

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS



“EVALUACION DEL CONTENIDO NUTRICIONAL EN EL FOLLAJE VERDE DE SORGO (Sorghum bicolor), VARIEDAD R.C.V COSECHADO A DIFERENTES EDADES, CON EL PROPOSITO DE OBTENER ENSILAJE .

PRESENTADO:
CHAVEZ BATRES NUMAN SOLEY
MARTINEZ VANEGAS CESAR HUMBERTO

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO.

SAN MIGUEL, DICIEMBRE, DE 2008.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

ING. RUFINO ANTONIO QUEZADA.

SECRETARIO GENERAL:

LIC. DUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ.

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO:

ING. DAVID ARNOLDO SARAVIA

SECRETARIO:

ING. JORGE ALBERTO RUGAMA.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ING.LIC.MSC. ANA AURORA BENITEZ PARADA

DOCENTES DIRECTORES:

ING. AGR. MARCO EVELIO CLAROS ALVARES.

ING. AGR. JUAN FRANCISCO MARMOL CANJURA.

ING. AGR. MSC. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA

**COORDINADOR DE LOS PROCESOS DE GRADUACIÓN.
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.**

ING. AGR. M. S.C. JOSÉ ISMAEL GUEVARA ZELAYA

RESUMEN

La ganadería en nuestro país ha sido uno de los rubros de gran importancia en el que hacer agropecuario ya que ha generado mano de obra en el área rural y también es una de las fuentes alimenticias de primer grado al producirnos carne, leche y los derivados de esta.

Uno de los problemas críticos que ha afectado a la ganadería de nuestro país es la escasez de pasto para la alimentación del ganado durante la época seca; es por ello que se hace necesario utilizar forrajes destinados para ensilar con el objeto de sustituir en cantidad y en calidad a los forrajes verdes.

Como una alternativa se presenta el sorgo forrajero variedad RCV para suplir esa necesidad, pero para una mayor efectividad es preciso determinar a que edad el sorgo se encuentra con las mayores proporciones de nutrientes que lo hagan mas apto para ser cosechado - ensilado y de esa manera poder obtener un producto de mayor calidad en contenido nutricional.

En la investigación el principal objetivo a realizar fue evaluar tres diferentes edades a corte en el cultivo de sorgo variedad R.C.V determinando las variables contenido de fibra cruda, proteína, carbohidratos simples y análisis económico. Los tratamientos evaluados fueron T1 (sorgo cosechado a los 60 días), T2 (sorgo cosechado a los 75 días), T3 (sorgo cosechado a los 90 días con grano) y T4 (sorgo cosechado a los 90 días sin grano).

Para poder determinar el rendimiento de cada uno de los tratamientos fueron cortadas y pesadas del área útil 1mt² la cual era la misma para cada

tratamiento. Para la calidad nutritiva esta fue establecida en base a los análisis bromatológicos que se realizaron a las muestras (1 Kg.), enviadas al laboratorio de química agrícola de Facultad de Ciencias Agronómicas San Salvador.

El experimento se realizó en la parcela el Mangon del campo experimental de la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria Oriental, departamento de Ciencias Agronómicas, ubicado en el Cantón el Jute jurisdicción y departamento de San Miguel.

El ensayo fue realizado en la época seca durante un periodo de 90 días, comprendidas desde la primera semana de Febrero hasta la segunda semana de mayo del año 2008; por lo que se hizo necesaria la aplicación de riego por gravedad.

Las variables en estudio fueron: Fibra Cruda, Proteínas, Carbohidratos simples y Análisis Económico.

La evaluación estadística se realizó mediante un diseño de Bloques completamente al azar, con 4 repeticiones con 4 tratamientos. Como parte de los análisis de varianza; se aplicó la prueba estadística de Tukey, demostrando que el mejor tratamiento para rendimiento de biomasa fue el T3 (Sorgo cosechado a los 90 días con grano), para la variable Proteína el tratamiento mejor fue el T1 (Sorgo cosechado a los 60 días), en la variable Carbohidratos los mejores tratamientos fueron T3 y T4 (Sorgo cosechado a los 90 días con grano y sin grano), para la variable Fibra cruda los mejores tratamientos fueron el T1 (Sorgo cosechado a los 60 días) y T2 (Sorgo cosechado a los 75 días), para Extracto Etéreo fue no significativo, para Ceniza los mejores fueron T1 (Sorgo cosechado a los 60 días) y T2 (Sorgo cosechado a los 75 días), para Humedad parcial el mejor tratamiento fue T1 (Sorgo cosechado a los 60 días), para Humedad Total el mejor tratamiento fue el T1 (Sorgo cosechado a los 60 días).

AGRADECIMIENTO.

De manera muy especial a nuestros asesores Ing. Marco Evelio Claros Álvarez (asesor de Campo), Ing. Juan Francisco Mármol Canjura (asesor nutricionista), Ing. Msc. José Ismael Guevara Zelaya (asesor Metodológico); les agradecemos por brindarnos todo su apoyo y conocimientos durante toda la etapa que duro nuestro trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Agronómica Ing. Marco Evelio Claros Álvarez, Ing.Msc. José Ismael Guevara Zelaya, Ing. German Emilio Chevéz Saravia, Ing. Juan Francisco Mármol Canjura, Ing. Marco Vinicio Calderón, Ing. Nery Saúl Guevara, Ing. Jaime Santos Rodas, Ing. Noé Alcides Díaz, Ing.Lic.Msc. Ana Aurora Benítez Parada por brindarnos todos los conocimientos que fueron determinantes para llevar a cabo la investigación.

Al Ing. José Milton Flores Tensos, Catedrático de UES y Laboratorista por brindarnos aportes importantes.

Al Dr. Francisco Lara Ascencio, Catedrático de UES por su colaboración y aportes importantes.

A los compañeros Raul, Chululo, Tatiana, Juan, Tito, Caballo, Jaime (Jolota), Kedwin, Tirrin, Pollo, shulton.

A Leno, al chocho, a Ricardo alvarenga por prestarnos el pick up de la U y demás trabajadores que fueron participes en nuestro ensayo.

DEDICATORIA.

Le agradezco a Dios todo poderoso por bendecirme y ayudarme a culminar todas las metas que me he propuesto.

A mis padres José Numa Chavez de Paz y Silvia Mercedes Batres de Chavez por darme la vida y apoyarme en todas las etapas de mi vida y por todo el gran esfuerzo que han hecho para poder sacarme adelante.

A mis hermanas Katy Mariela y Marla Stephanie por apoyarme siempre.

A mi tia Daysi Chavez por haberme regalado la lapto.

A todos mis amigos y amigas por darme siempre buenos consejos y animo de seguir adelante.

Numan Soley Chavez Batres.

Al señor Jesucristo y la virgen Maria por haberme iluminado para poder culminar mi carrera.

Les agradezco a mis padres Juan Antonio Martínez y Tiburcia Vanegas por ayudarme en todas las etapas de mi vida y apoyarme para salir adelante con mi carrera universitaria.

A mi hermana Delmi Angélica Martínez por darme ánimos de seguir adelante estudiando.

A mis hermanos Marden, Elmer, Rudi, Omar, Alexis y Wilfredo por darme ánimos a seguir adelante estudiando.

A mi sobrino Christopher y sobrina Lisbeth.

A mi cuñado Román Benítez.

A mi tía Maria Jesús García y tíos por sus consejos y también por darme ánimos en momentos difíciles.

A mis primas y primos Norma, Milagro, Vilma, Mercedes, Abigail; Joel, Adilson, etc.

A todos mis amigos y amigas por darme siempre buenos consejos y animo de seguir adelante.

Cesar Humberto Martínez Vanegas

INDICE.

	Página.
RESUMEN-----	iv
AGRADECIMIENTO-----	vi
DEDICATORIA-----	vii
INDICE DE CUADROS-----	xvii
INDICE DE FIGURAS-----	xix
1. INTRODUCCION-----	xx
2. REVISION DE LITERATURA-----	22
2.1. Origen histórico del sorgo-----	22
2.1.1. Origen de la variedad RCV-----	22
2.2. Clasificación taxonómica del sorgo-----	22
2.3. Importancia del cultivo de sorgo-----	24
2.4. Características agronómicas-----	24
2.4.1 Genealogía-----	25
2.4.2 Adaptación-----	25
2.5. Anatomía y morfología-----	25
2.5.1. Órganos vegetativos-----	25
2.5.1.1. Raíz-----	26
2.5.1.2. Tallo-----	26
2.5.1.3. Hoja-----	26
2.5.1.4. Inflorescencia -----	26
2.6. Etapas fenológicas del sorgo-----	27

2.6.1. Etapa de crecimiento 1-----	27
2.6.2. Etapa de crecimiento 2 -----	27
2.6.3. Etapa de crecimiento 3 -----	27
2.7. Aspectos Fisiológicos -----	28
2.7.1. Germinación -----	28
2.7.2. Crecimiento de la raíz -----	28
2.7.3. Emergencia y establecimiento -----	29
2.7.4. Crecimiento del tallo -----	30
2.7.5 Ahijamiento-----	31
2.7.6 Iniciación de la Panicula-----	31
2.8 Efectos edafoclimaticos sobre el crecimiento del sorgo.-----	32
2.8.1. Suelo-----	32
2.8.2. Elevación.-----	32
2.8.3. Agua.-----	32
2.8.4. Temperatura.-----	33
2.8.5. Luz-----	34
2.9 Labores de cultivo. -----	34
2.9.1 Preparación del suelo para la siembra.-----	34
2.9.1.1 Chapoda: -----	34
2.9.1.2. sub-suelo. -----	34
2.9.1.3. Arado. -----	35
2.9.1.4 Rastreado: -----	35
2.9.1.5 Surcado: -----	35
2.9.2. Épocas de siembra_ -----	36
2.9.2.1 Primera: -----	36
2.9.2.2 Postrera o segunda: -----	36
2.9.2.3 Bajo riego. -----	36

2.9.3. Semillas. -----	37
2.9.3.1 Distanciamiento de siembra. -----	37
2.9.3.2 Siembra. -----	37
2.9.3.2 Raleo. -----	37
2.9.3.4 Aporco-----	38
2.9.4 Fertilización-----	38
2.9.4.1 El nitrógeno-----	38
2.9.4.2 Requerimiento de NPK-----	39
2.10 Plagas y Enfermedades. -----	40
2.10.1 Control de plagas. -----	40
2.10.2 Insectos del suelo-----	41
2.10.2.1 Gallina ciega. -----	41
2.10.2.2 Gusano de alambre. -----	41
2.10.2.3 Gusanos cortadores. -----	42
2.10.2.4 Control de los insectos del suelo-----	42
2.10.3 Insectos del follaje. -----	42
2.10.3.1 Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>). -----	42
2.10.3.2 Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>). -----	42

2.10.3.3 Afidos. -----	42
2.10.3.4 Control de las plagas del follaje. -----	43
2.10.4 Insectos de la panicula. -----	43
2.10.4.1 Barrenador del tallo, (<i>Diatrarea sp.</i> , <i>Elasmopalpus lignoselus</i>). -----	43
2.10.4.2 Control. -----	43
2.10.5 Mosquita de la panoja. (<i>Contarinia sorghicola</i>). -----	43
2.10.5.1 Control. -----	43
2.10.6 Gusano telañero-----	44
2.10.6.1 Control-----	44
2.10.7 Control de Enfermedades. -----	44
2.10.7.1 La roya del sorgo (<i>puccinia sorghi</i>). -----	44
2.10.7.2 Mancha Zonada de la hoja (<i>Gloeocercospora sorghi</i>) --	45
2.10.7.3 Mancha gris de la hoja. -----	45
2.10.7.4 Tizón de la hoja. -----	45
2.10.7.5 Antracnosis o pudrición roja -----	45
2.10.7.6 Mildiu vellos-----	46

2.10.8. Control de malezas-----	47
2.10.9 Cosecha-----	47
2.10.9.1. Rendimiento de biomasa-----	48
2.10.9.2 Calidad nutritiva del forraje de sorgo según la edad-----	48
2.10.9.2.1. <u>Proteína</u> .-----	51
2.10.9.2.2 Carbohidratos -----	53
2.10.9.2.3 Minerales o cenizas-----	55
3. MATERIALES Y METODOS-----	57
3.1. Generalidades de la investigación-----	57
3.1.1. Localización geográfica-----	57
3.1.2. Características del lugar-----	57
3.1.2.1. Características climáticas del lugar-----	57
3.1.2.2. Características edáficas-----	57
3.1.3. Factores biológicos-----	58
3.1.3.1. Flora-----	58
3.1.3.1.2. Vegetación arbórea-----	58
3.1.3.1.3. Vegetación herbácea-----	58
3.1.3.2. Fauna-----	59
3.1.4. Duración del estudio-----	59
3.1.5. Metodología de campo-----	59
3.1.5.1. Reconocimiento y delimitación del área experimental-----	59
3.1.5.2 Muestreo y análisis químico del suelo-----	59
3.1.5.2 Preparación de suelo-----	60
3.1.5.2. Fase experimental-----	60
3.1.5.2.1. Labores culturales-----	61
3.1.5.2.1.1. Siembra-----	61

3.1.5.2.1.2. Primera aplicación de fertilizante químico-----	61
3.1.5.2.1.3 Segunda aplicación-----	61
3.1.5.2.1.4 Tercera aplicación-----	61
3.1.5.2.1.5 Control de malezas-----	61
3.1.5.2.1.5 Riego-----	62
3.1.5.2.1.6 Aporco-----	62
3.1.5.2.1.7 Control de plagas y enfermedades-----	62
3.1.6. Metodología estadística-----	63
3.1.6.1. Diseño estadístico-----	63
3.1.6.2. Modelo estadístico-----	63
3.1.6.3. Factores dentro de los tratamientos-----	64
3.1.6.4. Variables en estudio-----	64
3.1.7. Toma de datos-----	64
3.1.7.1. Recolección de biomasa (kg/ha)-----	64
3.1.7.2. Calidad nutritiva-----	65
3.1.7.2.1. Determinación de nitrógeno por el método de microkjeldahl (% proteína)-----	65
3.1.7.2.1.1. Fundamento-----	65
3.1.7.2.1.2. Equipo. -----	66
3.1.7.2.1.3. Materiales. -----	66
3.1.7.2.1.4. Reactivos. -----	66
3.1.7.2.1.5. Procedimiento. -----	67
3.1.7.2.1.6. Cálculos. -----	67
3.1.7.2.2. Determinación de % de fibra cruda. -----	68
3.1.7.2.2.1. Principio del método. -----	68

3.1.7.2.2.2. Equipo-----	68
3.1.7.2.2.3. Materiales. -----	68
3.1.7.2.2.4. Reactivo-----	69
3.1.7.2.2.5. Procedimiento. -----	70
3.1.7.2.2.6. Cálculos. -----	71
3.1.7.2.3.. Determinación de % de carbohidratos-----	71
4. RESULTADOS Y DISCUCIÓN-----	72
4.1. Rendimiento de biomasa (kg/ha)-----	72
4.1.1.Tratamiento-----	72
4.2. Proteína cruda (%)-----	75
4.2.1. Tratamiento-----	76
4.3. Carbohidratos (%)-----	79
4.3.1. Tratamiento-----	79
4.4. Fibra cruda (%)-----	83
4.4.1. Tratamiento-----	84
4.5. Extracto etéreo (%)-----	88
4.5.1. Tratamiento-----	88
4.6. Cenizas (%)-----	91
4.6.1. Tratamiento-----	91
4.7. Humedad parcial (%)-----	93
4.7.1. Tratamiento-----	94
4.8. Humedad total (%)-----	96

4.8.1. Tratamiento-----	96
4.9. Análisis económico de los tratamientos-----	98
5. CONCLUSIONES-----	101
6. RECOMENDACIONES-----	103
7. BIBLIOGRAFÍA-----	105
ANEXOS-----	112

INDICE DE CUADROS.

Cuadro	Página
1 Análisis bromatológicos de los restos de cosecha del sorgo granero en diferentes edades (en base seca).-----	49
2: Evaluación de los cambios de calidad de un verdeo de avena en los diferentes estados fenológicos.-----	50
3. Rendimiento de biomasa promedio (Ton/ha).-----	72
4. Promedio de proteína cruda (%).-----	76
5. Promedio de carbohidratos (%).-----	80
6. Promedio de fibra cruda (%).-----	84
7. Promedio de extracto etéreo (%).-----	89
8. Promedio de cenizas (%).-----	91
9. Humedad parcial promedio (%).-----	94
10. Promedio de Humedad total (%).-----	96
11. Relación Beneficio/Costo (B/C) por tratamiento para rendimiento de materia verde, proteína vegetal y carbohidratos.-----	100
12. Resultados de análisis bromatológico.-----	145
A-1. Promedio de Rendimiento de biomasa (Ton/ha).-----	113
A-2. ANVA general para el Rendimiento de Biomasa (kg/ha).-----	114
A-3. Prueba de tukey para el rendimiento de biomasa (Ton/ha).-----	115
A-4. Porcentaje promedio de proteína-----	116
A-5. ANVA general para la variable proteína cruda-----	117
A-6. Prueba de tukey para la variable proteína cruda (%).-----	118
A-7. Porcentaje Promedio de Carbohidratos (%).-----	119

A-8. ANVA general para la variable carbohidratos (%).-----	120
A-9 Prueba de tukey para la variable carbohidratos (%).-----	121
A-10. Porcentaje de Fibra Cruda (%).-----	122
A-11. ANVA general para la variable fibra cruda (%).-----	123
A-12. Prueba de tukey para la variable fibra cruda (%).-----	124
A-13. Promedio de Porcentaje de Extracto Etéreo (%).-----	125
A-14. ANVA general para la variable extracto etéreo (%).-----	126
A-15. Prueba de tukey para Extracto Etéreo (%).-----	127
A-16. Porcentaje promedio de cenizas (%).-----	128
A-17. ANVA general para la variable cenizas (%).-----	129
A-18. Prueba de tukey para la variable cenizas (%).-----	130
A- 19. Porcentaje promedio de Humedad parcial (%).-----	131
A-20. ANVA general para humedad parcial (%).-----	132
A-21. Prueba de tukey para humedad parcial (%).-----	133
A-22. Porcentaje promedio de humedad total (%).-----	134
A-23. ANVA general para la variable humedad total (%).-----	135
A-24. Prueba de tukey para Humedad total (%).-----	136
A-25. Resultado de Análisis de suelo.-----	139
A-26. Costo de producción por ha. de T1.-----	141
A-27. Costo de producción por ha. de T2.-----	142
A-28. Costo de producción por ha. de T3.-----	143
A-29. Costo de producción por ha. de T4.-----	144

INDICE DE FIGURAS.

Figura	Página.
1. Rendimiento promedio de biomasa (kg/ha) -----	73
2. Porcentaje de Proteína Cruda (%)-----	77
3. Porcentaje de Carbohidratos (%)-----	81
4. Porcentaje de Fibra Cruda (%)-----	85
5. Porcentaje de Extracto Etéreo (%)-----	90
6. Porcentaje de Cenizas (%)-----	92
7. Porcentaje de Humedad parcial (%)-----	95
8. Porcentaje de Humedad Total (%)-----	97
A-1. Distribución de los tratamientos y dimensiones del área	
Experimental-----	137
A-2. Dimensiones del área útil-----	138
A-3. Mapa de la facultad Multidisciplinaria Oriental-----	146

1. INTRODUCCION

La ganadería en nuestro país ha sido uno de los rubros de gran importancia en el que hacer agropecuario ya que ha generado mano de obra en el área rural y también es una de las fuentes alimenticias de primer grado al producirnos carne, leche y los derivados de esta.

