salvador no es suficiente para cubrir la demanda de productos lácteos o cárnicos que son requeridos por la población (MAG 2004). Entre las limitantes que se tienen para proporcionar una buena alimentación para alcanzar pesos y volúmenes de producción adecuados, esta la disponibilidad de forrajes de calidad ya que el espacio para la producción de forrajes es limitado, hay una marcada estación seca y a lo largo del año se tienen altas temperaturas en las áreas dedicadas a ganadería. Las dietas de ganado lechero se basan gramíneas forrajeras que normalmente se complementan con ingredientes concentrados que son importados y caros como la soya, maní, semilla de algodón, lo cual crea la necesidad de buscar alternativas alimenticias de menor costo y disponibles localmente para disminuir la dependencia de ingredientes importadas, los costos de alimentación y producción.

La alimentación eficiente del ganado se fundamenta en el uso racional de forrajes, que son fuentes económicas y accesibles de nutrientes para los animales (Campabadal y Navarro 1994). Los pastos y los ensilados de maíz y sorgo son ampliamente utilizados y producen buenos rendimientos, sin embargo sus contenidos proteicos son bajos; por lo tanto no alcanzan a llenar todos los requerimientos de las vacas lecheras (Ruiz *et al.* 1995, Thomas 1994, Vargas 2005).

Las leguminosas forrajeras poseen altos contenidos de proteína pero no se usan mucho en alimentación de bovinos por su poca resistencia al pastoreo y su dificultad para su cosecha mecanizada y a problemas relacionados con el patrón de fermentación al ensilarlos (Jones *et al.* 2004, Tobia *et al.* 2004). La canavalia (*Canavalia ensiformis*) y el frijol vigna (*Vigna sinensis*), son leguminosas forrajeras que presentan buenas características y han sido mezcladas con sorgo o maíz en ensilados (Castillo *et al.* 2009, Arteta y Zamora 2005) para incrementar el contenido proteico.

En este estudio se evaluó el rendimiento, la calidad nutricional y costos de sorgos mejorados (var. CENTA S - 2 y var RCV) y de leguminosas (Canavalia y Vigna), sembrados en monocultivo y en asocio, y el valor nutricional de ensilados en diferentes proporciones de mezclas de sorgos y leguminosas para la alimentación de rumiantes.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Clasificación de los alimentos para animales.

En la mayoría de los países existen muchos cultivos que se utilizan como materiales forrajeros para la alimentación de bovinos, ya que a través de ellos se puede administrar la mayoría de nutrientes y minerales que necesitan para su desarrollo. (Miles J. y Argel P. 2006).

En el estudio de la nutrición y la alimentación animal, es necesario conocer los diferentes tipos de alimentación o piensos, ya que son la materia prima esencial para la producción animal. La conveniencia de un determinado alimento depende de varios factores entre los cuales se citan los costos; ya que es un factor importante, y por lo general se destinan a los animales; aquellos productos que no son comestibles para el hombre, o que se producen en cantidades mayores que superan a las necesidades humanas en un determinado país o localidad. Otros factores que influyen sobre la conveniencia en el uso de un alimento en especial son su aceptabilidad por parte del animal, la capacidad de cualquier especie o clase de animal para utilizar un determinado producto, su contenido de nutrientes y las facilidades para la manipulación y molturación del producto (Church 1993).

Los alimentos se clasifican en las siguientes categorías: (a) Forrajes, (b) Concentrados que son alimentos para energía y proteína, (c) Minerales y Vitaminas. Este es un modo conveniente para clasificar los alimentos, pero un poco arbitrario. La clasificación no es tan importante como saber cuáles alimentos son disponibles; su valor nutritivo y los factores que afectan su utilización en una ración (Campabadal y Navarro 1996)

2.1.1 Alimentos concentrados.

No hay una buena definición de concentrados, pero puede ser descrito por sus características como alimentos y sus efectos en las funciones del rumen. Usualmente "concentrado" se refiere a: (a) Alimentos que son bajos en fibra y altos en energía, (b) concentrados que pueden ser altos o bajos en proteína. Los concentrados tienen alta palatabilidad y usualmente son comidos rápidamente. En contraste a forrajes, los concentrados tienen bajo volumen por unidad de peso (alta gravedad específica), y no estimulan la ruminación, (c) Los concentrados usualmente fermentan más rápidamente que forrajes en el rumen. Aumentan la acidez (reducen el pH) del rumen que puede interferir con la fermentación normal de fibra, (d) Cuando el concentrado forma más del 60-70% de la ración puede provocar problemas de salud (Wolfgang 2009).

El propósito de agregar concentrados a la ración de la vaca lechera es de proveer una fuente de energía y proteína, para suplementar los forrajes y cumplir con los requisitos del animal, estos están divididos en: Fuentes de Proteína, Fuentes de Energía y Aditivos (Campabadal y Navarro 1996).

2.1.2 Forrajes.

En general los forrajes son la parte vegetativa de las plantas gramíneas o leguminosas que contienen una alta proporción de fibra; más del 30% de FND. Los forrajes son materiales alimenticios utilizados en los diferentes sistemas de producción y se pueden clasificar en: Plantas consumidas en verde, forrajes troceados verdes, vegetales consumidos en pastizales, plantas conservadas como heno y ensilado (Ángeles *et al.* 2002).

Debido a que la gran mayoría de gramíneas forrajeras tropicales tienen un contenido limitado de proteína, existe un creciente interés en el uso de leguminosas forrajeras como una alternativa en la alimentación del ganado lechero (Estupiñan *et al.* 2007). No hay abundante información sobre la composición y rendimiento de estas plantas así como de los costos de producción y su factibilidad para la alimentación de vacas.

Las características generales de forrajes son las siguientes:

Volumen: El volumen limita cuanto puede comer la vaca. La ingestión de energía y la producción de leche pueden ser limitadas si hay demasiado forraje en la ración. Sin embargo, alimentos voluminosos son esenciales para estimular la ruminación y mantener la salud de la vaca.

Alta Fibra y Baja Energía: Forrajes pueden contener de 30 hasta 90% de fibra (Fibra Neutra Detergente). En general, entre más alto en contenido de fibra, más bajo es el contenido de energía del forraje.

Contenido de proteína es variable: Según la madurez, las leguminosas pueden tener del 15 a 23% de proteína cruda, las gramíneas contienen 8 a 18% proteína cruda (según el nivel de fertilización con nitrógeno) y los residuos de cosechas pueden tener solo 3 a 4% de proteína cruda (paja). Desde un punto de vista nutricional, los forrajes pueden variar entre alimentos muy buenos (pasto joven y succulento, leguminosas en su etapa vegetativa) a muy pobre (pajas y ramoneos). (Wolfgang 2009)

2.2 Frijol Espada (*Canavalia ensiformis*)

2.2.1 Generalidades.

Este cultivo figura entre las leguminosas más promisorias actualmente estudiadas, cuyo empleo como abono verde y cultivo de cobertura se fomenta en las zonas tropicales húmedas (Cuellar *et al.* 1997). Su forraje se utiliza para pastorear bovinos y ovinos y su grano se utiliza para la alimentación de no-rumiantes y rumiantes, en estos últimos sin ningún tratamiento, en tanto que se requiere de procesos físicos, químicos o ambos, cuando se alimenta a no-rumiantes, a fin de eliminar sus factores anti nutricionales (Rodríguez 2000).



Figura 1. Planta de Canavalia.

2.2.2 Origen y Distribución.

La Canavalia es una planta nativa de América, reportándose su uso en las Indias Occidentales, Panamá, Guyana, Brasil y Perú. Es una planta cultivada en los trópicos y con alguna importancia en la India, Taiwán, Kenia y Hawaii; así como en el este de África. (Rodríguez 2000).

2.2.3 Clasificación

Clasificación: Reino: Vegetal; División: Traqueófitas; Clase: Angiospermeae; Sub clase: Dicotiledoneae; Familia: Leguminoseae; Género: Canavalia; Especie: ensiformis. (Berlijn 2000).

2.2.4 Morfología

Descripción morfológica: La Canavalia es una leguminosa rústica, anual o bianual, de porte erecto; su crecimiento inicial es relativamente rápido, con hábito de crecimiento indeterminado que alcanza de 0.6 a 1.2 metros de altura; con formación de guías. Las hojas son alternas y trifoliadas, de color verde oscuro y brillante, con nervaduras bien sobresalientes. Presenta inflorescencias axilares en racimos, con flores grandes, corola de color violácea o roja. La vaina es larga, plana, dura, pudiendo alcanzar hasta 35 centímetros de largo y 3 centímetros de ancho, cada vaina contiene de 4 a 20 semillas grandes, redondeadas u ovaladas, de color blanco. (Rodríguez 2000).

2.2.5 Manejo

Preparación del suelo: Limpia del terreno, un pase de arado y/o raya de siembra se puede sembrar con labranza mínima al espeque o como el agricultor estime conveniente, ya que cualquier método de siembra se puede adaptar.

Distancia de siembra: La distancia de siembra más utilizada 50-90 cm entre surco y de 14-37.5 cm entre planta. Se utilizan 100-120 libras de semilla para sembrar una manzana.

Labores culturales: No se recomienda realizar labores de manejo Como abono verde se debe incorporar a los 3-4 meses. No es recomendable dejarlo por mucho tiempo ya que se lignifica y esto dificulta su manejo. (López 2004).

2.3 Frijol *Vigna sinensis*.

2.3.1 Generalidades.

El frijol (*Vigna sinensis*) es una leguminosa de origen tropical que forma parte de los hábitos alimenticios de muchas regiones latinoamericanas, donde se consume básicamente en forma de grano integral. Resistente a la sombra, se planta en parcelas compartidas con gramíneas, como el maíz (*Zea mays*) o el sorgo (*Sorghum vulgare*), u otros cultivos como el algodón (*Gossypium spp.*) y la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Como cultivo de rotación tiene la ventaja de ayudar a fijar el nitrógeno al suelo, mejorando su rendimiento. (Mundo Pecuario 2007).



Figura 2. Cultivo de Vigna.

2.3.2 Origen y Distribución.

Especie de género *Vigna sinensis* proviene de la familia Fabaceae, su forma de vida es terrestre y su ciclo de vida puede ser anual y bianual además su crecimiento es diverso. Se cultiva además como forraje. Es un cultivo alimentario sumamente importante en los trópicos asiáticos y africanos (Binder 1997).

2.3.3 Clasificación.

Reino: Plantae, División: Magnoliophyta, Clase: Magnoliopsida, Sub clase: Rosidae, Familia: Fabaceae, Género: Vigna; Especie: sinensis, Nombre común: frijol caupi, frijol de cuerno, frijol grande, habichuela china, poroto (Mundo Pecuario. 2007).

2.3.4 Morfología.

Es una planta herbácea o semiarbusciva, trepadora de tallos ramificados y hojas trifoliadas levemente pubescentes. Flores amarillas, violeta claro o blancas. Fruto en legumbre lineal y cilíndrica con aproximadamente 7cm - 12 semillas. Las hojas son desiguales, cuyo fruto — una legumbre — se emplea como alimento en regiones tropicales del Viejo y Nuevo Mundo; se cultiva además como forraje ya que tolera bien la sequía y el calor, a diferencia de otras leguminosas. (Cuevas *et al.* 1992).

2.3.5 Requerimiento de clima y suelo.

Existen numerosas variedades cultivadas de muy diverso fotoperiodo, pero todas requieren una temporada cálida para la germinación y buen drenaje. Toleran suelos pobres en nutrientes y elevadas condiciones de acidez, así como regímenes de lluvias inferiores a los 300 mm anuales. Si se siembra en tiempo frío la germinación se retrasa, el desarrollo de la planta es escaso y las hojas se arrugan y toman una coloración purpúrea, las temperaturas elevadas no suelen perjudicar el cultivo solamente en el caso de calores muy fuertes en la época de floración y fructificación pueden producirse daños en el rendimiento y en la calidad. (Cuevas *et al.* 1992).

2.3.6 Manejo.

Preparación del suelo: Consiste en limpiar el área y luego se realiza un pase de arado o raya de siembra. También se puede sembrar al voleo o con labranza mínima.

Distancia de siembra Se realiza a chorrillo sobre el surco la distancia que se da entre surco (20-30 cm), para una manzana se necesita 40-60 libras de semilla.

Labores culturales. No se recomienda hacer limpiezas, ni aplicaciones de insecticida ni fungicida a excepción que se presentara alguna plaga defoliadora. Si se desea guardar semilla para futuras siembras hay que tratarlas con insecticidas y fungicidas específicos. (López 2004).

2.4 Sorgo (*Sorghum bicolor*).

2.4.1 Generalidades.

Se puede utilizar para la alimentación animal, principalmente como componente de mezclas y concentrados. También es usado como forrajes en la preparación de ensilajes y en pastoreo. (CATIE, 1981; citado por Bernal, 1990).

2.4.2 Origen y Distribución.

Se estima que el sorgo o maicillo es originario de África Oriental, probablemente Sudán o Etiopía de donde se cree fue llevado por los nativos migratorios hacia otros países del continente. En El Salvador se le encuentra en zonas costeras, valles intermedios y últimamente se ha sembrado en la zona nor – oriental, dada su capacidad de resistir sequías prolongadas. (CATIE, 1986; citado por Bernal, 1990).

2.4.3 Clasificación

Clasificación Botánica: Reino: Vegetal; División: Traqueófitas; Clase: Angiospermeae; Sub clase: Monocotiledoneae; Familia: Gramineae; Género: *Sorghum*; Especie: *bicolor* (Berlijn 2000).

2.4.4 Morfología.

Descripción Morfológica: Su raíz es fibrosa o rizoma, posee raíces laterales grandes (profundidad radicular 1.20 metros); su tallo es herbáceo, cilíndrico y nudosos, con 8 a 10 yemas basales que se convierten en nuevos tallos, pueden llegar a tener un grosor de 5 cms, su altura va desde 0.40 a 3.0 mts o más. Sus hojas son sencillas, envainadoras, ensiformes, dísticas, alternas, situadas a dos filas puestas, con légula entre la vaina y el limbo. Las panojas pueden ser compactas, difusas o intermedias, según el largo de los entre nudos. (Wall 1975).

2.4.5 Manejo.

Preparación del suelo.

Rastreado: esta actividad permitirá dejar el suelo suelto para favorecer la germinación de la semilla y la emergencia de la plántula. Dependiendo del estado del terreno, se darán de 2 a 3 pasos de rastra.

Surcado: debe tener una profundidad de 10 a 15 cm para la germinación de la semilla y

favorecer el drenaje. Se recomienda realizar un pasado de arado (cada 2 ó 3 años) para evitar la compactación del suelo.

En terrenos con pendientes mayores al 15% se debe implementar la labranza mínima o cero labranza, la cama de siembra debe estar libre de malezas lo cual puede hacerse con productos químicos o manualmente.

Aporco: Debe realizarse de los 22 a 30 días después de la siembra; inmediatamente después de la segunda fertilización. Esta práctica se realiza con el objetivo de incorporar el fertilizante, controlar las malezas, ayudar a la fijación de la planta y favorecer el drenaje del suelo. (CENTA 2007).

2.4.6 Algunas Variedades de Sorgo en El Salvador.

2.4.6.1 Sorgo variedad CENTA S-2.

Entre sus ventajas podemos mencionar, produce forraje y grano de alta calidad y posee gran potencial de rendimiento. Para forraje puede sembrarse en los meses de mayo, agosto o en la estación seca con humedad o regadío. Esta variedad fue introducida por el programa LASIP/CIMMYT, a través de los ensayos de la Comisión Latinoamericana de Investigadores de Sorgo (CLAIS). (MAG - CENTA 2002, Cuadro 1)



Figura 3. Cultivo de Sorgo var CENTA S-2

Cuadro 1: Características agronómicas del CENTA S-2

CARACTERÍSTICAS	VALOR PROMEDIO
Altura de la planta	2.70 Mts
Días a flor	70 días
Días a cosecha de ensilaje	100 días
Días a cosecha de grano	75-80 días
Rendimiento de grano	50 qq / Mz
Rendimiento de forraje	50 Tm/Mz
Tipo de panoja	Semi compacta
Color del grano	Blanco
Color de la planta	Canela

FUENTE: MAG - CENTA 2002 Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal

2.4.6.2 Sorgo variedad RCV.

Es un sorgo que se puede sembrar entre las latitudes desde los 0 – 1300 msnm, en suelos planos y en alturas después de los 1300 msnm, su producción de panoja es baja y se tiene un bajo rendimiento del cultivo, su régimen de lluvia para una buena producción es de 500mm. Entre sus ventajas se puede mencionar que un cultivo de multi - rebrote, que su semilla es reutilizable y su ciclo de vida comprende de mayo a agosto (MAG - CENTA 2002, Cuadro 2).



Figura 4. Cultivo de Sorgo var RCV.

Cuadro 2: Características agronómicas del sorgo RCV

CARACTERÍSTICAS	VALOR PROMEDIO
Altura de la planta	1.80 mts
Días a flor	70
Días a cosecha	110
Rendimiento de grano	80 qq/ Mz
Rendimiento de forraje	----
Tipo de panoja	Semi compacta
Color del grano	Crema
Color de la planta	Canela

FUENTE: MAG - CENTA 2002 Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.

2.4.7. Rendimiento y Composición de los Cultivos.

En el 2002 La Universidad Nacional de Colombia realizó un estudio con el cultivo de la Canavalia sola y asociada con gramínea (maíz), en forraje verde y en ensilado, en los cuales se 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) vrs tallos. En rendimiento por corte de FVD para la Canavalia fué de 43.18 Tn/Ha/corte, en el caso de la gramínea fué de 39.23 Tn/Ha/corte, y para la asociación fué de 47.27 Tn/Ha/corte. No se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos en rendimiento de MS. La producción anual de MS fué de 45.64, 47.88 y 49.64 t/ha/año. Se presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos en la relación MAVF vrs tallos obteniéndose la mejor relación en Canavalia. En cuanto a PC en el caso de la Canavalia en FVD fué de 12.82 % y en ensilado fué de 13.26 %, en el maíz FVD fué de 6.9% y en ensilado fué de 6.96, en asocio el FVD fué de 8.67% y en ensilado fué de 8.68%. Para la FND los resultados

fueron los siguientes; para Canavalia FVD 42.85% y en ensilado fué de 32.73%; para Maíz FVD fue de 57.10% y en ensilado fué de 48.10% y en el asocio para el FVD fué de 45.83 y en ensilado fué de 45.83%. La FAD los resultados fueron los siguientes; para Canavalia FVD 32.31% y en ensilado fué de 26.91%; para Maíz FVD fué de 29.62% y en ensilado fué de 20.31% y en el asocio para el FVD fué de 29.51% y en ensilado fué de 25.33%. La asociación en forraje verde y en ensilaje superó en PC y FDN al FVD de maíz. La conservación mejoró la calidad del FVD en los tratamientos. (Jiménez *et al.* 2004).

Estudios realizados en Costa Rica para determinar el contenido nutricional de maíz con asocio con la Vigna en ensilado en las proporciones (60:40), (70:30) el cual se determino el contenido de Materia Seca, Proteína Cruda, Fibra Neutro Detergente y Fibra Acido Detergente y se obtuvieron los siguientes resultados; para la relación 60:40 los resultados de MS fué de 19.76, PC fué de 9.7 %, FND fué de 53 %; FAD fué de 30.5 %; para la relación 70:30 los resultados fueron para MS fué de 21.44, PC 10.4 %; FND fué de 56.85, FAD fué de 32.88 %, en lo que se observa que a medida que aumenta la proporción de leguminosa aumenta la cantidad de proteína pero disminuye la cantidad de materia seca. (Castillo *et al* 2009).

2.4.8. Composición y calidad de forrajes

La fibra es una entidad heterogénea formada por varios componentes químicos de composición conocida, pero cuya estructura tridimensional es variable y poco conocida. Desde el punto de vista químico, la fibra se compone de un entramado de celulosa, hemicelulosa y lignina. A efectos prácticos, se utiliza para la predicción de la calidad de los forrajes, la ingestión de la materia seca, la digestibilidad y el valor energético de los alimentos. Entre los alimentos que más varía la digestibilidad están los forrajes y el principal causante es el estado de madurez; a medida que aumenta la madurez de la planta, disminuye su contenido de proteína y de azúcares, y se eleva el de fibra, principalmente celulosa y lignina. (Estupiñán, *et al* 2007).

El proceso de ensilaje idóneo supone una relación Material de Alto Valor Forrajero lo más amplia posible a favor de hojas, pecíolos, semi tallos y mazorcas, debido a que poseen mayor porcentaje de nutrientes digestibles para el animal; además, garantiza mejor densidad en el proceso y más vigor fermentativo por mayor extracción de oxígeno en el apisonamiento (Jiménez *et al.* 2004).

En el caso de los ensilados para incrementar el contenido de materia seca de un follaje se recomienda el marchitamiento o desecación del forraje al sol antes de ser ensilado. (Castillo *et al.* 2009).

2.5 Nutrición de bovinos.

2.5.1 Nutrientes importantes en la alimentación de vacas.

El objetivo de muchos ganaderos alrededor del mundo es producir un volumen de leche con una composición adecuada; a la vez contar con vacas sanas y con un uso eficiente de los alimentos. Esta es la base de la producción eficiente de leche. Las raciones bien balanceadas van de la mano de una óptima producción de leche. Ese óptimo varía de un ganadero a otro, dependiendo de las condiciones específicas que cada ganadero enfrenta. El precio de la leche, las posibilidades de pastoreo, el costo de los ingredientes de la ración, y la posibilidad de suministrar alimentos de producción propia son sólo algunas de estas condiciones. (Campabadal *et al* 1994). Entre algunos nutrientes que deben ser considerados dentro del balanceo de las raciones se tienen:

Proteína

Estas son parte de los tejidos del cuerpo y de los productos animales; y proveen los aminoácidos requeridos para el mantenimiento de las funciones vitales, como: reproducción, crecimiento y lactancia. (Ángeles *et al* 2002).

La utilización de leguminosa merece una mejor atención, principalmente en países tropicales donde la proteína es un factor limitante a la producción bovina. Estudios han demostrado que al asociar gramíneas con leguminosas en pastoreo; la producción láctea puede ser aumentada entre 17 y 65 % más que con la gramínea sola (Gutiérrez 1996).

Minerales

Una adecuada proporción de minerales en la dieta es esencial para una salud y altos niveles de producción de leche. La falta de atención con el contenido de minerales en la dieta frecuentemente conlleva a problemas reproductivos, tanto déficit como exceso de estos mismos (Campabadal *et al* 2000).

Fibra

Uno de los componentes principales de la dieta de la vaca lechera es la fibra. Los requerimientos de la misma para el ganado se expresa en Fibra Neutro Detergente (FND) (Zavala *et al.* 2005) que representa la pared celular de los vegetales que constituye su elemento estructural o de sostén y está integrada por celulosa, hemicelulosa, lignina y además una serie de compuestos menores ligados a ella, también indigestibles (Sílice, Cutina), el análisis de FDN es necesario para la formulación de raciones (Ángeles *et al* 2002).

2.5.2 Demanda de energía.

Entre estas se pueden mencionar:

Energía Digestible: es la energía disponible aparente de un alimento, que se obtiene la energía bruta menos la energía contenida en las heces procedentes de una determinada ingestión de dicho alimento. (McDonald *et al.* 1999).

Energía Metabolizable: Los animales eliminan por la orina sustancias que contienen energía y en el caso de los rumiantes, se pierde energía en los gases combustibles que abandonan el tracto digestivo. (McDonald *et al.* 1999).

2.6 Digestibilidad

El valor de un forraje se puede evaluar por medio de su digestibilidad *in vivo* o *in situ*. Tanto la digestibilidad como el contenido energético de un forraje, se relaciona negativamente con la Fibra Acido Detergente, la Fibra Neutro Detergente y la Lignina (NRC. 2001)

2.7 Producción de Forraje como Clave en la Producción.

Respecto del enriquecimiento de las gramíneas como base forrajera, considera que “con la introducción de leguminosas en las pasturas se pueden incrementar las ganancias de peso del animal (53%) y la utilización de las pasturas (33%), sin disminuir las reservas del suelo”. (Thomas 1994).

El establecimiento de cultivos forrajeros con fines de conservación, sea como ensilaje o heno, se ha convertido en una forma muy eficiente para enfrentar el problema de la falta de alimento en las épocas críticas, ya que contribuyen a disminuir las pérdidas en la producción de leche y carne, mejoran el comportamiento reproductivo, y en muchos casos evitan la muerte de animales. (Sánchez 2007).

La Canavalia es una leguminosa de alta producción de forraje (7 hasta 12.4 t ha⁻¹) 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, ya que posee un alto potencial de aminoácidos esenciales, con excepción del triptófano. (Estupiñán *et al.* 2007).

2.8 Uso de ensilado en la alimentación de bovinos.

El uso del ensilado combina algunas ventajas del pasto de corte (forraje fresco y verde todo el año) y elimina las desventajas de la ineficiencia y el costo del trabajo diario de acarreo del pasto. Mediante una administración adecuada de la tierra, costos más bajos, la cosecha es

abundante. Es decir que se podrán guardar los excesos para cuando las condiciones sean adversas para el crecimiento de los forrajes. (Ángeles *et al.* 2002).

El estado de madurez óptimo facilita la eliminación del oxígeno durante el proceso de llenado y compactado y asegura un elevado contenido de azúcares disponibles para las bacterias y un máximo valor nutricional para el ganado. La madurez tiene un alto impacto en el contenido de humedad de cultivos, sobre todo en aquellos en los que no se realiza pre - secado como Maíz y Millo, donde el contenido de humedad óptimo se encuentra cerca del 70%. Valores superiores al mencionado pueden derivar en una fermentación butírica o en un exceso de pérdidas por lixiviación de azúcares. De igual manera niveles inferiores de humedad pueden retrasar e incluso impedir que la fermentación se lleve a cabo. (Cuadrado *et al.* 2003).

El ensilaje es un proceso de fermentación natural que genera un pH que oscila entre 3.5 a 4.0, que impide que el producto se descomponga o pudra, permitiendo la conservación de sus propiedades alimenticias, por un determinado tiempo, de tal forma que pueda ser utilizado en el momento que se necesite. (Ángeles *et al.* 2002).

El maíz que contiene cantidades relativamente grandes de carbohidratos disponibles y es bajo en proteínas y calcio, es ideal para ensilar. Por otra parte las leguminosas son bajas en carbohidratos disponibles y altas en proteínas y calcio. (Káiser *et al.* 2003).

El proceso de ensilaje comprende tres fases: Respiración, Fermentación y Estabilización.

Respiración. Para hacer un ensilado de buena calidad, el aire debe de ser eliminado completamente y rápidamente del forraje ensilado. Al quedar aire dentro de la masa vegetal, promueve una actividad incrementada y prolongada de las bacterias aeróbicas, y también retarda y reduce la actividad de las bacterias lácticas anaeróbicas. Esto conduce al desarrollo de un gran número de bacterias putrefactas y proteolíticas y a la producción del ácido butírico que es indeseable, esto produce en el ensilado pérdida de proteína y mal sabor que se debe generalmente a hongos. (Káiser *et al.* 2003).

Fermentación. La fermentación comprende una serie de cambios químicos producidos en los compuestos orgánicos, por la acción de diferentes organismos. Dentro de los productos que se forman se destacan los ácidos lácticos, acético y butírico, siendo el primero el más importante y predominante en un buen ensilado; también está presente el nitrógeno amoniacal en una misma proporción. (Káiser *et al.* 2003).

Estabilización. Las etapas de respiración y fermentación alcanzan un máximo de 3 días, por lo que la producción de ácido láctico generando un pH inferior a 4.5, completándose la fermentación en un máximo de 21 días. (Káiser *et al.* 2003).

Los ensilados puede tener una fermentación inadecuada al producir ácido butírico y otros productos indeseables como amonio y pequeñas proteínas llamadas aminas. Las especies de *clostridium* son las bacterias más comunes productoras de ácido butírico responsables de esta fermentación indeseable. Si el ensilado contiene una cantidad adecuada de carbohidratos fácilmente disponibles, la fermentación del silo no tomara este rumbo. Las características de un ensilado que ha tenido fermentación butírica incluyen pH arriba de 5.0, altos niveles de nitrógeno amoniacal, mas ácido butírico que láctico y un fuerte olor desagradable. Las vacas alimentadas con estos silos comen menos o dejan de comer, producen menos leche y tienen una incidencia incrementada de enfermedades metabólicas como cetosis o displasia de abomaso (Jones *et al.* 2004).

Cuando excesiva cantidad de oxígeno atrapado en la masa forrajera la temperatura puede subir hasta 38° C este calentamiento produce una fermentación indeseable y una reacción de Maillard, la cual hace que la proteína se una a la Fibra Ácido Detergente y la lignina. Forrajes con humedad de 20 – 50 % son más digestibles (Jones *et al.* 2004).

2.9 Análisis bromatológico de alimentos.

El análisis bromatológico proviene del griego *brom-atos*: alimento, y *logía*: estudio; también se dice que es una disciplina científica que estudia íntegramente a los alimentos. Con este análisis se pretende conocer las composiciones químicas, físicas, higiénicas (microorganismos y toxinas), hacer el cálculo de las dietas en las diferentes especies y ayudar a la conservación y el tratamiento de los alimentos. (CAÑAS 2000).

El estudio bromatológico incluye las siguientes técnicas de análisis: Análisis microbiológico; Análisis toxicológico; Análisis químico (WENDEE Y VAN SÖEST); Evaluación organoléptica.

2.9.1 TECNICAS DE ANALISIS QUIMICOS (A.O.A.C. 1980).

- **WENDEE:** determina la composición química de una muestra; efectuándole los siguientes determinaciones: Humedad parcial (Hp); Humedad total (Ht); Nitrógeno por kjeldahl (Pc).
- **VAN SÖEST:** permite la separación de los carbohidratos en fracciones relacionadas con su disponibilidad nutrimental (muy disponibles, poco disponibles y nada disponibles): Fibra Neutra Detergente (FND); Fibra Acido Detergente (FAD).



Figura 6. Delimitación del terreno.