Uno de los problemas críticos que ha afectado es la escasez de pasto para la alimentación del ganado durante la época seca; es por ello que se hace necesario utilizar forrajes destinados para ensilar para que vengan a sustituir en cantidad y en calidad a los forrajes verdes.

Como una alternativa se presenta el sorgo forrajero variedad RCV para suplir esa necesidad, pero para una mayor efectividad es preciso determinar a que edad el sorgo se encuentra con las mayores proporciones de nutrientes que lo hagan mas apto para ser cosechado - ensilado, de esa manera poder obtener un producto de mayor calidad en contenido nutricional.

En la presente investigación nuestro principal objetivo fue Evaluar el rendimiento y valor del sorgo variedad RCV bajo la técnica de diferentes edades a corte. El experimento se realizó en la parcela el Mangón del campo experimental de la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria Oriental, departamento de Ciencias Agronómicas, ubicado en el Cantón el Jute jurisdicción y departamento de San Miguel.

El ensayo fue realizado en la época seca durante un periodo de 90 días, comprendidos desde la primera semana de Febrero hasta la segunda semana de mayo del año 2008.

El diseño utilizado fue el de Bloques Completamente al Azar y la prueba estadística de tukey.

Para el desarrollo de la investigación se utilizarón 16 parcelas divididas en 4 bloques, comprendido con 4 parcelas cada uno. Cada parcela con una dimensión de 9m² (0.009 ha) y un área útil de 1m² (0.001ha).

Los tratamientos estuvieron comprendidos en tres edades a corte (T1 Sorgo cosechado a los 60 días; T2 Sorgo cosechado a los 75 días; T3 Sorgo cosechado a los 90 días con grano y T4 Sorgo cosechado a los 90 días sin grano), manejados agronómicamente de igual manera.

La información contenida en esta investigación servirá para los ganaderos que utilizan como fuente de alimento el cultivo de sorgo, específicamente en la zona oriental del país; para que cosechen en la edad que se obtenga mayor rendimiento de biomasa, calidad nutricional y utilidades económicas según sean las recomendaciones propuestas en los resultados de esta investigación.

Familia:	Gramínea
Tribu:	Andropogoneae.
Subtribu:	Sorghastrae.
Géneros:	Sorghum y cleischne.
Subgéneros:	Sorghum (Eusorghum), Parasorghum, Chaetosorghum, Stiposorghum, Sorghastrum, Heterosorghum.
Grupos:	Halepencia y Arundinacea.
Especies:	<u>Sorghum vulgare</u> , <u>Sorghum bicolor</u> , <u>S. arundinaceum</u> , <u>S. halepense</u> , <u>S. almun</u> y <u>S. propinquum</u> .

Linneus, describió en su “Species Plantarium” tres especies de Moench distinguió el genero Sorghum del género Hocus; Persoon creó el nombre Sorghum vulgare para H. sorghum (L.). y clayton consideró Sorghum bicolor (L.) Moench, como el nombre específico correcto de los sorgos cultivados y como tal ha sido aceptado desde entonces. (4).

Varios taxónomos han clasificado el sorgo a través de los años, pero no es posible clasificar claramente las variedades simplemente examinando panicular conservadas en un herbario. Son muy importantes las características de la planta viva, el tallo, las hojas, etc., para obtener una clasificación mas correcta,. (4).

2.3 Importancia del cultivo de sorgo.

De acuerdo con Paúl. El Sorgo (*Sorghun vulgaris*) es el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo después del trigo (*Triticum aestivum*), el maíz (*Zea mayz*), el arroz (*Oryza sativa*), y la cebada (*Hordeum vulgare*). (4).

Si bien el sorgo continúa siendo el principal cereal de importancia en muchas partes del mundo por su resistencia a sequía y altas temperaturas, en nuestro país la importancia del sorgo como parte integrante de un sistema de producción radica en la utilización como grano y forraje para alimento animal y como parte esencial de un sistema de rotaciones para mantener la productividad y estabilidad estructural del suelo, (40). Por su alto grado de resistencia a enfermedades virosas, fungosas (mildiu vellosa), y su poca demanda de agua, en algunas regiones del mundo el cultivo de variedades mejoradas e híbridas desarrolladas en las últimas dos décadas está sustituyendo al cultivo de maíz (4)

Por su bajo costo de producción en algunos países tropicales se está mezclando la harina de sorgo con la de trigo para reducir las importaciones traduciendo en ahorro de divisas, (43).

Es también un cultivo que tolera mejor que otros las deficiencias hídricas y que se adapta a una amplia gama de condiciones de suelo, además presenta así mismo, una buena respuesta al riego y fertilización. Peterson y Col. (33).

2.4 Características agronómicas de la variedad CENTA R.C.V. (4)

Polinización cruzada	4.5%
----------------------	------

Días al 50% de floración	72
Días de madures fisiológica	1
Días cosecha	110
Altura de la planta	Mayo 200 cm
	Agosto 180 cm
	Noviembre 160 cm
Tipo de panoja	Semi compacta
Color del grano	Blanco cristalino
Color de planta	Canela
Acame	Resistente
Reacción a enfermedad foliar	Tolerante

2.4.1 Genealogía. (4)

(M-35585 X CS CROSES 31) bk -5-2-2-3-1-1-1-bk.

2.4.2 Adaptación. (4)

Se adapta muy bien a altitudes de 0 a 1,000msnm. Se recomienda para topografía plana o semi-plana. No se recomienda para tierras de laderas ya que su potencial de rendimiento se reduce.

2.5 Anatomía y morfología.

2.5.1 Órganos vegetativos. (4).

2.5.1.1 Raíz.

El sistema radical adventicio fibroso se desarrolla de los nudos mas bajos del tallo. La profundidad de enraizado es generalmente de 1-1.3 metros con 80% de las raíces en los primeros 30 cm. El número de pelos absorbentes puede ser el doble que en maíz, las raíces de soporte pueden crecer de primordios radicales, pero no son efectivas en la absorción de agua y nutrientes. (4)

2.5.1.2 Tallo.

El sorgo es una planta de un solo tallo pero puede desarrollar otros (hijos) dependiendo de la variedad y del ambiente; esta formado de una serie de nudos y entre nudos, su longitud varia de 0.5-4 metros, su diámetro de 0.5-5 cm cerca de la base volviéndose mas angosto en el extremo superior, su consistencia es sólida con una corteza o tejido exterior duro y una medula suave, los tallos tiene de 7-24 nudos y son erectos. (4)

2.5.1.3. Hojas.

El numero de hojas varia de 7-24 según la variedad y el periodo de crecimiento, son erectas hasta casi horizontales y se encorvan con la edad. La longitud de una hoja madura oscila entre 30-135 cm., y su ancho entre 1.5-15 cm.; son alternas y lanceoladas o lineal lanceoladas, con una superficie lisa y cerosa.(4)

2.5.1.4. Inflorescencia.

Es una panícula de racimo con un caquis central completamente escondido por la densidad de sus ramas o totalmente expuesto, cuando esta inmadura, es

forzada hacia arriba dentro de la vaina mas alta (buche), después de que la ultima hoja (bandera), se expande distendiendola a su paso. La excepción es importante para la cosecha mecanizada y para la tolerancia de plagas y enfermedades. La panicula es corta o larga, suelta y abierta y compacta o semi compacta, puede tener de 4-25 cm. de largo, de 2-20 cm de ancho y contener de 400-800 granos según el tipo de panicula. (4)

2.6 Etapas fenológicas del sorgo..

El cultivo del sorgo presenta tres etapas fenológicas bien definidas, con una duración de aproximadamente 30 días cada una, dependiendo de la variedad que se utilice así como de las condiciones agro climáticas (4).

2.6.1. Etapas 1.

Comprende desde la siembra hasta el inicio de los primordios florales, inicia con la inhibición del agua por la semilla, pasando por la formación de la radícula por el coleptilo, crecimiento de hojas y tallos, finalizando al inicio del primordio floral. (4).

2.6.2. Etapas 2.

Se inicia con la emergencia del primordio floral, continua con iniciación de ramas primarias, secundarias, agrandamiento del ápice floral, glumas, espiguillas, formación de florcillas con sus estambres y pistilos, finalizando con la maduración de los órganos reproductivos(4).

2.6.3 Etapa 3.

Comprende; polinización, fecundación del ovario, y desarrollo y maduración del grano.

2.7. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo del sorgo.

El sorgo es una planta de día corto, con tasa alta de fotosíntesis y la mayoría de las variedades requieren temperaturas superiores a 21 °C para un buen crecimiento, el cultivo tolera la sequía y el exceso de humedad en el suelo, que la mayoría de los cereales y crece bien bajo una gran amplia condición del suelo (4). Durante la etapa 1 son importante la rapidez de germinación, la emergencia y establecimiento de la plántula, en la etapa 2 la expansión de las hojas, el desarrollo del follaje, la extensión de las raíces, la acumulación de materia seca y el establecimiento del numero potencial de semillas en el meristema apical en el que se esta diferenciando, en la etapa 3 los factores que afectan al llenado del grano son muy importantes. Durante todas estas etapas de desarrollo, la fotosíntesis, la repartición de productos asimilados, la división y expansión de células y el metabolismo celular en general, deben estar ajustados hacia el rendimiento final del grano (4).

2.7.1 Germinación.

Una buena germinación depende de la viabilidad de la semilla la cual es influenciada por el genotipo, la edad, el daño por una enfermedad e insectos, el daño físico, el manejo post cosecha, la trilla, y las condiciones de cosecha y almacenamiento. La germinación incluye toda la secuencia de etapas desde el momento en que la semilla empieza a absorber agua, hasta que las plántulas se sostienen por si misma (4).

2.7.2 Crecimiento de la raíz.

La elongación de la raíz está relacionado con la temperatura y se ve restringido por la escasez de agua y nutrientes presentes en el suelo; el sistema radical del sorgo tiene el doble de raíces secundarias que el maíz en cualquier etapa de crecimiento (4).

2.7.3. Emergencia y establecimiento de la plántula.

La etapa de plántula dura de la emergencia de la raíz, hasta el momento que la plántula no depende más de la energía almacenada en la semilla. La mayor parte del crecimiento de la plántula es el establecimiento del tejido de la raíz y del tallo para el autotrofismo, y esto se logra principalmente mediante la utilización del alimento almacenado en el endospermo y es influenciado principalmente por el ambiente del suelo. Las temperaturas altas del suelo, una profundidad excesiva de siembra, terreno pedregoso o terreno formado por mala preparación de tierra pueden restringir severamente la emergencia (4).

La movilización de la energía química almacenada en forma de reserva de alimento en el endospermo sustituye a la fotosíntesis y a la absorción de minerales durante el establecimiento temprano de la plántula; pero la capacidad de ser autotrófica y de desarrollar una plántula grande en poco tiempo, son ventajosos.

Las plántulas dependen de los nutrientes de agua y suelo para tasas de crecimiento, se considera, que el 75% de las reservas de grasas y carbohidratos de la semilla son utilizadas para el crecimiento de la raíz y esto da lugar a que la plántula establezca la independencia por suministro de agua y minerales algún tiempo antes de que la fotosíntesis tenga lugar. También las condiciones

ambientales especialmente luz, temperatura, agua y nutrientes deben de ser adecuadas para permitir el crecimiento rápido de hojas y raíces durante esta fase del desarrollo de la planta.

En el cultivo del sorgo el establecimiento inadecuado de las plántulas es uno de los factores que limitan el rendimiento, se ha encontrado que la temperatura mínima del suelo requerida para la emergencia del suelo es de 15.6 °C, con una última entre 25-30 °C (4).

2.7.4 Crecimiento del tallo y desarrollo temprano de hojas.

Las hojas empiezan la vida con una serie de primordios apical y su desarrollo empieza por la división celular acompañada de la diferenciación en varios tejidos. En un ambiente constante los inicios de las hojas aparecen el ápice del tallo a una tasa particular para cada fenotipo; el intervalo entre la aparición entre los sucesivos primordios de las hojas se llaman plastocromos, el plastocromo no es constante por que la tasa de iniciación de las hojas se incrementa con el área foliar existente, después de desplegarse la hoja, la división celular disminuye hasta que aquella este de 0.25-0.75 de su tamaño final; enseguida, una oleada de expansión y división celular causan un incremento rápido en el tamaño de la hoja. El aumento en número de células, la longitud, el área, y peso fresco de la hoja es exponencial y altamente dependiente de los factores ambientales (33).

La expansión celular empieza en una etapa temprana de crecimiento de la hoja aunque la planta tiene 7 u 8 hojas totalmente expandida al terminar esta fase de crecimiento, el ápice meristemático se queda adentro de la tierra hasta 20-25 días después de la germinación, la hoja más baja con su punta redonda

muere y se desprende. Durante esta etapa de crecimiento se incrementa la etapa de absorción de nitrógeno, fósforo, y potasio (33).

2.9.4 Ahijamiento.

El ahijamiento es influenciado por el grado de dominancia apical, la cual esta regulada por hormonas de la planta. La dominancia apical es una característica ambiental heredable que pueden ser modificadas por los factores ambientales como la temperatura, el foto periodo, y la humedad del suelo así como también por factores de manejo como la población de plantas. Estos factores actúan conjuntamente con el sistema hormonal interna de la planta y juntos determinan el grado de ahijamiento (33). El sorgo tiene la tendencia a producir más hijos en días cortos y a temperaturas mas bajas. Los hijos son mas sensibles a la sequía que el tallo principal, es probable que la iniciación y supervivencia de los vástagos están relacionadas con la disponibilidad de productos sintéticos y un exceso de asimilados de reserva usualmente causa un aislamiento mas profuso.

2.9.5 Iniciación de la Panicula.

El aumento en la fotosíntesis antes de la diferenciación floral incrementa el número de florecillas fértiles; mientras que tensiones ambientales durante el desarrollo de la panicula usualmente restringen el desarrollo reproductivo mas que el vegetativo. Pequeños incrementos de temperatura (5°C arriba de la optima), en la etapa de la diferenciación floral, pueden causar una reducción severa en los números finales de semilla (33).

Durante la etapa2 la planta es muy sensible a los factores ambientales incluyendo agua, calor y luz. Tensiones ligeras de agua de solamente de 4-5 bars de una condición sin tensión resultan en tazas bajas de crecimiento de paniculas y hojas, mal formación de polen, mortalidad de espiguillas y florecillas y reducciones en el numero de semillas por panicula y del rendimiento (33).

2.10 Efectos edafo climáticos sobre el crecimiento del sorgo.

2.8.1. Suelo.

El sorgo es bastante susceptible a deficiencia de hiero, zinc y manganeso; especialmente en suelos vertisoles con altos niveles de carbonato de calcio. Estas deficiencias pueden ser observadas en los cultivos cuando la planta se pone clorótica o con manchas rojizas a lo largo de las hojas. Responden muy bien a una diversidad de suelos aun con características adversas de fertilidad, textura, pendiente, pedregosidad y pH (33, 4).

2.8.2 Elevación.

El sorgo puede cultivarse desde cero hasta 1000 msnm, sin embargo las mejores producciones se obtienen en zonas comprendidas entre cero a 500 msnm (33, 4).

2.8.3 Agua.

El sorgo tiene la capacidad para permanecer latente durante la sequilla y seguir creciendo después lo que le confiere una buena tolerancia a la sequía. Sin embargo, la escasez de agua es una de las causas mas comunes de una área foliar reducida y esta relacionada también, con los componentes de la expansión, división y diferenciación celulares.

Escasez moderadas de agua durante la etapa 2 resultan en la reducción de tazas de crecimiento de paniculas y de las hojas y en el numero de semillas por panicula. Estos efectos se deben probablemente a una reducción en el área foliar una resistencia estomatica aumentada, fotosíntesis disminuida y la desorganización del estado hormonal de la panicula, cabe mencionar que la etapa 1 es menos sensible a la falta de agua que la etapa 2.

En general el sorgo requiere de 550 mm de agua en todo el ciclo del cultivo y bien distribuidos para una optima producción (33,4).

2.8.4 Temperatura.

Debido a su origen tropical, el sorgo es uno de los cultivo agricolas mas sensibles a bajas temperaturas. La temperatura casi mínima para la mayoría de tipos de sorgo es de 16 °C, temperaturas ligeramente abajo del punto de congelación mataran al sorgo en casi todos los estados de crecimiento. Pero debido a que su origen es tropical, el sorgo se adapta bien a temperaturas que oscilan entre los 20 y 40°C. Temperaturas fuera de estos rangos provocan la aceleración de la antecis y, aborto de flores y embriones (33).

Las bajas temperaturas (< 10° C) causan reducciones en el área foliar, el ahijamiento, la altura de la planta, la acumulación de materia seca y un retraso en la fecha de floración, esto e debido a una reducción en la síntesis de clorofila especialmente en las hojas que se forman en las plantas jóvenes y a una reducción de la fotosíntesis que a su vez conduce a un nivel bajo de sustancias asimiladas tan importantes para el crecimiento y desarrollo (33).

Los efectos de la temperatura durante la etapa 2 muchas veces se manifiestan en términos de número de granos por panicula y consecuentemente, están fuerte

y directamente relacionados con el rendimiento final del grano así como también el aborto de florecillas y los embriones (33).

2.8.5. Luz

El sombreado y la fotosíntesis reducida, tienen un menor efecto cuando se imponen durante la etapa 1 y uno mayor durante la etapa 2, mostrando también sensibilidad la etapa de llenado de grano (etapa 3). Sin embargo, la sombra siempre reduce el crecimiento del cultivo, en proporción directa a la reducción por radiación, aunque el efecto en rendimiento de grano puede ser poco (33).

2.9 Labores de cultivo.

El manejo del cultivo debe ser el óptimo para aprovechar el mayor potencial genético de producción de las variedades o híbridos utilizados. Incluye las siguientes actividades.

2.9.1 Preparación del suelo para la siembra.

2.9.1.1 Chapoda:

Consiste en eliminar las malezas en forma manual, mecánica o química, 8 a 15 días antes de la siembra, dependiendo del tipo y desarrollo de las malezas, así como de las condiciones topográficas del suelo (4).

2.9.1.2. Sub-suelo.

Los lotes que se han usado para ganadería por muchos años, y se van a sembrar en cultivos, es aconsejable al preparar el suelo descompactarlos por medio de arados de disco o de cincel, si la topografía de este lo permite (3).

Esta actividad se recomienda principalmente para aquellos terrenos en donde nunca se ha laboreado, donde ha existido mucho paso de maquinaria, la cual ha compactado el terreno, donde hubo ganado pastoreando, y/o en general cada uno

o dos años para evitar el piso de arado. Puede efectuarse durante la época seca, y puede darse una o dos pasadas en forma cruzada.

El propósito del subsolado es precisamente eliminar el compactamiento existente en el suelo, permitiendo así, mejor penetración del sistema radicular, mejor aireación y un mejor drenaje. El subsolado se hace con maquinaria agrícola pesada que pueda penetrar los cinceles a por lo menos una profundidad de 60 cm. (4).

2.9.1.3. Arado.

Se recomienda remover la parte superficial del suelo a profundidades que varían hasta los 45 cm. El objetivo principal de esta labor es voltear la superficie del suelo para que los desechos vegetales puedan descomponerse e incorporarse al suelo; además se logra exponer a las plagas del suelo para que sirvan de alimento a las aves. Generalmente se usa el arado de vertedera o el de disco. Esta práctica debe repetirse cada vez que se establece un cultivo, procurando hacerla cuando el suelo tiene todavía más del 30% de humedad (4).

2.9.1.4 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 (4)

2.9.1.5 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. (33, 4).

2.9.2 Épocas de siembra.

2.9.2.1 Primera:

La siembra debe realizarse al establecerse las lluvias (entre la segunda quincena de mayo y primera de junio) con materiales fotoinsensitivos, lo que permitirá obtener dos cosechas en el año, ya sea por manejo del rebrote o por nueva siembra de semilla. La cosecha de la primera siembra debe secarse con maquinaria para evitar pérdidas por pudrición o germinación (4, 38)

Esta época de siembra no es la más recomendada para la producción de grano, porque la lluvia puede arruinar la cosecha.

2.9.2.2 Postrera o segunda:

Es la época más recomendada y generalizada, debe realizarse en la primera quincena de agosto, para cosecharlo en época seca sin necesidad de secado artificial. También puede cultivarse bajo riego o humedad residual (a más tardar a principios de diciembre), teniendo en consideración que la cosecha se obtenga antes del inicio de las lluvias para evitar problemas de humedad en el grano (4, 38).

2.9.2.3 Bajo riego.

La humedad, fertilidad y el foto periodo, son factores limitantes en el rendimiento en variedades forrajeras. En días cortos (noviembre, diciembre y enero) la siembra de sorgos forrajeros reducen mayormente su rendimiento, en este sistema el agricultor puede.

Si el objetivo es producir forraje se recomienda utilizar variedades fotoinsensitivas y sembrarlas entre el 15 de noviembre hasta el 31 de diciembre para obtener la cosecha antes del inicio de las lluvias del año siguiente y así evitar perdidas por pudrición, germinación y manchado de granos (4, 38).

2.9.3. Semillas.

Es muy importante utilizar semillas que sean de alta germinación (mínimo 85 %) y de pureza parietal, características que son garantizadas por los productores de semillas. Para sembrar una hectárea de sorgo R.C.V se utilizan 16kg por hectárea (4, 38)

2.9.3.1 Distanciamiento de siembra.

Se recomienda el distanciamiento entre surcos de 50-80 cm. El distanciamiento entre planta es de 8-10 cm cuando es para forraje (ensilaje). En terrenos de baja fertilidad y poca humedad la densidad de siembra es menor que las indicadas. (4, 38, 29).

2.9.3.3 Siembra.

La cama deberá estar completamente suelta con humedad adecuada y limpia de malas hierbas para que la semilla al germinar no emerja en condiciones desfavorables. La siembra deberá realizarse en fondo del surco, si el suelo es liviano y de buen drenaje; en el camellón si es pesado y con buen drenaje, la profundidad que debe sembrarse la semilla dependerá de la textura del suelo, aunque en términos generales se considera que si el suelo es arenoso la siembra debe efectuarse a 5cm de profundidad, si es arcilloso a 3 cm. (38).

2.9.3.4 Raleo.

Esta labor conocida también como deshije consiste en regular la densidad de planta, la cual depende del propósito del cultivo y de la variedad. Se recomienda efectuar el raleo cuando las plantas alcancen una altura de 10 a 15cm lo cual

ocurre 10 a 15 días después de la siembra, dependiendo de las condiciones de la edad del suelo y los sistemas de cultivo intercalados con sorgo (4, 38).

2.9.3.5 Aporco

Esta práctica se recomienda realizarla 15 días después de haber sembrado el sorgo y se hace con el fin de que ayude a la fijación de la planta y permite eliminar hierbas. El objetivo de esta operación es tapar el fertilizante, controlar malezas y proveer algún drenaje al suelo (38).

2.9.4 Fertilización .

Según Graetz (13), para mantener un crecimiento sano de la planta, es necesario que el suelo posea un amplio rango de nutrientes. Las plantas absorben los elementos nutritivos en ciertas proporciones. Es importante que los nutrientes se mantengan balanceados en el suelo, para satisfacer las necesidades individuales de los cultivos (4).

Los productores deben conocer la cantidad, y forma y época de aplicación de los fertilizantes químicos, además de todos los factores que afectan la buena utilización de los fertilizantes como: pH, contenido de materia orgánica humedad disponible y tipo de suelo (37).

2.9.4.1. El nitrógeno

Entre los elementos esenciales es el que es absorbido en mayor cantidad por el sorgo, siendo exigido durante todo el ciclo de la planta. Entre tantos es considerado muy poco absorbido en los primeros días siendo esta fase garantizada hasta aproximadamente 30 días (41).

Deficiencias a partir de ese periodo afectan no solo el rendimiento sino también a la calidad del grano, por disminución del contenido de proteína (30).

La fertilización nitrogenada en la mayoría de suelos, es una medida correcta y necesaria su dosificación será adecuada si satisface la demanda de la planta y armoniza simultáneamente por las exigencias del ácido fosforito y potasa. En este caso se convierte en un medio eficaz para el incremento de los rendimientos a la vez que es mejorados de a calidad de los productos cosechados (27).

Por lo tanto no se debe de ir mas allá de la época de floración para no tener perjudicada la floración (31).

El nitrógeno favorece el crecimiento rápido y aumenta la producción de la planta, forma la proteína en cultivos alimenticios y forrajeros. Si se aplica nitrógeno en exceso, puede retardar la maduración de la planta y favorece su susceptibilidad a enfermedades (22).

La fertilización y requerimientos del cultivo fueron determinados a partir de los resultados de ensayos de investigación realizados por el CENTA (2000 al 2005), y consensuados en el laboratorio de Suelos.

2.9.4.2 Requerimientos de NPK para el cultivo de sorgo.

Para fertilizar se recomienda hacerlo con base en los resultados del análisis de suelo, de no existir análisis de suelo se recomienda en forma general la siguiente fertilización: (4).

Variedad	N	P	K (kg/ha)
RCV	114	50	114
Sorgos forrajeros y de doble propósito.			

Primera fertilización: se realiza a la siembra aplicando formula completa 16-20-0, 192 kgha-1 (300 lb/mz)..

Segunda fertilización: 25 días después de la siembra con 192 kgha-1 (300 lb/mz) de Sulfato de Amonio o 96 kgha-1 (150 lb/mz) de Urea.

Después de cada corte: se recomienda la aplicación de fertilizante Nitrogenado 8 días después, con cantidades de 192 kgha-1 (300 lb/mz) de Sulfato de Amonio o 128 kgha-1 (200 lb/mz) de Urea.

2.10 Plagas y Enfermedades.

2.10.1 Control de plagas.

De acuerdo con Compton, el control de los insectos debe realizarse mediante el manejo integrado de plagas (MIP), esto comprende: utilización de insecticidas apropiados, uso de variedades resistentes o tolerantes, prácticas culturales (fecha de siembra, rotación de cultivos, eliminación de hospederos de insectos, manejo de los residuos de cosecha), control biológico y por supuesto la observación detallada del cultivo con el objetivo de verificar las poblaciones de plagas y el daño causado (4).

Es muy importante, en lo que sea posible, informarse del ciclo de vida de los insectos considerados como plaga, puesto que no debe esperarse observar un cultivo totalmente libre de insectos, pues aún cuando se encuentren presentes es muy posible que no alcancen niveles de daño al cultivo que puedan transformarse en pérdidas económicas. También debemos recordar que las larvas de los insectos tienen diferentes nombres, según el grupo al que pertenecen: en el grupo de las palomillas se denominan “gusanos”, las larvas de las moscas se

llaman “cresas”, y las de los escarabajos se conocen como “gusanos de alambre, gallinas ciegas, orugas”. Estas larvas, que experimentan cambios, es la forma de los insectos que se alimenta con mayor voracidad y por consiguiente la que causa mayor daño a la planta o grano de sorgo (4).

Las principales plagas que causan severos daños durante el desarrollo del cultivo son diversas; para discutir aspectos relacionados con el daño que provocan y los métodos de control se han dividido en tres grupos: Plagas del suelo, del follaje y panoja (37).

2.10.2 Insectos del suelo

2.10.2.1 Gallina ciega.

Oruga, Chorontoco (*Phillophaga spp.*) El daño que estos gusanos blancos en forma de C con tamaño de 2 ó 3 mm hasta 3 cm causan, se manifiesta primero en plántulas marchitas y después en zonas con baja población de plantas inclinadas, curvas o acamadas que crecen de forma irregular, éstas se arrancan con facilidad. Una gallina ciega puede destruir todas las plantas dentro de una hilera de 5 metros.

2.10.2.2 Gusano de alambre.

Melanatus sp., *Agriotes sp.*, *Dalopius sp.* Son gusanos delgados cilíndricos y segmentados suaves y blancos al nacer. Cuando se desarrollan miden 40mm y son brillantes, lisos, duros de movimientos lentos de color amarillo o café. Las áreas sin plántulas o estas marchitas y en el cambio de las plantas desarrolladas son síntomas del daño de gusano de alambre. Se alimenta del embrión de la semilla, además lesionan la base de los tallos y cortan las raíces de las plantas (4).

2.10.2.3 Gusanos cortadores.

Larva rolliza o ondulada, de color blanco grisácea a negro grisáceo o pardo, miden de 30 a 50 mm de largo. Cortan las plantas de sorgo a ras de suelo, otras larvas se alimentan de las partes subterráneas (4).

2.10.2.4 Control de los insectos del suelo.

Los escarabajos de gallina ciega pueden ser capturados con lámparas de luz artesanales, reduciendo en gran número la población de larvas en el suelo. Si es posible arar al suelo, se recomienda hacerlo en verano para que los huevos y larvas de gallina ciega queden expuestas al sol y a la captura de sus enemigos. Para control de plagas del suelo en general se recomienda el tratamiento a la semilla con gaucho en dosis de 56 gr sobre 45 kg de semilla.(4)

2.10.3 Insectos del follaje.

2.10.3.1 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

Se alimenta de las partes tiernas de las hojas. Dañan la panícula antes de que emerjan y después de que emerjan de estas se alimentan del grano en desarrollo. Puede actuar como cortador y barrenador. Las larvas de cogollero cuando jóvenes son de color verdusco y cabeza negra (4).

2.10.3.2 Gusano soldado (*Spodoptera exigua*).

Las larvas son de color negro o verde oscura, miden de 4-5cm de largo. Las larvas recién salidas raspan la superficie de las hojas, se alimentan de los márgenes de las hojas, avanzando hacia al centro de esta, dejando solamente la nervadura central. Puede alimentarse del grano en maduración (4).

2.10.3.3 Afidos.

Pulgones (*Aphis sp*). Succionan la savia de la planta, introducen toxinas que pueden introducir virus. Son vectores de enfermedades, se alimentan del envés de la hoja y producen una secreción dulce o mielecilla. Las hojas de la planta de sorgo mueren (4).

2.10.3.4 Control de las plagas del follaje.

Se recomienda el manejo integrado, con prácticas culturales, mecánicas y químicas. En estado de plántula; el control químico puede realizarse con piretroides 1.0 lts/Ha; en cultivo establecido utilizar Phoxin 2.5 kg, en dosis de 16 kg/Ha. Para control de afidos se recomienda Permetrina en dosis de 0.7-1 Lha (0.5-0.75/mz) (4).

2.10.4 Insectos de la panícula.

2.10.4.1 Barrenador del tallo, (*Diatrarea sp.*, *Elasmopalpus lignosellus*).

En las plantas jóvenes causan túneles al raz del suelo o ligeramente debajo de la superficie. Las larvas se alimentan de las hojas y luego perforan el tallo, barren hacia arriba y hacia abajo la medula del tallo y causan acame y quebraduras de las plantas. Puede causar quebraduras de la panícula (4).

2.10.4.2 Control.

Manejo adecuado de restrojos reacuérdese que el insecto prefiere la caña de maíz para sobrevivir a la próxima siembra. Aplicaciones de Permetrina en dosis de 0.7-1 Lha¹ (0.5-0.75/mz) antes, de los 20 días de la siembra dirigida a la base del tallo y estos han demostrado excelentes resultados (4).

2.10.5 Mosquita de la panoja. (*Contarinia sorghicola*).

Esta es la plaga mas destructiva del sorgo. La hembra deposita sus huevos (alrededor de 100 huevos por mosca), en las espiguillas en floración, al nacer la larva, esta se alimenta de los ovarios del grano en formación causando granos vanos, desarrollo anormal y por consiguiente una panícula arruinada. El adulto solamente vive un día (4).

2.10.5.1 Control.

Eliminar los hospedantes alternos como zacate Jhonson y Sudán, evitar las siembras tardías y hacerlo en forma simultanea con el resto de productores de sorgo. Aplicaciones de Piretroides 1lt/Ha, antes del 30% de la floración del

cultivo, son medianamente eficaces, en ocasiones es necesaria una segunda aplicación aproximadamente cuando el cultivo se encuentra en el 50% de floración. En lugares con altas poblaciones de mosquita de sorgo se recomienda la siembra de variedades mejoradas de baja o mediana altura para facilitar el control químico (4).

2.10.6 Gusano telañero (*Nolla sorghiella*).

El adulto es una pequeña mariposa de color blanco, es activo de noche, cada gusano deposita alrededor de 100 huevos. Las larvas son de color pardo amarillento o verdoso, con cuatro bandas entre rojizas y negras, su cuerpo esta cubierto por espinas y pelos. Las larvas jóvenes que suspenden de la planta por medio de una fina hebra sedosa al ser perturbada (4).

Se alimentan de las partes florales en desarrollo, produce huecos circulares en los granos, y posteriormente son consumidos.

2.10.6.1 Control.

Se recomienda el uso de variedades mejoradas y las siembras tempranas. Aplicación de clorpirifos o piretroides, 1 lt/Ha al inicio de floración o formación de la panícula. Si las poblaciones son altas se deberá de repetir la aplicación (4).

2.10.7 Control de Enfermedades.

Las enfermedades mas comunes en el cultivo de sorgo son rey del sorgo (*Puccinia sorghi*), mancha zonada de la hoja (*Gloeocercospora sorghi*), mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi*), tizón de la hoja (*Helminthosporium sp.*), Antracnosis o/y pudrición roja (*colletotrichum graminicola*), Pudrición del tallo (*Fusarium sp.*), Cogollo retorcido (*Fusarium moniliformis*) y mildew veloso (*Peronosclerospora sorghi*). Últimamente se ha reportado la enfermedad de la panoja cocida como Ergot o enfermedad azucarada del sorgo (*Sphacelia sp.* = Claviceo africana), Bacteriosis (*Pseudonomas rubrilineans*). (4).

2.10.7.1 La roya del sorgo (*puccinia sorghi*).

Es una de las principales enfermedades con mayor incidencia y severidad que se presenta en los sorgos especialmente en los criollos. Los sorgos mejorados son afectados con menor incidencia, ya que se les ha incorporado resistencia a través de los programas de mejoramiento.

Esta enfermedad aparece cuando inicia la maduración del grano hasta su última etapa del cultivo de sorgo, incrementando la severidad del daño en variedades susceptibles volviendo inservible el follaje para la alimentación del ganado. Su mejor control es a través de materiales resistentes y o tolerantes, CENTA texistepeque, CENTA soberano, CENTA RCV, CENTA SS44 (4, 5).

2.10.7.2 Mancha Zonada de la hoja (*Gloeocercospora sorghi*).

Es una enfermedad que inicia su daño en plantas jóvenes alrededor de los 45 días de edad hasta los 80 días de edad que es cuando desaparecen. Si la planta es susceptible puede dañar completamente la lamina foliar, afectando la fotosíntesis. El control mas eficiente es el uso de sorgos tolerantes o resistentes como las variedades mejoradas R.C.V y Soberano (4).

2.10.7.3 Mancha gris de la hoja.

Ocasionada por *Cercospora sorghi*. Esta enfermedad aparece en el sorgo en la etapa intermedia del ciclo vegetativo del cultivo, por los 60-70 días después de siembra. Cuando las variedades son muy susceptibles el hongo daña completamente el follaje causando muerte de las hojas viejas, que es donde inicia. Las variedades criollas son muy susceptibles a este hongo, y las variedades mejoradas (CENTA S3, CENTA RCV, CENTA texistepeque y CENTA soberano (4, 5).

2.10.7.4 Tizón de la hoja.

Ocasionada por *Helminthosporium sp.* Aparece en la etapa intermedia y final del ciclo vegetativo del cultivo (60-90 días después de siembra). Cuando las

variedades son muy susceptibles, el hongo daña el follaje hasta quemarlo completamente, causando la muerte de las hojas intermedias que es donde se inicia la enfermedad. El daño que causa esta enfermedad es menor en las variedades criollas y mejoradas, que el causado por las enfermedades descritas anteriormente (4).

2.10.7.5 Antracnosis o pudrición roja.

Ocasionada por *Collectotrichum graminicola*. Aparece en el sorgo desde el inicio del ciclo vegetativo del cultivo. Su aparecimiento es frecuente en materiales criollos, se considera de menor importancia en las variedades mejoradas (4).

2.10.7.6 Mildiu velloso.

Ocasionada por *Peronosclerospora sorghi*. Esta enfermedad aparece en el sorgo desde el inicio del ciclo vegetativo del cultivo, su aparecimiento se considera de menor frecuencia; sin embargo, en los últimos años se ha incrementado su presencia, ya que los materiales que han presentado resistencia a la enfermedad lo están padeciendo.

Ergot o enfermedad azucarada del sorgo, ocasionada por el hongo llamado *Sphacelia sp=Clavicep* africana. Se presenta comúnmente en líneas androesteriles (líneas de sorgo que solo poseen en sus flores órgano reproductor femenino viable). En la panícula aparece una sustancia mielosa o pegajosa que inhibe la formación del grano ya que es sustituido por las esporas del hongo.

Para el control de enfermedades en las producciones comerciales de sorgo, generalmente no se aplican fungicidas (excepto para Ergot) debido a que la mayor parte de ellas ocurren después de la floración, lo cual no causan daño económico significativo por lo que su aplicación no es rentable. El mejor control es seleccionar variedades o híbridos resistentes por lo que su aplicación es

rentable. El mejor control es seleccionar variedades o híbridos resistentes y utilizar semilla con tratamiento de fungicidas (4).

2.10.8. Control de malezas.

El sorgo es un cultivo cuyo crecimiento inicial es lento, y se acentúa por la competencia de malezas, razón por la cual es preciso hacer una buena preparación de suelo para mantener el cultivo limpio en los primeros días y, en consecuencia, asegurar un mejor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados y con ello lograr un mejor desarrollo del mismo (4).

El control de malezas debe realizarse siempre, para evitar que estas compitan por luz, agua y nutrientes con los cultivos. Puede ser mecánico, químico o manual. En forma química se recomienda:

- Dual 960 en dosis de 1.7 a 3 l/ha más atrazina 80, 1.3 a 2.0 kg/ha, ya sea en pre-siembra incorporado o pre-emergencia.
- Lasso 4E, 3.8 a 5.0 l/ha más atrazina 80, 1 a 1.3 kg/ha., aplicado en pre-siembra o pre-emergente.

Cuando se emplean herbicidas como Dual y Lasso deberá protegerse la semilla con un neutralizador como CONCEP II, en dosis de 3 a 3.5 onzas para 45 kilogramos de semilla, en 400 a 500 cc de agua (4).

2.10.9 Cosecha.

Para la variedad CENTA RCV, la cosecha puede ser manual o mecánica, depende de la forma de siembra o topografía del terreno (29).