3.3 Manejo de los cultivos:

Cuadro 3. Secuencia de las labores culturales en los cultivos.

Cultivo	Prep del terreno	Edad estimada a la madurez (días)	Pl/ Mt lineal	Plt/ Ha	Fecha de siem y 1° fert	Días a la 1° siem	2° fert	1° Corte	2° corte
Canavalia	09/6/09	90	4	50,000	16/06/09	0	03/7/09	25/8/09	12/9/09
CENTA S-2		83	20	250,00 0	22/06/09	6	08/7/09		
RCV		79	20	250,00 0	26/06/09	10	19/7/09		
Vigna		72	6	75,000	03/07/09	17	28/7/09		

prep=preparación, pl=planta, mt=metro lineal, siem=siembra, fert= fertilización.

Preparación del Terreno: Se aplicaron 2 toneladas de estiércol fresco de vaca un mes previo al ensayo y 3 días previos a la siembra se hizo un paso de rastra y uno de arado (figura 7).

Preparación de Semilla: Las semillas se trataron con un insecticida pre emergente para favorecer su germinación y obtener un mayor nacimiento de plantas.

Siembra, Limpieza y Aporco: Esta se realizaron de forma manual.

Fertilización: Se aplicaron 150kg /ha de formula 16 20-0 a la siembra y 150 kg/ha de Urea a los 30 días post germinación (figura 8).

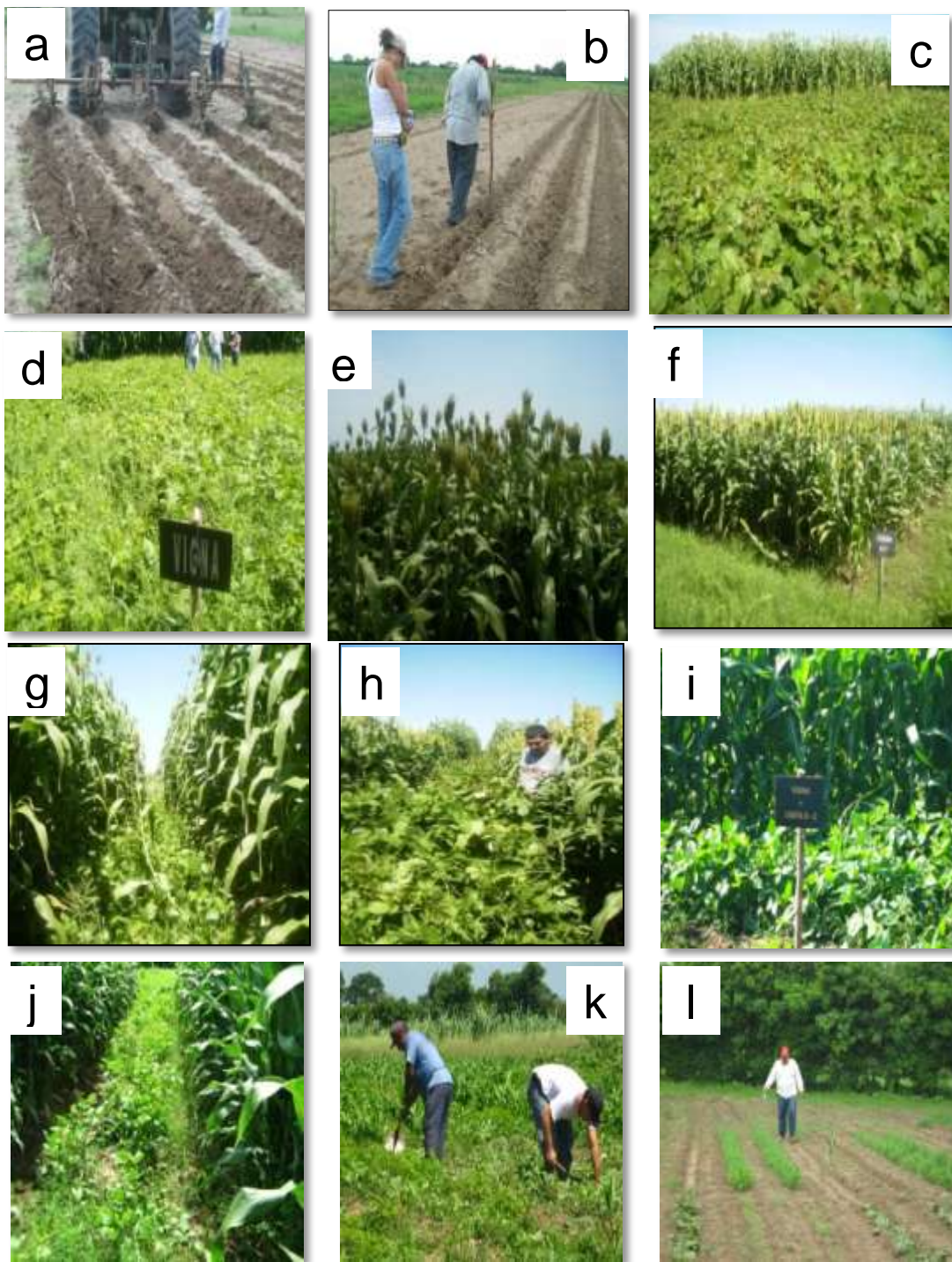


Figura 7. Labores culturales para el manejo de los cultivos. (a) Preparación del suelo, (b) Siembra de los cultivos dentro del terreno previamente delimitado, (c) Cultivo Canavalia, (d) Cultivo de Vigna, (e) Cultivo de Sorgho var. S-2, (f) Cultivo de Sorgho var. RCV, (g) Cultivo de Canavalia en asocio con CENTAS-2, (h) Cultivo de Canavalia con RCV, (i) Cultivo de Vigna en asocio con CENTA S-2, (j) Cultivo de Vigna en asocio con RCV, (k) Limpieza y aporco de los cultivos, (l) Fertilización.

3.4 Cosecha y Muestreo de Material Verde.

Se realizaron dos muestreos de material verde: 15 días antes de la madurez fisiológica y a la edad de madurez fisiológica. Utilizando un método de pseudoreplicación dentro de cada parcela, se cortó en tres puntos al azar todo el material verde en un metro lineal a 10 cm del suelo (en los asociados se hizo 6 puntos de 0.5 m, 3 de gramínea y 3 de leguminosa) se pesó el material (para calcular el rendimiento de Materia Verde), luego se picó con una maquina, se mezcló y se tomaron tres muestras de 1 kg que se llevaron al laboratorio (Figura 8).



Figura 8. Metodología utilizada para la recolección de muestras: (a) Medición de la longitud a cortar, (b) Corte realizado del material vegetativo (10 cm de altura del suelo) (c) Pesado del Material Vegetativo, (d) Picado de Material vegetativo se realizo en forma mecánica (e) Mezclado del material picado (f) La Toma de muestra (1 kilogramo).

3.5 Elaboración de Microsilos.

Durante el segundo muestreo se colectó material picado de los cuatro cultivos para elaborar microsilos de 7 kg conteniendo las mezclas de Sorgo CENTA S-2-Canavalia, Sorgo CENTA S-2-Vigna, Sorgo RCV-Canavalia y Sorgo RCV-Vigna en proporciones (100 - 0%; 80 - 20%; 70 - 30%; 60 - 40% y 50 - 50% de sorgo – leguminosa, siendo el mayor porcentaje para las gramíneas). Los microsilos se elaboraron por sextuplicado en bolsas plásticas teniendo un total de 120 microsilos, se moldearon en un balde, se les extrajo el aire con una bomba de

vacío y se dejaron fermentar por 21 días, luego se abrieron, se midió el pH y se tomó una muestra de 1 kg para ser llevada y analizada en laboratorio. (Figura 9).



Figura 9: Pasos que se realizaron para la elaboración de microsilos. (a) Corte y picado del material a ensilar, (b) Asoleado del material picado para favorecer la pérdida de humedad, (c) Pesado del material a ensilar, (d) Traslado del material, (e) Mezclado de los materiales pesados (f) El material es compactado en el molde, (g) Extracción completa del aire (h) Amarre a la bolsa (molde), (i) Almacenamiento de los microsilos en un lugar apropiado donde permanecerán hasta la hora de ser utilizados.

3.6 Composición de Canavalia en diferentes edades.

Se tomaron muestras de la planta de Canavalia a los 100, 130 y 150 días de edad, se separaron las fracciones de hoja, tallo y vaina (antes de 130 días no había vainas), las muestras se secaron y molieron y se almacenaron hasta su análisis nutricional.

3.7 Análisis de Laboratorio.

Se analizaron las muestras de material verde (monocultivos y asociados), ensilados y plantas de Canavalia (se analizó solamente la planta de Canavalia debido a que era de interés para los ganaderos) por los siguientes métodos:

3.7.1 Porcentaje Humedad Parcial. (Anexo 1) : Se baso en la determinación de la pérdida de peso y humedad que contiene una muestra que sufre cuando se calienta a una temperatura entre 60 y 70°C por un periodo de 24 horas, en un equipo conocido como estufa de aire reforzado o ventilación forzada (Flores *et al* 2008; Figura 10).



Figura 10. Pasos a seguir para la determinación de Humedad Parcial. (a) Recolección e identificación de muestra, (b) Embolsado y pesado de muestra, (c) Colocación de muestras en la estufa de aire, (d) Extracción de muestras de la estufa de aire circulante, (e) Pesado final.

3.7.2. Determinación de Nitrógeno y proteína cruda (método de kjeldahl).

A las muestras secas y molidas se les determinó nitrógeno por medio del método de kjeldahl (AOAC, 1980, Anexo 2), utilizando un aparato de digestión y destilación (Foss inc, Denmark, figura 11). El porcentaje de proteína cruda fue estimado multiplicando el porcentaje de nitrógeno por el factor 6.25.

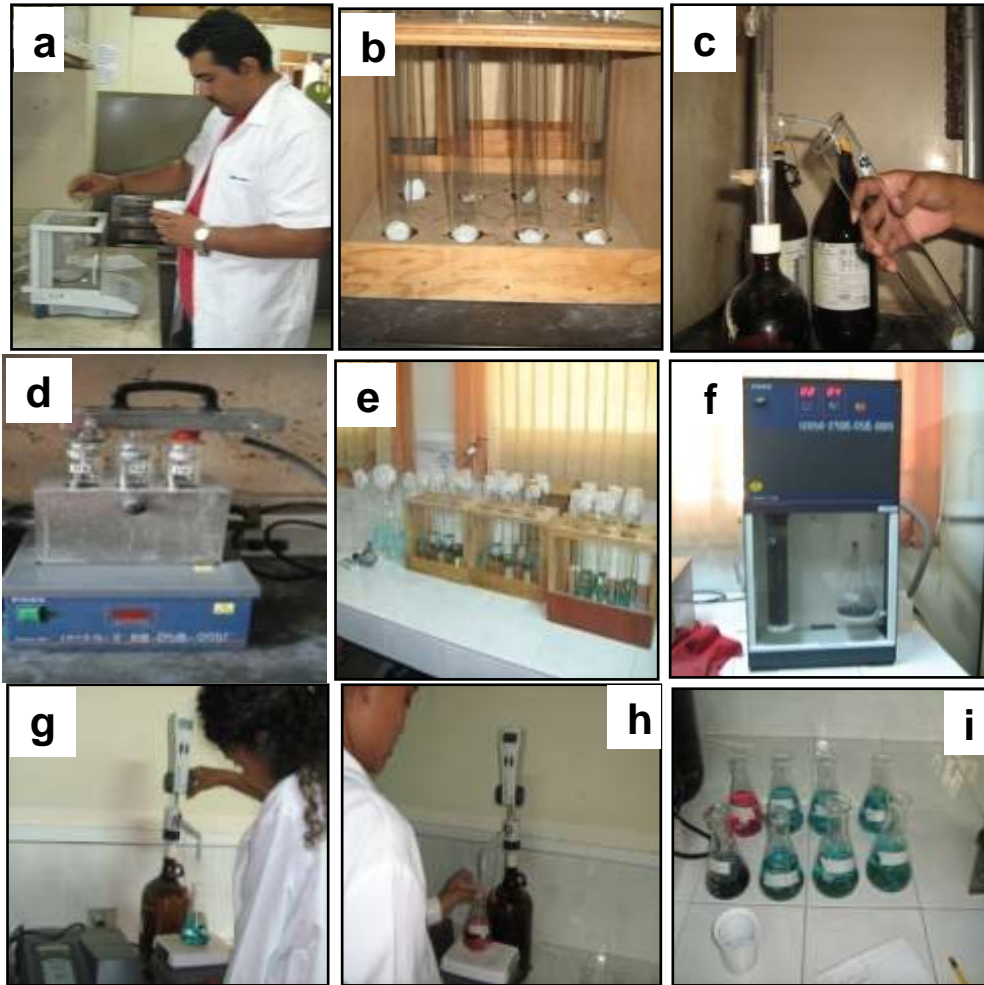


Figura 11. Metodología para la Determinación de Nitrógeno y Proteína Cruda (a) Pesado de la muestra a analizar (b) Adición del catalizador ($K_2SO_4 + CuSO_4$), (c) Adición de ácido sulfúrico (25 ml), (d) Digestión (Digestor de Kjeldahl), en el cual se obtiene sulfato de amonio, (e) Adición de agua destilada (80 ml), se deja en reposo (enfriar), (f) Destilación y formación del borato de amonio (coloración verdosa), (g) Titulación, (h) Viraje de verde bromo cresol a rojo de metilo (i) Proceso finalizado.

3.7.3 Fibra Neutro Detergente por el Método de Van SÖEST.

La muestra fue digerida por ebullición en solución neutro detergente, que se solubiliza el contenido celular y la pectina, eliminando la pared celular, y dejando como residuo la celulosa, hemicelulosa y lignina. Se utilizó el método de VAN SÖEST (Flores *et al.* 2008, Figura 12, anexo 3)

3.7.4 Fibra Ácido Detergente por el Método de Van SÖEST.

La muestra se puso a digerir en una solución ácido detergente, en donde se hidrolizaron los contenidos de hemicelulosa que se encuentran libres y aquellas que están combinadas con la lignina dejando la celulosa (Flores *et al.* 2008, Figura 12, anexo 4).

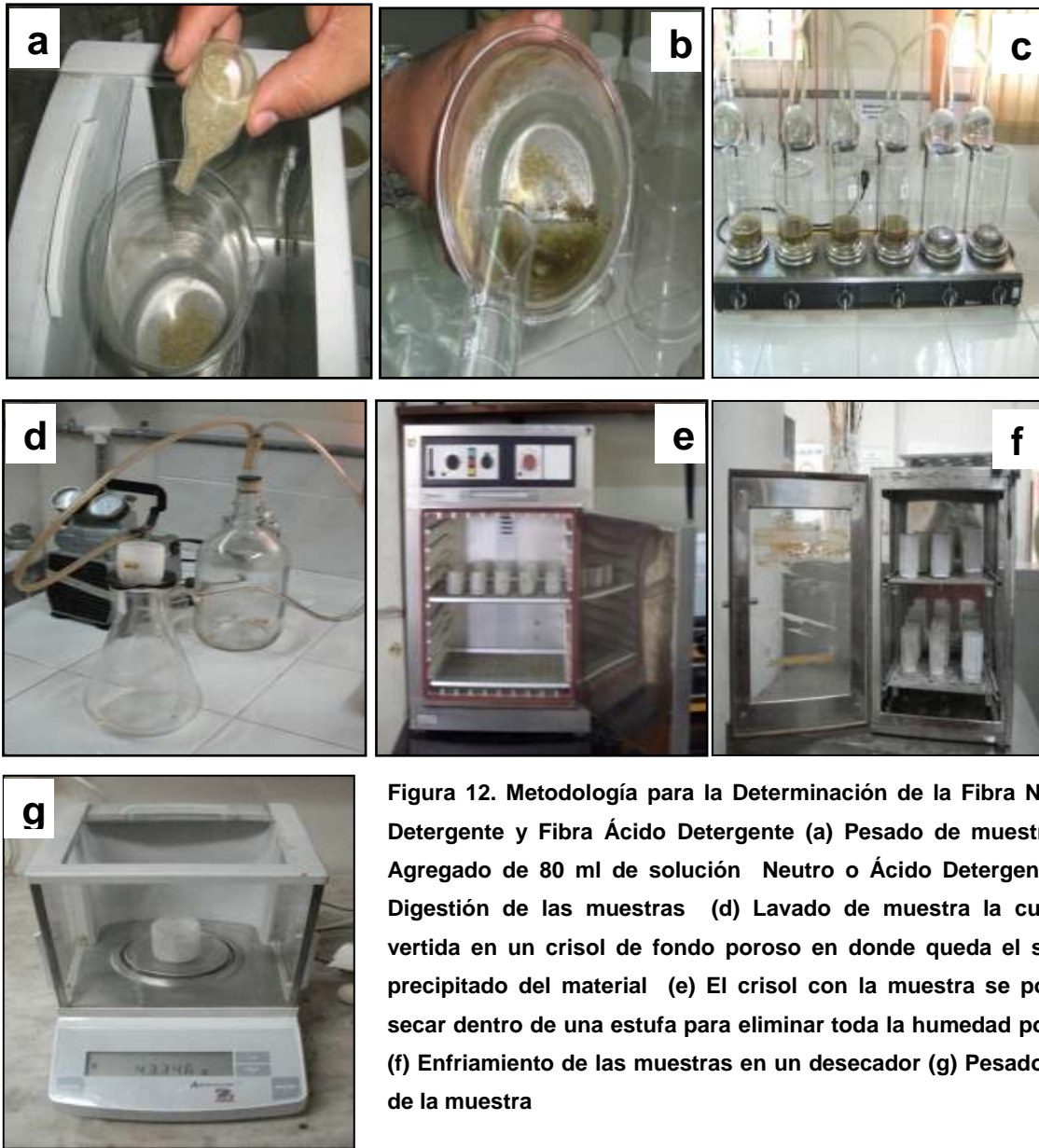


Figura 12. Metodología para la Determinación de la Fibra Neutro Detergente y Fibra Ácido Detergente (a) Pesado de muestra (b) Agregado de 80 ml de solución Neutro o Ácido Detergente (c) Digestión de las muestras (d) Lavado de muestra la cual es vertida en un crisol de fondo poroso en donde queda el sólido precipitado del material (e) El crisol con la muestra se pone a secar dentro de una estufa para eliminar toda la humedad posible (f) Enfriamiento de las muestras en un desecador (g) Pesado final de la muestra

3.8 Evaluación Económica.

Se registraron los gastos en cada una de las labores de los cultivos y sus asociados de forma de obtener el costo por hectárea en cada caso. Esto se relacionó con los rendimientos de materia verde, materia seca y proteína (TM/Ha), para estimar el costo de producción de estos (\$/TM) y establecer las comparaciones pertinentes entre cultivos en la edad 2 (Cuadro Anexo 1).

3.9 Metodología Estadística.

3.9.1 Análisis de Forraje Verde.

Factores en estudio (variables independientes)

- Variedades: CENTA S – 2, RCV, Canavalia, Vigna,
- Asocios: CENTA S – 2 + Canavalia, CENTA S – 2 + Vigna; RCV + Canavalia, RCV + Vigna

Variables respuesta (dependientes).

- Rendimiento de Materia Verde (TM/Ha).
- Rendimiento de Materia Seca (TM/Ha).
- Proteína Cruda (%).
- Fibra Neutro Detergente (%).
- Fibra Acido Detergente (%).
- Rendimiento de Proteína Cruda (TM/Ha).

3.9.1.1 Diseño Estadístico para Material Verde:

Se uso un diseño al azar con ocho tratamientos (cultivos y socios) con parcelas divididas, utilizando el método de Pseudoreplicación que es la subdivisión en pequeñas subparcelas siendo estas las replicas de los muestreos que se tomaron dentro de cada parcela. Los 8 tratamientos se azarizaron para su establecimiento en campo (Figura 5) y se detallan a continuación:

T₁ = Sorgo CENTA S-2

T₅ = Sorgo CENTA S-2 + Canavalia

T₂ = Sorgo RCV

T₆ = Sorgo S - 2 + Vigna

T₃ = Canavalia

T₇ = Sorgo RCV+ Canavalia

T₄ = Vigna

T₈ = Sorgo RCV + Vigna

3.9.2 Análisis de Ensilados.

Factores en estudio (variables independientes).

- Mezclas: CENTA S – 2 + Canavalia, CENTA S – 2 + Vigna; RCV + Canavalia, RCV + Vigna
- Proporción de Gramínea y Leguminosa (100% - 0%; 80% - 20%; 70% - 30%; 60% - 40%; 50% - 50%).

Variables respuesta (variables dependientes).

- Contenido de materia seca (%).
- Proteína Cruda (%).

- Fibra Neutro Detergente (%).
- Fibra Acido Detergente (%).
- pH.

3.9.2.1 Diseño Estadístico para Ensilados.

Se uso un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos (mezclas) y cinco bloques (proporciones) con seis repeticiones teniendo 9 microsilos de CENTA S-2 con ambas leguminosas y 9 microsilos con sorgo RCV con ambas leguminosas.

3.9.3 Análisis Estadístico.

Se evaluaron los efectos de los factores en estudio sobre cada una de las variables dependientes tanto en forraje verde como en los ensilados por medio de un diseño de bloques al azar con parcelas divididas utilizando el procedimiento ANOVA, para realizar una separación de medias con la prueba de significancia mínima $P < 0.05$ (DMS) utilizando el Programa "Statistical Analysis System" (SAS). Las diferencias entre medias fueron evaluadas por medio de una prueba de Duncan para medias.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Forraje verde

4.1.1. Rendimiento de Materia Verde

El rendimiento estimado de Materia Verde es mayor para los sorgos que para las leguminosas, mientras que en los asociados, hay una tendencia similar al rendimiento del sorgo utilizado. No se observó un incremento en la producción de Materia Verde de los sorgos y sus asociados entre la edad uno que es un estado inmaduro y la edad dos en relación a la edad de cosecha (figura 13).

En ambas edades, el sorgo CENTA S-2 y sus asociados tuvieron mayores rendimientos, el sorgo RCV y sus asociados tuvieron rendimientos intermedios, mientras que Canavalia y Vigna tuvieron las menores producciones.

En los cuadros anexos del 2 al 17 se presenta los rendimientos promedios de Materia Verde \pm desviación estándar de cada cultivo y sus asociados en TM/Ha y Ton/Mz en las dos edades estudiadas. En la figura anexo 2 se presenta el gráfico de rendimiento de Materia Verde en Ton/Mz.

Los rendimientos de Materia Verde tuvieron diferencias estadísticas en la edad 1 ($p < 0.01$, anexo 5) y en la edad 2 ($p < 0.01$, anexo 6), la agrupación para diferencias entre medias de cultivos y asociados en ambas edades ($p < 0.005$) se presenta en los cuadros anexos 18 y 19 y en la figura 13.

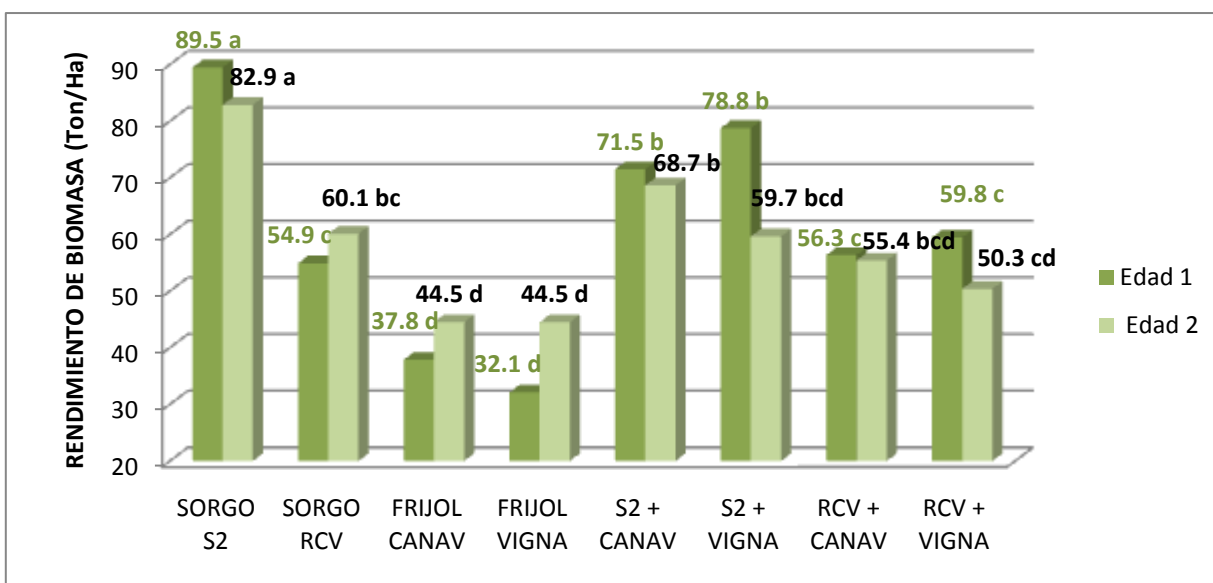


Figura 13. Rendimiento de Materia Verde (TM/Ha) obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y Vigna (*Vigna sinensis*) y Sorgos (*Sorghum bicolor*) var RCV y S 2 y sus asociados. a, b, c, d, e = comparaciones de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre tratamientos para una misma edad.

Los resultados obtenidos en rendimiento de Materia Verde fueron un poco mayores a los reportados por otros autores. Jiménez *et al.* (2004) en una asociación maíz Canavalia a una edad de corte de 75 días, obtuvo 43.18 TM/Ha para Canavalia, 39.23 TM/Ha para maíz en monocultivo y el asocio 47.27 TM/Ha. Arteta *et al* (2005) reportaron en un estudio de asociación de maíz con cuatro leguminosas (*Dolichos lablab*, *Vigna umbellata*, *Cajanus cajan* y *Mucuna ruriens*) a una edad de corte de 90 días, rendimientos para maíz 58.00 TM/Ha, y para los socios de maíz con las leguminosas los valores están entre 35.37 TM/Ha y 54.75 TM/Ha. En otro estudio con 15 variedades de sorgo forrajero a una edad de corte de 77 días, se obtuvieron rendimientos que variaron de entre 22.89 TM/Ha y 41.61 TM/Ha con un promedio de 33.05 TM/Ha (Vargas 2005). Normalmente en El Salvador es considerado aceptable un rendimiento en sorgos de 20 a 30 ton/Mz (25.97 a 38.96 TM/Ha) de Materia Verde.

La mayor producción de Materia Verde en este estudio en comparación con otros, puede deberse a que el suelo en que se estableció la parcela era un suelo de buena textura, profundidad, drenaje y fertilidad al cual anteriormente se le había aplicado estiércol de bovino además de que en los días de muestreo el suelo y las plantas tenían abundante humedad.

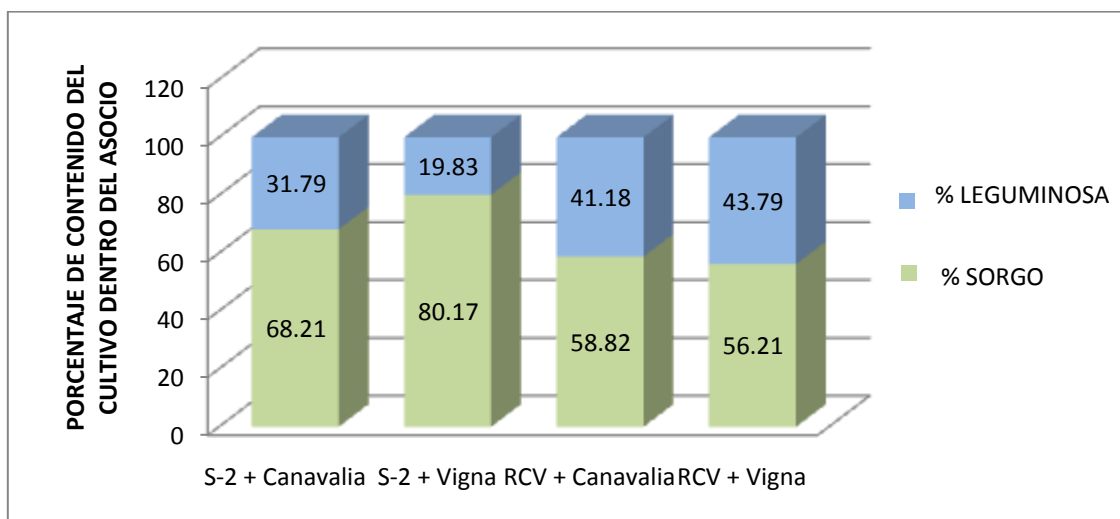


Figura 14. Porcentajes de Materia Verde obtenidos de Sorgos (*Sorghum bicolor*) var RCV y CENTA S-2 y leguminosas Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y Vigna (*Vigna sinensis*) en socios de 50% de área sembrada cada uno en la primera edad de corte.

La producción de materia verde en los socios provino principalmente de los sorgos en las dos edades de corte, el sorgo CENTA S-2 ocupó en todos los casos porcentajes entre el 66 y 80 % (proporciones de entre 2/3 y 4/5; figuras 14 y 15).

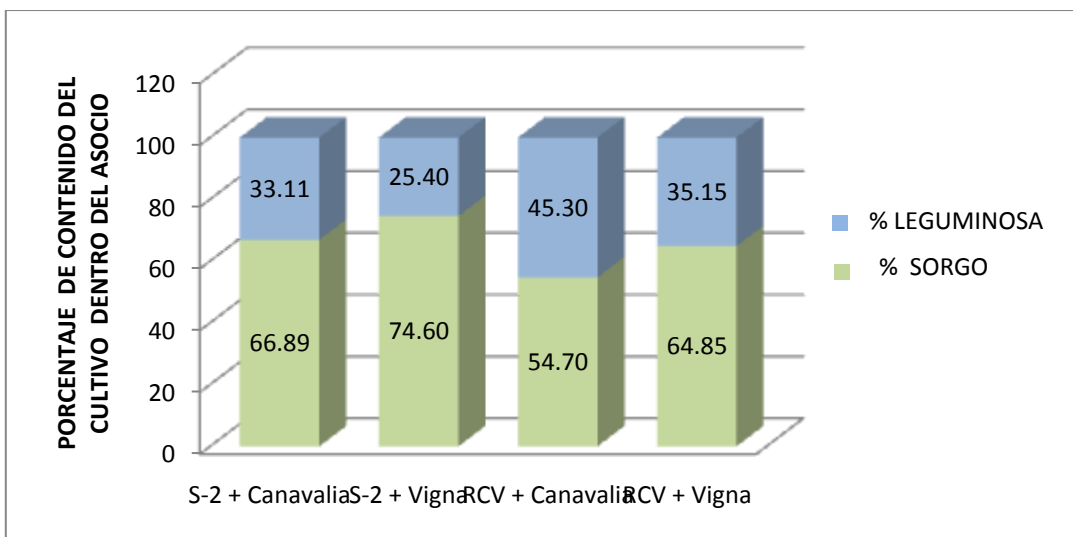


Figura 15. Porcentajes de Materia Verde obtenidos de Sorgos (*Sorghum bicolor*) var RCV y CENTA S-2 y leguminosas Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y Vigna (*Vigna sinensis*) en asociados de 50% de área sembrada cada uno en la segunda edad de corte.

4.1.2 Contenido de Materia Seca.

El porcentaje de materia seca fue menor del 20 % en todos los cultivos y sus asociados cosechados antes de la madurez correspondiente a la edad 1 (figura 16).

Los contenidos promedio \pm desviación estándar de materia seca de cada cultivo y sus asociados en las dos edades se presentan en los cuadros anexos del 2 al 17.

En la segunda edad (edad de cosecha) los porcentajes de materia seca en los cultivos y sus asociados aumentaron con respecto a la primera edad.

Los contenidos de materia seca fueron diferentes entre cultivos y asociados en la edad 1 ($p < 0.01$, anexo 5) y la edad 2 ($p < 0.01$, anexo 6), la agrupación de promedios de materia seca para la edad 1 y 2 ($p < 0.005$) se presentan en los cuadros anexos 18 y 19 y se muestran en la figura 16. La Vigna y sus asociados tuvieron menores contenidos de materia seca que los sorgos, la Canavalia y los asociados de estos. También se observó que Vigna fue más susceptible a la invasión por malezas, plagas y podredumbre de los tallos (figura anexo 5).

Es probable que el aumento en materia seca desde la edad 1 a la edad 2 se deba en parte a las diferencias de humedad ambiental en las dos fechas. Vargas *et al* (2005) atribuye que esta variación puede también deberse a la madurez de la planta o un cambio de la relación hoja-tallo.

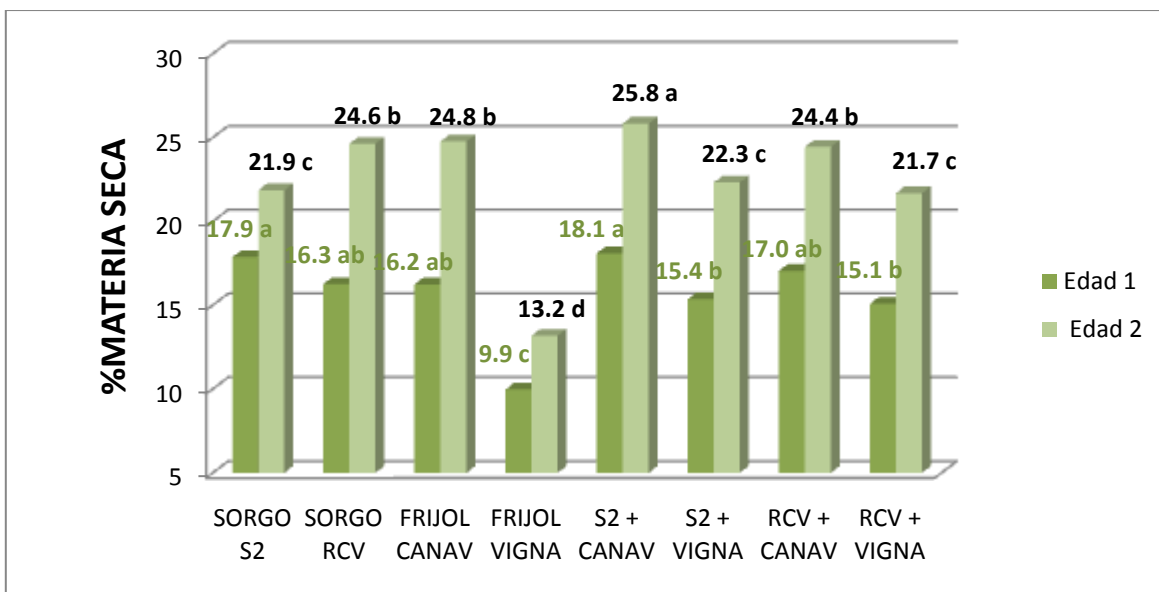


Figura 16. Porcentaje de Materia Seca en forraje verde obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y Vigna (*Vigna sinensis*) y Sorgos RCV y S 2 y sus socios. a, b, c, d, e = comparaciones de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre tratamientos para una misma edad.

Sakaguchi *et al.* 2003, reportaron contenidos de materia seca de 26.6 % para *Glicine max* y 31.8% para *Cajanus cajan* mientras que el sorgo tuvo 16.6%. Aydin *et al.* Reportó contenidos de materia seca de 17.7 % para sorgo café para dietas de vacas lecheras.

El contenido de humedad de una planta es una característica importante a considerar al momento de ensilar, en general se espera que el material a ensilar tenga al menos 25% de materia seca, para reducir el nivel de efluentes, pérdidas de carbohidratos y pérdidas por respiración, además, contenidos mayores de humedad pueden dar como resultado pudrición en el ensilado (Castillo *et al.* 2009; Jones *et al.* 2004). Considerando los resultados obtenidos, no parece recomendable cosechar los cultivos inmaduros y la Vigna podría no ser adecuada para ensilar.

Contenidos de humedad mayores al 70% y niveles bajos de carbohidratos pueden dar lugar a una fermentación butírica que es indeseable. Los cultivos de leguminosas contienen relativamente bajos niveles de carbohidratos comparados con el maíz y requieren ser secados en campo para incrementar su concentración de carbohidratos y reducir los contenidos de humedad en la Materia Verde (Jones *et al.* 2004).

4.1.3 Rendimiento de materia seca.

Se presenta el rendimiento de materia seca TM/Ha de los cultivos y sus socios en las dos edades en la figura 17. Se puede observar que este fue mayor en la segunda edad de corte que en la primera en todos los casos. Entre los sorgos, el S-2 tuvo el incremento más

pequeño de la edad uno a la edad dos, mientras que el sorgo RCV tuvo un incremento mayor en el periodo en estudio, ya que los granos en la panoja no estaban llenos en la edad 1, y siendo esta es una variedad de panoja grande y pesada, su madurez (llenado) parece afectar mucho el rendimiento. Las características descritas en el rendimiento de los sorgos, se ven también reflejados en sus asociados que presentan valores intermedios entre los sorgos y las leguminosas.

Los rendimientos promedio \pm desviación estándar de materia seca en TM/Ha y Ton/Mz de cada cultivo y sus asociados en las dos edades se presentan en los cuadros anexos del 2 al 17.

Los rendimientos de materia seca fueron diferentes entre cultivos y asociados en la edad 1 ($p < 0.01$, anexo 5) y la edad 2 ($p < 0.01$, anexo 6), la agrupación de promedios de materia seca para la edad 1 y 2 ($p < 0.005$) se presentan en los cuadros anexos 18 y 19, y se muestran en la figura 17.

En la edad 2 el rendimiento promedio de los sorgos fue S-2, 18.11 y RCV, 14.8 TM/Ha. Los rendimientos de las leguminosas en mono cultivo fueron menores, Canavalia con 11.03 y Vigna 5.07 TM/Ha, mientras que los rendimientos de los asociados fueron intermedios.

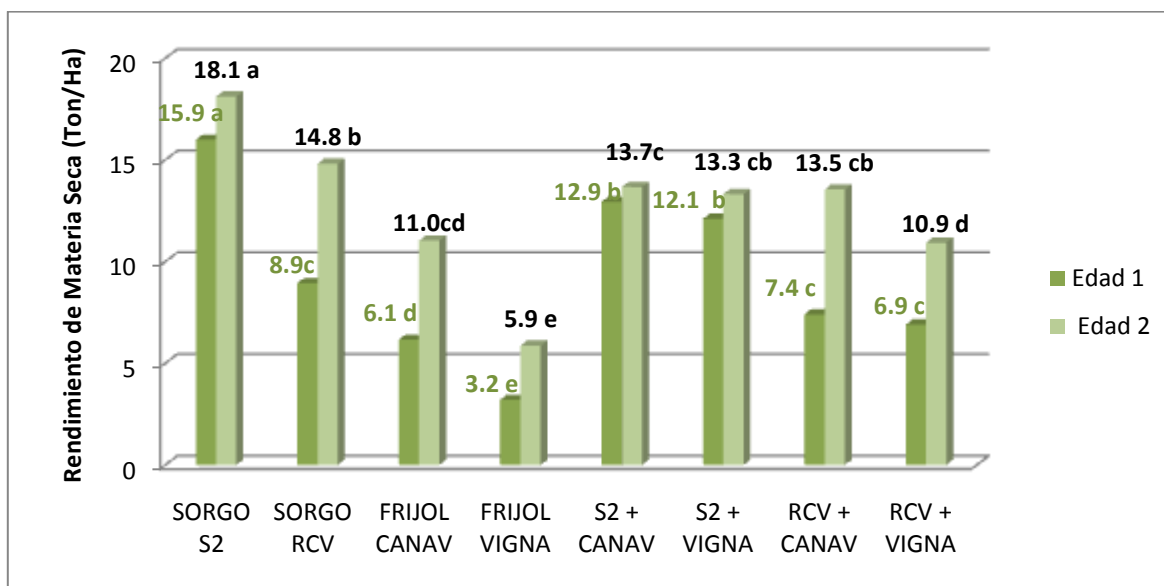


Figura 17. Rendimientos de Materia Seca en TM/ Ha, obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y Vigna (*Vigna sinensis*) y Sorgos RCV y S 2 y sus asociados. a, b, c, d, e = comparaciones de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre tratamientos para una misma edad.

Diferentes estudios han mostrado rendimientos de especies forrajeras de importancia para la ganadería lechera. En un estudio de campo, Torres *et al* (2007) encontraron un efecto en la edad y la fertilización nitrogenada en el rendimiento de tres especies de pastoreo. Los

rendimientos a 35 días de edad y con 50 kg/Ha fueron 7.03 TM MS/Ha para *Cynodum plectostachius* (zacate estrella) 7.73 TM MS/ Ha para *Digitana decumbes* (pangola) y 5.55 TM MS/Ha para *Digitana swazilandensis* (swazilandes). Estas cantidades son significativas pero debe de considerarse que en los sistemas de pastoreo el aprovechamiento es bajo.

Vargas (2004), reportó rendimientos de materia seca de entre 3.37 y 6.14 TM/Ha con un promedio de 4.65 TM/Ha en un estudio con 15 genotipos de sorgo forrajero a 77 días de edad de corte. Jiménez *et al.* (2004) obtuvieron rendimientos de 9.84 TM/Ha para maíz, 9.38 TM/Ha para Canavalia y 10.2 TM/Ha para su asocio los cuales no fueron estadísticamente diferentes. Arteta (2005) presentó los siguientes datos de maíz en asocio de leguminosas (50:50%): maíz monocultivo 22.4 TM/Ha, maíz- *Dolichus lablab* 16.25 TM/Ha, Maíz *Vigna umbrellata* 15.95 TM/Ha y Maíz- *Cajanus cajan* 11.17 TM/Ha.

4.1.4 Porcentaje de proteína cruda.

Los porcentajes de proteína de las leguminosas fueron mayores que los de los sorgos en ambas edades y los socios tuvieron contenidos intermedios entre estas (Figura 18). El efecto de la edad no parece ser el mismo en los cultivos mientras que en las leguminosas hubo una tendencia a mantener o aumentar el contenido proteico, en los sorgos este disminuyo. Probablemente la mayor cantidad de almidón presente en los granos de los sorgos maduros haya diluido la concentración de proteína.

Los promedios \pm desviación estándar del porcentaje de proteína de cada cultivo y sus socios en las dos edades se presentan en los cuadros anexos del 2 al 17.

Los contenidos de proteína fueron diferentes entre cultivos y socios en la edad 1 ($p < 0.01$, anexo 5) y la edad 2 ($p < 0.01$, anexo 6), la agrupación de promedios de porcentaje de proteína para la edad 1 y 2 ($p < 0.005$) se presentan en los cuadros anexos 18 y 19, y se muestran en la figura 18

Para la edad 2 los sorgos tuvieron contenido proteico con un promedio de 8.36 y 8.02 % para S-2 y RCV respectivamente, mientras que en las leguminosas se encontró 20.55 % y 17.21% para Canavalia y *Vigna* respectivamente. Los socios tuvieron valores que variaron de 11.1% a 12.92 % los valores individuales de las muestras se presentan en los cuadros anexos 6, 7, 14 y 15.

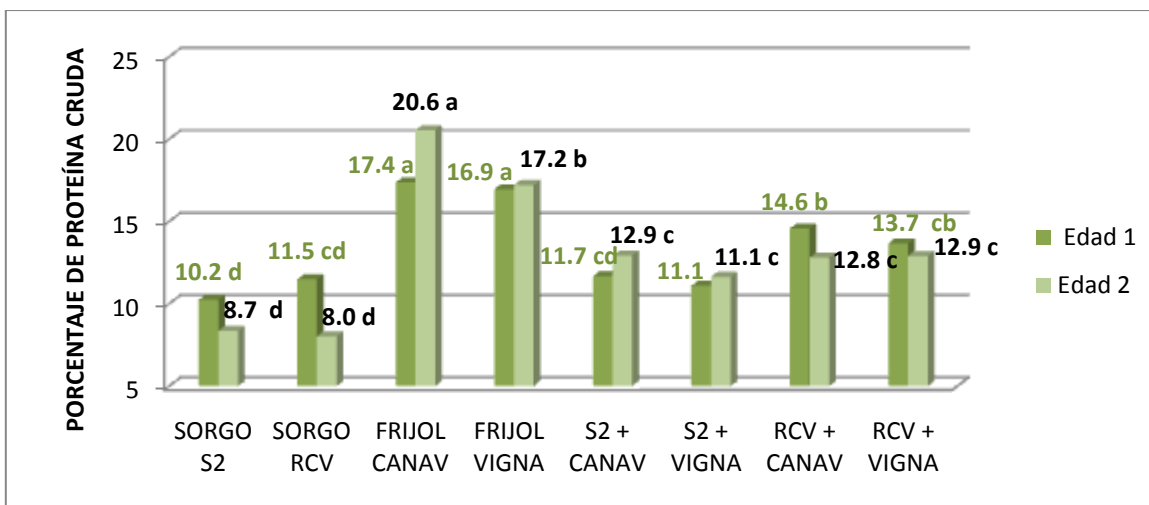


Figura 18. Rendimiento de Proteína Cruda (%) obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y Vigna (*Vigna sinensis*) y Sorgos RCV y S 2 y sus asociados. a, b, c, d, e = comparaciones de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre tratamientos para una misma edad.

Las leguminosas son reconocidas desde hace tiempo por sus altos contenidos de proteína que les dan un potencial para alimentación en ganadería. La Canavalia posee un 18 % o más (Estupiñán *et al.* 2007).

Jiménez *et al.* (2004) reportaron contenido proteico en Canavalia con un valor de 12.82 %, para maíz 6.9 % y para la asociación 8.7 %. Sakaguchi (2003) en estudios hechos sobre técnicas de asocio de leguminosas con sorgo forrajero reporta para sorgo forrajero 7.0%, *Glycine* 22.2%, *Cajanus* 20 % y *Dolichus* 17.1 %. Mariscal (2002) en estudios realizados reporta para sorgo forrajero 8.19%.

Vargas (2005) en estudio realizado en 15 genotipos de sorgo forrajero presenta contenidos de proteína entre 10.87 % y 14.77 % teniendo un promedio de 12.66 %.

Arteta (2005) encontró en asociados de maíz con leguminosas (50:50%) 8.17 % para maíz monocultivo, 8.30 % para maíz- *Dolichus lablab*, 8.74 % para Maíz- *Vigna unbrellata* y 9.24 % para Maíz- *Cajanus cajan*.

En estudios de evaluación biológica se ha demostrado que al asociar gramíneas con leguminosas en pastoreo la producción láctea puede ser aumentada entre 17 y 65 % más que con la gramínea sola, por dicha razón la utilización de leguminosa merece una mejor atención principalmente en países tropicales donde la proteína es un factor limitante a la producción bovina (Gutiérrez 1996).

4.1.5 Rendimiento de proteína cruda (TM/Ha)

Los rendimientos de proteína resultantes de relacionar el porcentaje de materia seca con el porcentaje fueron mayores en la edad 2 que en la edad 1 (figura 19). Los rendimientos promedio \pm desviación estándar de proteína cruda los cultivos y sus asociados en las dos edades se presentan en los cuadros anexos del 2 al 17.

Los rendimientos de proteína cruda fueron diferentes entre los cultivos y sus asociados en la edad 1 ($p < 0.01$, anexo 5) y para la edad 2 ($p < 0.01$, anexo 6), la agrupación de los promedios de materia seca para la edad 1 y 2 ($p < 0.005$) se presentan en los cuadros anexos 18 y 19, y se muestran en la figura 19.

Entre las leguminosas, el rendimiento de Canavalia (2.27 TM/Ha) fue considerablemente mayor que el de Vigna (1.01 TM/Ha, $p < 0.005$) en la edad dos, principalmente debido a que su contenido y rendimiento de materia seca fue mayor. Los rendimientos de Sorgo var. S-2 (1.51 TM/Ha) y RCV (1.19 TM/Ha) en la edad 2 fueron intermedios entre Vigna y Canavalia, sin embargo, mientras que en los asociados hubo una tendencia a producir mayores rendimientos que los sorgos solos, figura 19.

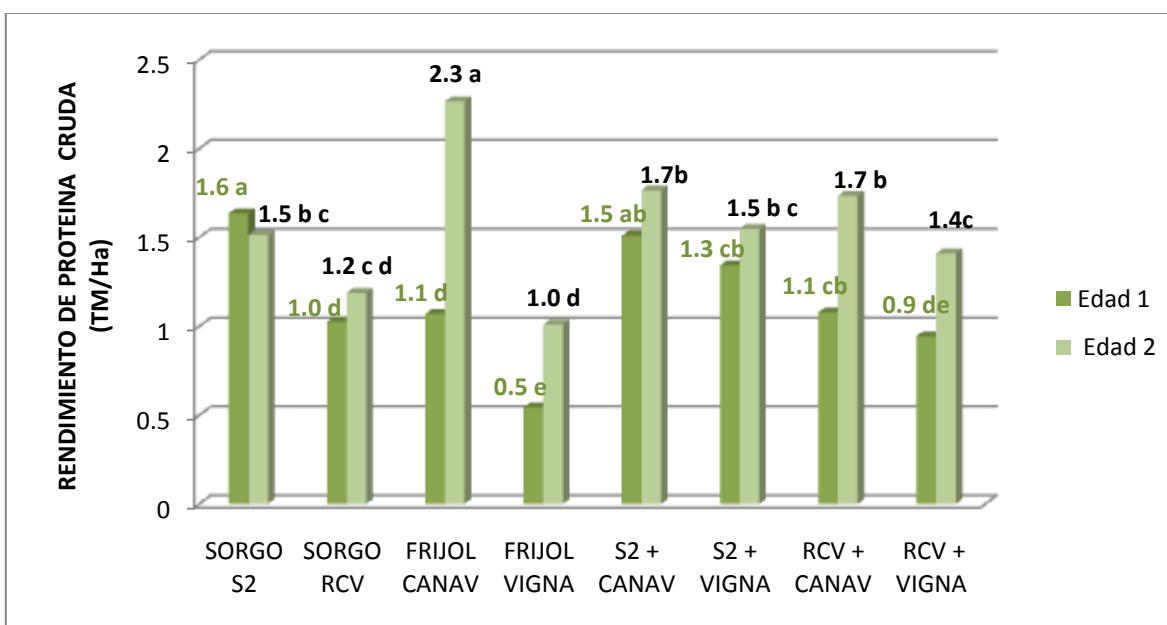


Figura 19. Rendimiento de Proteína Cruda (TM/ Ha, obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y Vigna (*Vigna sinensis*) y Sorgos RCV y S 2 y sus asociados. a, b, c, d, e = comparaciones de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre tratamientos para una misma edad.

Los rendimientos de proteína de los forrajes estudiados fueron mayores a los encontrados en pastos *Cynodun plectostachius* (zacate estrella), *Digitaria decumbes* (pangola) y *Digitaria swazilandensis* (suazilandés) fertilizados con 50 Kg/N/Ha, y cosechados a 35 días fueron

0.9, 0.5 y 0.6 TM/Ha de PC (Torres *et al.* 2009). Esto parece indicar que los cultivos forrajeros de corte producen mayor cantidad de proteína que los pastos, pero debe considerarse la producción anual para hacer una mejor comparación. También sería importante comparar la eficiencia en el uso del forraje producido en ambos casos.

4.1.6 Contenido Fibra Neutro Detergente.

El contenido de FND disminuyó en los sorgos desde la edad 1 hasta la edad 2 (figura 20), esto es normal en cultivos forrajeros como sorgo y maíz en los cuales el grano se llena de almidón (Jones *et al* 2004) particularmente en el sorgo var. RCV que tiene panoja grande. Mientras que en las leguminosas la FND se mantuvo similar en el periodo muestreado. El contenido de fibra de las leguminosas y los pastos aumenta con la madurez de la planta (Jones *et al* 2004). En el caso de los asociados, se comportaron de forma parecida a los sorgos.

Los contenidos de FND promedio \pm desviación estándar de los cultivos y sus asociados en las dos edades se presentan en los cuadros anexos del 2 al 17.

Se encontró diferencias estadísticas significativas en el contenido de FND en los cultivos y asociados en la edad 1 ($p < 0.01$, anexo 5) y la edad 2 ($p < 0.01$, anexo 6), la agrupación de promedios para FND para la edad 1 y 2 ($p < 0.005$) se presentan en los cuadros anexos 18 y 19, y se muestran en la figura 20.

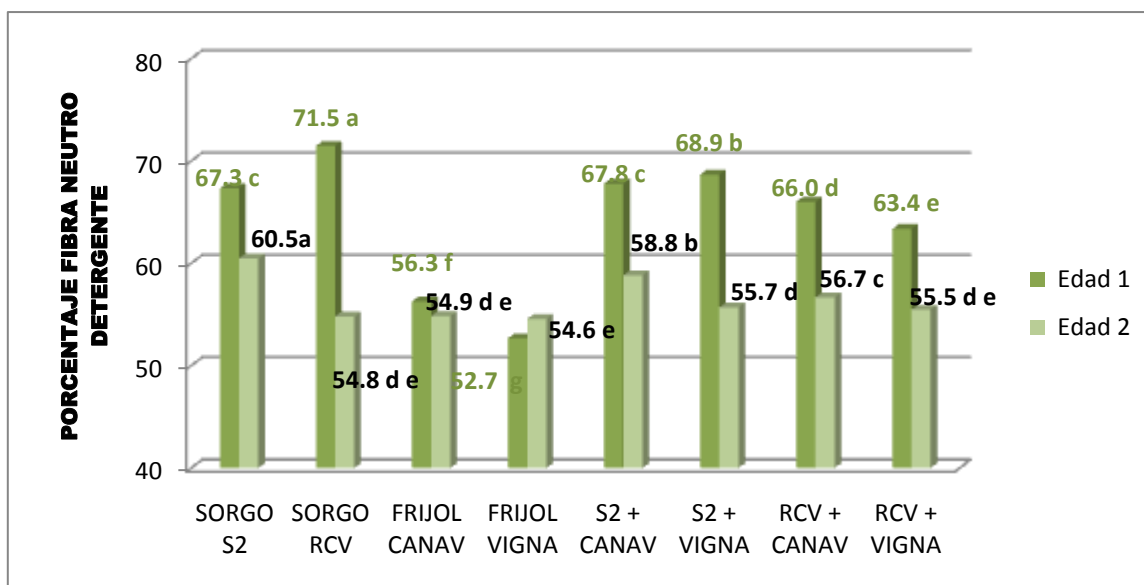


Figura 20: Porcentajes de Fibra Neutro Detergente obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y Vigna (*Vigna sinensis*) y Sorgos RCV y S 2 y sus asociados. a, b, c, d, e = comparaciones de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre tratamientos para una misma edad.

Es un hecho conocido que el contenido de FND se relaciona de forma inversa con la digestibilidad, el contenido de energía y el consumo de los forrajes (NRC 2001). En un estudio de vacas lecheras RUIZ *et al* (1994) encontraron disminuciones en consumo de materia seca, materia orgánica, producción láctea y proteína de la leche al aumentar FND en las dietas. Este mismo estudio, el maíz y el pasto elefante tuvieron mejor digestibilidad que el sorgo y el pasto estrella. Otro estudio reportado por Jiménez *et al.* (2004), muestra que los contenidos de Fibra Neutro Detergente fueron para Canavalia 42.85 % y para maíz 57.10 %. Mariscal (2002) en estudios hechos para estimar la calidad de sorgo reporta 12.31 %. Aydin *et al.* (1999) en estudios hechos con sorgo café reporta contenidos de Fibra Neutro Detergente de 31.6 %. Mientras que Arteta *et al* (2005) menciona que la adición de un 25 % de leguminosa *Mucuna pruriens* al ensilado de maíz, disminuye el contenido de Fibra Neutro Detergente.

Es de mucha importancia considerar que los sorgos y sus asociados al ser cosechados con grano lleno y masoso (edad 2) tienen mejores características (menor FND y probablemente mayor digestibilidad y contenido energético) para su uso en la alimentación de vacas.

4.1.7 Contenido Fibra Ácido Detergente.

Los contenidos de FAD tuvieron comportamientos parecidos a los de la FND, disminuyendo en los sorgos de la edad uno a la edad dos y manteniéndose en las leguminosas.

Los contenidos promedio \pm desviación estándar FAD de cada cultivo y sus asociados en las dos edades se presentan en los cuadros anexos del 2 al 17.

Los contenidos de FND fueron diferentes entre cultivos y asociados en la edad 1 ($p < 0.01$, anexo 5) y la edad 2 ($p < 0.01$, anexo 6), los agrupación de promedios de materia seca para la edad 1 y 2 ($p < 0.005$) se presentan en los cuadros anexos 18 y 19, y se muestran en la figura 21.

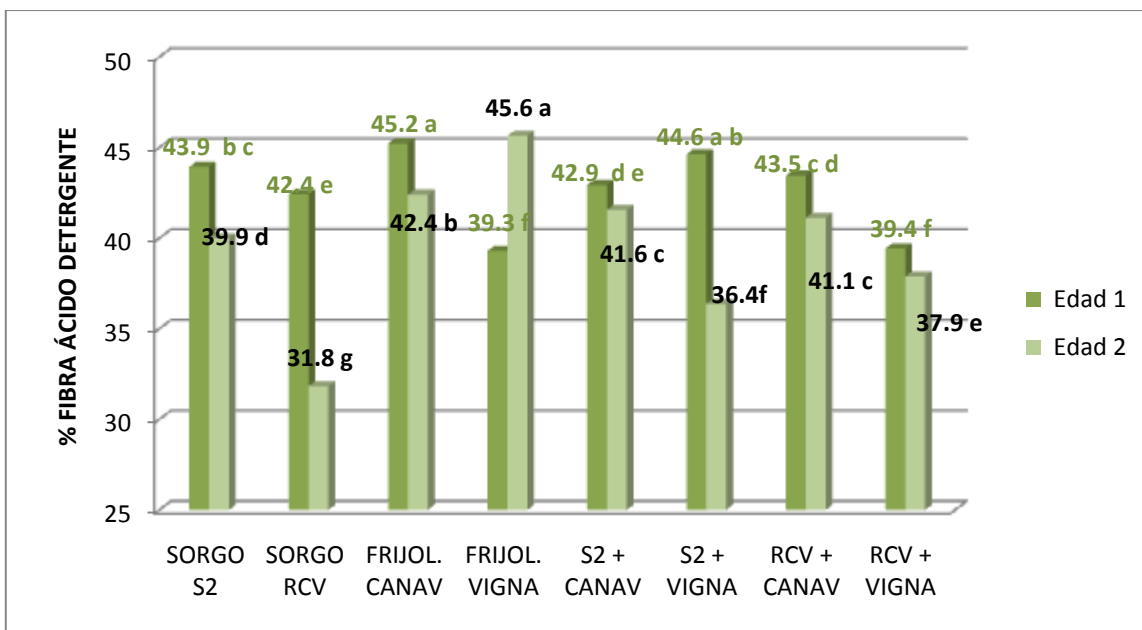


Figura 21: Porcentajes de Fibra Acido Detergente obtenidos en dos edades de corte en los cultivos de leguminosas Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y Vigna (*Vigna sinensis*) y Sorgos RCV y S 2 y sus asociados. a, b, c, d, e = comparaciones de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre tratamientos para una misma edad.

La FAD es el residuo de la muestra de forraje hervido en solución detergente acida, este contiene la celulosa, la lignina y las cenizas que son componentes menos digeribles de los forrajes (Van Söest 1967).

El contenido de FAD en la edad 2 fue menor en sorgo RCV (31.84 %), que en el sorgo CENTA S-2 (39.99 %) mientras que entre las leguminosas la Canavalia tuvo el menor porcentaje con 42.4 % y la Vigna de 45.65 %. Se encontró que entre los sorgos hay una tendencia a disminuir el contenido de fibra acido esto ocurre ya que en la edad 1 la panoja no estaba llena, pero en la edad 2 los granos en la panoja estaban masosos, los valores encontrados en esta edad fueron de 43.9 % (edad 1) y 39.9 % (edad 2, ver figura 21). Según estos hallazgos, hay gran cantidad de carbohidratos no estructurados y hemicelulosa en la edad madura (grano masoso) de los sorgos que los haría más digeribles. Si se considera que en la edad 2 hay mayor disponibilidad de materia seca por Ha, se hace más recomendable esperar el momento de la madurez para cosechar.