El corte debe hacerse a una altura de 10 cm. del suelo para estimular el rebrote (5).

De acuerdo con McCormick, indica que hay que cortar o cosechar el sorgo para forraje cuando este se encuentra en la etapa de masa suave (mañoso-lechoso) de la madurez, ya que es aquí donde se alcanzan los rendimientos máximos (tm/ha) sin reducir apreciablemente su calidad nutritiva.

2.10.9.1. Rendimiento de biomasa.

Fontanetto, (19) menciona que, el éxito de un cultivo depende de múltiples factores: edáficos, ambientales, económicos-financieros y de manejo, pudiéndose afirmar además que el rendimiento está estrechamente relacionado con la cantidad de semillas útiles que se siembran por metro cuadrado o metro lineal de surco, y con el número de plantas logradas a la cosecha.

Con alguna variante entre especies o aún dentro de cada especie, se puede generalizar que en todos los cultivos se busca maximizar cosechas, lo cual está ligado con la producción de materia seca total y a la eficiencia del proceso de partición que se expresa en el índice de cosecha (46).

2.10.9.2 Calidad nutritiva del forraje de sorgo según la edad.

Doggett (14), establece que la composición química de la planta varía con la edad y con la variedad, pudiéndose observar que el contenido de proteína es alto y generalmente disminuye con la edad de la planta. Si bien la fibra aumenta con la edad, las plantas inmaduras muestran niveles bajos junto con un nivel alto de carbohidratos.

Al cortar el sorgo en la etapa suave de la madurez, maximizará la producción por hectárea de energía digerible; sin embargo, si la digestibilidad máxima es más importante que el rendimiento total, como en el caso de vacas lactantes y terneros, entonces la etapa óptima para la cosecha sería la de floración temprana (5).

En las etapas tempranas de crecimiento, la proteína constituye de 12 a 18 % de la materia seca, pero disminuye entre 5 y 8 % conforme la planta llega a su madurez. La disminución es particularmente pronunciada entre antesis y la etapa lechosa, con la disminución más marcada en las hojas y el tallo (13).

El rendimiento máximo de proteína ocurre en la etapa de masa suave. El contenido de fibra disminuye, de alrededor de 35 % en la plántula, hasta un mínimo de 24 % durante la floración y luego aumenta un poco conforme se alcanza la madurez (1).

Cuadro 1. Análisis bromatológicos de los restos de cosecha del sorgo granero en diferentes edades (en base seca).									
Edad de corte (días)	Fibra cruda (%)		Proteína cruda (%)		Extracto etéreo (%)		Ceniza (%)		Extractos libres de nitrógeno (%)
	X	S	X	S	X	S	x	s	X
108	15,79	2,80	8,70	0,55	2,19	0,22	6,54	0,36	63,79
115	22,73	3,40	8,52	1,49	1,69	0,18	7,13	2,13	62,55
123	28,66	2,27	6,85	0,85	1,64	0,21	7,93	1,11	54,95
129	32,10	2,75	6,60	0,77	1,61	0,20	8,13	0,74	51,30
136	33,03	3,08	5,52	1,00	1,33	0,16	10,61	2,12	49,50
147	35,18	3,88	5,27	0,42	1,41	0,22	6,57	0,17	51,57

CUADRO 2:**EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DE CALIDAD DE UN VERDEO DE AVENA EN LOS DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS**

ESTADOS FENOLÓGICOS	Cultivo	MS %	PB %	DIVMS %	CNES %	FDN %	LIGNINA %
ESPIGA/PANOJA EMBUCHADA	Moha	25.86	15.45	70.00	8.84	52.00	2.38
	Mijo	23.00	14.16	70.83	14.00	55.40	2.66
ESPIGA/PANOJA RECIEN EMERGIDA	Moha	27.25	15.36	74.61	9.71	53.10	1.85
	Mijo	25.95	13.90	66.10	14.41	57.70	2.37
ANTESIS (FLORACIÓN)	Moha	25.13	12.50	64.65	8.44	60.10	2.44
	Mijo	26.15	12.31	63.86	13.15	58.20	2.28
GRANO LECHOSO/ PASTOSO	Moha	30.53	11.00	55.85	8.10	61.70	2.72
	Mijo	28.21	11.69	59.64	12.75	59.18	2.98
GRANO DURO	Moha	50.28	8.69	55.90	7.26	58.80	3.98
	Mijo	46.11	9.56	57.60	8.21	55.70	3.59
PLANTA TOTALMENTE SECA	Moha	76.20	7.42	46.71	3.70	64.70	5.24
	Mijo	75.00	7.30	40.40	4.66	65.60	4.28
RASTROJO (TALLO SECO)	Moha	73.10	6.00	44.43	3.55	68.70	4.96
	Mijo	67.23	8.40	40.23	4.50	67.00	5.00

Referencias:

MS: materia seca PB: proteína bruta DIVMS: digestibilidad “in vitro” de la materia seca

CNES: azúcares solubles FDN: fibra detergente neutro FDA: fibra detergente ácido (44).

El ensilaje de forraje de sorgo cortado en el estado lechoso tardío, contiene cerca de 55 a 58 % de nutrientes digeribles totales (NDT); 8 a 9 % de proteína; 0.2 a 0.3 % de Ca y 0.15 a 0.20 % de P. El ensilaje de forraje de sorgo tiene por lo general 80 a 85 % del valor alimenticio del ensilaje de maíz, principalmente

porque éste contiene un mayor porcentaje de grano que el sorgo (50 % en comparación con 25 %).

El ensilaje de la planta completa de sorgo incluyendo el grano, poseerá valores de energía próximos a los del ensilaje de maíz (69 % NDT) y frecuentemente producirá iguales tasas de crecimiento de la ternera; sin embargo, el ensilaje de sorgo de grano produce mucho menos materia seca por hectárea que el de sorgo forrajero o de maíz. Una mezcla de ensilaje de sorgo forrajero y grano de sorgo, mejora el contenido de energía de la ración y el rendimiento del animal (25).

Se puede mejorar la calidad del forraje mediante varias prácticas agronómicas tales como la aplicación de fertilizante, riego, y otras. Los cultivos mixtos que incluyen leguminosas, también ayudan a aumentar el contenido de proteína en el cultivo de sorgo asociado FAO (20).

2.10.9.2.1. Proteína.

Las proteínas son compuestos orgánicos de polímeros de los aminoácidos y son constituidos de nitrógeno y otros elementos y ligados por enlaces peptídicos. Los aminoácidos son los materiales esenciales para la construcción del tejido y los órganos de los animales Hulse y col (26).

El contenido y la composición de la proteína en el endospermo de la semilla y de la planta, están influenciados por el genotipo y el ambiente (principalmente la fertilidad del suelo). El nitrógeno foliarmente aplicado, resulta en mayor contenido de proteína del grano, que el N aplicado al suelo Waggle, 1967. En suelos pobres de los trópicos, la fertilización nitrogenada ha conducido a aumentos tanto de rendimiento de grano como de proteína en el grano y planta, la cual ha mostrado un mayor porcentaje de prolina y glutamina y

menor porcentaje de lisina y triptófano. Altas densidades de plantas pueden causar también contenidos bajos de proteína Hulse y Col (26).

Por otra parte, Escobosa Laveaga y Col. (17), establecen que entre las funciones metabólicas normales, toma lugar la formación y reparación de tejidos, así como la producción de secreciones orgánicas tales como enzimas, hormonas, leche, etc.; para esto el organismo requiere que se le proporcione el material necesario para la producción de los aminoácidos que son las unidades de construcción.

Las necesidades variarán dependiendo de la talla y madurez del animal. Para un crecimiento normal, el bovino requiere en forma progresiva mayores cantidades de proteína, ya que la mayor parte de las ganancias en peso se atribuye a depósitos de proteína y agua en tejidos y órganos. A medida que el animal madura, el incremento de peso se deberá más a depósito de grasa que de proteína.

En animales gestantes es importante considerar los requerimientos de proteína; llama la atención que durante el último tercio de gestación, el producto de concepción incrementa rápidamente de tamaño almacenando fuertes cantidades de energía y proteína; en base a materia seca, aproximadamente dos terceras partes del producto de concepción están formadas por proteínas.

Las proteínas son requeridas para el mantenimiento, crecimiento, reproducción y lactación. Este elemento se puede almacenar en los músculos, hígado y en la sangre; pudiendo ser empleado en casos de deficiencias para mantener la producción y lactación por períodos cortos.

La concentración y digestibilidad de la proteína en la dieta afecta la disponibilidad de energía, ya que modifica el consumo, digestibilidad y la eficiencia energética.

2.10.9.2.2 Carbohidratos.

Otra clase de compuestos de gran importancia para la economía de los seres vivos son los glúcidos, también denominados glícidos, hidratos de carbono, carbohidratos o azúcares. Su importancia proviene del hecho de que en la naturaleza la cantidad de estos compuestos es mayor que la de todas las demás sustancias orgánicas juntas. La gran abundancia de glúcidos en la naturaleza se debe a que las estructuras de sostén de los vegetales están formadas de polisacáridos, que, por otra parte, también están presentes en cantidad notable en los animales.

El glúcido más difundido es la celulosa $(C_6 H_{12} O_6)_n$, de función estructural; pero también los almidones $(C_6 H_{10} O_5)_n$, están ampliamente distribuidos en los cereales y otras semillas, raíces tubérculos etc., y con función de reserva. Los carbohidratos pueden dividirse en dos grupos: monosacáridos y polisacáridos; los monosacáridos se dividen en: diosas, triosas, terrosas, pectosas, hexosas, según que el número de átomos de carbonos presentes en su molécula sea 2, 3, 4, 5 y 6. Los polisacáridos que están constituidos por la unión de 3 o más moléculas de monosacáridos, se distinguen los oligosacáridos.

De acuerdo con El Tinay y Col. (45), el carbohidratos principal, en todos los cereales, es el almidón y en el sorgo su contenido es de 32 a 79 % con las variedades dulces mostrando un menor contenido de este polímero.

Capella y Col. (17) sostienen que el ensilaje es una forma de conservar alimento dentro de una estructura hermética llamada silo, sin que se afecte notoriamente su calidad. Es un alimento que su valor alimenticio es conferido por los carbohidratos solubles presentes en el material principalmente en los granos, en consecuencia su valor nutritivo es estrictamente energético. No es un proceso mediante el cual se convierten forrajes de mala calidad en alimentos más

nutritivos; su calidad está directamente relacionada con la calidad original del material vegetal ensilado.

Los procesos bioquímicos que ocurren en el ensilaje son los siguientes: La fase aeróbica (con aire) de la fermentación comienza cuando el forraje es recién cosechado y depositado en el silo.

Los microorganismos aeróbicos contenidos en el material (hongos, bacterias, levaduras) siguen respirando el oxígeno retenido entre las partículas del forraje, utilizando también los azúcares de la planta como principal fuente para la respiración; estos carbohidratos se oxidan y se transforman en dióxido de carbono y agua, liberando energía y aumentando la temperatura del forraje por encima de 60° C.

Estas temperaturas pueden reducir en gran medida la digestibilidad de los nutrientes, tales como las proteínas vegetales que se desnaturalizan y se transforman en nutrientes no disponibles para los animales. Otro cambio químico de importancia que ocurre durante esta fase es la degradación de las proteínas en nitrógeno no proteico, péptidos, aminoácidos y amonio, por la acción de las enzimas (proteasas) de las células vegetales; altos contenidos de nitrógeno no proteico y amonio en ensilajes han estado siempre asociados con bajos consumos.

Esta fase disminuye la calidad del silo, por lo que lo ideal sería que durara el menor tiempo posible. La siguiente fase comienza una vez el oxígeno ha sido agotado y reemplazado por el dióxido de carbono, originando un ambiente anaeróbico, es decir sin aire; las bacterias presentes en el forraje se multiplican, principalmente las productoras de ácido acético, que es el primero que se forma; las bacterias formadoras de ácido acético dan paso a las lactogénicas o lactobacilos, aumentándose la cantidad de ácido láctico convirtiéndose en el

producto dominante, que estabiliza el material como ensilaje en un término de 21 días, hasta inhibir el crecimiento de todas las bacterias. Esto se consigue con un buen proceso de compactación.

Existen varios factores que interactúan entre si 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: 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.

2.10.9.2.3 Minerales o cenizas.

La nutrición mineral representa un aspecto muy importante dentro de la nutrición general en ganado lechero. Los minerales son nutrimentos que participan en la mayoría de procesos enzimáticos y metabólicos en el animal y consecuentemente tienen muchas funciones las cuales son claves todas para un buen desempeño.

De la misma forma como cuidamos la calidad de los forrajes, la cantidad y calidad de proteína, energía y fibra, de la misma forma hay que cuidar la calidad de nutrición mineral que se da a las vacas y reemplazos.

Los minerales se clasifican en macro minerales, que se definen como los minerales que el animal requiere en mayor cantidad y también se encuentran en mayor proporción en los forrajes e ingredientes (Calcio, Fósforo, Magnesio, Azufre, Potasio, Cloro y sodio) y los micro minerales o elementos menores o trazas que son los que tanto se requieren como se encuentran en menor cantidad en los ingredientes (Zinc, Cobre, Manganeso, Cobalto, Hierro, Selenio, Yodo, Cromo).

Por ejemplo, mientras una vaca en producción puede requerir 100 gramos de calcio total, requiere alrededor de 1 gramo de zinc y 6 mg de selenio por día. Esto ha provocado tradicionalmente que se le de mucha más importancia a los minerales mayores, sin embargo hoy en día se sabe que los micro elementos tienen un impacto muy grande en los parámetros productivos, reproductivos, inmunidad, etc. Este es un primer aspecto de importancia que se debe considerar en el momento de realizar valoraciones a nivel de establo y determinar la nutrición mineral para la finca. Hay que darle mucha importancia a los elementos mayores y a los menores.

Los forrajes son una fuente medianamente adecuada para elementos mayores tanto por la cantidad como por la biodisponibilidad, sin embargo es una mala fuente de elementos menores no tanto por cantidad presente, sino por biodisponibilidad (17).

SUMBAMBO, (48), mencionan que el contenido mineral de los granos y forrajes varía enormemente, siendo estos últimos los que presentan mayor variación. Estas diferencias se deben a la genética de la planta, suelo y pH, clima y temperatura, estado de madurez de la planta y a la parte de la planta.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Generalidades de la investigación.

3.1.1. Localización geográfica.

La investigación se realizó en la Unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador. Ubicada en el cantón el Jute, jurisdicción y departamento de San Miguel, a la altura del kilómetro 144 ½ de la carretera de la ciudad de San Miguel que conduce a la ciudad de Usulután.

Las coordenadas geográficas del lugar son de 13° 26.3' latitud norte 88° 09.5' longitud oeste.

3.1.2. Características del lugar.

3.1.2.1. Características climáticas del lugar.

Las condiciones meteorológicas que caracterizan al lugar donde se llevó a cabo el experimento desde Febrero – Mayo del 2008 son: Temperatura promedio de 27.8° C, temperatura máxima promedio de 36.06° C, temperatura mínima promedio 22.58° C, humedad relativa 72.2 %, precipitación de 788.4 mm, una altura de 117 m.s.n.m. y los vientos que prevalecen en la zona son: por la mañana de Norte a Noreste, por la tarde de Sur a Sureste (fuente: SNET/CIAGRO).

3.1.2.2. Características edáficas.

El terreno donde se realizó el ensayo está ubicado en el cuadrante 2556-II, San Miguel, cuya unidad de mapeo Sma, y presenta las características siguientes: Sma: San Miguel franco arcilloso ligeramente inclinado en planicies.

Fisiografía: son áreas amplias casi sin disección; el relieve local es bajo; las pendientes son predominantes del 3 %; las capas inferiores generalmente son

aluviones estratificadas de polvo y pómez volcánicos.

Drenaje y humedad: los campos no son demasiado húmedos en la época lluviosa, con buen drenaje. Permanecen secos en la estación no lluviosa.

Tipo de suelo: latosoles arcillos rojizos, muy pesados, profundos y bien desarrollados.

Los horizontes superficiales hasta los 25 cm. de profundidad, son de textura franco arcillosa y de color pardo oscuro, de los 25 a 100 cm. es arcilla con estructura de bloque y de color café rojizo. Las capas inferiores las constituyen cenizas y pómez volcánicas ácidas estratificadas con texturas que varían de franco arcilloso a franco arenoso, de color pardo amarillento.

Estos suelos pertenecen a la clase I y son apropiados para la mayoría de cultivos anuales como el maíz, frijol, ajonjolí, sorgo y caña de azúcar, poseen buena capacidad de retención de agua y son moderadamente permeables. Con alta capacidad de producción mediante el uso racional de fertilizante y métodos adecuados de laboreo.

3.1.3. Factores biológicos.

3.1.3.1. Flora.

La vegetación natural existente en la zona donde se realizó el estudio se detalla por especies de la siguiente manera:

3.1.3.1.1. Vegetación arbórea.

Tigüilote (*Cordia dentata.*), mango (*Mangifera indica.*), mongollano (*Pithacellobium dulce.*), conacaste blanco (*Albizzia caribiae.*), maquilhuat (*Tabebuia rosea.*).

3.1.3.1.2. Vegetación herbácea.

Zacate agua (*Ixophorus unisetus*), zacate callie (*Cynodon dactilon*), maíz (*Zea mays*), mozote (*Cenchrus brownii*).

3.1.3.2. Fauna.

Dentro de la fauna se observaron pájaros ala roja (*Claravis godefrida*), pijullos (*Crotophaga sulcirostris*), mapachines (*Proeyo lator*), zanates.

3.1.4. Duración del estudio

La investigación se llevara a cabo en un período de 15 semanas, comprendidas desde la cuarta semana de enero hasta la segunda de mayo del año 2008. Estas estuvieron comprendidas desde la obtención de las muestras de suelo para el previo análisis, preparación del terreno, siembra y el seguimiento de las etapas fenológicas del cultivo con su respectivo manejo agronómico hasta la cosecha, pesado y picado de cada uno de los tratamientos que sé evaluaron..

3.1.5. Metodología de campo.

3.1.5.1. Reconocimiento y delimitación del área experimental.

Antes de iniciar con la fase experimental del estudio se realizo un recorrido o reconocimiento por el terreno, esto con el objetivo de verificar las características fisiográficas, fuentes de agua, tipo de vegetación y uso actual de la tierra.

La delimitación del terreno se enfoco en delinear el área que se utilizo para llevar a cabo las labores de recolección muestra de suelo, preparación de suelo, lo cual se hizo mediante el uso de una cinta métrica, pitas, estacas y almádanas artesanales.

3.1.5.1.1. Muestreo y análisis químico de suelo.

Para diseñar el plan de manejo de fertilización del cultivo que se realizo un muestreo de suelo en aras de conocer las cantidades de nutrimento complementarios a los requerimientos del cultivo; el cual se llevo a cabo de la siguiente manera:

a). El muestreo se efectuo en forma de zigzag tomando del área experimental 20 puntos para la recolección de las submuestras, distanciados 10 pasos uno del otro.

b). De cada punto de muestreo se colectaron porciones de suelo a una profundidad de entre 0 – 20cm, con la ayuda de una barra, pala, cuma, balde para depositar las submuestras y una bolsa especial proporcionada por PROCAFE, donde se detallara los datos del lugar, la fecha, cantidad a obtener y profundidad a la que la muestra fue tomada.

c). Las 20 submuestras se colectaron en el balde se homogeneizaran con el objeto de obtener una sola muestra representativa (1.kg.) del área donde se realizo el ensayo.

3.1.5.1.2. Preparación de suelo.

Para la preparación del terreno se conto con la ayuda de maquinaria agrícola, después se efectuó riegos con el objetivo de mantener aproximadamente un 30% de humedad en el suelo para seguir con la labor de arado que se realizó a una profundidad de 45 cm.

Además se efectuaron riegos para mantener un cierto grado de humedad que permitiera que los terrones dejados por la aradura se desmenuzaran fácilmente con el rastreo; de los cuales realizamos 3 pasadas. El surqueado se realizó de manera manual, con un distanciamiento de 0,70mt entre surco orientada de este a oeste, con esta labor se delimitara más las áreas de bloques, áreas de calle y áreas de parcela por tratamiento.

3.1.5.2. Fase experimental.

Esta fase dio inicio la primera semana de febrero, efectuando primero la fertilización y después la siembra de las parcelas, a medida se desarrolló el cultivo se efectuó labores culturales como limpiezas manuales, riegos, aporcos, control de plagas y enfermedades, segunda fertilización y cosecha de biomasa para cada tratamiento a diferentes edades de cosecha.

3.1.5.2.1. Labores culturales.

3.1.5.2.1.1. Siembra.

La siembra de sorgo se realizo la primera semana de febrero. Esta labor se efectuo de manera manual y modalidad a chorro seguido depositando un promedio de 30 semillas por metro lineal (1 gr. de semilla) para después efectuar él raleo o deshije con un distanciamiento entre plantas de 10 cm. y 0,7 m. entre surco, quedando 10 plantas por metro lineal en síntesis 120 plantas por parcela de 9 m² (133,333.33 plantas/ha) y por área útil de 1 m², 20 plantas (ya que fueron 2 surcos los que quedaron dentro del área útil).

3.1.5.2.1.2. Primera aplicación de fertilizante químico.

La primera aplicación de fertilizante se realizo 8 días despues de la siembra, depositando el fertilizante en el surco a chorrillo y luego cubriéndolo con una pequeña capa de tierra para que no quedara en contacto directo con la semilla. La cantidad de fertilizante que se aplico se baso en los requerimientos del cultivo de sorgo bajo riego (400lbs/mz de formula 11-52-0) en base a el análisis de suelo y recomendaciones técnicas de nuestro asesor.

3.1.5.2.1.3. Segunda aplicación.

La segunda aplicación se realizo 30 días después de la primera con el aporco, la cual se efectúo a chorro seguido por cada uno de los surcos y por cada tratamiento, la cantidad de fertilizante que se aplico fue igual para cada tratamiento y el fertilizante que se utilizo es Sulfato de Amonio (NH₄)₂ SO₄.

3.1.5.2.1.4. Tercera aplicación.

La tercera aplicación se llevo a cabo a los 45 días después de siembra y se aplico Urea , siempre tomando en cuenta los requerimientos del cultivo y análisis de suelo.

3.1.5.2.1.5. Control de malezas

Al inicio del estudio hubo necesidad de efectuar control de malezas debido a

que se inicio en época seca, posteriormente al desarrollo del cultivo se efectuaron limpiezas manuales cada 15 días, haciendo uso de cumas, azadones con el fin de evitar competencia entre malezas y cultivo, así como el evitar el reservorio de plagas y enfermedades en el cultivo en estudio.

3.1.5.2.1.6 Riego.

La aplicación de agua de riego se llevo a cabo en toda la fase del cultivo. Para el cultivo de sorgo aplicamos riego cada 7 días las primeras dos semanas, y después cada 5 días tomando en cuenta anteriormente todo lo referente a las necesidades del cultivo además del clima del lugar.

3.1.5.2.1.7 Aporco.

El aporco se realizo en el cultivo cuando las plantas llegaron a un tamaño de 10 cm. aproximadamente (15 días) después de la siembra.

El aporco se realizo con el uso de azadones, palas y piochas, incorporando la tierra alrededor de la planta con el objeto de evitar que las raíces queden expuestas a la superficie y que obtuvieran cierto grado de anclaje al suelo, además para que no ocurran perdidas de los fertilizantes por el lavado y la volatilización; obteniendo así un mayor aprovechamiento.

3.1.5.2.1.8 Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas se hizo uso de insecticidas químicos. Las aplicaciones se iniciaron con el tratamiento de la semilla con Marshal , para lograr controlar las plagas que se presentan en el suelo.

Posteriormente se realizaron tres aplicaciones de rienda con el objeto de controlar al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), además de controlar áfidos (*Aphis spp*) los cuales atacaron de manera homogénea todos los tratamientos, la dosis aplicada fue de 1 copa bayer (25cc) por bomba de 16 litros.

Además otra plaga que causo daños considerables en la panoja fueron los pájaros, pero para tratar de ahuyentarlos se utilizo cinta de cassette a demás para

un tratamiento se utilizo bolsas de plástico de 3 libras con el fin de proteger la panoja por ser un tratamiento evaluado con grano.

En cuanto al control de enfermedades no fue necesario realizar ningún tipo de aplicación ya que no se presentaron daños considerables.

3.1.6. Metodología estadística.

El experimento se realizo en el cultivo de sorgo de la variedad de doble propósito RCV. El área total del ensayo fue de 324 m² (0,0324 ha) (18 m. de largo por 18 m. de ancho). Esta área se dividió en bloques y parcelas, en total fueron 16 parcelas o áreas experimentales las cuales se distribuyeron al azar con los respectivos tratamientos cada una (Figura A-1).

3.1.6.1. Diseño estadístico.

El diseño que se utilizo fue bloques completamente al azar con 4 tratamientos y cuatro repeticiones, el área de la parcela experimental donde se instalo el ensayo fue de 324 m² (0,0324 ha.), dejando 2 m. entre bloque y 2 m entre tratamiento (fig. A-1); el área de cada tratamiento es de 9 m² (3m. de largo por 3m de ancho) y el área de la parcela útil fue de 1 m² (1m de largo por 1m de ancho) (Fig. A-2). Los distanciamientos de siembra son de 0,70 m. entre surco y 10 cm. entre plantas, cada parcela tuvo la capacidad para 120 plantas promedio y el área útil alojó alrededor de 20 plantas.

3.1.6.2. Modelo Estadístico:

El modelo Estadístico fue el siguiente.

El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{iJ} = \mu + T_i + B_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{iJ} = Igual observaciones individuales.

μ = Media global

T_i = efecto del i – eximo tratamiento

B_i = efecto del i – eximo bloque

E_{ij} = Error experimental

3.1.6.3. Factores dentro de los tratamientos.

En el ensayo se medio cuatro tratamientos los cuales son:

T1= Sorgo cosechado a los 60 días.

T2= Sorgo cosechado a los 75 días.

T3= Sorgo cosechado a los 90 días con grano.

T4= Sorgo cosechado a los 90 días sin grano.

3.1.6.4 Variables del Ensayo.

Contenido de Proteína.

Contenido de Carbohidratos Simples.

Contenido de Fibra Cruda.

Análisis Económico.

3.1.7. Toma de datos.

3.1.7.1. Recolección de biomasa.

Se extrajo del área experimental cada una de las parcelas según el tratamiento a que correspondía según la edad a corte de cada tratamiento. La muestra se tomo del área útil que albergo un promedio de 120 plantas (3 m²). La cosecha se realizo cortando las planta con, cumas y machetes haciendo manojos de forraje amarrados de cada tratamiento y colocando las panojas en sacos blancos debidamente identificados, para luego ser picado. Luego con la ayuda de una balanza de gancho alemana graduada en kilogramos, se procederá al pesado de las 16 observaciones, según la edad en estudio y poder determinar de esta manera.

3.1.7.2. Calidad nutritiva.

Para la determinación de la calidad nutritiva (Cuadro 3.) se procedió al picado del forraje con las panojas en una picadora de forraje eléctrica. Después de mezclarse homogéneamente el material (forraje más panojas) en una relación 14:2 para obtener una muestra representativa de 1kg por cada tratamiento, en total fueron 16 muestras de forraje, las cuales se recibieron en bolsas plásticas y se llevaron desde San Miguel hasta UES San Salvador en una hielera para mantener la frescura del material y que no experimentara fermentación. La metodología utilizada para determinar la calidad nutritiva es la siguiente.

3.1.7.2.1. Determinación de nitrógeno por el método de microkjeldahl (% proteína)

3.1.7.2.1.1. Fundamento.

1. Digestión:

Destrucción de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico H_2SO_4 concentrado y caliente. El carbón es oxidado y el nitrógeno reducido a amoníaco NH_3 en presencia de catalizadores. El NH_3 desprendido queda fijado en el H_2SO_4 como sulfato de amonio, que es estable en condiciones de trabajo.

2. Destilación:

El NH_3 es recogido en un volumen conocido de ácido bórico, formándose borato de amonio.

2. Valoración:

El borato de amonio se titula con ácido clorhídrico HCl , empleando un indicador que es una mezcla de azul de metileno y rojo de metileno.

3.1.7.2.1.2. Equipo.

- Aparato de micro kjeldahl digestión y destilación.
- Balanza analítica.
- Balanza semianalítica.

3.1.7.2.1.3. Materiales.

- Balones de micro kjeldahl de 100ml.
- Erlenmeyer de 125ml.
- Probetas de 10 y 25ml.
- Bureta de 25ml.
- Soporte para bureta.
- Papel filtro.
- Perlas de vidrio.

3.1.7.2.1.4. Reactivos.

- Oxido amarillo de mercurio.
- Sulfato de potasio.
- Ácido sulfúrico concentrado.
- Granallas de zinc.
- Solución de hidróxido de sodio 50%.
- Solución de ácido bórico 4%.
- Solución de tío sulfato de sodio 8%.
- Ácido clorhídrico 0.1 N.

3.1.7.2.1.5. Procedimiento.

1. Digestión:

Se peso en papel filtro más ó menos 0.1 gr. de muestra en la balanza analítica, que se coloco en un balón de micro kjeldahl de 100ml. Se agrego 1.5 gr. de de sulfato de potasio más 0.1 gr. de óxido de amarillo de mercurio y 6 ml. de ácido sulfúrico concentrado. Se agita por 5 minutos y se pone a digerir en el aparato, posteriormente se conecta el sistema de extracción de vapores y se mueven constantemente los balones hasta que la solución este clara, más o menos 55 minutos.

2. Destilación:

Se retiran los balones y se enfrían, agregando agua destilada hasta la mitad de los balones y se espera a que se enfriaran.

A continuación se agregan 3.5 ml de solución de tío sulfato de sodio 8%, 4 perlas de vidrio, 2 granallas de zinc y 25 ml de solución de hidróxido de sodio 50%.

Posteriormente se recibe el destilado en el erlenmeyer de 125 ml con 15 ml de solución de ácido bórico 4% más 2 gotas de indicador azul de metileno-rojo metileno, y se coloco en el aparato.

Luego se destila aproximadamente 30 ml, se deja enfriar y se titula con solución de ácido clorhídrico 0.1 N.

3.1.7.2.1.6. Cálculos.

El porcentaje de nitrógeno se calcula con la siguiente formula:

- $\% N = \frac{\text{ml HCL muestra} * N * 0.014}{\text{Peso de muestra (gr.)}} * 100$

Peso de muestra (gr.).

- $\% \text{ proteína} = \% \text{ de nitrógeno} * \text{Factor.}$

El factor a ocupar depende de la muestra en cuestión. Para estos análisis se utilizo el factor 6.25 que corresponde a muestras de origen vegetal (14).

3.1.7.2.2. Determinación de % de fibra cruda.

3.1.7.2.2.1. Principio del método.

Consiste en digerir la muestra desengrasada primero con ácido sulfúrico 1.25% y luego con hidróxido de sodio 1.25 %, lavando el material después de cada digestión con suficiente agua destilada caliente hasta eliminación de ácido ó álcali de material.

La muestra se lava después con alcohol, seca y calcina, calculándose el porcentaje de fibra obtenido después de la calcinación.

3.1.7.2.2.2. Equipo.

- Extractor de fibra cruda.
- Estufa eléctrica.
- Horno de mufla.
- Balanza analítica.
- Desecador de gabinete.
- Bomba para vacío.

3.1.7.2.2.3. Materiales.

- Beakers Berzelius forma alta sin vertedero, capacidad 600 ml.
- Crisol de Gooch de 25 ml.
- Soporte Walter para crisol de Gooch.

- Lienzo para filtración N° 40 aproximadamente 20 cm² o tela pinzas para beaker.
- Frascos kitasato de 250 ó 50 ml.
- Embudos de vidrio boca ancha.
- Espátula de acero inoxidable 1 litro de capacidad.
- Soportes de madera para embudos.
- Probeta de 200 ml.
- Beakers de vidrio de 100 ml.

3.1.7.2.2.4. Reactivos.

- Solución ácido sulfúrico. 0.255 más ó menos 0.005 N.
- Disolver 1.25 gr. de ácido sulfúrico concentrado en 800 ml de agua destilada y aforar a 1,000 ml con agua destilada.
- Solución hidróxido de sodio 0.313 más o menos 0.005 N destilada y completar a 100 ml.
- Alcohol metílico, etílico o isopropílico. Calidad reactivo analítico.
- Indicador anaranjado metílico al 1% en alcohol etílico.
- Indicador fenolftaleina al 1% en alcohol etílico.
- Fibra de asbesto preparada. Se calienta en una cápsula de porcelana fibra de asbesto ácida a una temperatura de 60°C durante 16 horas. Se enfría y luego se puso a digerir en un tiempo de media hora con solución de ácido sulfúrico 1.25%, se lava con agua caliente, se coloca a digerir nuevamente otra media hora con

solución de hidróxido de sodio 1.25%, se lava con agua, se seca y se calcina durante 2 horas a 600° C en horno o mufla.

3.1.7.2.2.5. Procedimiento.

- Se pone la muestra desengrasada en un beaker de 600 ml que contenga 200 ml de solución ácido sulfúrico al 1.25%.
- Luego se pesa en balanza analítica 0.5 gr. de fibra de asbesto preparada y se agrega al beaker.
- Se coloca el beaker en el aparato de digestión, y se deja hervir exactamente 30 minutos girando el beaker cada 5 minutos para evitar que las partículas sólidas se adhieran a las paredes del recipiente.
- Posteriormente retiraran el beaker del aparato de digestión, al terminar los treinta minutos; se filtra a través de la tela especial puesta en el embudo y recibir las aguas de lavado en un beaker limpio.
- A continuación se lavaran los residuos que quedan sobre el filtro con agua destilada hirviendo, hasta que las aguas de lavado no dieran reacción ácida, lo que se comprueba con anaranjado de metilo.
- Al beaker original se le agrega 200 ml de solución de NaOH 1.25% se pone a hervir y cuando estaba hirviendo se agrego el residuo de está sobre el filtro.
- Se hierve durante 30 minutos, se lava siempre con agua destilada hirviendo como en el paso anterior y se comprueba la ausencia de reacción alcalina con indicador fenolftaleína.

- Se paso el residuo cuantitativamente a un crisol de Gooch que contenía una capa uniforme de asbesto, y se coloca en el frasco de kitasato.
- Se agregaran 15 ml de alcohol (etílico, metílico, propílico) y se filtra aplicando succión.
- Luego se seca el crisol de Gooch y su contenido en una estufa a una temperatura de 130° C durante dos horas, se coloca en desecador y se peso. Después se calcino a 600° C durante 30 minutos, nuevamente se pone en desecador, se enfrió y peso.
- La pérdida de peso es considerada como fibra cruda.

3.1.7.2.2.6. Cálculos.

- F.C. = $\frac{\text{Pérdida de peso después de calcinada a } 600^{\circ} \text{ C}}{\text{Peso de muestra usada en la determinación de E.E (62, 8, 54)}} \times 100$

Peso de muestra usada en la determinación de E.E (62, 8, 54).

3.1.7.2.3.. Determinación de % de carbohidratos

Se obtiene por diferencia aplicando la siguiente formula:

- % Carbohidratos = $100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ E.E cenizas} + \text{F.C.})$.

Algunos autores consideran este término como extracto libre de nitrógeno E.L.N.; como las tablas de composición de alimentos para Centro América. Y recomiendan, obtener este dato de la manera siguiente:

- E.L.N. = $100 - (\% \text{ H} + \% \text{ P} + \% \text{ C} + \text{.F.C.} + \% \text{ E.E})$.

Reportando siempre los resultados analíticos de los demás componentes en base seca (2 y 8).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Rendimiento de biomasa (kg/ha).

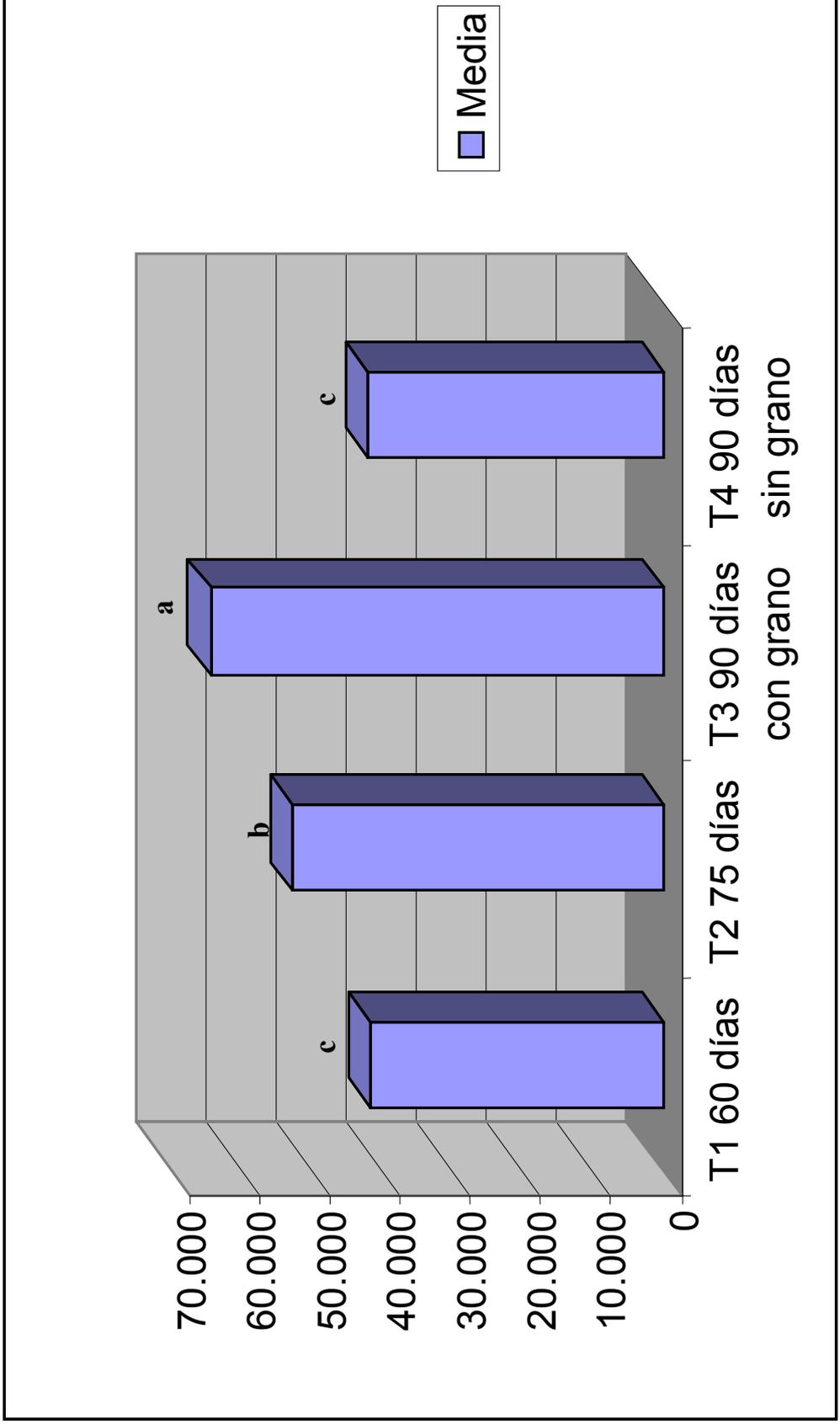
Luego de cortar el sorgo y picarlo del área útil de cada uno de los tratamientos en estudio, fue pesado, para determinar cual de estos obtuvo los mejores resultados en cuanto a rendimiento de biomasa (medido en kilogramos por hectárea); los promedios obtenidos se pueden observar en el cuadro A-1.