Para este estudio los contenidos de FAD fueron mayores a los reportados por Jiménez *et al* (2004) que para el cultivo de Canavalia encontró 32.31 % y para maíz 29.62 %.

4.2. COSTOS.

4.2.1 Costos de producción.

Se determinó el costo para los 4 monocultivos y sus asociados en la edad 2 ya que todos los rendimientos de materia seca y proteína y la mayoría de materia verde fueron mejores en esta edad.

Los principales gastos consistieron en semillas, fertilizantes, insecticidas, mano de obra y cosecha, sin incluir uso de la tierra. Los cuadros detallados con estos costos para manzanas y hectáreas se presentan los cuadros anexos del 20 al 27 y los valores comparativos de los costos de todos los cultivos y asociados en el cuadro anexo 28 y 29.

Los costos totales por hectárea (figura 22) fueron mayores para Canavalia y sus asociados que para el resto de los cultivos, la razón para esto es que la semilla de Canavalia es más costosa (\$2.20/kg) y es más pesada (1.38 gr/semilla) utilizándose 69 Kg/Ha (106 lb/Mz) en lugar de alrededor de 13 Kg/Ha que se utilizó en los sorgos y la Vigna, ver anexo 33. El resto de los costos es casi igual para cultivos y asociados.

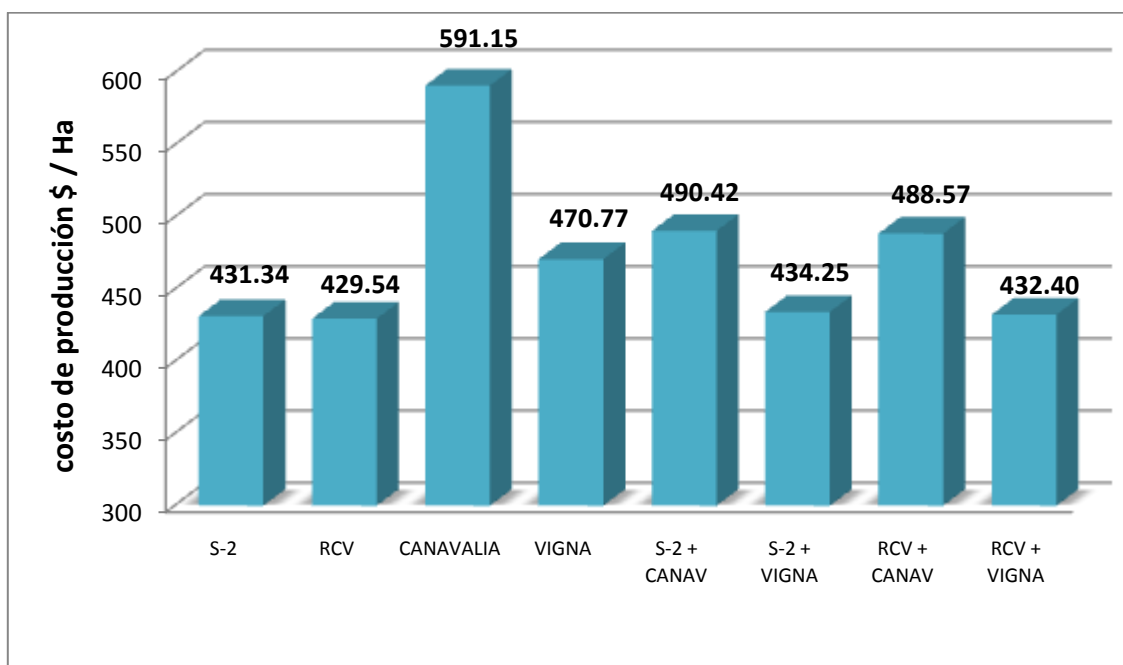


Figura 22: Costos de producción \$/ Ha de los cultivos sorgo CENTA S-2 y RCV, Canavalia y Vigna en monocultivo y sus asociados en edad de madurez fisiológica.

4.2.2 Costo de la Materia Verde.

Al realizar el cociente entre producción de materia verde y costos por Ha, los costos resultantes por Tonelada métrica (figura 23), fueron menores para sorgos, mayores para las

leguminosas e intermedios para los socios. Los valores variaron en los cultivos desde 5.21 \$/TM en sorgo CENTA S-2 hasta 13.28 \$/TM en Canavalia. Estos resultados son afectados por el costo de producción y rendimiento de los cultivos donde a mayor rendimiento menor costo por Tonelada.

El costo de producción es un aspecto muy importante en la perspectiva de los productores. Por ejemplo el valor de 5.21 \$/TM (4.73 \$/ton) en el sorgo CENTA S-2 en este estudio (anexo 31), equivale a \$ 0.24/ qq de material verde lo cual da un margen razonable considerando el valor comercial de aproximadamente de \$ 2.00/qq de ensilado.

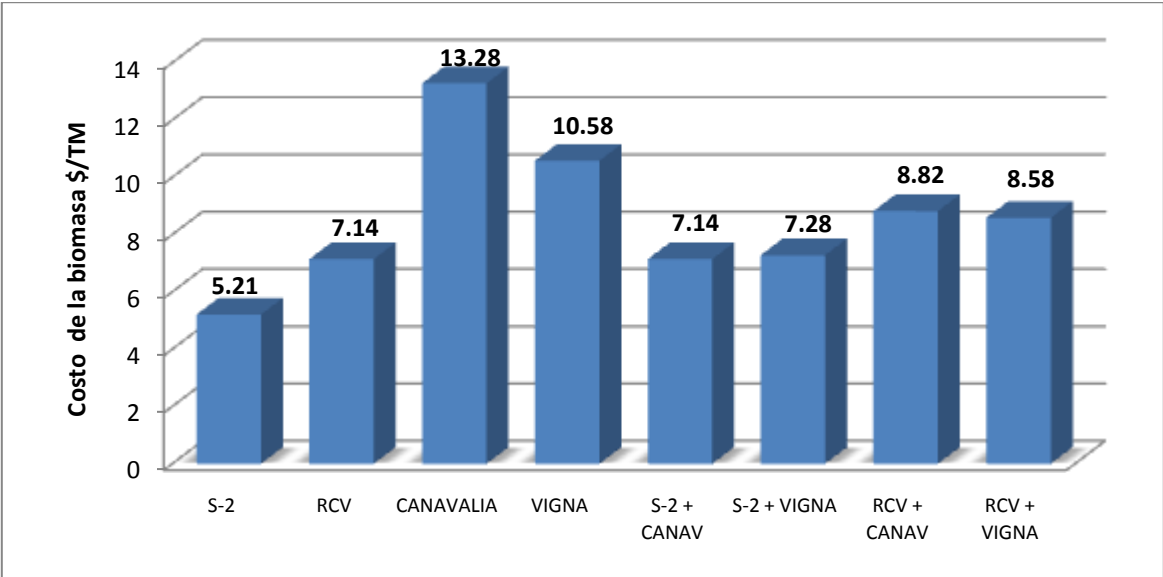


Figura 23: Costos de la Materia Verde \$/Tonelada Métrica de los cultivos sorgo CENTA S-2 y RCV, Canavalia y Vigna en monocultivo y en asocio en edad de madurez fisiológica.

4.2.3. Costo de Materia Seca.

Debido a que en la materia verde se incluye una mayor cantidad de agua, la cual no contiene nutrientes, es importante comparar los costos de materia seca. Al hacerlo (figura 24), se observa que las leguminosas (que contienen mayor porcentaje de humedad) tienen una mayor diferencia de costos con respecto a los sorgos de la que se puede observar al comparar en la materia verde.

El detalle de los costos de materia seca en \$/TM y \$/Ton se presentan en el anexo 28 y 29. El costo de materia seca de Vigna es particularmente alto (\$ 80.23/TM de MS), y esto se debe a que fue el cultivo con mayor contenido de humedad a pesar de que su rendimiento de materia verde fue similar a Canavalia y sus costos fueron parecidos a los sorgos y socios.

En el otro extremo, el costo más bajo fue de sorgo CENTA S-2 (\$ 23.81/TM de MS). Los asociados tuvieron costos de materia seca que se parecen a los de los sorgos.

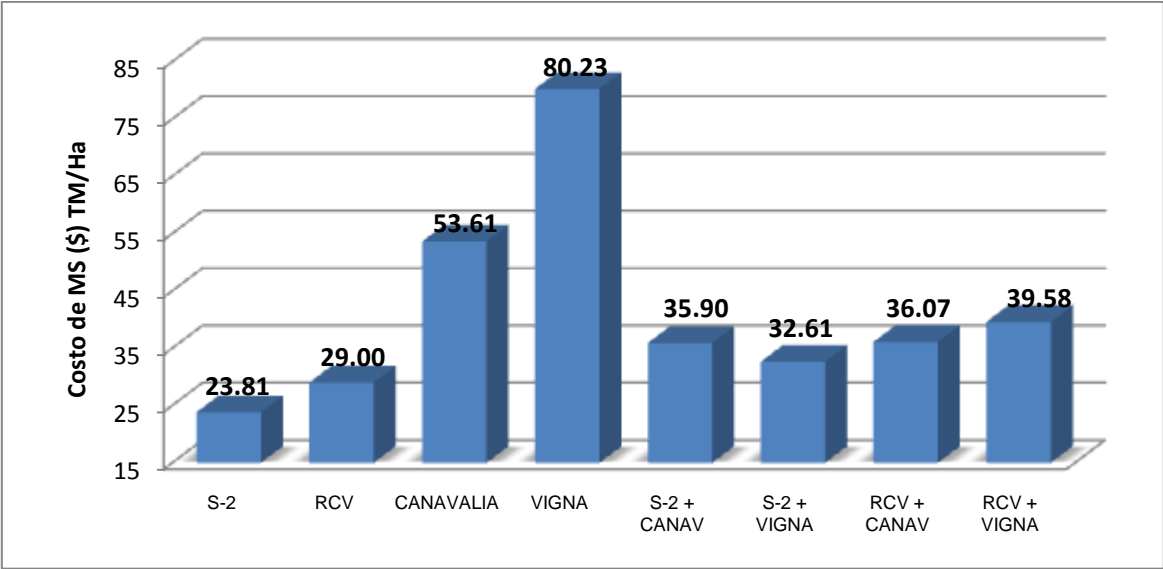


Figura 24. Costos de la Materia Seca \$/Tonelada Métrica de los cultivos sorgo CENTA S-2 y RCV, Canavalia y Vigna en monocultivo y en asocio en edad de madurez fisiológica.

4.2.4 Costo de proteína Cruda.

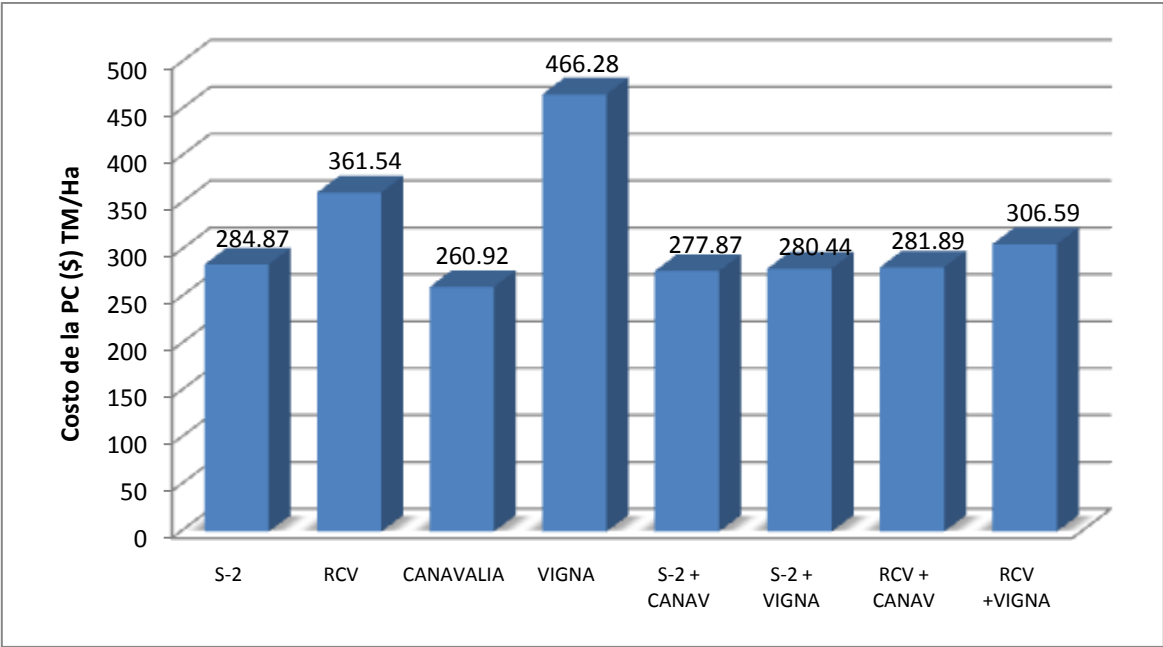


Figura 25: Costos de la Proteína Cruda \$/Tonelada Métrica de los cultivos sorgo CENTA S - 2 y RCV en monocultivo y en asocio en edad de madurez fisiológica.

El costo estimado de la TM de proteína cruda varió de \$ 260.92/TM en Canavalia a \$ 466.28/TM en Vigna. Aunque Canavalia tuvo los mayores costos por Ha, su contenido relativamente alto de proteína; hace que la relación de costo sea la menor, por otra parte, sorgo CENTA S-2 que tiene contenido proteico relativamente bajo (8.7%, figura 18), tuvo una sobresaliente producción de materia seca (18.1 TM/Ha, figura 19) lo que hace que el costo de su proteína (\$ 284.87/TM) sea cercano al de Canavalia.

Se debe considerar que aunque los costos de producir proteína de sorgo S-2 son cercanos a los de Canavalia, el contenido de proteína del sorgo de alrededor a 8 % supone un límite biológico para el consumo de las vacas que necesitan raciones con 15-17 % de proteína (NRC, 2001).

El valor de la proteína es un parámetro que puede servir de referencia para el diseño de la estrategia de alimentación de las vacas. Por ejemplo, el costo de una TM de harina de soya es de alrededor de \$ 1100 (48% de PC, \$ 25/qq) aunque se debe considerar que el valor biológico de las proteínas de estos cultivos no es el mismo que el de la harina de soya. Los costos estimados de la proteína en \$/TM y \$/ton se presentan en el anexo 28 y 29.

4.3 MICROENSILADOS.

4.3.1 Contenido de Materia Seca.

Los contenidos promedios \pm desviación estándar de la MS de las mezclas ensiladas en las diferentes proporciones son presentados en la figura 26 y en los cuadro anexos 30 al 47. Se encontraron diferencias significativas entre mezclas ($p < 0.01$) y entre proporciones ($p < 0.01$), anexo 7. La agrupación de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre mezclas se presenta en el anexo 8, entre proporciones en el anexo 9 y entre proporciones dentro de cada mezcla en el cuadro 4.

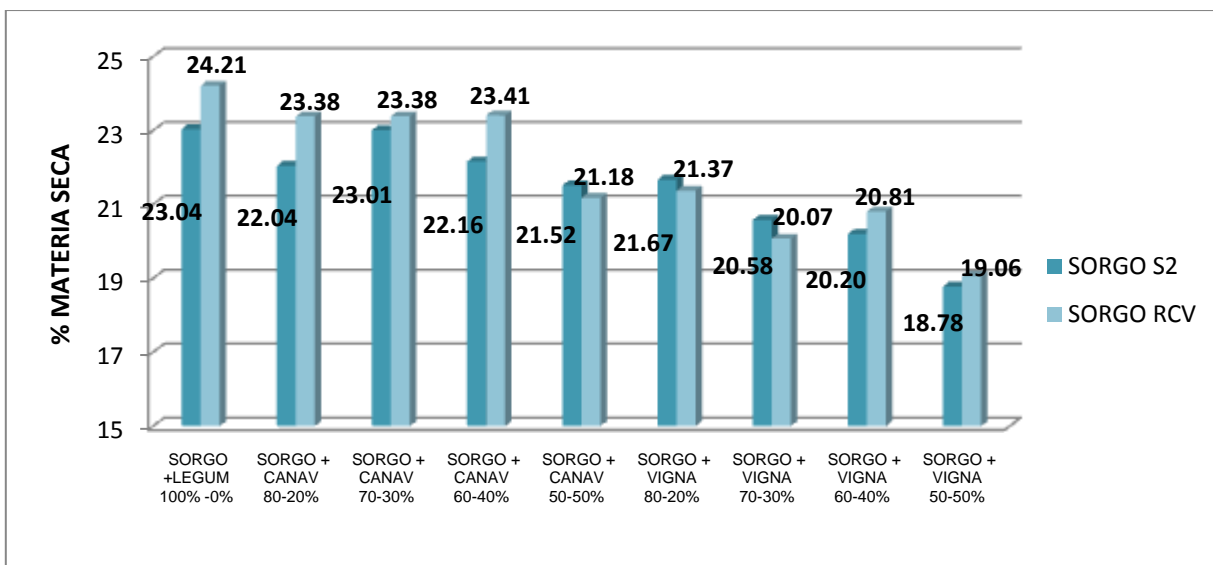


Figura 26: Porcentaje de materia seca en microensilados elaborados a diferentes proporciones de los cultivos de leguminosas (Canavalia y Vigna) y Sorgos (RCV y CENTA S- 2).

El máximo contenido de MS se encontró en los microensilados hechos con sorgo RCV 100 % (24.21 % MS) y un mínimo en la mezcla sorgo CENTA S-2 + Vigna 50 -50 (18.78 % MS) estos valores son similares a los que se encuentran en follajes verdes.

Siendo la Vigna el follaje con menor contenido de materia seca, se nota un efecto en los microensilados que la incluyen tanto con sorgo CENTA S - 2 como con el sorgo RCV de tal manera que estos tienen menor porcentaje de materia que los hechos con Canavalia (anexos 30 al 47).

Cuadro 4. Porcentajes promedios entre proporciones dentro de cada mezcla de materia seca para microensilados elaborados con diferentes porcentajes de sorgos (CENTA S-2 y RCV) y leguminosas (Canavalia y Vigna).

Gramíneas – Leguminosas	SC S-2 - Canavalia	SC S-2 – Vigna	RCV - Canavalia	RCV – Vigna
100 – 0	23.06 a	23.06 a	24.04 a	24.04 a
80 – 20	22.04 b	22.39 a	23.38 a	21.74 b
70 – 30	23.08 a	21.02 b	23.43 a	21.66 b
60 – 40	22.15 b	20.20 b	23.10 a	20.81 c b
50 – 50	21.49 c	18.78 c	21.29 b	19.06 c

a, b, c, d= agrupación de medias para la prueba de Duncan ($p < 0.005$). Las comparaciones entre medias son en sentido vertical.

Los contenidos encontrados de MS fueron similares a los reportados por Castillo *et al.* (2009) en mezclas de Maíz con Canavalia en proporciones de 70:30 (22.35 %) y para proporción de 60:40 fue de 20.70%.

Pese a que los materiales cosechados de los Sorgos y las leguminosas fueron tendidos y asoleados por más de 2 horas en un día completamente soleado, de un día sin lluvia, los contenidos de MS encontrados en todos los microensilados fueron bajos en relación al mínimo 28% que es lo esperado para materiales a ensilar (*Jones et al.* 2004). La mayoría de los silos de trinchera o montón normalmente poseen arriba del 25% de materia seca, debido que pueden escurrir el agua que contienen, mientras que en los microsilos de este estudio, no se podía escurrir el agua ya que fueron elaborados con bolsas plásticas completamente selladas y no hubo pérdida de agua durante el proceso de compactación y fermentación.

Se ha establecido que excesos de humedad son perjudiciales para los silos ya que esos tienden a podrirse mientras que las leguminosas son difíciles de ensilar, pues no contienen suficientes carbohidratos fermentables que promuevan una fermentación láctica activa y la proteína tienen alta capacidad de neutralizar los ácidos, lo que permite el desarrollo de clostridios responsables de la fermentación secundaria que transforma el ácido láctico en butírico y degradan proteínas y aminoácidos, aumentando el nivel de nitrógeno amoniacal (*Arteta et al* 2005).

4.3.2. Contenido de Proteína Cruda.

Los contenidos promedios de PC \pm desviación estándar de las mezclas ensiladas en las diferentes proporciones son presentados en los cuadros anexos 30 al 47 y en la figura 27. Se encontró diferencias significativas entre mezclas ($p < 0.01$) y entre proporciones ($p < 0.01$), anexo 7. La agrupación de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre mezclas se presenta en el anexo 8, entre proporciones en el anexo 9 y entre proporciones dentro de cada mezcla en el cuadro 5.

El porcentaje de PC se incrementó progresivamente en las cuatro mezclas desde valores de 8.36% y 8.02% para sorgos CENTA S-2 y RCV solos, hasta niveles de entre 11.60% de (sorgo CENTA S-2+ Vigna), 12.69 % (sorgo CENTA S-2 + Canavalia) ,13.31 % (sorgo RCV + Canavalia) y 13.82% (Sorgo RCV+ Vigna) con la máxima proporción de leguminosa (50%), figura 27. Cada vez que aumentó 10 % de leguminosa en la mezcla desde cero hasta 50%, aumentó significativamente el contenido de PC notándose que a mayor proporción de leguminosa, mayor contenido proteico (cuadro 5). Además, se observó que las mezclas que contenían Canavalia, fueron significativamente mayores o similares a las mezclas que contenían Vigna.

Esto datos muestran que la adición de leguminosas a los ensilados de sorgos es una alternativa real para incrementar el contenido proteico del material, lo cual puede permitir alcanzar los niveles recomendados de 15 al 17 % de proteína Cruda en las raciones totales

de vacas lecheras con producciones de 8 a 25 kilogramos por día (NRC 2001), utilizando una menor cantidad de fuentes proteicas.

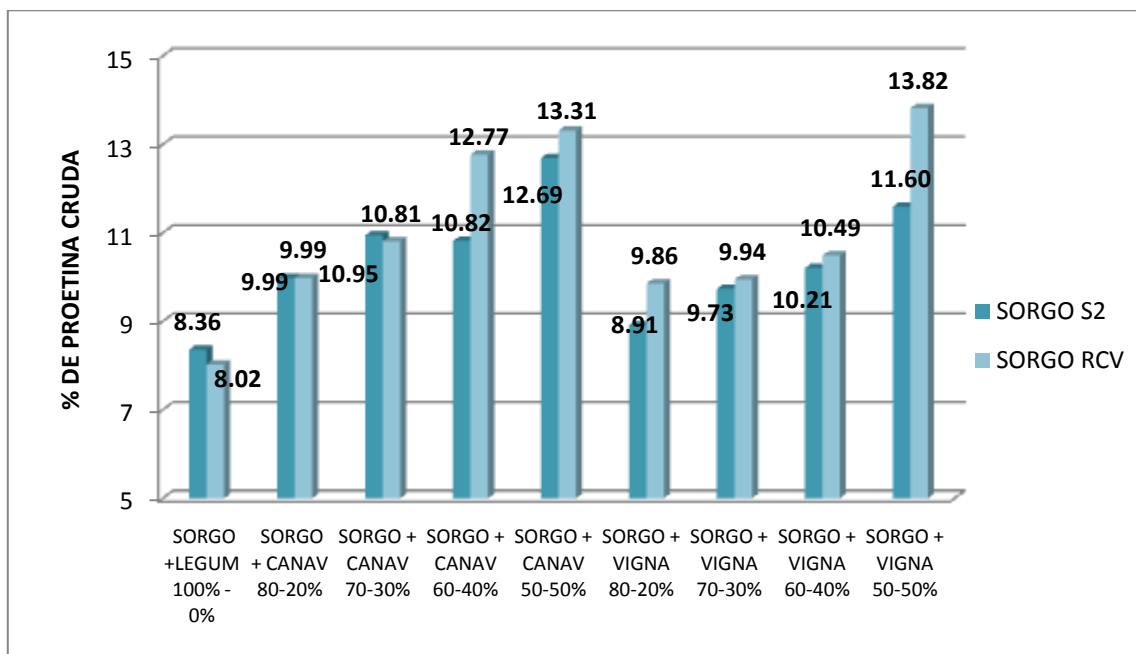


Figura 27: Porcentaje proteína cruda en microensilados elaborados a diferentes proporciones de los cultivos de leguminosas (Canavalia y Vigna) y Sorgos (RCV y CENTA S- 2).

Los contenidos de PC obtenidos fueron mayores a los reportados por Jiménez *et al.* (2004) que para el cultivo de Canavalia y maíz asociados sin ensilar presenta 8.67 % y en ensilado 8.68 % 70% maíz y 30 % Canavalia. En el caso de la Vigna en asocio con maíz los resultados presentados por Castillo *et al* (2009) a una mezcla de 70:30 fueron de 9.45% y para una mezcla de 60:40 fue de 10.52 %.

Arteta *et al* (2005) menciona que la adición de un 25 % de leguminosa *Mucuna pruriens* al ensilado de maíz, mejora sustancialmente el contenido de Proteína Cruda.

Cuadro 5. Porcentaje Promedios de Proteína Cruda para microensilados elaborados con diferentes porcentajes de sorgos (CENTA S-2 y RCV) y leguminosas (Canavalia y Vigna)

	SC S-2 – Canavalia	SC S-2 – Vigna	RCV - Canavalia	RCV – Vigna
100 – 0	8.36 d	8.36 c	8.02 c	8.02 d
80 – 20	9.99 c	8.91 c	9.79 b	9.86 c
70 – 30	10.95 b	9.73 b	10.81 b	9.94 b c
60 – 40	10.82 b	10.20 b	12.77 a	10.49 b
50 – 50	12.69 a	11.59 a	13.31 a	13.82 a

a, b, c, d= agrupación de medias para la prueba de Duncan (p < 0.005). Las comparaciones entre medias son en sentido vertical.

4.3.3. Contenido de Fibra Neutro Detergente.

Los contenidos promedios de FND \pm desviación estándar de las mezclas ensiladas en las diferentes proporciones son presentados en los cuadros anexos 30 al 47 y en la figura 29. Se encontró diferencias significativas entre mezclas ($p < 0.01$) y entre proporciones ($p < 0.01$), anexo 7. La agrupación de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre mezclas se presenta en el anexo 8, entre proporciones en el anexo 9 y entre proporciones dentro de cada mezcla en el cuadro 6.

Las mezclas que contenían sorgo CENTA S-2 (60.88 – 62.63%) tenían más FND que las que tenían sorgo RCV (52.14 - 57.78%, anexo 7), mientras que en las proporciones, la FND aumentó progresivamente conforme se incluyó más leguminosa desde 0% hasta 50% (anexo 8). Se observó también que al agregarle leguminosa a sorgo CENTA S-2, la FND no cambia mientras que en el sorgo RCV hay una ligera tendencia a aumentar (cuadro 6).

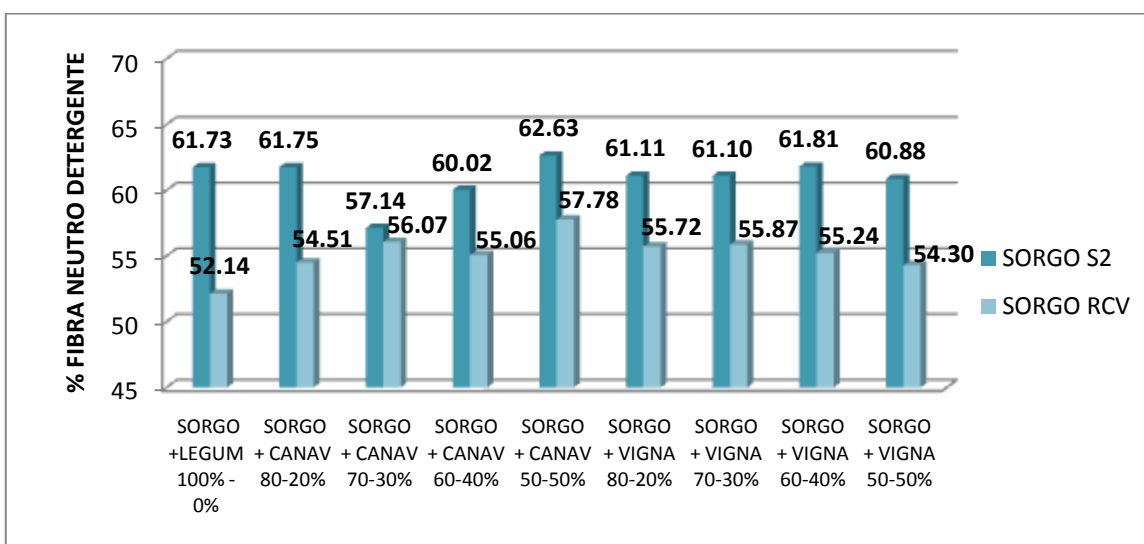


Figura 28: Porcentaje fibra neutro detergente en microensilados elaborados con sorgo CENTA S-2 y RCV mezclados con leguminosas Canavalia y Vigna a diferentes proporciones.

Existen varios factores que interactúan entre sí y determinan la calidad final del alimento ensilado. Entre esos factores se encuentran los siguientes: Estado de madurez y contenido de humedad de la planta al momento del picado (Cuadrado *et al* 2003).

Los resultados obtenidos en contenido de FND fueron mayores a los reportados por Jiménez *et al.* (2004) que para el asocio de los cultivos de maíz y Canavalia (70:30) sin ensilar fue 41.83 % y en ensilado 41.95 %. Mientras que Castillo *et al* (2009) reportó que maíz en asocio con Vigna en una mezcla de 70:30 tuvo 51.39 %; y de 60.40 fue 54.29 %.

Cuadro 6. Porcentaje Promedios de Fibra Neutro Detergente para microensilados elaborados con diferentes porcentajes de sorgos (CENTA S-2 y RCV) y leguminosas (Canavalia y Vigna).

	SC S-2 – Canavalia	SC S-2 - Vigna	RCV - Canavalia	RCV – Vigna
100 – 0	61.73 a	61.73 a	52.14 d	52.14 c
80 – 20	61.75 a	61.11 a	54.51 c	55.72 ab
70 – 30	57.14 c	61.10 a	56.07 b	55.87 a
60 – 40	60.02 b	61.80 a	55.06 b c	55.24 ab
50 – 50	62.63 a	60.88 a	57.78 a	54.30 b

a, b, c, d= agrupación de medias para la prueba de Duncan ($p < 0.005$). Las comparaciones entre medias son en sentido vertical.

4.3.4 Contenido de Fibra Ácido Detergente.

Los contenidos promedios de FAD \pm desviación estándar de las mezclas ensiladas en las diferentes proporciones son presentados en los cuadros anexos 30 al 47 y en la figura 29. Se encontró diferencias significativas entre mezclas ($p < 0.01$) y entre proporciones ($p < 0.01$), anexo 7. La agrupación de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre mezclas se presenta en el anexo 8, entre proporciones en el anexo 9 y entre proporciones dentro de cada mezcla en el cuadro 7.

Se observó que las mezclas que contenían sorgo CENTA S-2 tuvieron mayor contenido de FAD que las que contenían sorgo RCV (anexo 8). Además se encontró que a medida que se agregó leguminosas en las mezclas, aumento la FAD (anexo 9, cuadro 7). Sin embargo esto debe interpretarse en el contexto de las condiciones de este experimento, donde al momento de la cosecha, el contenido de FAD de los sorgos fue muy bajo por efecto del llenado de la panoja.

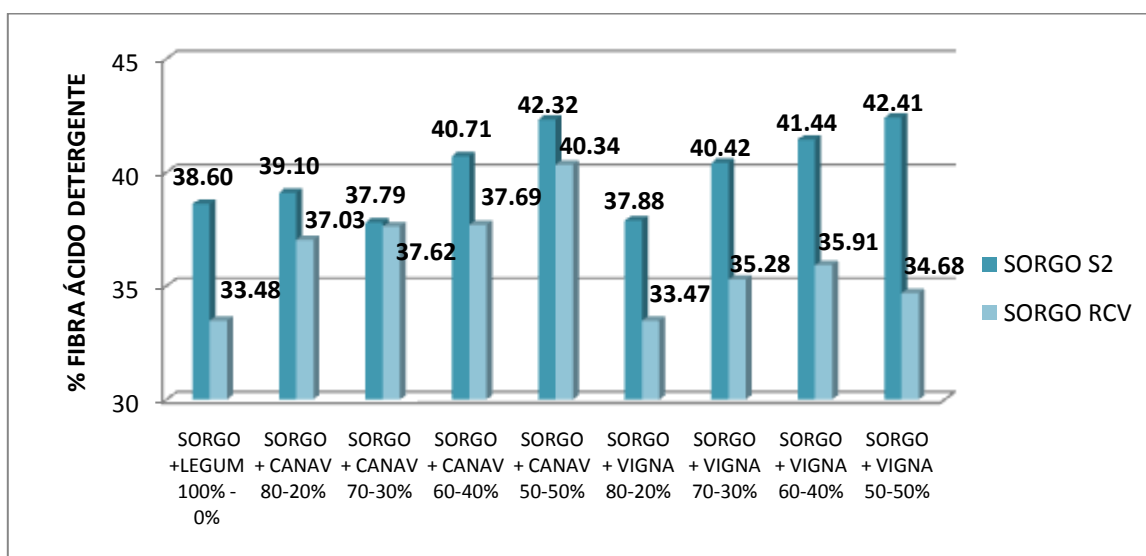


Figura 29: Porcentaje de fibra ácido detergente en microensilados elaborados con sorgo CENTA S-2 y RCV mezclados con las leguminosas Canavalia y Vigna a diferentes proporciones.

Para este estudio los resultados obtenidos en cuanto a FAD fueron mayores a los reportados por Jiménez *et al.* (2004) que para el asocio de los cultivos de Canavalia y maíz sin ensilar presenta fue 29.51 % y en ensilado 25.33 %. En Vigna en asocio con maíz los resultados presentados por Castillo *et al.* (2009) a una mezcla de 70:30 fueron de 29.44 % y para una mezcla de 60:40 fue de 32.18 %.

Cuadro 7. Porcentaje Promedios de Fibra Ácido detergente para microensilados elaborados con diferentes porcentajes de sorgos (S-2 y RCV) y leguminosas (Canavalia y Vigna).

	SC S-2 - Canavalia	SC S-2 - Vigna	RCV - Canavalia	RCV - Vigna
100 – 0	38.60 c	38.60 c	33.48 c	33.47 b
80 – 20	39.10 c	37.88 c	37.03 b	33.47 b
70 – 30	37.79 c	40.42 b	37.62 b	35.28 a
60 – 40	40.71 b	41.44 ab	37.69 b	35.91 a
50 – 50	42.32 a	42.40 a	40.34 a	34.68 ab

a, b, c, d= agrupación de medias para la prueba de Duncan ($p < 0.005$). Las comparaciones entre medias son en sentido vertical.

4.3.5. pH en Microensilados.

Las mediciones promedio \pm desviación estándar de pH en las mezclas ensiladas en las diferentes proporciones son presentadas en los anexos 30 al 47 y en la figura 30. Se encontró diferencias significativas entre mezclas ($p < 0.01$) y entre proporciones ($p < 0.01$), anexo 7. La agrupación de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre mezclas se presentan en el anexo 8, entre proporciones en el anexo 9 y entre proporciones dentro de cada mezcla en el cuadro 8.

Las mediciones de pH fueron mayores en microensilados de sorgo CENTA S-2 que en los de RCV (anexo 8) y se observó un incremento en el pH que a medida que se agregó leguminosa (anexo 9, cuadro 8). Las mediciones de pH fueron 3.73 y 3.58 para sorgos S-2 y RCV solos, y las mezclas de 50:50 tuvieron las mediciones más altas S-2 Canavalia 4.13; S-2 Vigna de 4.0, RCV- Canavalia 4.0 y RCV – Vigna 4.10.

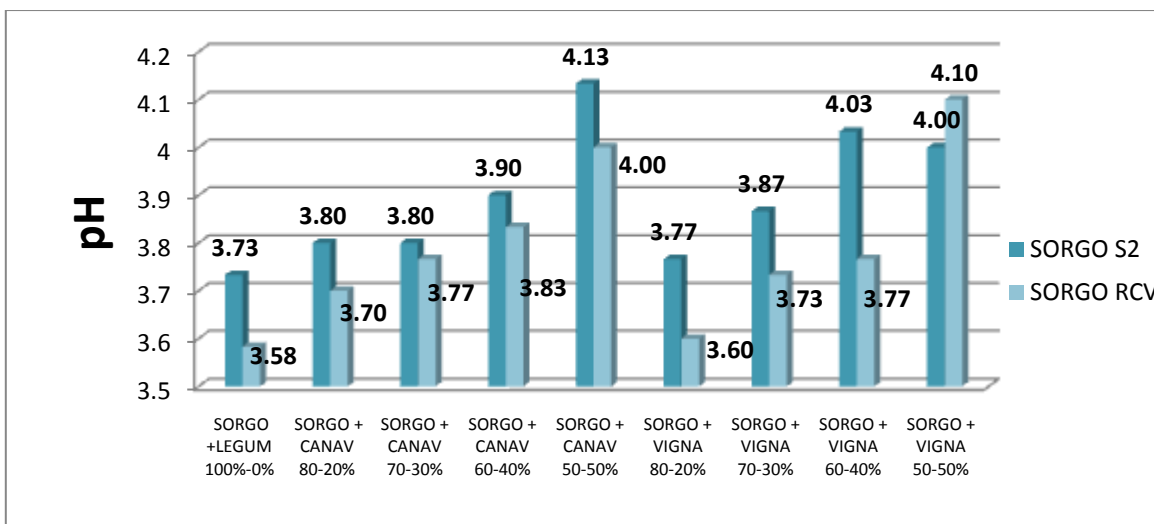


Figura 30: pH obtenidos en microensilados elaborados con sorgo CENTA S-2 y RCV mezclados con las leguminosas Canavalia y Vigna a diferentes proporciones.

Castillo *et al* (2009) reportó mediciones de pH en mezclas de maíz y Vigna, para proporción 70:30 el pH fue 4.74 y para una proporción de 60:40 fue de 3.94.

Si el ensilado ha tenido una adecuada fermentación deberá de variar de 3.5 – 4.5 en maíz. La leguminosa tiene menos almidones y una capacidad buffer natural por lo que requieren más ácidos para alcanzar un pH bajo, caso contrario que en los pastos y el maíz (Jones *et al.* 2004). Las leguminosas son difíciles para ensilar. Esto se debe principalmente a su bajo contenido de materia seca, baja concentración de carbohidratos solubles y alta capacidad alcalinizante (Tobía *et al.* 2003).

Cuadro 8. Promedios de pH para microensilados elaborados con diferentes porcentajes de sorgos (CENTA S-2 y RCV) y leguminosas (Canavalia y Vigna).

	SC S-2 – Canavalia	SC S-2 - Vigna	RCV - Canavalia	RCV – Vigna
100 – 0	3.73 d	3.73 c	3.58 e	3.58 c
80 – 20	3.80 c	3.77 c	3.70 d	3.60 c
70 – 30	3.80 c	3.87 b	3.77 c	3.73 b
60 – 40	3.90 b	4.03 a	3.83 b	3.77 b
50 – 50	4.13 a	4.00 a	4.00 a	4.10 a

a, b, c, d= agrupación de medias para la prueba de Duncan ($p < 0.005$). Las comparaciones entre medias son en sentido vertical.

4.4. Composición de la planta de Canavalia en diferentes edades.

La Canavalia ha sido utilizada como planta de cobertura y abono verde, pero también posee potencial la alimentación de animales como en cerdos y aves (Vargas y Michelangeli 2005) y ganado (Benavidez *et al* 2008). En alimentación de rumiantes es importante conocer la edad optima y las partes de la planta más adecuadas, esto se puede establecer a través de la composición química.

4.4.1. Proteína cruda de la Canavalia en tres edades.

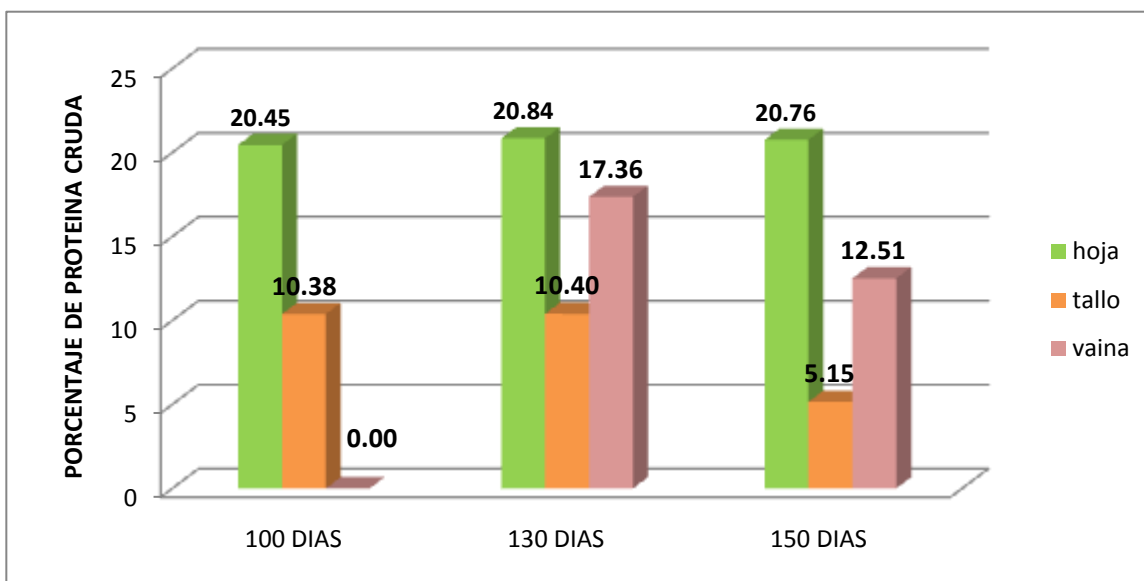


Figura 31: porcentaje de Proteína Cruda de la Canavalia para las edades de 100, 130 y 150 días.

El porcentaje de Proteína Cruda disminuye cuando aumenta la edad de los forrajes, mientras que la Fibra Acido Detergente, Fibra Neutro Detergente, celulosa y lignina aumenta, sin embargo las gramíneas con producción de grano, no tienen este comportamiento (Gutiérrez 1996)

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. Cuando aparecen las vainas, como es este estudio que fue después de los 100 días de edad, estas poseen un contenido de proteína que es también mayor a los tallos (Figura 31). De manera que la pérdida de tallos que se da durante la cosecha mecanizada, no supone una importante disminución en su aporte de proteína.

4.4.2. Fibra Neutro Detergente de Canavalia en diferentes edades.

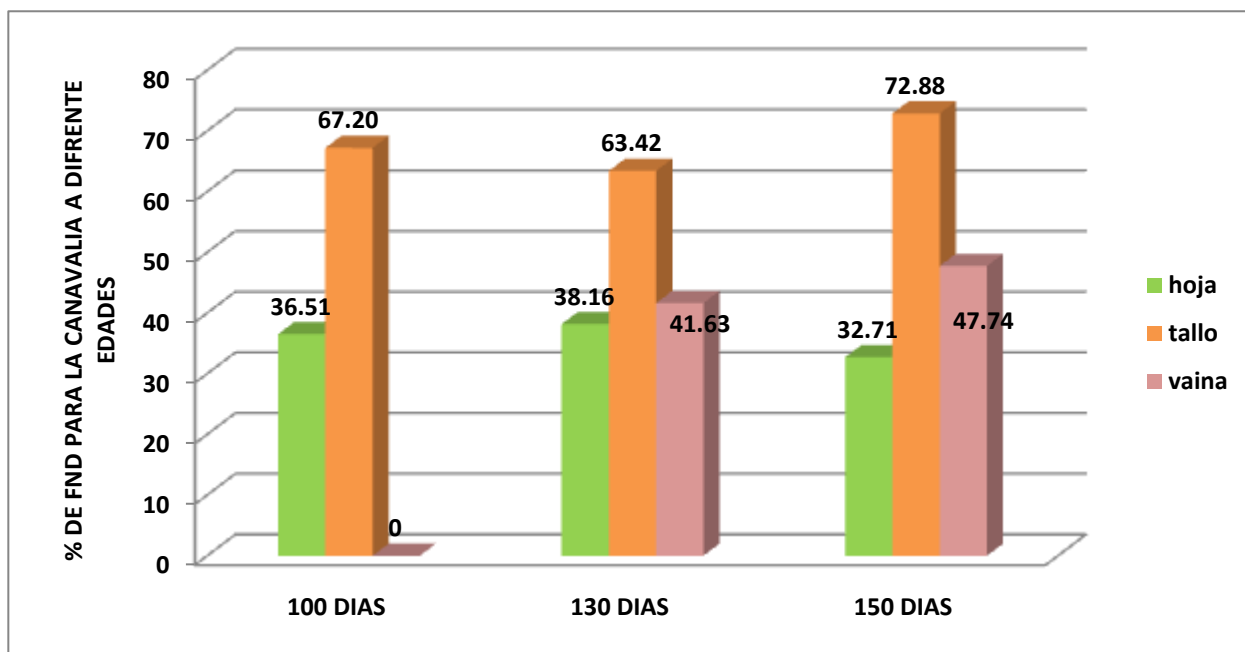


Figura 32: porcentaje de Fibra Neutro Detergente de la Canavalia para las edades de 100, 130 y 150 días.

La FND es mayor en los tallos que en las hojas y las vainas de la Canavalia entre los 100 y 150 días (Figura 32). Se debe considerar que con la madurez de las vainas, su fibra debe incrementarse más allá de lo observado en este estudio y que la entrada de la época seca y mayor maduración de la planta, probablemente disminuyan la relación de hojas a tallo y aumenten el contenido de FND.

4.4. 3. Fibra Acido Detergente Canavalia en diferentes edades.

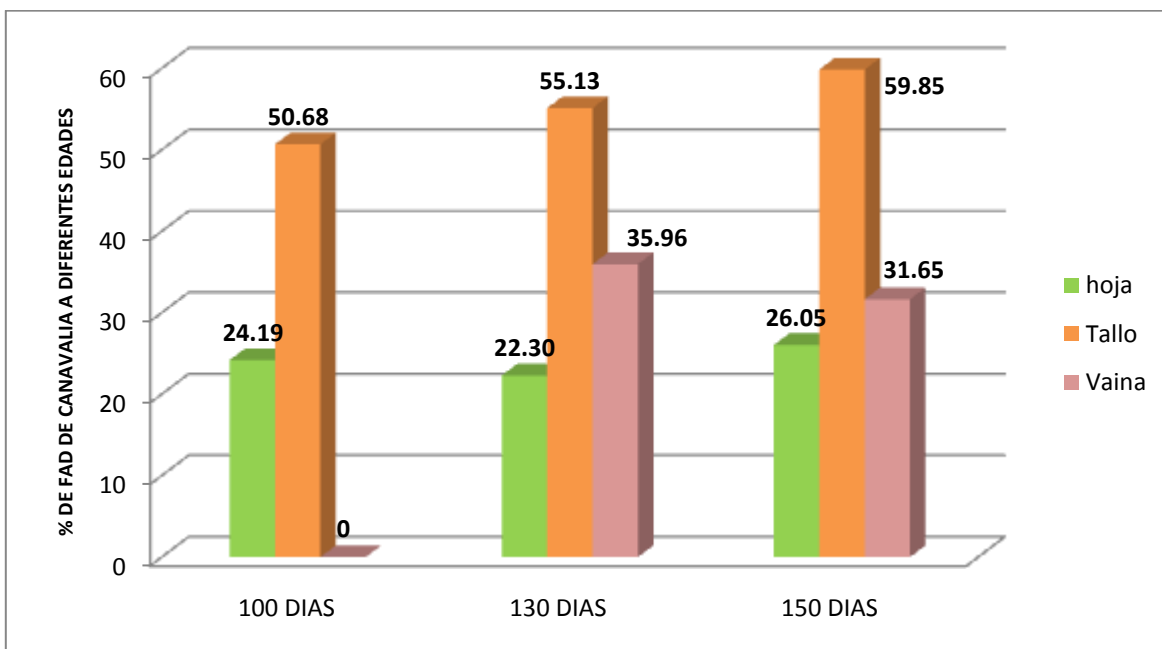


Figura 33: porcentaje de Fibra Ácido Detergente de la Canavalia para las edades de 100, 130 y 150 días.

Los contenidos de FAD de tienen un comportamiento similar a los de FND con mayores porcentajes en los tallos intermedio en las vainas y más bajos en las hojas (Figura 33)

Los análisis hechos a las plantas de Canavalia, permiten observar que los mejores contenidos nutricionales estas en las hojas y las vainas de las plantas.

5. CONCLUSIONES.

- Los sorgos CENTA S-2 y RCV, producen rendimientos de materia verde y materia seca mayores que los producidos por las leguminosas Canavalia y Vigna, pero sus asociados producen rendimientos que tienden a ser similares a los sorgos en monocultivo.
- La leguminosa Canavalia y sus asociados con sorgos CENTA S-2 y RCV, permiten mejores rendimientos de materia verde, materia seca, que el cultivo de Vigna ya que requiere mayores cuidados porque es muy susceptible a la alta humedad y al ataque de plagas comparándolo con el cultivo de Canavalia.
- Con el asocio de sorgos forrajeros como CENTA S-2 o RCV con las leguminosas Canavalia y Vigna, se mejora el contenido y rendimiento proteico de los forrajes, mientras que los contenidos de FND y FAD son similares a los del sorgo CENTA S-2 y mayores a los del sorgo RCV en monocultivo.
- La adición gradual de leguminosas Canavalia y Vigna en material verde que va desde un 0% hasta un 50% en los procesos de ensilaje con sorgos CENTA S-2 y RCV, incrementa progresivamente el contenido protéico de las mezclas desde un 8% hasta alrededor del 13%.
- El ensilaje de Vigna con sorgo RCV en una proporción de 50:50 produjo mejor contenido proteico en comparación con las otras mezclas y proporciones.
- El pH promedio de los microensilados se incrementa desde 3.5 en sorgos solos hasta 4 en mezclas 50:50 con leguminosas.
- Los asociados y ensilados de los sorgos con las leguminosas estudiadas, permiten la obtención de proteína de origen forrajero para alimentación de ganado a un costo razonable.
- El mayor contenido protéico dentro de la planta de Canavalia se encuentra en las hojas, seguido de las vainas y la menor proporción esta en los tallos, mientras que el contenido de fibra tiene un comportamiento inverso al de la proteína.

6. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda utilizar asociados de Canavalia con sorgos forrajeros RCV y CENTA S-2 con el fin de mejorar el contenido proteico del material obtenido y el rendimiento de proteína por hectárea.
- Cuando se hagan asociados de gramíneas y leguminosas, se debe sembrar en diferentes fechas siendo la primera la Canavalia, seguida de los sorgos CENTA S-2 y RCV respectivamente y finalizando la siembra con el cultivo de Vigna, con el fin de que alcancen la madurez de cosecha al mismo tiempo. Usando dos surcos seguidos por cultivo ya que facilita el crecimiento y la cosecha.
- Los sorgos forrajeros deben ser cosechados en estado de grano masoso para obtener menor cantidad de fibra que presumiblemente se traduce en mas carbohidratos no estructurales, digestibilidad y contenido energético.
- Ensilar mezclas de sorgo con Canavalia incluyendo hasta un máximo de 40% de esta ultima para evitar problemas de fermentación indeseable.
- Cuando se ensile leguminosas, deben considerarse prácticas como oreados en campo o cosecha en días sin lluvia para disminuir la humedad de las leguminosas.
- Evaluar la respuesta productiva y la factibilidad económica de la alimentación de vacas con forrajes de leguminosas con sorgos incluyendo sus posibles efectos en la calidad de la leche, con especial énfasis en la posibilidad de disminuir el aporte proteico del concentrado a la ración y de esta manera, el uso de fuentes proteicas importadas.
- Evaluar las propiedades fermentativas, organolépticas y el consumo en las mezclas de leguminosas con gramíneas, principalmente en proporciones arriba del 30% de leguminosas donde la alta humedad y proteína podrían causar problemas de fermentación y aceptación de los animales.

7. BIBLIOGRAFÍA.

1. A. O. A. C., 1980. Official Methods of Analysis. Of the Association of Official Analytical Chemists. Washington D. C.
2. ALEMAN, R; FLORES M. 1993. Algunos datos sobre Canavalia. Honduras, CIDICCO.
3. ANGELES, S; CORONA, L; ESCAMILLA, J; MELGAREJO, J; SPROSS A. 2002. Alimentación Animal. Forrajes y Concentrados. 2º edición. Universidad Autónoma de México, Coayacán, DF. 216 p.
4. ARTETA P. D; ZAMORA W. D. 2005. Efecto de Dos Tipos de Maíz con Cuatro Leguminosas sobre La Calidad y Producción del Ensilaje en El Zamorano, Honduras. Tesis. 24 p.
5. AYDIN, G; GRANT R.J; O´REAR, J. 1999. Brown Midrib Sorghum in Diet for Lactating Dairy Cows. Debarment of animal Science, University of Nebraska. United State. 9 p
6. BENAVIDES A.,VAN DER HOEK R., DOUXCHAMPS S, MENA M., VALDIA R., TREMINIO A. 2008. Efecto de Canavalia Brasiliensis en La Producción y Calidad de La Leche en Nicaragua. PROGRAMA COOPERATIVO CENTROAMÉRICANO PARA EL MEJORAMIENTO DE CULTIVO Y ANIMALES. Resúmenes de la 54 reunión anual del PCCMCA. Instituto nacional de innovación y transferencia en tecnología agropecuaria. San José. Costa Rica. 353 p.
7. BERLIJN, JD. 2000. Cultivos Básicos. Cuarta Edición. México, DF, México Editorial Trillas, SA de CV. 72 p.
8. BERNAL EUSSE, J; CHAVARRIA GIL, H; 2000. El ensilaje en la alimentación del ganado vacuno. Primera edición. Bogotá, Colombia. Tercer mundo editores. 156p.
9. BERNAL PEREZ, C. 1990. Calendarización y Riesgos Climáticos del Maíz y Sorgo en la Planicie Costera Central con Base a la Estación Experimental y de Prácticas, la Providencia. Tesis Ing. Agr. El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 135 p.

10. BINDER U; 1997 Manual de leguminosas, tomo I, primera edición. PASOLAC, E.A.G.E. Estelí, Nicaragua 191 p
11. BINDER U; 1997 Manual de leguminosas, tomo II, primera edición. PASOLAC, E.A.G.E. Estelí, Nicaragua 528 p
12. CAMPABADAL C; 2000. Desarrollo de un Sistema Moderno de Nutrición y Alimentación para Vacas Lecheras. Asociación Americana de Soya. Primera Edición. ASA/ México, DF. 32p.
13. CAMPABADAL C; NAVARRO GONZALES, H; 1994. Nutrimientos Necesarios para Maximizar la Producción de Leche. Asociación Americana de Soya. Primera edición. ASA/México, DF. A.N.13. 10p
14. CAMPABADAL C; NAVARRO GONZALES, H; 1996. Clasificación de los Ingredientes Utilizados en la Elaboración de Alimentos para Animales. Asociación Americana de Soya. Primera edición. ASA/México, DF. 21 p.
15. CAÑAS, F. 2000. Marcha analítica para análisis bromatológico o análisis proximal. Universidad de El Salvador.
16. CASTILLO, M; ROJAS, A; WINGCHING- JONES, R. 2009. Valor Nutricional del Ensilaje de Maíz Cultivado en Asocio con Vigna (*Vigna radiata*). Agronomía Costarricense. 33:1, 136-146.
17. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. 2007. Guía técnica Del Sorgo (*Sorghum Bicolor*). El Salvador. 40p
18. CHICCO, C. (s.f.) Logros de la investigación en tecnología. (en línea) Venezuela, CENIAP. Consultado el 4 de Sept. de 2009. Disponible en: ceniap.com
19. CHURCH, D.C. 1993. El rumiante, fisiología digestiva y nutrición, ed. 2ª, Acribia, Zaragoza, España.
20. CUADRADO CAPELLA, H; MEJIA KERGUELEN, S; CONTRERAS AVILA, A; ROMERO DIAZ, A; GARCIA PEÑA, J. 2003. Manejo Agronómico de Algunos Cultivos Forrajeros y Técnicas para su Conservación en la Región Caribe Colombiana. Centro de Investigación Turipaná. Cereté, Córdoba – Colombia. Pág. 26.

21. CUELLAR GUZMAN, S; TOBAR HERCULES, LB; ZELAYA ALVAREZ, JW. 1997. Efectividad de Leguminosas (*Stizolobium deeringianum* y *Canavalia ensiformis*) Sembrados a Diferentes Épocas y en Asocio con Maíz (*Zea mays*) para el Control de Malezas y Mejoramiento para la Fertilidad del suelo. Tesis Ing. Agr. El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 118 p.
22. CUEVAS CHAVARRIA, E; LOPEZ LANDAVERDE, R.A; VILLALTA RODRIGUEZ, C. A. 1992. Efecto de los Sistemas de Labranza Convencional, Reducida y mínima en las Propiedades Físicas del Suelo y Comportamiento Bio – económico del cultivo de Vigna (*Vigna sinensis*) San Luis Talpa, La Paz. Tesis Ing. Agr. El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 202p
23. ESTUPIÑAN, K; VASCO, D; DUCHI, N. 2007. Digestibilidad de los Componentes de la Pared Celular del Forraje de *Canavalia ensiformis* en Diferentes Edades de Corte. Revista Tecnológica ESPOL, Vol. 20 Universidad Tecnológica Estatal de Quevedo. Ecuador.
24. FLORES TENSOS, J; CARRANZA ESTRADA, F; BONILLA de TORRES, BL. 2008. Manual de Laboratorio de Análisis Bromatológicos. Universidad de El Salvador, Departamento de Química Agrícola. 28 p.
25. GUTIÉRREZ, M.A. 1996. Pastos y Forrajes en Guatemala. Su Manejo y Utilización como Base de la Producción Animal. Editorial E y Q. Guatemala. 318
26. JIMENEZ P.A.; CORTEZ R.H.; ORTIZ, G.S.; 2004. Rendimiento forrajero y Calidad del Ensilaje de Canavalia en Monocultivo y Asociada con Maíz. (L). Trabajo de promoción en proceso. Pdf. Palmira: UNC. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actaagronomica/article/view/110/240>
27. JONES, C.M.; HEINRICHS A.J.; ROTH G.W. and ISHLER V.I. 2004. Understanding Silage Management. College of Agricultural Sciences. Agricultural Research and Cooperatives Extension. Penn State University 34 p.