4.1.1. Tratamiento.

Posterior a realizar el análisis de varianza, el cual presento diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre tratamientos (cuadro A-2), se procedió a realizar la prueba de Tukey (cuadro A-3) para determinar cual de los tratamientos fue mejor en cuanto a rendimiento de biomasa. Presentándose como mejor tratamiento el T3 (64.69 Ton/ha) sorgo cosechado a los 90 días con grano, el segundo lugar fue para T2 (52.91 Ton/ha) sorgo cosechado a los 75 días, seguido de T4 (42.19 Ton/ha) sorgo cosechado a los 90 días sin grano y el T1 (42.05 Ton/ha), sorgo cosechado a los 60 días siendo los dos últimos similares estadísticamente. Señalando los promedios por tratamiento en el cuadro 3; figura 1.

CUADRO 3. Rendimiento de biomasa promedio (Ton/ha).

Tratamiento	Promedio, Ton/ha.	Desviación estándar (Ton/ha)
T1	42.050 c	± 5.9728
T2	52.910 b	± 2.0765
T3	64.690 a	± 9.0917
T4	42.190 c	± 3.9617



Rendimiento (Ton/ha)

Tratamiento.

Figura 1. Rendimiento promedio de Biomasa.

La información proporcionada por las pruebas estadísticas realizadas al rendimiento de biomasa en (Ton/ha), nos demostraron que si existieron diferencias estadísticas altamente significativas con una seguridad del 99 % de probabilidades. Por lo consiguiente el tratamiento que mayor rendimiento de biomasa presento fue el T3= 58,809.0909 kg/ha (64.690 ton/ha), seguido del T2= 48,100.00 kg/ha (52.910 ton/ha) , T4= 38,354.5454 kg/ha (42.190 ton/ha) y T1= 38,227.2727 kg/ha (42.050 ton/ha) de los cuales, estos dos últimos se comportaron similares estadísticamente entre si.

Según Costa, Cruz y Villareal (7); a medida que se prolonga la edad de corte la producción de biomasa aumenta y se reduce su contenido de proteína.

Segun Bernardis H.O y col: (1) mencionan que una buena nutrición, en el cultivo de sorgo desde los primeros estados de desarrollo producirá una cantidad de área foliar suficiente para interceptar la mayor parte de la radiación incidente y transformarla en biomasa.

Por otra parte el Ing. Marco Claros^{1*}, manifiesta que el incremento de la alta producción de materia verde de estas variedades fue debido a una serie de factores dentro de los cuales destaca el distanciamiento de siembra (número de plantas por metro lineal), el manejo, labores, fertilizaciones que se realizaron, de la preparación del terreno, del tiempo de descanso del terreno donde se estableció el cultivo y de las condiciones medio ambientales que a su parecer fueron las optimas para el buen desarrollo del cultivo y que según la oferta de

* Ing. Marco Evelio Claros Álvarez. Docente cátedra Edafología, Especies menores, Almacenamiento y procesamiento de productos agropecuarios de la UES. FMO. CC AA.

todas estas variantes los resultados obtenidos en el ensayo se ven alterados por el buen manejo y por la capacidad de aprovechamiento de los recursos disponibles para el cultivo en cuestión, por lo tanto los rendimientos de materia verde o biomasa fueron mayores a los esperados.

Según el Ing. Rene Clara Valencia (6), menciona que en el país se habla de un rendimiento promedio en biomasa de 67.01 ton/mz en RCV, los rendimientos altos, logrados en este ensayo no quieren decir que la información no es confiable; quiere decir que la variedad mostró todo su potencial bajo el ambiente favorable de manejo que tuvieron. Y menciona que se han visto datos más altos que los nuestros, hasta los (75 ton/mz), con PROLECHE. Algunos socios de esta gremial obtienen 80 y 90 ton/mz del sorgo RCV; por lo tanto esta variedad si tienen el potencial como para producir lo que estos datos dicen. Se piensa que haber hecho tres aplicaciones de fertilizante (cuadro A-25) y la buena fertilidad del terreno, han sido los factores más importantes en el incremento del rendimiento, pues normalmente se utilizan dos fertilizaciones (siembra y al aporco).

4.2 Proteína cruda (%).

En esta variable se obtuvo los promedios mediante la metodología o fundamentos de digestión, destilación y valoración los cuales consistieron en destrucción de la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico H_2SO_4 concentrado y caliente. El carbón es oxidado y el nitrógeno reducido a amoníaco NH_3 en presencia de catalizadores. El NH_3 desprendido queda fijado en el H_2SO_4 como sulfato de amonio, que es estable en condiciones de trabajo. El NH_3 es recogido en un volumen conocido de ácido bórico, formándose borato de amonio. El borato de amonio se titula con ácido clorhídrico HCl , empleando un indicador que es una mezcla de azul de metileno y rojo de metileno. El porcentaje de nitrógeno obtenido se multiplica por un factor el cual es 6.25 que

corresponde a muestras de origen vegetal, con estos cálculos se obtuvo el porcentaje de proteína cruda.

En el (cuadro A-4) se muestran los resultados promedios correspondientes a la variable proteína cruda.

4.2.1 Tratamiento.

Luego de realizar el ANVA a la variable porcentaje de proteína cruda, se obtuvieron diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$), observando esto en el (cuadro A-5). Para determinar cual de los tratamientos fue mejor se realizó una prueba estadística de Tukey, la que arrojó diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.01$) (cuadro A-6), siendo el tratamiento con mayor porcentaje de proteína el T1 (14.60%) sorgo cosechado a los 60 días, el segundo lugar fue para el T2 (11.87%) sorgo cosechado a los 75 días y T3 (10.37%) sorgo cosechado a los 90 días con grano, aunque se comportaron de manera similar, los tratamientos, T3 (10.37%) sorgo cosechado a los 90 días con grano y T4 (8.50%) sorgo cosechado a los 90 días sin grano, se comportaron similares estadísticamente entre si.

Detallando los promedios por tratamiento en el cuadro 4 y fig. 2.

CUADRO 4. Promedio de proteína cruda (%).

Tratamiento	Promedio, %.	Desviación estándar (%)
T1	14.60 a	±0.9272
T2	11.87 b	± 0.5703
T3	10.37 bc	± 0.7244
T4	8.50 c	± 0.3450

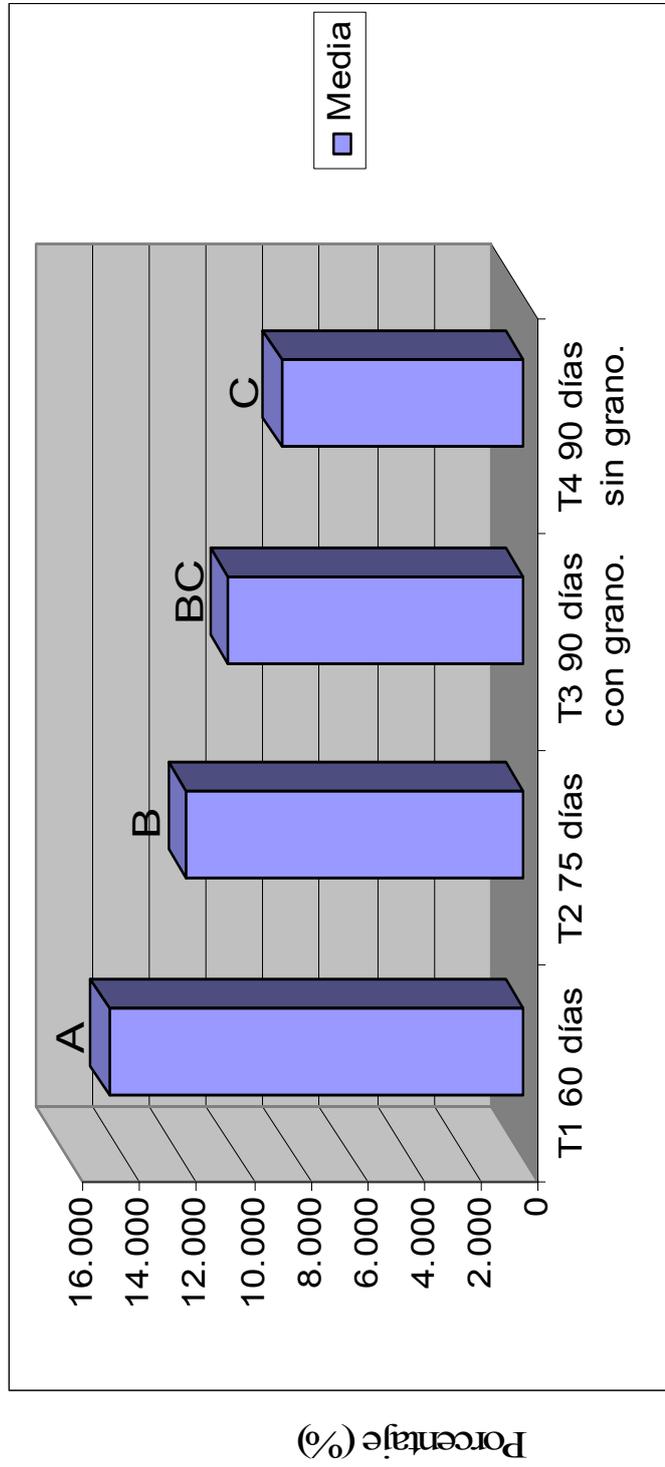


Figura 2. Porcentaje promedio de proteína (%).

En resumen (cuadro 4) se pueden observar los resultados realizados mediante las pruebas estadísticas en donde el tratamiento que presenta mayor porcentaje de proteína es T1 (sorgo cosechado a los 60 días). Entre T2 (sorgo cosechado a los 75 días) y T3 (sorgo cosechado a los 90 días con grano) no existió diferencia estadística significativa. Entre el T3 (sorgo cosechado a los 90 días con grano) y T4 (sorgo cosechado a los 90 días sin grano) tampoco existió diferencia estadística entre dichos tratamientos.

Según DOGGETT, (13), en las etapas de crecimiento, la proteína constituye de 12 a 18% de la materia seca, pero disminuye entre 5 y 8% de la materia seca conforme la planta llega a su madurez. La disminución es particularmente pronunciada entre antesis y la etapa lechosa o la disminución más marcada en las hojas y en el tallo. También establece que la composición química de la planta varía con la edad pudiéndose observar que el contenido de proteína es alto o edad temprana de la planta y que generalmente disminuye a medida madura o envejece.

La degradación de proteína es un evento muy relacionado con el envejecimiento foliar; la concentración de proteína disminuye a medida que progresa la senescencia (Thomas y Stoddart. De Lucca y Trippi, (11)) habiéndose observado (Drevdahl y Timan, (12)) que la disminución rápida del contenido en plantas en sorgo está asociada con los cambios en la actividad de proteasas y con variaciones en factores ambientales como la relación luz-oscuridad (De Lucca y Trippi, (11)).

Las células de las plantas se dividen en contenido celular y pared celular. El contenido celular incluye la proteína y la pared celular incluye la fibra, hemicelulosa, celulosa y lignina. A medida avanza la edad de la planta la pared celular va en aumento y engrosando por la deposición de fibra, hemicelulosa, celulosa y lignina en la planta, es por ello que va quedando un menor espacio

para el contenido celular que incluye a la proteína y que este contenido celular puede llegar a redistribuirse a algunas partes de las plantas, raíces y otros órganos. Es por esto que los valores de proteína cruda disminuyen al aumentar la edad y madurez de las plantas.

Según Fisher (18), los sitios donde predomina el desdoblamiento están constituidos, fundamentalmente por órganos en senescencia. En tales órganos, el porcentaje de proteína va decreciendo, a medida que su maduración avanza debido principalmente a que la síntesis proteica no marcha acorde a la síntesis de carbohidratos. De manera que cuando el órgano entra en senescencia, hay pérdida neta de proteína, a pesar de que el aparato sintetizador siga trabajando.

Según Danley y Vetter (8) mencionan que la disminución del contenido de proteína cruda tiene su causa en el aumento de la edad y madurez de la planta.

4.3 Carbohidratos Simples (%)

Para el estudio de la variable porcentaje de carbohidratos y poder obtener los datos de esta, se obtuvieron por diferencia aplicando la formula que recomiendan las tablas de composición de alimentos para Centro América. Los resultados promedios se detallan en (cuadro A-7).

4.3.1 Tratamiento

El análisis de varianza realizado al porcentaje de carbohidratos mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$) (cuadro A-8), por lo que se realizo una prueba de Tukey (cuadro A-9) para determinar cual de los tratamientos fue el que se comporto mejor, obteniendo así, diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($P < 0.01$); demostrando el T3 (61.93%) sorgo cosechado a los 90 días con grano y T4 (61.79%) sorgo cosechado a los 90 días sin grano, ser los mejores, pero a la ves similares estadísticamente pero diferentes aritméticamente en segundo lugar fue el T2

(50.92%) sorgo cosechado a los 75 días, y en tercer lugar el T1 (45.01%) sorgo cosechado a los 60 días. Ver cuadro 5. Fig.3.

CUADRO 5. Promedio de carbohidratos (%).

Tratamiento	Promedio, %	Desviación estándar (%)
T1	45.01 ^c	±1.6003
T2	50.92 ^b	± 0.6188
T3	61.93 ^a	± 1.5358
T4	61.79 ^a	± 1.7377

Como ya se mencionó las pruebas estadísticas demostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), señalando como los tratamientos que mayor porcentaje de carbohidratos obtuvieron al T3 (sorgo cosechado a los 90 días con grano) y T4 (sorgo cosechado a los 90 días sin grano) que se comportaron iguales estadísticamente y mejores que T2 (sorgo cosechado a los 75 días) y T1 (sorgo cosechado a los 60 días), este último expresó un porcentaje de carbohidratos menor que los demás tratamientos.

De acuerdo con El Tinay, y Col. (45), el carbohidrato principal, en todos los cereales, es el almidón y en el sorgo su contenido es de 32 a 79 % por lo tanto en nuestra investigación los porcentajes obtenidos se encuentran en el rango del contenido de carbohidratos y esto puede ser debido a las etapas fisiológica en que fue cosechado. pudiéndose comparar con estudios realizados por Dogget, 1970 (14), en donde muestra un cuadro comparativo de calidad

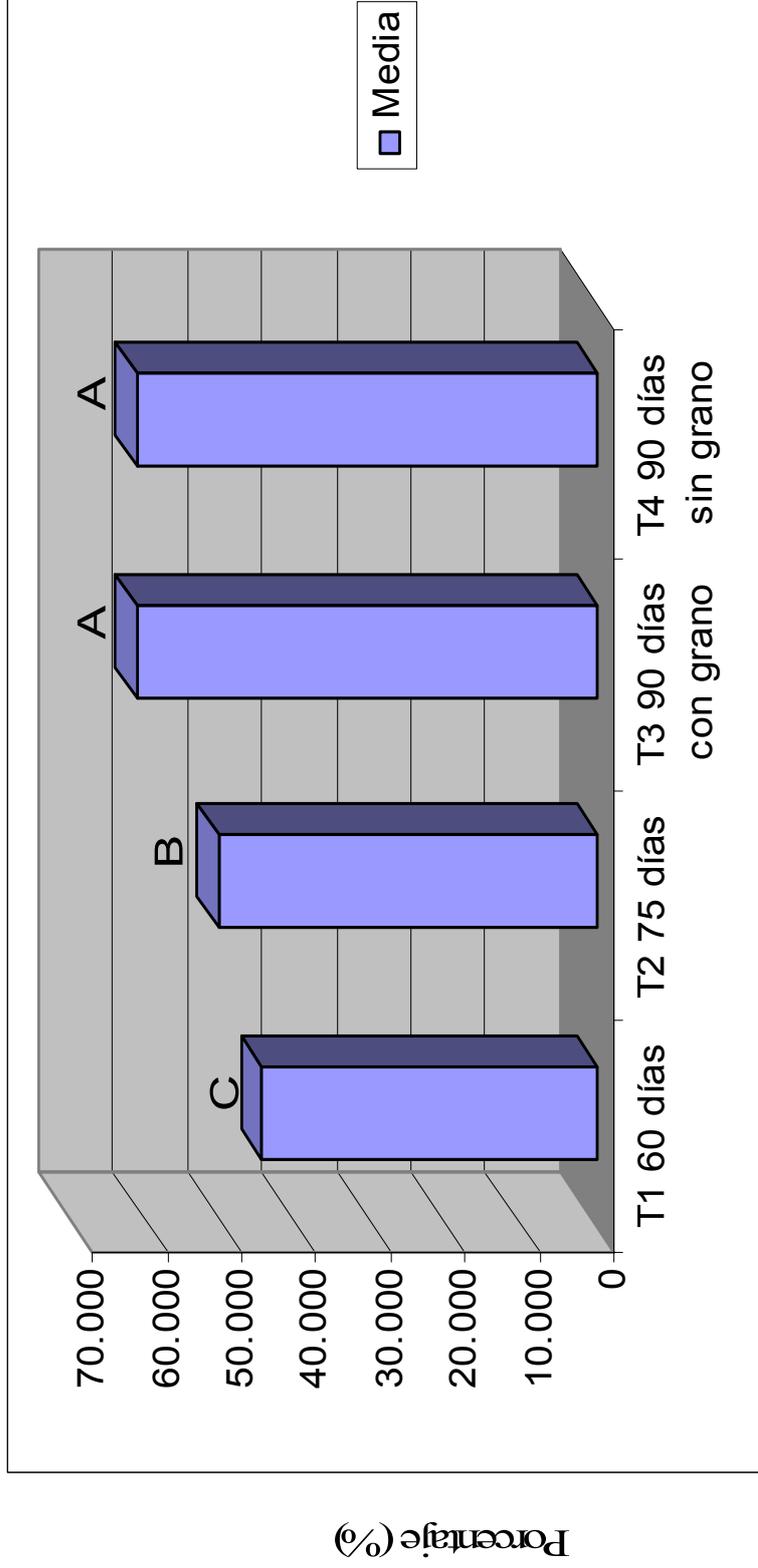


Figura 3. Porcentaje promedio de Carbohidratos (%).

nutritiva de tres variedades de sorgo cosechados en distintas etapas fenológicas, demostrando que la variedad Kafir 58-19 cosechada a las 12.5 semanas de edad muestra un porcentaje de carbohidratos de 51.7 %, de igual manera la variedad Durra C.1.695 cosechada en las mismas semanas de desarrollo muestran un promedio de carbohidratos 52.8 % y la variedad Jola jowar muestra un porcentaje de 47 % de carbohidratos cosechada a las 11 semanas, por lo tanto podemos deducir que el comportamiento de las variedades investigadas han mostrado un porcentaje de carbohidratos de acuerdo a sus características genotípicas y de acuerdo al momento de cosecha que se realizó que fue en la etapa grano masa suave, pudiéndose afirmar que el contenido de carbohidratos va aumentando a medida la planta va llegando a la floración, hasta la etapa de masoso pastoso del grano y declina a medida avanza la madurez fisiológica de la planta, y se puede deber a la transformación de carbohidratos simples a estructurales.

Otra de las muchas importancias de los carbohidratos es establecida por Capella H.C. y Col. (3), quienes sostienen que el ensilaje es una forma de conservar alimento dentro de una estructura hermética llamada silo, sin que se afecte notoriamente su calidad. Es un alimento que su valor alimenticio es conferido por los carbohidratos solubles presentes en el material principalmente en los granos, en consecuencia su valor nutritivo es estrictamente energético. No es un proceso mediante el cual se convierten forrajes de mala calidad en alimentos más nutritivos; su calidad está directamente relacionada con la calidad original del material vegetal ensilado.

Los niveles de carbohidratos no estructurales van en aumento desde el estado de panoja embuchada hasta la antesis (floración plena) y descienden posteriormente hasta grano duro. Esta variación se explica debido a que los carbohidratos no estructurales se sintetizan en las hojas durante la fotosíntesis y

tienen un primer sitio en los tallos (Smith (42)). La acumulación de estos azúcares solubles se dirigen a la panoja para sintetizar almidón.

Según Salisbury y Ross (39), en las gramíneas, el nivel de carbohidratos solubles aumenta con el avance de la madurez, hecho que no se observa en las leguminosas. Sin embargo, la digestibilidad decrece dramáticamente a partir de la aparición de la espiga, desde el 80 % hasta alrededor del 50 % en estados avanzados de madurez.

La variación de estos CNES en una planta dependen de muchos factores, entre ellos están: el estado fenológico o crecimiento que alcanzó la planta, la época del año, las condiciones climáticas, etc.

Los CNES se generan en las hojas de las plantas (por fotosíntesis) y se acumulan, en una primera etapa, en los tallos de los vegetales. Luego, a medida que la planta florece y forma el fruto (semilla) los CNES se dirigen allí, donde se acumulan finalmente en forma de almidón. Por ello, los granos de los cereales, especialmente el maíz y el sorgo, son muy ricos en almidón (mayor del 68 % de la materia seca). De ahí, que una planta, verdeo o pastura, en estado de pasto tiene muy bajos niveles de CNES (menores del 10 % de la MS) respecto a la misma planta encañada (mayor del 14% de la MS).

Un factor importante, es la época del año (el otoño-invierno respecto a la primavera). La variación que se produce a lo largo del año, además de estar influenciada por la evolución o crecimiento de la planta, tiene un efecto muy importante las condiciones climáticas, ya que los CNES se producen en las hojas gracias al efecto del sol (fotosíntesis), eso significa que durante los días nublados la síntesis de CNES es muy baja.

4.4 Fibra cruda (%).

La variable porcentaje de fibra cruda, que corresponde a la calidad nutritiva. En esta los datos se obtuvieron por medio de la metodología que

consiste en digerir la muestra desengrasada primero con ácido sulfúrico y luego con hidróxido de sodio, lavando el material después de cada digestión con suficiente agua destilada caliente hasta eliminación de ácido o álcali de material.

La muestra se lava después con alcohol, seca y calcina, calculándose el porcentaje de fibra obtenido después de la calcinación. Los promedios se muestran en el (cuadro A-10).

4.4.1 Tratamiento.

Posteriormente de realizar el ANVA para la variable de porcentaje de fibra cruda, este determino que existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P < 0.01$), (cuadro A-11), por los que se realizo una prueba de Tukey (cuadro A-12), para determinar cual de los tratamientos se comporto mejor, demostrando el tratamiento T1 (27.61%) sorgo cosechado a los 60 días y T2 (26.31%) sorgo cosechado a los 75 días, ser los mejores los cuales se comportaron similares estadísticamente, en segundo lugar T4 (21.61%) sorgo cosechado a los 90 días sin grano seguido de T3 (18.35%) sorgo cosechado a los 90 días con grano. En el cuadro 6 se detallan los promedios por tratamiento.

CUADRO 6. Promedio de fibra cruda (%).

Tratamiento	Promedio, %	Desviación estándar (%)
T1	27.61 a	±0.9597
T2	26.31 a	± 0.4562
T3	18.35 c	± 1.5360
T4	21.61 b	± 0.9355

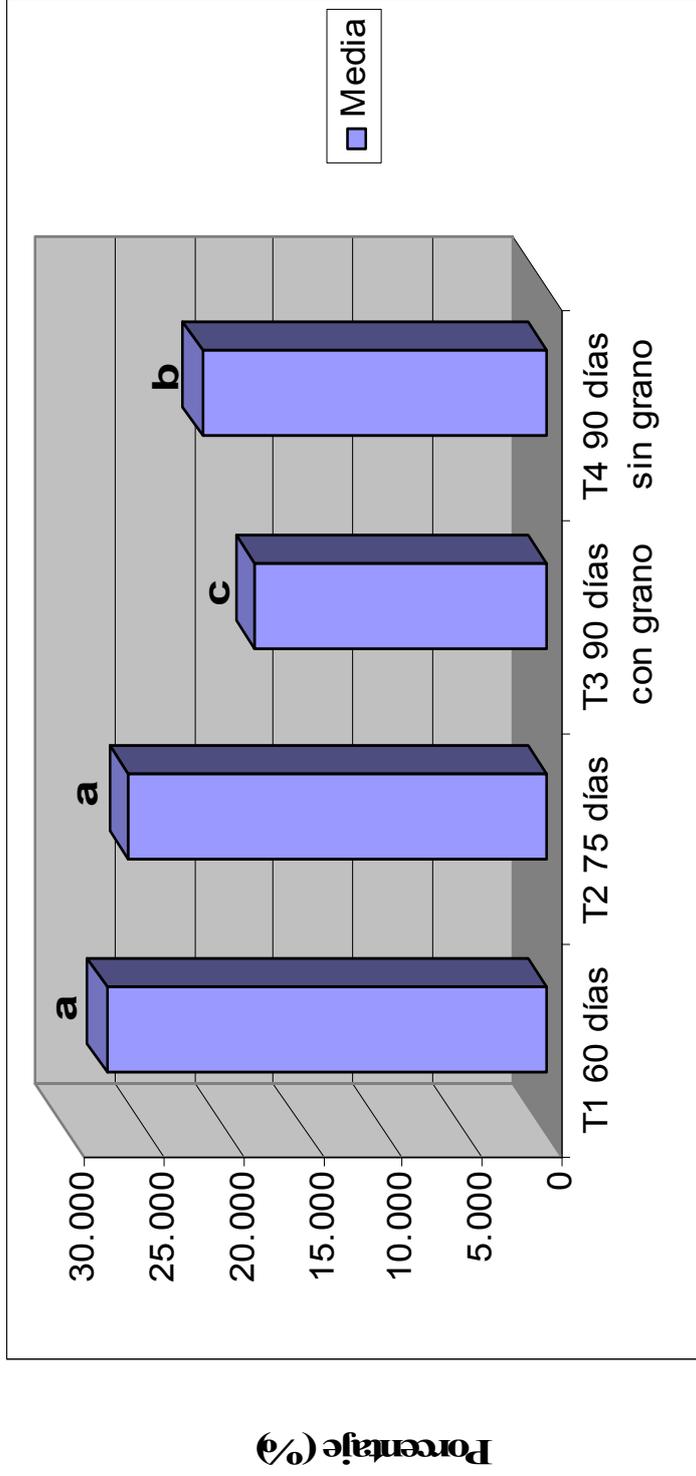


Figura 4. Porcentaje promedio de Fibra Cruda (%).
Tratamiento.

En conclusión (cuadro A-12) los resultados dados por el análisis de varianza demostraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), señalando como los tratamientos que mayor porcentaje de fibra cruda obtuvieron fue el T1 sorgo cosechado a los 60 días y T2 sorgo cosechado a los 75 días los cuales se comportaron similares estadísticamente y con mayor contenido de fibra que el T4 sorgo cosechado a los 90 días sin grano y T3 sorgo cosechado a los 90 días con grano, este último presentó un menor porcentaje de fibra que los demás tratamientos.

Según Wall, y Ross (47), el contenido de fibra disminuye hasta un 24% y luego aumenta un poco conforme se alcanza la madurez fisiológica de la planta, por lo tanto los porcentajes obtenidos en nuestra investigación se acercan a ese promedio de 24%. Ocurriendo la lignificación de la pared celular (Según Bernardis, García y Ferrero (1)) El incremento de fibra a medida alcanza la madurez se relaciona según con el incremento de los tallos, fracción que tiene un mayor contenido de lignina, además de la senescencia de las hojas.

El contenido celular es más alto en el tejido de forraje en el crecimiento activo y declina conforme las plantas maduran y entran al periodo de dormancia. El decremento en el contenido celular está asociado al incremento de la fibra (hemicelulosa, celulosa y lignina), movimiento de nutrientes de las hojas a los tallos. Según Minson, (31), el comportamiento de la fibra se puede explicar por los cambios en la composición morfológica de la planta, disminución de las hojas y aumento de los tallos en el avance del tiempo

En las plantas jóvenes, el citoplasma compone una importante proporción de la materia seca (**MS**) siendo la pared celular (**PC**) menos importante. A medida que el forraje madura, diversos factores interactúan, disminuye el citoplasma aumentando los carbohidratos estructurales y la lignificación de los

mismos. Esto se produce por un aumento relativo de los tallos los cuales poseen más lignina que las hojas.

Parson, Johnson, y Harvey, (32). Establecen que cuando ocurre muerte de los tejidos a través del proceso de senescencia, las reservas son a menudo movilizadas a órganos de reserva o semillas, dejando en consecuencia material muerto sin reservas y alto contenido de pared celular.

DOGGETT (14), si bien la fibra aumenta con la edad, las plantas inmaduras muestran niveles bajos junto con un nivel alto de carbohidratos.

Tradicionalmente los carbohidratos estructurales se han estimado como la fibra bruta del alimento. La fibra bruta se determina como el residuo que queda tras la doble hidrólisis ácida (con ácido sulfúrico) y alcalina (con hidróxido potásico) del alimento. El contenido en fibra bruta de los concentrados energéticos y proteicos es inferior al 10%, mientras que los forrajes contienen un 25-60% de fibra bruta.

No obstante, un inconveniente de la doble hidrólisis es que solubiliza parte de la hemicelulosa y de la lignina de la pared celular (esto es, el contenido en fibra bruta es menor que el contenido real en carbohidratos estructurales), y por lo tanto, la fibra bruta no es un buen estimador de los componentes de la pared celular.

A pesar de no ser un buen estimador de los carbohidratos estructurales, la determinación de la fibra bruta está generalizada en la alimentación de los monogástricos debido a que en general los alimentos utilizados en las raciones de estos animales tienen un contenido bajo en fibra. No obstante, el contenido en fibra de los forrajes sí es importante, por lo que actualmente se están investigando análisis alternativos a la fibra bruta, que relacionen los diferentes

tipos de carbohidratos estructurales con su utilización digestiva por los rumiantes; así ocurre con las fibras detergentes de Van Soest, las paredes celulares de Carré, ó los polisacáridos no amiláceos.

Según esta información se confirman los resultados obtenidos en nuestra investigación donde se obtuvo una disminución del contenido de fibra a medida en la planta avanzaba su edad; debido a que nuestro ultimo corte se realizo cuando la planta llego a madurez de grano que es en este punto donde comienza a aumentar el porcentaje de fibra y es por eso que no pudimos observar el aumento de fibra ya que no se realizaron cortes posteriores a el ultimo de 90 días.

4.5 Extracto etéreo o grasa (%)

Esta pertenece a la calidad nutritiva y en este al igual que los demás, para lograr obtener los datos se hizo necesario el uso de una metodología o fundamento la cual consiste en que el éter se evapora y condensa continuamente extrayendo materiales solubles cuando pasa por una muestra deshidratada, el extracto se recoge en un recipiente pesado y al terminar, el éter se recolecta y la grasa queda en el recipiente, se seca y se pesa. La extracción se debe al contacto de la muestra con un solvente por largo período. Los datos promedios se muestran en el (cuadro A-13).

4.5.1 Tratamiento

Después de realizar el análisis de varianza al porcentaje de extracto etéreo (cuadro A-14), este nos mostró que no existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos ($P > 0.01$). En el cuadro 7 y fig. 5 se muestran los promedios por cada tratamiento.

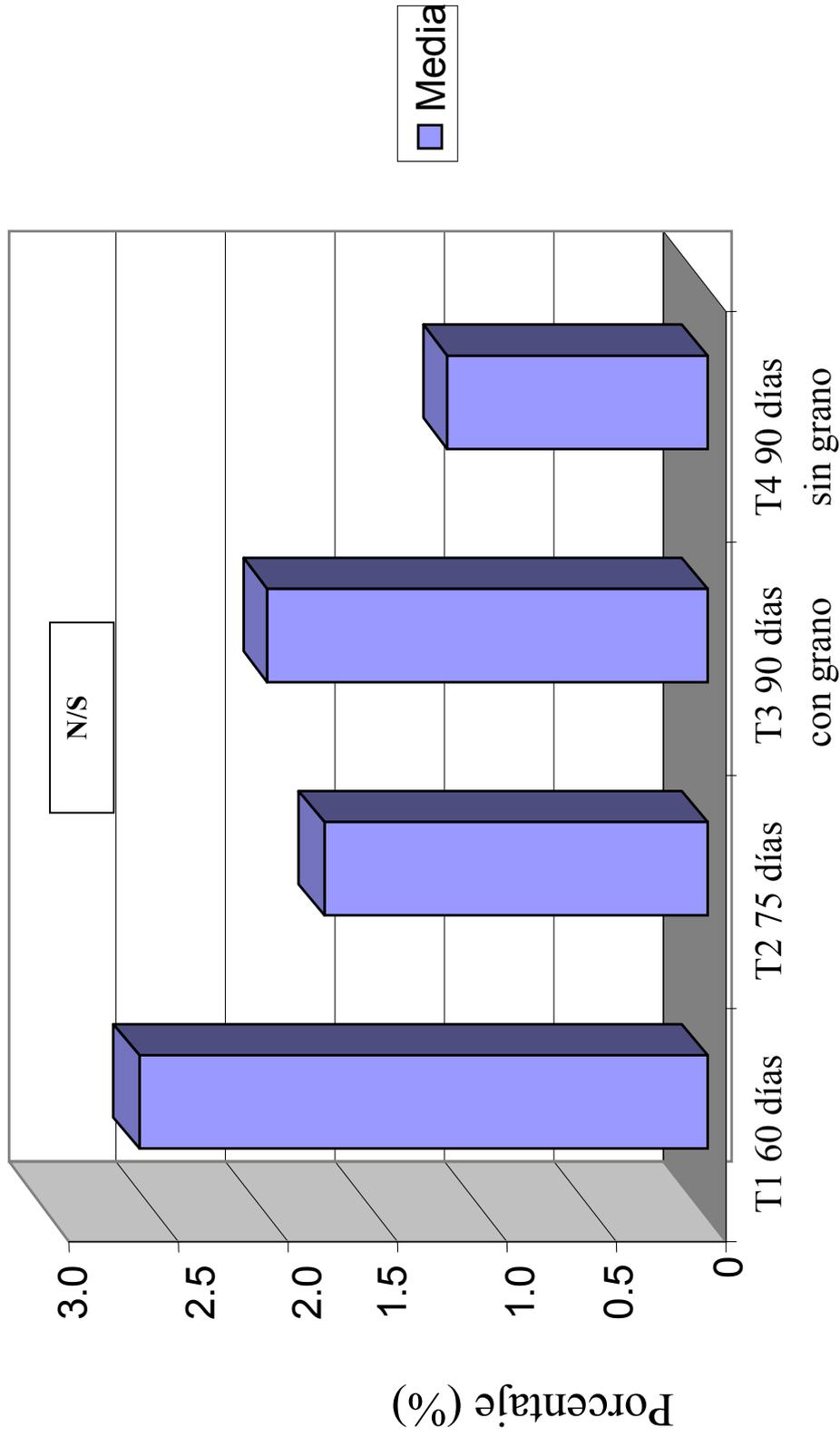
CUADRO 7. Promedio de extracto etéreo (%).

Tratamientos	Promedio, %	Desviación estándar (%)
T1	2.5950 n/s.	± 0.1458
T2	1.7525 n/s.	± 0.1350
T3	2.0100 n/s.	± 0.2695
T4	1.1875 n/s.	± 0.1126

En resumen (cuadro 7), se observan los promedios para cada uno de los tratamientos en estudio, destacando que las pruebas estadísticas no mostraron diferencias entre tratamientos, según prueba de Tukey (cuadro A-15).

Estos datos están de acuerdo al genotipo de cada una de las variedades, según el Ing. René Clará Valencia (6).

En estudios realizados Doggett, (14), muestra un análisis bromatológico de tres variedades de sorgo de plantas enteras (porcentaje con base en peso seco), en donde se puede observar que los datos promedios para las variedades que el investigo, no muestran mucha variación porcentual comparada con la variedad de sorgo evaluada en nuestra investigación, por lo tanto los porcentaje promedios de extracto etéreo se comportan similares.



Tratamiento.
Figura 5. Porcentaje de Extracto Etéreo.

4.6 Cenizas (%).

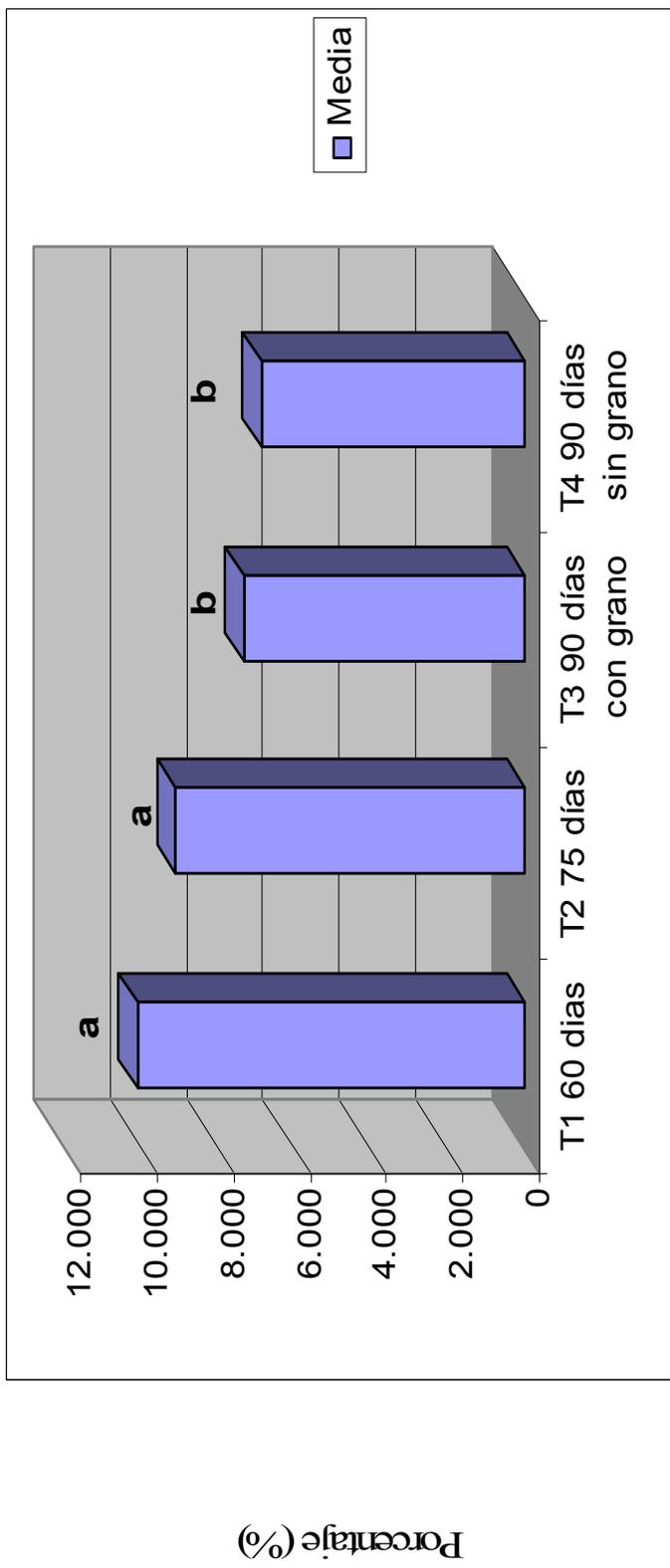
En las cenizas, para lograr obtener los datos de esta se utilizó la metodología o fundamento de incineración de la muestra en horno de mufla a 550° C por 2 horas para quemar todo el material orgánico. Los datos promedios se muestran en el (cuadro A-16).