28. KAISER, A; PILTZ, J; BURNS, H; GRIFFITHS, N. 2003. Successful Silage. Dairy Research and Development Corporation and NSW Agriculture, Australia. Charter 13
29. López Silva, A.A; Vega Norori, I. 2004. Guía técnica de Cultivos de Cobertura para sistemas de cultivos perennes. G-N° 3. Nicaragua. 20 p.
30. MARISCAL LANDIN, G. (2002). Estimación de la calidad del sorgo. Ajuchitlan Colon. Querétaro. Disponible en línea: inifap.conacut.mx
31. MCDONALD, P; EDWARDS, R; GREENHALGH, J; MORGAN, C.1995. Animal Nutrition. Quinta Edición. Reino Unido, Londres. Editorial Addison Wesley Longman Limited. 576 p.
32. MCDONALD, P; EDWARDS, R; GREENHALGH, J; MORGAN, C.1999. Nutrición Animal. Quinta Edición. Zaragoza España. Editorial Acribia, S.A. 576 p.
33. MILES J.; ARGEL P. *Pasturas Tropicales*. El germoplasma mejorado de forrajes. CIAT, (International Center for Tropical Agriculture). Costa Rica (Journal) Volumen 28, No. 3, Diciembre 2006 Consultado 29 de Mayo del 2010. http://webapp.ciat.cgiar.org/improved_germplasm/germoplasma/forrajes.htm .
34. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 2004. Diagnóstico de los Recursos Zoogenéticos en El Salvador, Diciembre de 2003. Oficina de Políticas y Estrategias, División de Análisis Estratégico [Consulta: 1 de mayo de 2010] [En línea]. <http://www.oas.org/osde/publications/unit/oea34s/ch076.htm>
35. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA; CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL 2002. Centa S – 3, Alto Rendimiento de Forraje. Programa Granos Básicos. San Andrés, La Libertad; El Salvador. 4p
36. Mundo Pecuario. (2007) caracterización de *Vigna Sinensis*. (en línea). Consultado 27 de marzo del 2009. Disponible en: http://mundo_pecuario.com/tema192/leguminosas/Vigna-1078.html

37. NATIONAL RESEARCH COUNCIL 2001. Nutritional Requirements of Dairy Cattle, 7th Rev. Edn. National Academy of Sciences, Washington, D.C.
38. RODRIGUEZ URRUTIA, EA. 2000. Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura. Sub componente de Conservación de Suelos y Agroforestería. Primera Edición. Santa Ana, El Salvador. MAG, CARE In. 18 p.
39. RUIZ, T.M.; BERNAL, E.; STAPLES, C.R.; SOLLENBERGER, L.E. and GALLAHER, R.N. 1995. Effect of Dietary Neutral Detergent Fiber Concentration and Forage Source on Performance of Lactating Cows. *Journal of Dairy Science* 78: 305 – 319.
40. SAKAGUCHI, I; OTA, T. 2003. Estudio de la Técnica de Asociación de Leguminosas con sorgo forrajero en un Terreno Pesado. Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia. No. 2
41. SÁNCHEZ, A. 2007 Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina (en línea) Venezuela, FONALAP. Consultado 12 agosto de 2009. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd50/leguminosas.htm>
42. THOMAS, R. 1994. Aplicación del conocimiento en el ciclo del nitrógeno en pasturas, In: Buxade Investigación y desarrollo en sistemas de producción de forrajes tropicales, Modulo 2, Agronomía.
43. TOBÍA, C., A. Rojas., E. Villalobos., H. Soto y L. Uribe 2004. Sustitución parcial del alimento balanceado por ensilaje de soya y su efecto en la producción y calidad de la leche de vaca, en el trópico húmedo de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28(2):27-35.
44. TORRES, A.; GARCIA, D.E.; MEDINA, M.G.; MORATINOS, P.; COVA, L. J.; PERDOMO, D. 2009. Caracterización Químico Nutricional de Forrajes Leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Universidad de Los Andes, Estado Trujillo, Venezuela. 16 P
45. VAN SOEST. 1967. Development of a Comprehensive System of Feed Analyses and its Application to Forages *J Anim Sci* . 26:119-128.

46. VARGAS, RE.; MICHELANGELI, C. 2005. Utilización de la *Canavalia ensiformis* (L.) DC. en dietas para aves y cerdos (en línea). Laboratorio de Bioquímica Nutricional, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Consultada 28 may de 2010. Disponible en <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/segencuentr/rubenv.htm>
47. VARGAS RODRIGUEZ, C. F. 2005. Valoración nutricional y degradabilidad de genotipos de sorgo forrajero (*sorghum sp*). *Agronomía Mesoamericana*. 16 (2) 215 – 223.
48. WALL, JS; ROSS, WM. 1975. Producción y Usos del Sorgo. Bottaro, AO. The Avi Publishing Inc. Primera Edición. Buenos Aires, Argentina, Editorial Hemisferio Sur. 399 p.
49. WOLFGANG S. W. 2009. Alimentos Complementarios para Producción de Carne. Cenerema - uach. Disponible en: <http://www.uach.com/publica/divulga/fd50/alimentos/generalidades.htm>
50. ZAVALA JEREZ, DE; LOPEZ HERNANDEZ, FM; VENTURA VENTURA, B. 2005. Efecto de la Proteína Cruda y la Energía en la Fertilidad de Vacas Lecheras en Ocho Ganaderías de el Salvador. Tesis Ing. Agr. El Salvador, San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 117 p

8. ANEXOS.



 REPRESENTACIÓN AEREA DEL AREA DE TRABAJO (PARCELA EL VOLADOR).

Figura Anexo 1. Ubicación geográfica del ensayo.

Cuadro Anexo 1 de costos análisis económico.

	Costo (\$)/Ha	Rendimiento Materia Verde TM/Ha	costo (\$)/TM	Rendimiento MS TM/ Ha	costo (\$) TM/ MS	% PC	Rendimiento PC TM/ Ha	costo (\$) TM/PC
SORGO S-2								
SORGO RCV								
L. CANAVALIA								
L. VIGNA								
ASOCIO S-2 + CANVALIA								
ASOCIO S-2 + VIGNA								
ASOCIO RCV + CANAVALIA								
ASOCIO RCV + VIGNA								
TOTAL								

Anexo 1. Determinación de humedad parcial (H.P.)

Equipo:

- estufa de aire reforzado o ventilación forzada previamente calibrada a 70 °C.
- Balanza Analítica
- Desecador de Gabinete con su desecante

Materiales:

- Bolsa de papel de 4 – 5 libras
- Tijeras de acero inoxidable
- Pinzas tipo tijeras de metal
- Termómetro graduado de 0 – 150 °C
- Papel toalla

Procedimiento:

- Lavar con agua destilada la muestra para eliminar el polvo que pueda contener, secar con papel toalla.
- Cortar el tejido vegetal separando tallo y hoja en tamaños de 5 – 6 cm, homogenizar la muestra.
- Perforar las bolsas de papel, con el objeto de que circule aire durante el proceso de secado.
- Rotular las bolsas (con lápiz de grafito): Nombre, fecha, identificación de muestra, peso de bolsa vacía, peso de bolsa mas muestra antes de secar (con esto se obtiene el peso de muestra).
- Cerrar la bolsa y colocar en la estufa durante 24 horas, previamente calentada a 70 °C.
- Sacar la muestra de la estufa, enfriar en desecador, pesar, anotar el peso de la bolsa mas muestra después de secar. Se obtiene pérdida de peso.

Cálculos:

- $\text{Peso de bolsa mas muestra} - \text{peso de bolsa vacía} = \text{Peso de muestra}$
- $(\text{Peso de bolsa} + \text{Muestra antes de secar}) - (\text{Peso de bolsa} + \text{Muestra después de secar}) = \text{Pérdida de peso.}$

Fórmula para Calcular el % de Humedad Parcial

- $\% \text{ de humedad} = \frac{\text{pérdida de peso gr.}}{\text{peso de muestra gr.}} \times 100$,

Anexo 2. Determinación de proteína cruda.

Materiales y equipo:

- Digestor de proteína
- Destilador de proteína
- Tubos de digestión
- Matraz de destilación Kjendahl de 800 ml
- Matraz de erlenmeyer de 500 ml
- Bureta

Reactivos:

- Acido sulfúrico
- Peróxido de hidrogeno 12 vol.
- Hidróxido de sodio 50 %
- Acido bórico 2 %
- Tiosulfato de sodio 8 %
- Acido sulfúrico 0.1 N
- Solución indicadora de rojo de metilo y verde de bromocresol: mezclar 7 partes de una solución alcohólica de rojo de metilo al 0.1 % en 10 partes de una solución alcohólica de verde de cromocresol al 0.1. esta solución indicadora se le añade a la solución de ácido bórico a 2 %.
- Catalizador: mezcla de sulfato de potasio anhidro (K_2SO_4) con sulfato de cobre ($Cu SO_4$) en proporción 9:1

Procedimiento:

Digestión:

- Pesar de 0.5 a 1 gr de muestra aproximadamente
- Transferir a la muestra a un tubo de digestión
- Añadir 5 gr aproximadamente de catalizador
- Añadir 30 ml de ácido sulfúrico concentrado y 2 ml de peróxido de hidrogeno
- Precalentar el digestor durante 15 minutos
- Poner a digerir la muestra hasta que la solución clarifique. Continuar 30 minutos después de alcanzar ese punto
- Dejar enfriar y añadir aproximadamente 200 ml de agua destilada

NOTA: es recomendable hacer un blanco, en el cual se usan todos los reactivos en igual cantidad que en las muestras. Así como también un estándar con un contenido de proteína conocido para detectar cualquier error en el análisis.

Destilación:

- Colocar 35 ml de la solución de ácido bórico en un matraz erlenmeyer de 500 ml
- Colocar el matraz erlenmeyer abajo del condensador cuidando que la punta de este esté remojada en el ácido bórico
- Transferir las muestras digeridas al matraz de destilación kjeldahl lavando el tubo de digestión con 200 ml de agua destilada
- Sosteniendo de manera inclinada el matraz kjendahl, añadir 80 ml de solución de hidróxido de sodio y 10 ml de solución de Tiosulfato de sodio.
- Colocar el matraz en el destilador de proteínas asegurándose que el matraz este bien tapado
- Mezclar el contenido del matraz kjendahl con agitación rotatoria y destilar hasta que todo el amoniaco haya sido destilado (200 ml son suficientes)
- Bajar el matraz erlenmeyer de manera que el extremo del condensador quede afuera de la solución destilada.

Titulación o Valoración:

- Titular con una solución valorada de ácido sulfúrico 0.1 N del contenido del matraz erlenmeyer hasta el cambio de color. Sustraer de esta lectura el volumen del ácido utilizado para la neutralización del amonio presente en el blanco estándar

Cálculos:

- % de N = $\frac{100 \times 0.014 \times \text{ml} \times N}{\text{PM}}$

PM

Donde:

- % N = Porcentaje de Nitrógeno
- 0.014 = Mili equivalentes de Nitrógeno
- N = Normalidad
- ml = mililitros de Ac. Sulfúrico 0.1 N
- PM = Peso de Muestra

Fórmula para cálculo de proteína:

- % PC = % N x 6.25

Donde: 6.25 = Factor de Conversión.

Anexo 3. Determinación de fibra neutro detergente (FDN).

INTRODUCCION:

La muestra se hierve en una solución detergente neutra, la cual es capaz de solubilizar el contenido celular y la pectina. Dejando solo un residuo que es la pared celular que se refiere a celulosa, hemicelulosa y lignina (MAYNARD, 1981).

MATERIALES Y EQUIPO:

- Beakers de berzelius de 600 ml.
- Crisoles de Gooch.
- Matraz kitazato
- Sistema de digestión para análisis de fibra.
- Estufa a 100°C.
- Mufla a 500°C.

REACTIVOS:

- Lauril sulfato de sodio 30 g/L
- EDTA 18.61 g/L
- Fosfato de ácido disódico 4.56 g/L
- Borato de sodio 6.81 g/L
- Etilenglicol monometil éter 10.0 ml/L

Preparación de reactivos: poner el EDTA y el borato de sodio en un beaker de 1000 ml, luego añádale un poco de agua destilada y calentar hasta disolver el contenido (solución 1). En otro beaker de 600 u 800 ml haga una solución que contenga el lauril sulfato de sodio y el etilenglicol monometil éter (solución 2) y se adiciona a la primera solución antes mencionada y se mezcla (solución 2 en 1).

En otro vaso de precipitado o beaker de 1000 ml poner el fosfato ácido desódico en un poco de agua destilada y calentar hasta disolverlo, esta mezcla se adiciona a las dos soluciones mezcladas anteriormente y luego se afora a un litro.}

NOTA: es preciso revisar el pH de esta solución, el cual debe oscilar entre 6.9 y 7.1

PROCEDIMIENTO:

- Pese de 0.5 a 1 g de Mx seca y molido y se coloca en el beaker de Berzelius
- Luego se le añaden 100 ml de la solución FDN por las paredes.
- Se coloca el beaker en el aparato de digestión de fibra y se calienta hasta que empiece a hervir, luego se reduce la T° para evitar la formación de espuma y luego se mantiene a esta temperatura baja pero siempre con indicios de hervir por una hora.
- Después de transcurrida 1 hora de digestión, se filtra el contenido del beaker en un crisol de gooch **previamente pesado**, luego se le adiciona abundante agua destilada hirviendo varias veces hasta reducir la formación de espuma o grumo durante el filtrado al vacío.
- Lavar con acetona o alcohol (pequeña porciones).
- Se pone a secar luego el crisol en estufa a 100 °C durante 8 a 16 horas (toda la noche).
- Seque en desecador y pese el crisol de gooch.

CÁLCULOS:

$$\%FDN = \left[\frac{\text{peso de crisol después de digerir} - \text{peso de crisol vacío}}{\text{Peso de muestra}} \right] * 100$$

Anexo 4. Determinación de fibra ácido detergente (FAD).

INTRODUCCION:

La muestra se pone a digerir en una solución ácido detergente en donde se hidrolizan los contenidos de celulosa que se encuentran libres y aquellas que están combinadas con la lignina, dejando la celulosa y la lignina como fibra detergente ácido (FAD).

MATERIALES Y EQUIPO:

- Beakers de berzelius de 600 ml.
- Crisoles de Gooch.
- Matraz kitazato
- Sistema de digestión para análisis de fibra.
- Estufa a 100°C.
- Mufla a 500°C.

REACTIVOS:

- Acido sulfúrico 1N = 27.8 ml de H₂SO₄ concen./L
- Bromuro de cetil trimetil amonio (CTAB). = 20 g/L
- Acetona.

Preparación de reactivos: Diluya los 27.8 ml de H₂SO₄ concentrado en un balón con un poco de agua destilada y lleve a 1 L. (esta es su solución 1 N). Luego disuelva los 20 g de CTAB en el litro de H₂SO₄ 1 N.

PROCEDIMIENTO:

- Pese de 0.5 g a 1.0 g de Mx seca y molida y colóquela en el beaker de berzelius.
- Añada 100 ml de la solución FAD al beaker que contiene la muestra y caliéntela en el digestor hasta que hierva y luego bajele la T° para evitar espuma y manténgalo hirviendo por 1 h.
- Filtre la muestra digerida en un crisol de gooch previamente pesado con agua destilada hirviendo, hasta deshacerse de la espuma o grumos.
- Lave con alcohol o acetona para fijar y se coloca en estufa el crisol a 100°C por 8 a 16 horas (toda la noche).
- Enfríe y pese.

CÁLCULOS:

$$\%FAD = \left[\frac{\text{peso de crisol después de digerir} - \text{peso de crisol vacío}}{\text{Peso de muestra}} \right] * 100$$

Cuadro Anexo 2. Composición Química y rendimientos del Sorgo (*Sorghum bicolor*) var. CENTA S-2 en Edad 1

REPETICIÓN	DATOS DE CAMPO		RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE		MATERIA SECA	RENDIMIENTO MATERIA SECA		PROTEÍNA CRUDA	RENDIMIENTO de PROTEÍNA CRUDA		FIBRA NEUTRO DETERGENTE	FIBRA ÁCIDO DETERGENTE
	PMX (Lbs)	1 Ha	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	%
R1	15.75	196875	89.49	68.91	15.80	15.98	12.31	10.43	1.64	1.26	67.59	44.53
R2	15.00	187500	85.23	65.63	22.54	15.22	11.72	10.14	1.56	1.20	67.19	44.23
R3	16.50	206250	93.75	72.19	13.87	16.75	12.89	11.12	1.71	1.32	67.24	43.43
R4	15.75	196875	89.49	68.91	16.62	15.98	12.31	11.45	1.64	1.26	67.59	43.05
R5	15.00	187500	85.23	65.63	15.80	15.22	11.72	8.99	1.56	1.20	67.19	44.53
R6	16.50	206250	93.75	72.19	22.54	16.75	12.89	9.28	1.71	1.32	67.24	44.23
PROMEDIO	15.75	196875	89.49	68.91	17.86	15.98	12.31	10.24	1.64	1.26	67.34	44.00
Desviación Estándar			3.81	2.93	3.73	0.68	0.52	0.98	0.07	0.05	0.19	0.62

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 3. Composición Química y Rendimientos del sorgo (*Sorghum bicolor*) var. RCV Edad 1

REPETICIÓN	DATOS DE CAMPO		RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE		MATERIA SECA	RENDIMIENTO MATERIA SECA		PROTEÍNA CRUDA	RENDIMIENTO DE PROTEÍNA CRUDA		FIBRA NEUTRO DETERGENTE	FIBRA ÁCIDO DETERGENTE
	PMX (Lbs)	1 Ha	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	%
R1	8.50	106250	48.30	37.19	17.29	7.85	6.05	13.25	0.90	0.69	71.87	41.60
R2	10.50	131250	59.66	45.94	15.39	9.70	7.47	12.62	1.11	0.86	72.21	42.33
R3	10.00	125000	56.82	43.75	17.57	9.24	7.11	11.09	1.06	0.82	71.09	42.41
R4	8.50	106250	48.30	37.19	14.64	7.85	6.05	11.22	0.90	0.69	70.75	42.91
R5	10.50	131250	59.66	45.94	17.29	9.70	7.47	10.37	1.11	0.86	71.87	42.86
R6	10.00	125000	56.82	43.75	15.39	9.24	7.11	10.37	1.06	0.82	71.09	42.45
PROMEDIO	9.67	120833	54.92	42.29	16.26	8.93	6.88	11.49	1.03	0.79	71.48	42.43
Desviación Estándar			5.29	4.07	1.27	0.86	0.66	1.20	0.10	0.08	0.58	0.47

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 4. Composición Química y Rendimientos del cultivo de Canavalia (*Canavalia ensiformes*) Edad 1.

REPETICIÓN	DATOS DE CAMPO		RENDIMIENTO MATERIA VERDE		MATERIA SECA	RENDIMIENTO MATERIA SECA		PROTEÍNA CRUDA	RENDIMIENTO de PROTEÍNA CRUDA		FIBRA NEUTRO DETERGENTE	FIBRA ÁCIDO DETERGENTE
	PMX (Lbs)	1 Ha	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	%
R1	7.00	87500	39.77	30.63	17.90	6.46	4.97	16.24	1.12	0.86	57.12	44.97
R2	5.50	68750	31.25	24.06	16.18	5.08	3.91	16.03	0.88	0.68	57.23	45.37
R3	7.50	93750	42.61	32.81	17.43	6.92	5.33	17.32	1.20	0.93	55.58	45.34
R4	7.00	87500	39.77	30.63	14.26	6.46	4.97	17.79	1.12	0.86	55.45	44.97
R5	5.50	68750	31.25	24.06	17.43	5.08	3.91	18.43	0.88	0.68	56.05	45.37
R6	7.50	93750	42.61	32.81	14.26	6.92	5.33	18.43	1.20	0.93	56.23	45.34
PROMEDIO	6.67	83333	37.88	29.17	16.24	6.15	4.74	17.37	1.07	0.82	56.27	45.23
Desviación Estándar			5.29	4.07	1.64	0.86	0.66	1.05	0.15	0.11	0.75	0.20

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 5. Composición Química y Rendimientos del cultivo de Vigna (*Vigna sinensis*) Edad 1.

REPETICIÓN	DATOS DE CAMPO		RENDIMIENTO MATERIA VERDE		MATERIA SECA	RENDIMIENTO MATERIA SECA		PROTEÍNA CRUDA	RENDIMIENTO de PROTEÍNA CRUDA		FIBRA NEUTRO DETERGENTE	FIBRA ÁCIDO DETERGENTE
	PMX (Lbs)	1 Ha	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	%
R1	6.25	78125	35.51	27.34	12.18	3.54	2.73	20.02	0.60	0.46	52.51	37.74
R2	4.00	50000	22.73	17.50	9.83	2.27	1.75	20.38	0.38	0.30	52.67	38.40
R3	6.70	83750	38.07	29.31	7.33	3.80	2.92	19.98	0.64	0.50	52.84	38.89
R4	6.25	78125	35.51	27.34	8.51	3.54	2.73	19.76	0.60	0.46	52.51	39.15
R5	4.00	50000	22.73	17.50	12.18	2.27	1.75	10.43	0.38	0.30	52.67	40.79
R6	6.70	83750	38.07	29.31	9.83	3.80	2.92	11.12	0.64	0.50	52.84	40.84
PROMEDIO	5.65	70625	32.10	24.72	9.98	3.20	2.47	16.95	0.54	0.42	52.67	39.30
Desviación Estándar			7.35	5.66	1.94	0.73	0.56	4.79	0.12	0.10	0.15	1.27

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 6. Composición Química Rendimientos del asocio de sorgo CENTA S-2 + Canavalia Edad 1

REPET	DATOS DE CAMPO				RENDIMIENTO MATERIA VERDE						M. S.	RENDIMIENTO MATERIA SECA						P. C.	RENDIMIENTO PROTEÍNA CRUDA						F N D	F Á D
	PMX (Lbs)		1 Ha		Ton/Ha			Ton/Mz			%	Ton/Ha			Ton/Mz			%	Ton/Ha			Ton/Mz			%	%
	S s-2	Canav	S. s-2	Canav	S s-2	Canav	∑	S s-2	Canav	S s-2		Canav	∑	S s-2	Canav	S s-2	Canav		∑	S s-2	Canav	∑	S s-2	Canav		
R1	9.75	3.25	121875	40625	55.40	18.47	73.86	42.66	14.22	18.02	10.03	3.34	13.37	7.72	2.57	13.07	1.17	0.39	1.56	0.90	0.30	67.71	42.72			
R2	8.50	5.00	106250	62500	48.30	28.41	76.70	37.19	21.88	18.28	8.74	5.14	13.88	6.73	3.96	12.96	1.02	0.60	1.62	0.79	0.46	67.20	42.86			
R3	7.50	3.75	93750	46875	42.61	21.31	63.92	32.81	16.41	18.00	7.71	3.86	11.57	5.94	2.97	10.28	0.90	0.45	1.35	0.69	0.35	68.28	43.12			
R4	9.75	3.25	121875	40625	55.40	18.47	73.86	42.66	14.22	17.98	10.03	3.34	13.37	7.72	2.57	10.27	1.17	0.39	1.56	0.90	0.30	67.88	43.33			
R5	8.50	5.00	106250	62500	48.30	28.41	76.70	37.19	21.88	18.02	8.74	5.14	13.88	6.73	3.96	11.77	1.02	0.60	1.62	0.79	0.46	67.71	42.72			
R6	7.50	3.75	93750	46875	42.61	21.31	63.92	32.81	16.41	18.28	7.71	3.86	11.57	5.94	2.97	11.67	0.90	0.45	1.35	0.69	0.35	67.88	42.86			
PROM	8.58	4.00	107291.7	50000	48.77	22.73	71.50	37.55	17.50	18.10	8.83	4.11	12.94	6.80	3.17	11.67	1.03	0.48	1.51	0.79	0.37	67.78	42.93			
Desviación Estándar							6.00	55.05	55.05	55.05	55.05	55.05	1.09	0.80	0.64	1.23	0.12	0.10	0.13	0.09	0.07	0.35	0.24			

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 7. Cuadro resumen del asocio sorgo CENTA S-2 + Vigna Edad 1

REPET	DATOS DE CAMPO				RENDIMIENTO MATERIA VERDE						M. S.	RENDIMIENTO MATERIA SECA						P. C.	RENDIMIENTO PROTEÍNA CRUDA						F N D	F Á D
	PMX (Lbs)		1 Ha		Ton/Ha			Ton/Mz			%	Ton/Ha			Ton/Mz			%	Ton/Ha			Ton/Mz			%	%
	S s-2	Vigna	S s-2	Vigna	S s-2	Vigna	∑	S s-2	Vigna	S s-2		Vigna	∑	S s-2	Vigna	S s-2	Vigna		∑	S s-2	Vigna	∑	S s-2	Vigna		
R1	10.50	2.75	131250	34375	59.66	15.63	75.28	45.94	12.03	15.18	9.16	2.40	11.56	7.06	1.85	11.80	1.02	0.27	1.28	0.78	0.21	68.51	44.86			
R2	11.40	2.00	142500	25000	64.77	11.36	76.14	49.88	8.75	15.37	9.95	1.75	11.70	7.66	1.34	11.74	1.10	0.19	1.30	0.85	0.15	68.86	44.68			
R3	11.45	3.50	143125	43750	65.06	19.89	84.94	50.09	15.31	15.38	9.99	3.05	13.05	7.69	2.35	11.11	1.11	0.34	1.45	0.85	0.26	68.68	44.38			
R4	10.50	2.75	131250	34375	59.66	15.63	75.28	45.94	12.03	15.68	9.16	2.40	11.56	7.06	1.85	11.67	1.02	0.27	1.28	0.78	0.21	68.51	44.86			
R5	11.40	2.00	142500	25000	64.77	11.36	76.14	49.88	8.75	15.18	9.95	1.75	11.70	7.66	1.34	10.00	1.10	0.19	1.30	0.85	0.15	68.86	44.68			
R6	11.45	3.50	143125	43750	65.06	19.89	84.94	50.09	15.31	15.37	9.99	3.05	13.05	7.69	2.35	10.27	1.11	0.34	1.45	0.85	0.26	68.68	44.38			
PROM	11.12	2.75	138958.3	34375	63.16	15.63	78.79	48.64	12.03	15.36	9.70	2.40	12.10	7.47	1.85	11.10	1.08	0.27	1.34	0.83	0.21	68.68	44.64			
Desv. Estánd	0.67		5977.4	8385.3	2.72	3.81	4.78	2.09	2.93	0.18	0.42	0.59	0.73	0.32	0.45	0.79	0.05	0.06	0.08	0.04	0.05	0.15	0.22			

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 8. Cuadro resumen del asocio sorgo RCV + Canavalia Edad 1

REPET	DATOS DE CAMPO				RENDIMIENTO MATERIA VERDE					M. S.	RENDIMIENTO MATERIA SECA					P. C.	RENDIMIENTO PROTEÍNA CRUDA					FA D	F Á D				
	PMX (Lbs)		1 Ha		Ton/Ha			Ton/Mz			%	Ton/Ha			Ton/Mz		%	Ton/Ha			Ton/Mz			%	%		
	S RCV	Canav	S RCV	Canav	S RCV	Canav	∑	S RCV	Canav			S RCV	Canav	∑	S RCV			Canav	S RCV	Canav	∑					S RCV	Canav
R1	8.50	5.25	106250	65625	48.30	29.83	78.13	37.19	22.97	18.93	6.34	3.92	10.26	6.34	3.92	14.60	0.92	0.57	1.49	0.92	0.57	66.05	43.46				
R2	4.50	2.75	56250	34375	25.57	15.63	41.19	19.69	12.03	16.39	3.36	2.05	5.41	3.36	2.05	15.03	0.49	0.30	0.79	0.49	0.30	65.78	43.28				
R3	4.50	4.25	56250	53125	25.57	24.15	49.72	19.69	18.59	18.39	3.36	3.17	6.53	3.36	3.17	13.59	0.49	0.46	0.95	0.49	0.46	65.05	43.46				
R4	8.50	5.25	106250	65625	48.30	29.83	78.13	37.19	22.97	13.28	6.34	3.92	10.26	6.34	3.92	13.94	0.92	0.57	1.49	0.92	0.57	65.51	43.89				
R5	4.50	2.75	56250	34375	25.57	15.63	41.19	19.69	12.03	18.93	3.36	2.05	5.41	3.36	2.05	15.16	0.49	0.30	0.79	0.49	0.30	66.79	43.42				
R6	4.50	4.25	56250	53125	25.57	24.15	49.72	19.69	18.59	16.39	3.36	3.17	6.53	3.36	3.17	15.09	0.49	0.46	0.95	0.49	0.46	66.86	43.24				
PROM	5.83	4.08	72916.7	51041.7	33.14	23.20	56.34	25.52	17.86	17.05	4.35	3.05	7.40	4.35	3.05	14.57	0.63	0.44	1.08	0.63	0.44	66.00	43.46				
Desv. Estánd.	1.13	1.13	25819.9	14068.3	11.74	6.39	17.30	9.04	4.92	2.19	1.54	0.84	2.27	1.54	0.84	0.66	0.22	0.12	0.33	0.22	0.12	0.72	0.23				

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 9. Cuadro resumen del asocio sorgo RCV + Vigna Edad 1

REPET	DATOS DE CAMPO				RENDIMIENTO MATERIA VERDE					M. S.	RENDIMIENTO MATERIA SECA					P. C.	RENDIMIENTO PROTEÍNA CRUDA					FA D	F Á D				
	PMX (Lbs)		1 Ha		Ton/Ha			Ton/Mz			%	Ton/Ha			Ton/Mz		%	Ton/Ha			Ton/Mz			%	%		
	S RCV	Vigna	S RCV	Vigna	S RCV	Vigna	∑	S RCV	Vigna			S RCV	Vigna	∑	S RCV			Vigna	S RCV	Vigna	∑					S RCV	Vigna
R1	6.50	3.50	81250	43750	36.93	19.89	56.82	28.44	15.31	14.47	4.29	2.31	6.60	4.29	2.31	12.26	0.59	0.32	0.90	0.59	0.32	63.07	39.85				
R2	6.00	3.25	75000	40625	34.09	18.47	52.56	26.25	14.22	15.02	3.96	2.15	6.11	3.96	2.15	12.83	0.54	0.29	0.83	0.54	0.29	63.38	39.27				
R3	5.15	7.00	64375	87500	29.26	39.77	69.03	22.53	30.63	15.02	3.40	4.62	8.02	3.40	4.62	14.36	0.46	0.63	1.10	0.46	0.63	64.13	39.16				
R4	6.50	3.50	81250	43750	36.93	19.89	56.82	28.44	15.31	15.59	4.29	2.31	6.60	4.29	2.31	14.78	0.59	0.32	0.90	0.59	0.32	64.86	39.85				
R5	6.00	3.25	75000	40625	34.09	18.47	52.56	26.25	14.22	15.02	3.96	2.15	6.11	3.96	2.15	13.76	0.54	0.29	0.83	0.54	0.29	62.52	39.27				
R6	5.15	7.00	64375	87500	29.26	39.77	69.03	22.53	30.63	15.40	3.40	4.62	8.02	3.40	4.62	13.99	0.46	0.63	1.10	0.46	0.63	62.30	39.16				
PROM	5.88	4.58	73541.7	57291.7	33.43	26.04	59.47	25.74	20.05	15.09	3.88	3.03	6.91	3.88	3.03	13.66	0.53	0.41	0.94	0.53	0.41	63.38	39.43				
Desviación Estándar	1.88	1.88	7630.80	23440.97	3.47	10.65	7.65	2.67	8.20	0.39	0.40	1.24	0.89	0.40	1.24	0.95	0.06	0.17	0.12	0.06	0.17	0.97	0.33				

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 10. Composición Química y Rendimiento del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) var. CENTA S-2 Edad 2

REPETICIÓN	DATOS DE CAMPO		RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE		MATERIA SECA	RENDIMIENTO MATERIA SECA		PROTEÍNA CRUDA	RENDIMIENTO PROTEÍNA CRUDA		FIBRA NEUTRO DETERGENTE	FIBRA ÁCIDO DETERGENTE
	PMX (Lbs)	1 Ha	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	%
R1	15.00	187500.00	85.23	65.63	22.26	18.63	14.35	8.38	1.56	1.20	62.00	40.00
R2	14.25	178125.00	80.97	62.34	21.10	17.70	13.63	8.38	1.48	1.14	62.00	40.16
R3	14.50	181250.00	82.39	63.44	21.97	18.01	13.87	8.31	1.51	1.16	61.48	39.53
R4	15.00	187500.00	85.23	65.63	21.13	18.63	14.35	8.78	1.56	1.20	61.88	39.84
R5	14.25	178125.00	80.97	62.34	22.55	17.70	13.63	8.38	1.48	1.14	59.96	40.20
R6	14.50	181250.00	82.39	63.44	22.14	18.01	13.87	7.93	1.51	1.16	59.60	40.20
PROMEDIO	14.58	182291.67	82.86	63.80	21.86	18.11	13.95	8.36	1.51	1.17	61.15	39.99
Desviación Estándar			1.94	1.49	0.61	0.42	0.33	0.27	0.04	0.03	1.09	0.26

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 11. Composición Química y Rendimiento del cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) var. RCV Edad 2

REPETICIÓN	DATOS DE CAMPO		RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE		MATERIA SECA	RENDIMIENTO MATERIA SECA		PROTEÍNA CRUDA	RENDIMIENTO de PROTEÍNA CRUDA		FIBRA NEUTRO DETERGENTE	FIBRA ÁCIDO DETERGENTE
	PMX (Lbs)	1 Ha	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	%
R1	10.25	128125.00	58.24	44.84	24.80	14.35	11.05	8.15	1.15	0.89	54.69	32.34
R2	10.25	128125.00	58.24	44.84	24.94	14.35	11.05	8.23	1.15	0.89	54.09	31.94
R3	11.25	140625.00	63.92	49.22	24.09	15.75	12.12	8.00	1.26	0.97	55.00	31.74
R4	10.25	128125.00	58.24	44.84	24.94	14.35	11.05	8.07	1.15	0.89	55.40	31.74
R5	10.25	128125.00	58.24	44.84	24.24	14.35	11.05	8.15	1.15	0.89	54.80	31.54
R6	11.25	140625.00	63.92	49.22	24.80	15.75	12.12	7.53	1.26	0.97	54.89	31.74
PROMEDIO	10.58	132291.67	60.13	46.30	24.63	14.81	11.41	8.02	1.19	0.91	54.81	31.84
Desviación Estándar			2.93	2.26	0.37	0.72	0.56	0.25	0.06	0.04	0.43	0.28

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 12. Composición Química y Rendimiento del cultivo de Canavalia (*Canavalia ensiformes*) Edad 2.

REPETICIÓN	DATOS DE CAMPO		RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE		MATERIA SECA	RENDIMIENTO MATERIA SECA		PROTEÍNA CRUDA	RENDIMIENTO de PROTEÍNA CRUDA		FIBRA NEUTRO DETERGENTE	FIBRA ÁCIDO DETERGENTE
	PMX (Lbs)	1 Ha	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	%
R1	8.75	109375.00	49.72	38.28	24.59	12.32	9.48	20.98	2.53	1.95	55.80	42.40
R2	4.75	59375.00	26.99	20.78	25.08	6.69	5.15	20.22	1.37	1.06	55.60	41.60
R3	10.00	125000.00	56.82	43.75	24.41	14.08	10.84	21.64	2.89	2.23	55.00	42.51
R4	8.75	109375.00	49.72	38.28	24.89	12.32	9.48	21.35	2.53	1.95	55.60	42.00
R5	4.75	59375.00	26.99	20.78	24.59	6.69	5.15	19.86	1.37	1.06	53.53	42.71
R6	10.00	125000.00	56.82	43.75	25.08	14.08	10.84	19.22	2.89	2.23	53.60	43.20
PROMEDIO	7.83	97916.67	44.51	34.27	24.78	11.03	8.49	20.55	2.27	1.74	54.85	42.40
Desviación Estándar			13.94	10.73	0.28	3.45	2.66	0.93	0.71	0.55	1.03	0.56

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 13. Composición Química y Rendimiento del cultivo de Vigna (*Vigna sinensis*) Edad 2.

REPETICIÓN	DATOS DE CAMPO		RENDIMIENTO DE MATERIA VERDE		MATERIA SECA	RENDIMIENTO MATERIA SECA		PROTEÍNA CRUDA	RENDIMIENTO PROTEÍNA CRUDA		FIBRA NEUTRO DETERGENTE	FIBRA ÁCIDO DETERGENTE
	PMX (Lbs)	1 Ha	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	Ton/Ha	Ton/Mz	%	%
R1	5.25	65625.00	29.83	22.97	14.06	3.93	3.03	16.53	0.68	0.52	54.29	46.00
R2	12.00	150000.00	68.18	52.50	11.66	8.99	6.92	16.71	1.55	1.19	54.85	45.51
R3	6.25	78125.00	35.51	27.34	13.83	4.68	3.60	20.48	0.81	0.62	55.69	45.80
R4	5.25	65625.00	29.83	22.97	14.06	3.93	3.03	17.58	0.68	0.52	55.69	45.51
R5	12.00	150000.00	68.18	52.50	11.66	8.99	6.92	15.94	1.55	1.19	53.74	45.60
R6	6.25	78125.00	35.51	27.34	13.83	4.68	3.60	16.01	0.81	0.62	53.20	45.51
PROMEDIO	7.83	97916.67	44.51	34.27	13.18	5.87	4.52	17.21	1.01	0.78	54.58	45.65
Desviación Estándar			18.51	14.26	1.19	2.44	1.88	1.71	0.42	0.32	1.02	0.20

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 14. Cuadro resumen del asocio sorgo CENTA S-2 + Canavalia Edad 2.

REPET	DATOS DE CAMPO				RENDIMIENTO MATERIA VERDE					M. S. %	RENDIMIENTO MATERIA SECA					P. C. %	RENDIMIENTO PROTEÍNA CRUDA					F N D %	F Á D %
	PMX (Lbs)		1 Ha		Ton/Ha			Ton/Mz			Ton/Ha			Ton/Mz			Ton/Ha			Ton/Mz			
	S s-2	Canav	S s-2	Canav	S s-2	Canav	∑	S s-2	Canav		S s-2	Canav	∑	S s-2	Canav		S s-2	Canav	∑	S s-2	Canav		
R1	8.00	4.26	100000	53187	45.45	24.18	69.63	35.00	18.62	26.13	9.04	4.81	13.86	9.04	4.81	13.01	1.17	0.62	1.79	1.17	0.62	58.88	42.51
R2	7.25	4.00	90625	50000	41.19	22.73	63.92	31.72	17.50	25.90	8.20	4.52	12.72	8.20	4.52	15.09	1.06	0.58	1.64	1.06	0.58	58.80	41.72
R3	9.00	3.75	112500	46875	51.14	21.31	72.44	39.38	16.41	26.26	10.18	4.24	14.42	10.18	4.24	14.12	1.31	0.55	1.86	1.31	0.55	59.20	42.12
R4	8.00	3.75	100000	46875	45.45	21.31	66.76	35.00	16.41	25.44	9.04	4.24	13.28	9.04	4.24	11.80	1.17	0.55	1.72	1.17	0.55	59.20	42.00
R5	7.25	4.00	90625	50000	41.19	22.73	63.92	31.72	17.50	25.76	8.20	4.52	12.72	8.20	4.52	11.34	1.06	0.58	1.64	1.06	0.58	58.28	40.32
R6	9.00	4.25	112500	53125	51.14	24.15	75.28	39.38	18.59	25.57	10.18	4.81	14.98	10.18	4.81	12.15	1.31	0.62	1.94	1.31	0.62	58.61	40.72
PROM	8.08	4.00	101041.7	50010.4	45.93	22.73	68.66	35.36	17.50	25.84	9.14	4.52	13.66	9.14	4.52	12.92	1.18	0.58	1.76	1.18	0.58	58.83	41.56
Desv Estánd	0.22	9816	2809.1	4.46	1.28	4.64	3.44	0.98	0.32	0.89	0.25	0.92	0.89	0.25	1.45	0.11	0.03	0.12	0.11	0.03	0.35	0.86	

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 15. Cuadro resumen del asocio CENTA S-2 + Vigna Edad 2

REPET	DATOS DE CAMPO				RENDIMIENTO MATERIA VERDE					M. S. %	RENDIMIENTO MATERIA SECA					P. C. %	RENDIMIENTO PROTEÍNA CRUDA					F N D %	F Á D %
	PMX (Lbs)		1 Ha		Ton/Ha			Ton/Mz			Ton/Ha			Ton/Mz			Ton/Ha			Ton/Mz			
	S s-2	Vigna	SORGO	Vigna	S s-2	Vigna	∑	S s-2	Vigna		S s-2	Vigna	∑	S s-2	Vigna		S s-2	Vigna	∑	S s-2	Vigna		
R1	7.00	2.50	87500.00	31250	39.77	14.20	53.98	30.63	10.94	22.57	8.88	3.17	12.05	6.84	2.44	11.79	1.03	0.37	1.40	0.79	0.28	55.20	35.98
R2	6.75	2.50	84375.00	31250	38.35	14.20	52.56	29.53	10.94	21.83	8.56	3.17	11.73	6.59	2.44	11.59	1.00	0.37	1.36	0.77	0.28	55.20	35.70
R3	9.75	3.00	121875.00	37500	55.40	17.05	72.44	42.66	13.13	23.62	12.37	3.80	16.17	9.52	2.93	12.29	1.44	0.44	1.88	1.11	0.34	55.60	36.31
R4	7.00	2.50	87500.00	31250	39.77	14.20	53.98	30.63	10.94	21.51	8.88	3.17	12.05	6.84	2.44	11.33	1.03	0.37	1.40	0.79	0.28	55.80	36.56
R5	6.75	2.50	84375.00	31250	38.35	14.20	52.56	29.53	10.94	22.57	8.56	3.17	11.73	6.59	2.44	11.47	1.00	0.37	1.36	0.77	0.28	56.29	36.65
R6	9.75	3.00	121875.00	37500	55.40	17.05	72.44	42.66	13.13	21.83	12.37	3.80	16.17	9.52	2.93	11.29	1.44	0.44	1.88	1.11	0.34	56.09	37.00
PROM	7.83	2.67	97916.67	33333.33	44.51	15.15	59.66	34.27	11.67	22.32	9.93	3.38	13.32	7.65	2.60	11.63	1.16	0.39	1.55	0.89	0.30	55.70	36.37
Desv Estánd	0.26	18610.59	3227.49	8.46	1.47	9.92	6.51	1.13	0.77	1.89	0.33	2.21	1.45	0.25	0.37	0.22	0.04	0.26	0.17	0.03	0.45	0.47	

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 16. Cuadro resumen del asocio sorgo RCV + Canavalia Edad 2

REPET	DATOS DE CAMPO				RENDIMIENTO MATERIA VERDE					M. S.	RENDIMIENTO MATERIA SECA					P. C.	RENDIMIENTO PROTEÍNA CRUDA					F N D	F Á D
	PMX (Lbs)		1 Ha		Ton/Ha			Ton/Mz		%	Ton/Ha			Ton/Mz		%	Ton/Ha			Ton/Mz		%	%
	RCV	Canav	RCV	Canav	RCV	Canav	∑	RCV	Canav		RCV	Canav	∑	RCV	Canav		RCV	Canav	∑	RCV	Cana		
R1	6.00	4.00	75000	50000	34.09	22.73	56.82	26.25	17.50	25.01	8.33	5.56	13.89	6.42	4.28	10.85	1.07	0.71	1.78	0.82	0.55	56.00	41.52
R2	5.25	4.00	65625	50000	29.83	22.73	52.56	22.97	17.50	24.21	7.29	5.56	12.85	5.62	4.28	10.30	0.93	0.71	1.64	0.72	0.55	56.20	40.92
R3	4.75	5.25	59375	65625	26.99	29.83	56.82	20.78	22.97	23.94	6.60	7.29	13.89	5.08	5.62	14.89	0.84	0.93	1.78	0.65	0.72	56.89	42.00
R4	6.00	4.00	75000	50000	34.09	22.73	56.82	26.25	17.50	24.64	8.33	5.56	13.89	6.42	4.28	15.49	1.07	0.71	1.78	0.82	0.55	56.37	41.32
R5	5.25	4.00	65625	50000	29.83	22.73	52.56	22.97	17.50	24.48	7.29	5.56	12.85	5.62	4.28	16.00	0.93	0.71	1.64	0.72	0.55	57.17	40.32
R6	4.75	5.25	59375	65625	26.99	29.83	56.82	20.78	22.97	24.41	6.60	7.29	13.89	5.08	5.62	9.25	0.84	0.93	1.78	0.65	0.72	57.37	40.72
PROM	5.33	4.42	66666.7	55208.3	30.30	25.09	55.40	23.33	19.32	24.45	7.41	6.14	13.54	5.70	4.72	12.80	0.95	0.79	1.73	0.73	0.60	56.67	41.13
Desv. Estánd	0.65	0.65	7034.1	8068.7	3.20	3.67	2.20	2.46	2.82	0.37	0.78	0.90	0.54	0.60	0.69	2.98	0.10	0.11	0.07	0.08	0.09	0.56	0.60

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

Cuadro Anexo 17. Cuadro resumen del asocio sorgo RCV + Vigna Edad 2

REPET	DATOS DE CAMPO				RENDIMIENTO MATERIA VERDE					M. S.	RENDIMIENTO MATERIA SECA					P. C.	RENDIMIENTO PROTEÍNA CRUDA					F N D	F Á D
	PMX (Lbs)		1 Ha		Ton/Ha			Ton/Mz		%	Ton/Ha			Ton/Mz		%	Ton/Ha			Ton/Mz		%	%
	RCV	Vigna	RCV	Vigna	RCV	Vigna	∑	RCV	Vigna		RCV	Vigna	∑	RCV	Vign		RCV	Vign	∑	RCV	Vign		
R1	8.75	3.50	109375	43750	49.72	21.88	71.59	38.28	15.31	21.50	10.8	4.74	15.52	8.30	3.32	14.01	1.39	0.61	2.00	1.07	0.43	55.4	37.92
R2	2.00	2.25	25000	28125	11.36	14.06	25.43	8.75	9.84	21.66	2.46	3.05	5.51	1.90	2.13	14.35	0.32	0.39	0.71	0.24	0.28	55.4	37.92
R3	6.50	2.75	81250	34375	36.93	17.19	54.12	28.44	12.03	22.41	8.01	3.73	11.74	6.17	2.61	13.33	1.03	0.48	1.51	0.80	0.34	55.8	37.92
R4	8.75	3.50	109375	43750	49.72	21.88	71.59	38.28	15.31	20.55	10.8	4.74	15.52	8.30	3.32	12.42	1.39	0.61	2.00	1.07	0.43	55.6	37.80
R5	2.00	2.25	25000	28125	11.36	14.06	25.43	8.75	9.84	23.74	2.46	3.05	5.51	1.90	2.13	11.68	0.32	0.39	0.71	0.24	0.28	55.0	38.20
R6	6.50	2.75	81250	34375	36.93	17.19	54.12	28.44	12.03	20.26	8.01	3.73	11.74	6.17	2.61	11.65	1.03	0.48	1.51	0.80	0.34	55.6	37.52
PROM	5.75	2.83	71875	35416.7	32.67	17.71	50.38	25.16	12.40	21.68	7.08	3.84	10.92	5.46	2.69	12.91	0.91	0.50	1.41	0.70	0.35	55.5	37.88
Desv Estánd	3.07	0.56	38426.1	7034.1	17.47	3.52	20.85	13.45	2.46	1.27	3.79	0.76	4.52	2.92	0.53	1.17	0.49	0.10	0.58	0.38	0.07	0.27	0.22

PMx= Peso de Muestra Verde, TM/Ha= Toneladas de 1000 Kg por Hectárea y Ton/Mz = Toneladas de 2000 libras por Manzana.

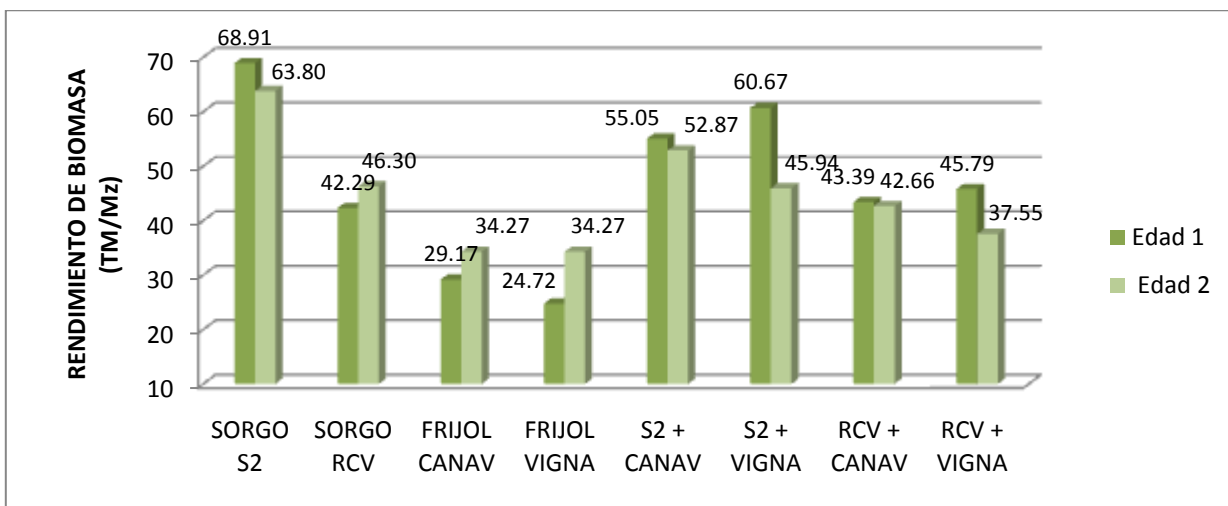


Figura Anexo 2. Rendimiento de Materia Verde (Ton/Mz)

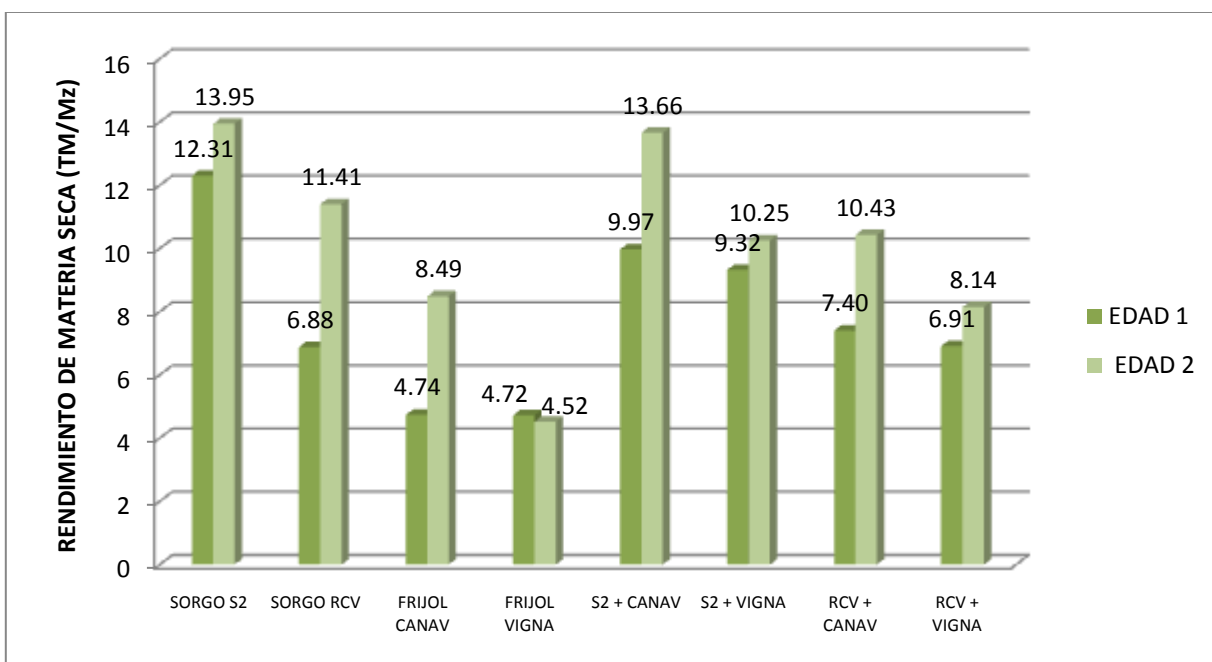


Figura Anexo 3. Rendimiento de Materia Seca (Ton/Mz)

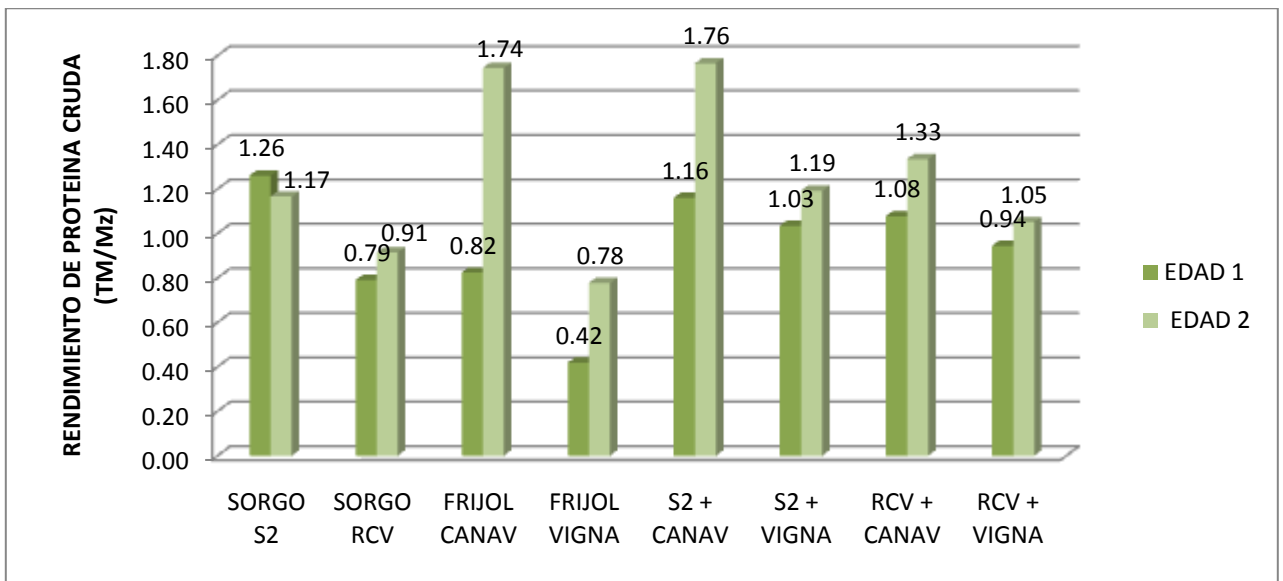


Figura Anexo 4. Rendimiento de Proteína Cruda (TM/Mz)

Anexo 5. Análisis de varianza para Rendimiento de Materia Verde, Contenido de Materia Seca, Rendimiento de Materia Seca, Contenido de Proteína, Rendimiento de proteína, Contenido de Fibra Neutro Detergente y Contenido de Fibra Acido Detergente en la Edad 1.

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	8	S2 RCV CAN VIG S2_CAN S2_VIG RCV_ CAN RCV_ VIG
EDAD	1	1

Number of observations 48

The GLM Procedure

Dependent Variable: BIOMKGHa BIOMKGHa

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	15970401816	2281485974	33.73	<.0001
Error	40	2705643079	67641077		
Corrected Total	47	18676044895			

The GLM Procedure

Dependent Variable: PMS PMS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	276.6585092	39.5226442	11.71	<.0001
Error	40	135.0107679	3.3752692		
Corrected Total	47	411.6692771			

The GLM Procedure

Dependent Variable: MSKGHa MSKGHa

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	674314577.4	96330653.9	30.00	<.0001
Error	40	128450205.9	3211255.1		
Corrected Total	47	802764783.4			

The GLM Procedure

Dependent Variable: PC PC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	278.9611924	39.8515989	10.73	<.0001
Error	40	148.5800883	3.7145022		
Corrected Total	47	427.5412806			

The GLM Procedure

Dependent Variable: PCKGHa PCKGHa

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	4942038.632	706005.519	19.85	<.0001
Error	40	1422558.098	35563.952		
Corrected Total	47	6364596.730			

The GLM Procedure

Dependent Variable: FND FND

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	1772.135472	253.162210	786.00	<.0001
Error	40	12.883593	0.322090		
Corrected Total	47	1785.019065			

The GLM Procedure

Dependent Variable: FAD FAD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	208.8910318	29.8415760	94.96	<.0001
Error	40	12.5696218	0.3142405		
Corrected Total	47	221.4606536			

Anexo 6. Análisis de Varianza para Rendimiento de Materia Verde, Contenido de Materia Seca, Rendimiento de Materia Seca, Contenido de Proteína, Rendimiento de Proteína, Contenido de Fibra Neutro Detergente y Contenido de Fibra Acido Detergente en la Edad 2.

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
TRAT	8	S2 RCV CAN VIG S2_CAN S2_VIG RCV_ CAN RCV_ VIG
EDAD	1	2

Number of observations 48

The GLM Procedure

Dependent Variable: BIOMKGHa BIOMKGHa

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	7169963019	1024280431	7.48	<.0001
Error	40	5480103548	137002589		
Corrected Total	47	12650066567			

The GLM Procedure

Dependent Variable: PMS PMS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	674.4335482	96.3476497	173.45	<.0001
Error	40	22.2195298	0.5554882		
Corrected Total	47	696.6530780			

The GLM Procedure

Dependent Variable: MSKGHa MSKGHa

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	697442340.4	99634620.1	19.40	<.0001
Error	40	205467271.4	5136681.8		
Corrected Total	47	902909611.8			

The GLM Procedure

Dependent Variable: PC PC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	737.3860903	105.3408700	51.25	<.0001
Error	40	82.2135605	2.0553390		
Corrected Total	47	819.5996507			

The GLM Procedure

Dependent Variable: PCKGHa PCKGHa

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	9130264.37	1304323.48	9.40	<.0001
Error	40	5548697.72	138717.44		
Corrected Total	47	14678962.08			

The GLM Procedure

Dependent Variable: FND FND

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	228.4304746	32.6329249	62.32	<.0001
Error	40	20.9468288	0.5236707		
Corrected Total	47	249.3773034			

The GLM Procedure

Dependent Variable: FAD FAD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	747.2824059	106.7546294	457.23	<.0001
Error	40	9.3392501	0.2334813		
Corrected Total	47	756.6216561			

Cuadro Anexo 18. Agrupación Medias de la Prueba de Duncan para Rendimiento de Materia Verde, Contenido de Materia Seca, Rendimiento de Materia Seca, Contenido de Proteína, Contenido de Fibra Neutro Detergente y Contenido de Fibra Acido Detergente en la Edad 1.

	Materia Verde	% MS	MS TM/Ha	%PC	PC Kg/Ha	FND %	FAD %
Sorgo S-2	89.49 a	17.86 a	15.97 a	10.23 d	1636.1 a	67.34 c	44.00 bc
Sorgo RCV	54.92 c	16.26 ab	8.94 c	11.48 cd	1025.9 d	71.48 a	42.43 e
Canavalia	37.88 d	16.24 ab	6.13 d	17.37 a	1069.1 d	56.27 f	45.23 a
Vigna	32.10 d	9.98 c	3.15 e	16.95a	542.8 e	52.67 g	39.30 f
Sorgo S-2 + Canavalia	71.49 b	18.10 a	12.94 b	11.67 cd	1510.1 ab	67.78 c	42.93 de
Sorgo S-2 + Vigna	78.79 b	15.36 b	12.10 b	14.57 b	1343.2 bc	68.68 b	44.64 ab
Sorgo RCV + Canavalia	56.35 c	17.05 ab	9.50 c	14.57 b	1399.5 bc	66.00 d	43.46 cd
Sorgo RCV + Vigna	59.47 c	15.09 b	8.98 c	13.67 bc	1226.0cd	63.38 e	39.43 f

a, b, c, d, e = comparaciones de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre tratamientos para una misma edad.

Cuadro Anexo 19. Agrupación Medias de la Prueba de Duncan para Rendimiento de Materia Verde, Contenido de Materia Seca, Rendimiento de Materia Seca, Contenido de Proteína, Contenido de Fibra Neutro Detergente y Contenido de Fibra Acido Detergente en la Edad 2.

	Materia Verde	% MS	MS TM/Ha	%PC	PC Kg/Ha	FND %	FAD %
Sorgo S-2	82.86 a	21.86 c	18.11 a	8.36 d	1514.2 bc	61.15 a	39.99 d
Sorgo RCV	60.13 bc	24.63 d	14.81 b	8.02 d	1188.1 cd	54.81 de	31.84 g
Canavalia	44.51 d	24.77 b	11.02 cd	20.55 a	2265.6 a	54.85 de	42.40 b
Vigna	44.51 d	13.18 d	5.67 e	17.21 b	1009.6 d	54.58 e	45.65 a
Sorgo S-2 + Canavalia	68.66 b	25.84 a	17.74 a	12.92 c	2292.1 a	58.83 b	41.56 c
Sorgo S-2 + Vigna	59.66 bcd	22.32 c	13.34 cb	11.63 c	1548.5 bc	55.66 d	37.88 f
Sorgo RCV + Canavalia	55.40 bcd	24.44 b	13.54 cb	12.80 c	1733.2 b	56.67 d	41.13 c
Sorgo RCV + Vigna	48.77 cd	21.68 c	10.44 d	12.90 c	1364.8 bcd	55.47 de	37.88 e

a, b, c, d, e = comparaciones de medias de la prueba de Duncan ($p < 0.005$) entre tratamientos para una misma edad.



Maleza que atacó al cultivo de Vigna



Pérdida de algunas plantas debido plagas.



Stigmene acrea en estado larvario (Plaga defoliadora).



Stigmene acrea estado adulto.



Pudrición de tallos y pérdidas de la planta, debido a su intolerancia a la alta humedad.



Figura Anexo 5. Plagas, enfermedades y malezas a las que el cultivo de Vigna fue susceptible.

Cuadro Anexo 20. Costos de Producción para el Sorgo CENTA S-2

	PI/m	PI/12 m	PI/parcela 144m/15sur	PI/Mz	gr/100sem	gr/1sem	gr/mz	cant/Mz	Lb/mz	\$/Lb	\$/Mz	\$/Ha
PREPARACION												
Pasos de rastra 3											36	
Semilla (\$15 saco de 25lbs)	20	240	3600	174996	3.3	0.03	5774.87		20	0.63	12.60	
FERTILIZANTE												
Formula 10-10-30 (\$44.52/100K)									220	0.2024	44.53	
Urea (\$31.67/150 lb)									220	0.2111	46.44	
INSECTICIDA												
Rienda (Bote\$12.37 1/2 Lt)								1			12.37	
MANO DE OBRA												
Siembra (Días Hombre/\$5)								2			10	
Fertilización								2			10	
Aporco(Día hombre/ \$5)								6			30	
Fumigación 1 (Día hombre/ \$5)								2			10	
Fumigación 2 (Día hombre/ \$5)								2			10	
Cosecha (Días Hombre/\$20)								6			20	
COSECHA												
Maquina cosechadora (\$30/Mz)								1			30	
Tráiler (\$30/Mz)											30	
TOTAL \$											301.94	431.34

PI = planta; gr= gramos; Mz = manzana; Ha = Hectárea; sem = semilla; Lb = Libras; sur = surco.

Cuadro Anexo 21. Costos de Producción para el Sorgo RCV

	PI/m	PI/12 m	PI/parcela 144m/15sur	PI/Mz	gr/100sem	gr/1sem	gr/mz	cant/Mz	Lb/mz	\$/Lb	\$/Mz	\$/Ha
PREPARACION												
Pasos de rastra 3											36	
SEMILLA	20	240	3600	174996	2.3	0.02	4024.90		18.00	0.63	11.34	
FERTILIZANTE												
Formula 10-10-30 (\$44.52/100K)									220	0.202	44.53	
Urea (\$31.67/150 lb)									220	0.211	46.44	
INSECTICIDA												
Rienda(Bote\$12.371/2Lt)								1			12.37	
MANO DE OBRA												
Siembra (Días Hombre/\$5)								2			10	
Fertilización								2			10	
Aporco(Día hombre/ \$5)								6			30	
Fumigación 1								2			10	
Fumigación 2								2			10	
Cosecha (Días Hombre/\$6)								6			20	
COSECHA												
Maquina cosechadora (\$30/Mz)								1			30	
Tráiler (\$30/Mz)								1			30	
TOTAL \$											300.7	429.54

PI = planta; gr= gramos; Mz = manzana; Ha = Hectárea; sem = semilla; Lb = Libras; sur = surco..

Cuadro Anexo 22. Costos de Producción para *Canavalia ensiformis*.

	PI/m	PI/12 m	PI/parcela 144m/15sur	PI/Mz	gr/100sem	gr/1sem	gr/mz	cant/Mz	Lb/mz	\$/Lb	\$/Mz	\$/Ha
PREPARACION												
Pasos de rastra 3											36	
SEMILLA (\$100/qq)	4	48	720	34999.2	138.1	1.38	48333.9		106.46	1	106.46	
FERTILIZANTE												
Formula 10-10-30 (\$44.52/100K)									220	0.202	44.53	
Urea (\$31.67/150 lb)									220	0.211	46.44	
INSECTICIDA												
Rienda (Bote\$12.37 1/2Lt)								1			12.37	
M OBRA												
Siembra (Días Hombre/\$5)								2			10	
Fertilización								2			10	
Aporco(Día hombre/ \$5)								6			30	
Fumigación 1 (Día hombre/ \$5)								2			10	
Fumigación 2 (Día hombre/ \$5)								2			12	
Cosecha (Días Hombre/\$20)								6			36	
COSECHA												
Maquina cosechadora (\$30/Mz)								1			30	
Tráiler (\$30/Mz)								1			30	
TOTAL \$											413.80	591.2

PI = planta; gr= gramos; Mz = manzana; Ha = Hectárea; sem = semilla; Lb = Libras; sur = surco.

Cuadro Anexo 23. Costos de Producción para *Vigna sinensis*.

	Pl/m	Pl/12 m	Pl/parcela 144m/15sur	Pl/Mz	gr/100sem	gr/1sem	gr/mz	cant/Mz	Lb/mz	\$/Lb	\$/Mz	\$/Ha
PREPARACION												
Pasos de rastra 3											36	
SEMILLA (\$1/Lb)	6	72	1080	52498.8	19.2	0.192	10079.77		22.20	1	22.20	
FERTILIZANTE												
Formula 10-10-30 (\$44.52/100K)									220	0.202	44.53	
Urea (\$31.67/150 lb)									220	0.211	46.44	
INSECTICIDA												
Rienda (Bote\$12.37 1/2 Lt)								1			12.37	
MANO DE OBRA												
Siembra (Días Hombre/\$5)								2			10	
Fertilización								2			10	
Aporco(Día hombre/ \$5)								2			30	
Fumigación 1 (Día hombre/ \$5)								2			10	
Fumigación 2 (Día hombre/ \$5)								2			12	
Cosecha (Días Hombre/\$20)								6			36	
COSECHA												
Maquina cosechadora (\$30/Mz)								1			30	
Tráiler (\$30/Mz)								1			30	
TOTAL \$											329.5	470.77

PI = planta; gr= gramos; Mz = manzana; Ha = Hectárea; sem = semilla; Lb = Libras; sur = surco.

Cuadro Anexo 24. Costos de Producción para el asocio sorgo CENTA S-2 + Canavalia ensiformis.

	PI/m	PI/12 m	PI/parcela 144m/15sur	PI/Mz	gr/100sem	gr/1sem	gr/mz	cant/Mz	Lb/mz	\$/Lb	\$/Mz	\$/Ha
PREPARACION												
Pasos de rastra 3											36	
SEMILLA												
Sorgo S-2 (\$ 15.72/25 lbs)	20	240	1920	93331.2	3.3	0.03	3079.93		6.78	0.63	4.27	
L. Canavalia (\$ 100 / qq)	4	48	336	16332.96	138.1	1.38	22555.82		49.68	1	49.68	
FERTILIZANTE												
Formula 10-10-30 (\$44.52/100K)									220	0.202	44.53	
Urea (\$31.67/150 lb)									220	0.211	46.44	
INSECTICIDA												
Rienda (Bote\$12.37 1/2 Lt)								1			12.37	
M OBRA												
Siembra (Días Hombre/\$5)								2			10	
Fertilización								2			10	
Aporco								6			30	
(Día hombre/ \$5)								2			10	
Fumigación 1								2			10	
(Día hombre/ \$5)								2			10	
Fumigación 2								2			10	
(Día hombre/ \$5)								6			20	
Cosecha								6			20	
(Días Hombre/\$20)								1			30	
COSECHA								1			30	
Maquina cosechadora (\$30/Mz)								1			30	
Tráiler (\$30/Mz)								1			30	
TOTAL \$											343.30	490.42

PI = planta; gr= gramos; Mz = manzana; Ha = Hectárea; sem = semilla; Lb = Libras; sur = surco.

Cuadro Anexo 25. Costos de Producción para el asocio sorgo CENTA S-2 + *Vigna sinensis*.

	Pl/m	Pl/12 m	Pl/parcela 144m/15sur	Pl/Mz	gr/100sem	gr/1sem	gr/mz	cant/Mz	Lb/mz	\$/Lb	\$/Mz	\$/Ha
PREPARACION												
Pasos de rastra 3											36	
SEMILLA												
Sorgo S-2 (\$ 15.72/25 lbs)	20	240	1920	93331.2	3.3	0.03	3079.93		6.78	0.63	4.27	
L. Vigna (\$1 /Lb)	6	72	504	24499.44	19.2	0.19	4703.89		10.36	1	10.36	
FERTILIZANTE												
Formula 10-10-30 (\$44.52/100K)									220	0.2024	44.53	
Urea (\$31.67/150 lb)									220	0.2111	46.44	
INSECTICIDA												
Rienda (Bote\$12.37 1/2 Lt)								1			12.37	
MANO DE OBRA												
Siembra (Días Hombre/\$5)								2			10	
Fertilización Aporco (Día hombre/ \$5)								2			10	
Fumigación 1 (Día hombre/ \$5)								6			30	
Fumigación 2 (Día hombre/ \$5)								2			10	
Fumigación 2 (Día hombre/ \$5)								2			10	
Cosecha (Días Hombre/\$20)								6			20	
COSECHA												
Maquina cosechadora (\$30/Mz)								1			30	
Tráiler (\$30/Mz)								1			30	
TOTAL \$											303.97	434.25

PI = planta; gr= gramos; Mz = manzana; Ha = Hectárea; sem = semilla; Lb = Libras; sur = surco.

Cuadro Anexo 26. Costos de Producción para el asocio sorgo RCV + Canavalia ensiformis.

	PI/m	PI/12 m	PI/parcela 144m/15sur	PI/Mz	gr/100sem	gr/1sem	gr/mz	cant/Mz	Lb/mz	\$/Lb	\$/Mz	\$/Ha
PREPARACION												
Pasos de rastra 3											36	
SEMILLA												
Sorgo RCV (\$ 15.72/25 lbs)	20	240	1920	93331.2	2.3	0.02	2146.62		4.73	0.63	2.98	
L. Canavalia (\$ 100 / qq)	4	48	336	16332.96	138.1	1.38	22555.82		49.68	1	49.68	
FERTILIZANTE												
Formula 10-10-30 (\$44.52/100K)									220	0.202	44.53	
Urea (\$31.67/150 lb)									220	0.211	46.44	
INSECTICIDA												
Rienda (Bote\$12.37 1/2 Lt)								1			12.37	
M OBRA												
Siembra (Días Hombre/\$5)								2			10	
Fertilización								2			10	
Aporco (Día hombre/ \$5)								6			30	
Fumigación 1 (Día hombre/\$5)								2			10	
Fumigación 2 (Día hombre/ \$5)								2			10	
Cosecha (Días Hombre/\$20)								6			20	
COSECHA												
Maquina cosechadora (\$30/Mz)								1			30	
Tráiler (\$30/Mz)								1			30	
TOTAL \$											342.00	488.57

PI = planta; gr= gramos; Mz = manzana; Ha = Hectárea; sem = semilla; Lb = Libras; sur = surco.

Cuadro Anexo 27. Costos de Producción para el asocio sorgo RCV + *Vigna sinensis*.

	PI/m	PI/12 m	PI/parcela 144m/15sur	PI/Mz	gr/100sem	gr/1sem	gr/mz	cant/Mz	Lb/mz	\$/Lb	\$/Mz	\$/Ha
PREPARACION												
Pasos de rastra 3											36	
SEMILLA												
Sorgo RCV (\$ 15.72/25 lbs)	20	240	1920	93331.2	2.3	0.02	2146.62		4.73	0.63	2.98	
L. Vigna (\$1 /Lb)	6	72	504	24499.44	19.2	0.19	4703.89		10.36	1	10.36	
FERTILIZANTE												
Formula 10-10-30 (\$44.52/100K)									220	0.2024	44.53	
Urea (\$31.67/150 lb)									220	0.2111	46.44	
INSECTICIDA												
Rienda (Bote\$12.37 1/2 Lt)								1			12.37	
MANO DE OBRA												
Siembra (Días Hombre/\$5)								2			10	
Fertilización								2			10	
Aporco(Día hombre/ \$5)								6			30	
Fumigación 1 (Día hombre/\$5)								2			10	
Fumigación 2 (Día hombre/ \$5)								2			10	
Cosecha (Días Hombre/\$20)								6			20	
COSECHA												
Maquina cosechadora (\$30/Mz)								1			30	
Tráiler (\$30/Mz)								1			30	
TOTAL \$											302.68	432.40

PI = planta; gr= gramos; Mz = manzana; Ha = Hectárea; sem = semilla; Lb = Libras; sur = surco.

Cuadro Anexo 28. Cuadro Resumen sobre los Costos de producción (Toneladas Métricas/Hectárea) de los cultivos CENTA S-2 y RCV y sus asociados con Canavalia y Vigna.

	Costo \$ por Ha	Rendimiento Materia Verde TM/ Ha	Costo \$/TM	Rendimiento MS TM/ Ha	Costo \$/ TM MS	PC %	Rendimiento PC TM/ Ha	Costo TM de PC \$
Sorgo S-2	431,34	82,86	5,21	18,11	23,81	8,36	1.24	348,34
Sorgo RCV	429,54	60,13	7,14	14,81	29,00	8,02	1.19	361,58
Canavalia	591,15	44,51	13,28	11,03	53,61	20,55	2.27	260,88
Vigna	470,77	44,51	10,58	5,87	80,23	17,21	1.01	466,21
S-2 + <i>Canvalia</i>	490,42	68,66	7,14	13,66	35,90	12,92	2.35	208,58
S-2 + Vigna	434,25	59,66	7,28	13,32	32,61	11,63	2.29	189,47
RCV+Canavalia	488,57	55,40	8,82	13,54	36,07	12,80	2.33	209,61
RCV + <i>Vigna</i>	432,40	50,38	8,58	10,92	39,58	12,91	1.88	229,99

Cuadro Anexo 29. Cuadro Resumen sobre los Costos de producción (toneladas cortas/Manzana) de los cultivos CENTA S-2 y RCV y sus asociados con Canavalia y Vigna.

	Costo \$ por Mz	Rendimient o Materia Verde Ton/ Mz	Costo \$/Ton.	Rendimiento MS Ton/Mz	Costo \$/ton MS	PC %	Rendimiento PC Ton/Mz	Costo Ton de PC \$
Sorgo S-2	301.94	63.80	4.73	13.95	21.65	8.36	1.17	258.97
Sorgo RCV	300.68	46.30	6.49	11.41	26.36	8.02	0.91	328.67
Canavalia	413.80	34.27	12.07	8.49	48.74	20.55	1.74	237.20
Vigna	329.54	34.27	9.62	4.52	72.94	17.21	0.78	423.89
S-2 + <i>Canvalia</i>	343.30	52.87	6.49	13.66	25.13	12.92	1.76	194.51
S-2 + Vigna	303.97	45.94	6.62	10.25	29.64	11.63	1.19	254.94
RCV+Canavalia	342.00	42.66	8.02	10.43	32.79	12.80	1.33	256.26
RCV + <i>Vigna</i>	302.68	37.55	8.06	8.14	37.17	12.91	1.05	288.02

Cuadro Anexo 30. Composición química y pH de microensilados hechos con 100% sorgo CENTA S-2.

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	23.02	8.38	61.98	39.60	3.8
R2	23.20	8.38	62.00	39.36	3.7
R3	21.92	8.31	62.33	41.92	3.7
R4	23.07	8.78	62.08	41.35	3.8
R5	23.23	8.38	61.00	43.43	3.7
R6	23.93	7.93	61.00	43.00	3.7
PROMEDIO	23.04	8.36	61.73	41.44	3.73
DESV ESTAN	0.65	0.27	0.58	1.69	0.05

Cuadro Anexo 31. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + Canavalia (80-20%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	22.03	9.97	59.20	37.96	3.8
R2	21.96	9.64	60.40	37.38	3.8
R3	22.05	10.87	62.97	39.72	3.8
R4	21.29	9.59	63.69	40.52	3.8
R5	22.50	9.52	62.55	39.73	3.8
R6	22.43	10.31	61.68	39.29	3.8
PROMEDIO	22.04	9.99	61.75	39.10	3.80
DESV ESTAN	0.43	0.53	1.69	1.19	4.86475E-16

Cuadro Anexo 32. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + Canavalia (70-30%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	23.70	10.99	58.27	38.72	3.8
R2	22.69	10.86	58.48	38.40	3.8
R3	23.08	10.94	56.56	37.13	3.8
R4	22.80	11.00	57.40	37.05	3.8
R5	23.68	11.01	55.69	37.65	3.8
R6	22.55	10.88	56.45	37.77	3.8
PROMEDIO	23.01	10.95	57.14	37.79	3.80
DESV ESTAN	0.50	0.06	1.10	0.67	4.86475E-16

Cuadro Anexo 33. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + Canavalia (60-40%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	22.21	10.09	60.00	42.32	3.9
R2	22.05	10.98	61.80	41.60	3.9
R3	22.50	9.34	59.36	40.72	3.9
R4	22.06	11.34	59.76	40.00	3.9
R5	22.07	11.80	60.00	39.92	3.9
R6	22.02	11.37	59.20	39.72	3.9
PROMEDIO	22.16	10.82	60.02	40.71	3.9
DESV ESTAN	0.18	0.92	0.93	1.05	0

Cuadro Anexo 34. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + Canavalia (50-50%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	21.37	13.67	60.59	40.44	4.2
R2	21.32	12.92	61.14	39.76	4.1
R3	21.63	11.91	62.75	43.31	4.1
R4	21.63	13.51	63.42	43.20	4.2
R5	21.54	11.57	64.23	43.60	4.1
R6	21.47	12.54	63.67	43.60	4.1
PROMEDIO	21.52	12.69	62.63	42.32	4.13
DESV ESTAN	0.13	0.85	1.46	1.74	0.052

Cuadro Anexo 35. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + Vigna (80-20%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	22.27	8.95	59.44	37.05	3.8
R2	25.38	9.06	58.93	37.92	3.7
R3	22.21	8.39	61.63	38.32	3.8
R4	21.67	8.78	61.00	38.45	3.8
R5	21.19	9.60	62.48	37.52	3.7
R6	21.61	8.69	63.20	38.00	3.8
PROMEDIO	21.67	8.91	61.11	37.88	3.77
DESV ESTAN	1.52	0.41	1.68	0.52	0.052

Cuadro Anexo 36. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + Vigna (70-30%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	21.75	9.23	60.52	39.10	3.9
R2	22.04	9.67	60.88	38.72	3.9
R3	21.61	9.39	61.16	39.88	3.8
R4	21.07	9.64	60.36	40.60	3.9
R5	19.99	10.19	61.80	42.40	3.9
R6	19.66	10.28	61.90	41.80	3.8
PROMEDIO	20.58	9.73	61.10	40.42	3.87
DESV ESTAN	0.98	0.42	0.65	1.47	0.052

Cuadro Anexo 37. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + Vigna (60 - 40%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	20.46	11.43	60.24	39.60	3.85
R2	22.85	9.59	60.56	39.36	4.05
R3	19.46	10.66	61.71	41.92	4.20
R4	19.79	10.63	63.28	41.35	3.85
R5	19.10	10.05	63.14	43.43	4.05
R6	19.55	8.86	61.91	43.00	4.20
PROMEDIO	20.20	10.21	61.81	41.44	4.03
DESV ESTAN	1.37	0.91	1.26	1.69	0.157

Cuadro Anexo 38. Composición Química y pH de microensilados hechos con CENTA S-2 + Vigna (50 - 50%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	18.95	10.97	61.39	43.31	4.0
R2	18.62	11.35	62.04	44.20	4.0
R3	18.92	11.59	60.08	42.60	4.0
R4	19.01	10.60	60.12	42.60	4.0
R5	18.64	12.35	61.16	40.80	4.0
R6	18.55	12.71	60.52	40.92	4.0
PROMEDIO	18.78	11.60	60.88	42.41	4.0
DESV ESTAN	0.20	0.81	0.78	1.33	0.00

Cuadro Anexo 39. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV 100%

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	23.92	8.15	53.09	34.82	3.5
R2	23.50	8.23	53.77	34.33	3.6
R3	25.92	8.00	50.70	31.31	3.6
R4	26.69	8.07	49.20	31.88	3.6
R5	22.11	8.15	53.09	34.58	3.6
R6	22.14	7.53	52.98	33.93	3.6
PROMEDIO	24.21	8.02	52.14	33.48	3.58
DESV ESTAN	1.91	0.25	1.78	1.50	0.041

Cuadro Anexo 40. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Canavalia (80-20%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	23.83	9.97	55.89	37.40	3.7
R2	23.84	9.64	55.09	37.40	3.7
R3	22.81	10.87	52.82	37.00	3.7
R4	22.52	9.59	52.10	37.40	3.7
R5	23.68	9.52	55.29	36.63	3.7
R6	23.61	10.31	55.89	36.35	3.7
PROMEDIO	23.38	9.99	54.51	37.03	3.7
DESV ESTAN	0.57	0.53	1.64	0.46	0.00

Cuadro Anexo 41. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Canavalia (70-30%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	23.56	12.15	55.46	38.32	3.8
R2	23.36	12.35	55.32	37.85	3.8
R3	23.50	9.36	57.36	36.98	3.7
R4	23.33	9.93	57.23	37.77	3.8
R5	23.45	10.82	55.89	37.25	3.8
R6	23.38	10.25	55.17	37.52	3.7
PROMEDIO	23.38	10.81	56.07	37.62	3.77
DESV ESTAN	0.09	1.21	0.98	0.47	0.052

Cuadro Anexo 42. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Canavalia (60-40%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	22.39	13.35	55.40	38.52	3.9
R2	22.39	13.30	55.09	38.72	3.8
R3	22.68	12.03	55.20	37.92	3.8
R4	23.12	11.99	55.36	37.65	3.9
R5	23.89	12.15	54.51	36.33	3.8
R6	23.95	13.78	54.78	37.00	3.8
PROMEDIO	23.41	12.77	55.06	37.69	3.83
DESV ESTAN	0.71	0.80	0.35	0.91	0.052

Cuadro Anexo 43. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Canavalia (50-50%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	21.87	11.83	57.46	39.24	4.0
R2	21.62	12.11	57.46	39.04	4.0
R3	21.28	12.51	57.77	40.92	4.0
R4	21.00	13.75	57.09	40.32	4.0
R5	20.86	13.43	58.73	41.20	4.0
R6	21.12	16.23	58.20	41.32	4.0
PROMEDIO	21.18	13.31	57.78	40.34	4.0
DESV ESTAN	0.39	1.61	0.60	0.99	0.00

Cuadro Anexo 44. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Vigna (80-20%).

	% PC	%FND	%FAD	%FAD	pH
R1	9.53	56.57	35.13	35.13	3.6
R2	9.83	55.78	34.33	34.33	3.6
R3	10.23	55.60	33.07	33.07	3.6
R4	9.50	55.80	33.73	33.73	3.6
R5	10.00	55.38	31.94	31.94	3.6
R6	10.04	55.18	32.60	32.60	3.6
PROMEDIO	9.77	55.72	33.47	33.47	3.6
DESV ESTAN	0.29	0.48	1.17	1.17	0.00

Cuadro Anexo 45. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Vigna (70-30%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	23.93	9.69	55.69	36.53	3.7
R2	25.76	9.67	56.63	36.33	3.8
R3	23.61	9.39	56.35	34.92	3.7
R4	21.29	9.74	56.56	35.26	3.7
R5	17.33	10.19	54.89	34.26	3.8
R6	18.07	10.98	55.09	34.39	3.7
PROMEDIO	20.07	9.94	55.87	35.28	3.73
DESV ESTAN	3.39	0.57	0.76	0.96	0.052

Cuadro Anexo 46. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Vigna (60-40%).

	% MS	% PC	%FND	%FAD	pH
R1	20.94	10.50	55.88	36.08	3.7
R2	20.53	10.21	55.60	35.55	3.8
R3	20.50	10.71	55.89	36.86	3.8
R4	20.79	10.53	55.89	36.74	3.7
R5	21.65	10.53	54.30	35.02	3.8
R6	20.43	10.45	53.90	35.23	3.8
PROMEDIO	20.81	10.49	55.24	35.91	3.77
DESV ESTAN	0.46	0.16	0.90	0.78	0.052

Cuadro Anexo 47. Composición Química y pH de microensilados hechos con RCV + Vigna (50-50%).

	% PC	%FND	%FAD	%FAD	pH
R1	14.82	56.09	34.79	34.79	4.1
R2	14.23	55.80	35.33	35.33	4.1
R3	12.92	53.17	33.93	33.93	4.1
R4	14.74	53.98	34.19	34.19	4.1
R5	12.92	53.19	34.99	34.99	4.1
R6	13.32	53.57	34.86	34.86	4.1
PROMEDIO	13.82	54.30	34.68	34.68	4.1
DESV ESTAN	0.88	1.31	0.52	0.52	0.00

Anexo 7. Análisis de varianza de composición nutricional de microensilados. Materia seca, Proteína Cruda, Fibra Neutro Detergente, Fibra Acido Detergente y pH.

Class Level Information

Class	Levels	Values
Pasto	4	S2_CAN S2_VIG RCV_CAN RCV_VIG
PROP	5	100_0 50_50 60_40 70_30 80_20

Number of observations 120

Dependent Variable: MS MS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	255.7420937	13.4601102	9.75	<.0001
Error	100	138.0725286	1.3807253		
Corrected Total	119	393.8146223			

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Pasto	3	70.1332395	23.3777465	16.93	<.0001
PROP	4	149.9543455	37.4885864	27.15	<.0001
Pasto*PROP	12	35.6545087	2.9712091	2.15	0.0198

Dependent Variable: PC PC

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	339.0450345	17.8444755	36.05	<.0001
Error	100	49.5053994	0.4950540		
Corrected Total	119	388.5504340			

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Pasto	3	21.6945329	7.2315110	14.61	<.0001
PROP	4	286.5753434	71.6438358	144.72	<.0001
Pasto*PROP	12	30.7751583	2.5645965	5.18	<.0001

Dependent Variable: FND FND

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	1407.487390	74.078284	54.93	<.0001
Error	100	134.854703	1.348547		
Corrected Total	119	1542.342092			

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Pasto	3	1129.268486	376.422829	279.13	<.0001
PROP	4	53.003026	13.250756	9.83	<.0001
Pasto*PROP	12	225.215877	18.767990	13.92	<.0001

Dependent Variable: FAD FAD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	935.138417	49.217811	41.74	<.0001
Error	100	117.914880	1.179149		
Corrected Total	119	1053.053296			

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Pasto	3	596.7917871	198.9305957	168.71	<.0001
PROP	4	234.4493744	58.6123436	49.71	<.0001
Pasto*PROP	12	103.8972551	8.6581046	7.34	<.0001

Dependent Variable: PH PH

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	19	3.01366667	0.15861404	61.01	<.0001
Error	100	0.26000000	0.00260000		
Corrected Total	119	3.27366667			

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Pasto	3	0.36966667	0.12322222	47.39	<.0001
PROP	4	2.36200000	0.59050000	227.12	<.0001
Pasto*PROP	12	0.28200000	0.02350000	9.04	<.0001

Anexo 8. Agrupación de medias para la prueba Duncan para mezclas de Microensilados.

Materia Seca

Duncan Grouping	Mean	N	Pasto
A	23.0434	30	RCV_CAN
B	22.3670	30	S2_CAN
C	21.4638	30	RCV_VIG
C			
C	21.0905	30	S2_VIG

Proteína Cruda

Duncan Grouping	Mean	N	Pasto
A	10.9389	30	RCV_CAN
B	10.5598	30	S2_CAN
B			
B	10.4263	30	RCV_VIG
C	9.7609	30	S2_VIG

Fibra Neutro Detergente

Duncan Grouping	Mean	N	Pasto
A	61.3272	30	S2_VIG
B	60.6547	30	S2_CAN
C	55.1117	30	RCV_CAN
C			
C	54.6536	30	RCV_VIG

Fibra Acido detergente

Duncan Grouping	Mean	N	Pasto
A	40.1496	30	S2_VIG
A			
A	39.7041	30	S2_CAN
B	37.2306	30	RCV_CAN
C	34.5638	30	RCV_VIG

PH

Duncan Grouping	Mean	N	Pasto
A	3.88000	30	S2_VIG
A			
A	3.87333	30	S2_CAN
B	3.77667	30	RCV_CAN
B			
B	3.75667	30	RCV_VIG

Anexo 9. Agrupación de medias para la prueba Duncan en las proporciones de gramínea y leguminosa en microensilados

Materia Seca

Duncan Grouping	Mean	N	PROP
A	23.5534	24	100_0
B	22.3892	24	80_20
B	22.2991	24	70_30
C	21.5577	24	60_40
D	20.1564	24	50_50

Proteína Cruda

Duncan Grouping	Mean	N	PROP
A	12.8543	24	50_50
B	11.0700	24	60_40
C	10.3586	24	70_30
D	9.6342	24	80_20
E	8.1904	24	100_0

Fibra Neutro Detergente

Duncan Grouping	Mean	N	PROP
A	58.9006	24	50_50
B	58.2725	24	80_20
B	58.0312	24	60_40
D	57.5450	24	70_30
D	56.9346	24	100_0

Fibra Acido Detergente

Duncan Grouping	Mean	N	PROP
A	39.9369	24	50_50
B	38.9396	24	60_40
C	37.7755	24	70_30
D	36.8682	24	80_20
E	36.0400	24	100_0

PH

Duncan Grouping	Mean	N	PROP
A	4.05833	24	50_50
B	3.88333	24	60_40
C	3.79167	24	70_30
D	3.71667	24	80_20
E	3.65833	24	100_0