4.6.1 Tratamiento.

Luego de realizar el ANVA al porcentaje de cenizas, este demostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$), verificando la veracidad de esto en el (cuadro A-17). Para determinar cual de los tratamientos fue mejor se realizó una prueba estadística de Tukey, la que arrojó diferencias estadísticas entre tratamientos ($P < 0.01$) (cuadro A-18), siendo los superiores en primer lugar T1 10.18% (sorgo cosechado a los 60 días) y T2 9.16% (sorgo cosechado a los 75 días), los cuales se comportaron similares estadísticamente, en segundo lugar T3 7.34% (sorgo cosechado a los 90 días con grano) y T2 9.16% (sorgo cosechado a los 75 días) se comportaron similares estadísticamente; seguido de T3 7.34% (sorgo cosechado a los 90 días con grano) y T4 6.92% (sorgo cosechado a los 90 días con grano), los cuales se comportaron similares estadísticamente. Observando los promedios por tratamiento en el cuadro 8 y fig.6.

CUADRO 8. Promedio de cenizas (%).

Tratamiento	Promedio, %	Desviación estándar (%)
T1	10.18 a	± 0.5197
T2	9.16 a	± 0.3050
T3	7.34 b	± 0.4379
T4	6.92 b	± 0.4598



Tratamiento.

Figura 6. Porcentaje promedio de Ceniza (%).

En conclusión para el porcentaje de cenizas se obtuvieron diferencias altamente significativas para los tratamientos mostrando a T1 (10.18%) sorgo cosechado a los 60 días y T2 (9.16%) sorgo cosechado a los 75 días con los mayores porcentajes de minerales estos comportándose similares estadísticamente, en segundo lugar T2 (9.16%) sorgo cosechado a los 75 días y T3 (7.34 %) sorgo cosechado a los 90 días con grano estos similares estadísticamente pero diferentes aritméticamente y en ultimo lugar T3 (7.34%) sorgo cosechado a los 90 días con grano y T4 (6.92%) sorgo cosechado a los 90 días sin grano estos últimos similares estadísticamente.

Escobosa Laveaga y Col. 2007 (17), quienes mencionan que el contenido mineral de los granos y forrajes varía enormemente, siendo estos últimos los que presentan mayor variación. Estas diferencias se deben a la genética de la planta, suelo y pH, clima y temperatura, estado de madurez de la planta y a la parte de la planta.

Además un estudio notifica que tanto el fósforo, potasio, magnesio, disminuyen con la edad de la planta dado principalmente porque estos abundan mas en las partes jóvenes y en crecimiento y especialmente en brotes, hojas y extremos radicales como es el caso del potasio.

Según Herrera y Clavero, (22), un aspecto que puede influir en el contenido de ceniza es la capacidad que tengan estas plantas de absorber los elementos minerales del suelo, lo cual estaría determinado, entre otros factores, por el contenido de los mismos en el suelo y por el desarrollo de su sistema radicular.

4.7 Humedad parcial (%).

Los datos fueron obtenidos mediante metodología de laboratorio de pérdida del agua no ligada por calentamiento de la muestra en una estufa de aire

reforzado a una temperatura de 60° C durante 24 horas. Los promedios obtenidos se pueden observar en el (cuadro A-19).

4.7.1 Tratamiento.

El análisis de varianza realizado al porcentaje de humedad parcial demostró diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos (cuadro A-20), por lo cual se realizó el análisis correspondiente a los tratamientos, que fue la prueba de Tukey (cuadro A-21), en donde se observaron diferencias estadísticas ($P < 0.05$); siendo el superior en cuanto porcentaje de humedad parcial el tratamiento T1(86.35%) sorgo cosechado a los 60 días, en segundo lugar T2 (79.70%) sorgo cosechado a los 75 días seguido de T4 (74.19%) sorgo cosechado a los 90 días sin grano y en ultimo lugar T3 (74.18%) sorgo cosechado a los 90 días con grano; estos dos últimos se comportaron similares estadísticamente. Detallándose los promedios por tratamientos en el cuadro 9 y fig. 7.

CUADRO 9. Humedad parcial promedio (%).

Tratamientos	Promedio, %	Desviación estándar (%)
T1	86.3450 a	± 0.8525
T2	79.7000 b	± 0.8734
T3	74.1780 c	± 2.4463
T4	74.1850 c	± 0.2558

En el cuadro 9 y fig. 7 muestran los resultados reflejados por las pruebas estadísticas realizadas a la humedad parcial, en donde muestra que el T1 (sorgo

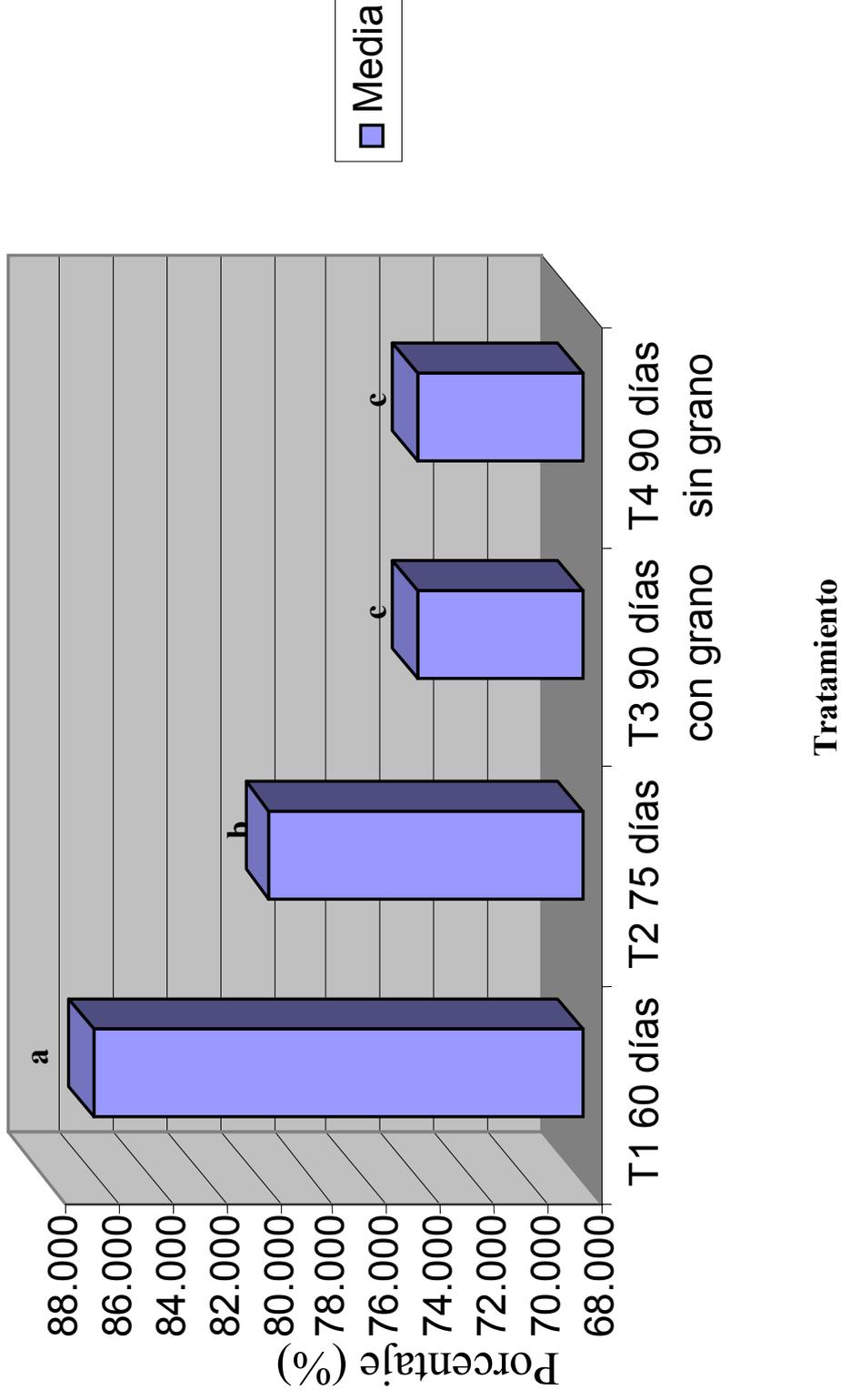


Figura 7. Porcentaje promedio de Humedad Parcial.

cosechado a los 60 días) tiene mayor contenido de humedad, el segundo lugar para T2 (sorgo cosechado a los 75 días), seguido de T3 (sorgo cosechado a los 90 días con grano) y T4 (sorgo cosechado a los 90 días sin grano) los dos últimos se comportaron similares estadísticamente.

Según Deras, F.(10), el contenido de humedad parcial en la planta disminuye a medida la edad o la madurez avanza, ya que el contenido de materia seca aumenta por el aumento de fibra en la pared celular de la planta.

4.8 Humedad Total (%).

Los datos se obtuvieron mediante la metodología de pérdida del agua fuertemente ligada en la muestra por desecación en una estufa de vacío, a una temperatura de 105° C por 5 horas y 5 PSI de presión. En el (cuadro A-22), se pueden observar los datos promedios de esta variable.

4.8.1 Tratamiento.

En el análisis de varianza correspondiente a la humedad total expresada en porcentaje (cuadro A-23), demostró que si existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.01$), por lo que se realizó una prueba estadística de tukey para determinar cual de los tratamientos se comporto mejor.

En el cuadro 10 y fig. 8 se detallan los promedios por tratamiento.

CUADRO 10. Promedio de Humedad total (%).

Tratamiento	Promedio, %	Desviación estándar (%)
T1	4.3375 a	± 0.4919
T2	2.7775 b	± 0.3718
T4	2.7575 b	± 0.7938
T3	1.9850 b	± 0.5150

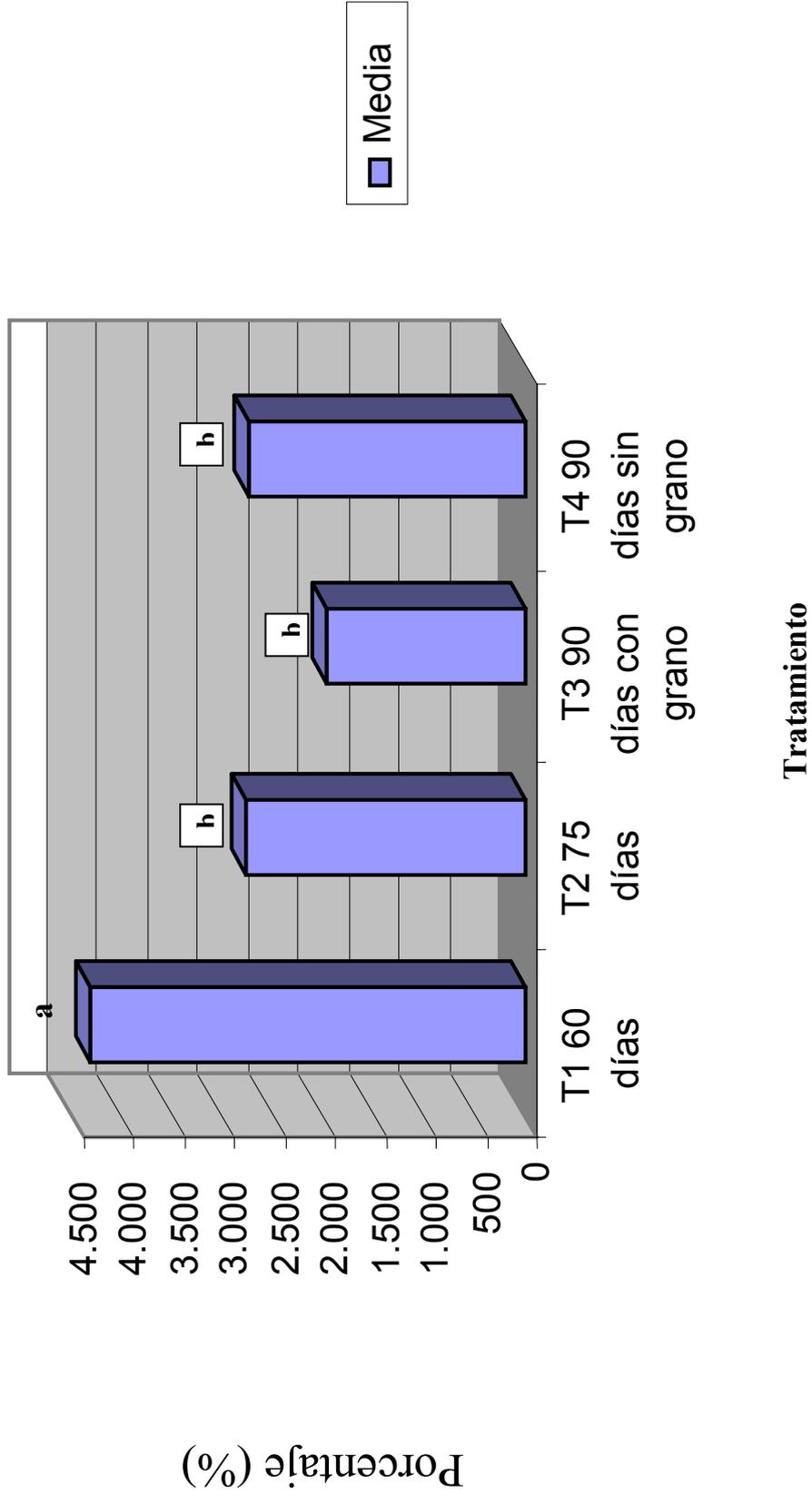


Figura 8. Porcentaje de humedad total.

Se encontró diferencia estadística entre tratamientos para humedad total, con una probabilidad de ($P < 0.01$). Cuadro A-23. Según la prueba de Tukey demuestra que T1 (4.3375) Sorgo cosechado a los 60 días es el que presente mayor porcentaje de humedad total; seguido de T2 (2.7775) sorgo cosechado a los 75 días, T4 (2.7575) sorgo cosechado a los 90 días sin grano y T3 (1.9850) sorgo cosechado a los 90 días con grano, estos últimos se comportaron similares estadísticamente. Cuadro A-24.

De acuerdo al Ing. José Milton Flores Tenzos ^{2*} (21), la determinación de la humedad total es de suma importancia para conocer los componentes de un análisis bromatológico como lo son el porcentaje de proteína, fibra cruda, extracto etéreo, carbohidratos, cenizas, entre otros.

4.9 Análisis económico de los tratamientos.

En cuanto a los costos de producción de cada uno de los tratamientos expresados en costo/hectárea (Anexos cuadro 11). Obsérvese que el tratamiento T1 (sorgo cosechado a los 60 días) resulto ser el que requiere menos costos de inversión (\$8.29.49 ha) lo anterior motivado por que en este tratamiento requiere menos mano de obra en la realización de la cosecha, ya que produce menos biomasa y por lo tanto el numero de horas de alquiler de picadora disminuye, así como también el gasto de combustible para riego disminuye debido los días en que este tratamiento se cosecha son los menores y requiere menos aplicaciones de riego, al contrario el T3 (Sorgo cosechado a los 90 días con grano) requiere los mayores costos de inversión (\$ 1705.26 /ha) motivado por que este tratamiento requiere la mayor mano de obra para la realización de la cosecha ya que produce mayor cantidad de biomasa, mayor numero de riegos, mayor

^{2*} José Milton Flores Tenzos, Catedrático y Laboratorista de Química Agrícola UES Central, Facultad de Ciencias Agronómicas. Tel. 2225-1500. Ext. 4619.

cantidad de horas de alquiler de picadora, costo adicional de mano de obra para el embolsado de panojas con grano, además del costo de compra de bolsas para todo el cultivo. Debido a la práctica del embolsado de las panojas para evitar que los pájaros comieran sus granos, los costos de esta práctica se elevaron casi al doble en comparación a los demás tratamientos. El tratamiento T3 probablemente si se hubiera cosechado a los 80 días pudiera haber presentado la mejor relación beneficio costo ya que no se incurriría en gastos de embolsado de las panojas y la mano de obra que esta tarea demanda.

Al hacer el análisis económico respectivo se puede observar que el tratamiento T2 (sorgo cosechado a los 75 días), genera las mejores ganancias ya que por cada dólar invertido se obtienen \$0.41 de ganancia, de manera descendente le sigue el tratamiento T1(sorgo cosechado a los 60 días) en segundo lugar en cuanto a las utilidades generando \$0.06 de ganancia por cada dólar invertido; en tercer lugar se encuentra el tratamiento T3 (sorgo cosechado a los 90 días con grano) con una ganancia por cada dólar invertido de \$0.02 y en ultimo lugar se encuentra el tratamiento T4 (sorgo cosechado a los 90 días sin grano) el cual produce las mayores perdidas con una relación de beneficio costo de \$1.01, lo que significa que por cada dólar invertido se gana \$0.01.

CUADRO 11. Relación Beneficio/Costo (B/C) por tratamiento para rendimiento de materia verde, proteína vegetal y carbohidratos.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO KG MV/ HA	INGRESOS */	COSTOS **/ \$	B/C ***/
T1	38,227.2727	\$ 883.0410	\$829.49	1.06
T2	48,100.0000	\$ 1216.9300	\$864.26	1.41
T3	58,809.0909	\$ 1746.6300	\$1705.26	1.02
T4	38,354.5454	\$ 885.9810	\$876.18	1.01
TRATAMIENTO	RENDIMIENTO PROTEÍNA CRUDA Kg./HA	INGRESOS */	COSTOS **/ \$	B/C ***/
T1	519.6233	\$ 883.0900	\$829.49	1.06
T2	1028.7600	\$ 1217.0499	\$864.26	1.41
T3	1465.0109	\$ 1746.8517	\$1705.26	1.02
T4	750.8286	\$886.0528	\$876.18	1.01
TRATAMIENTO	RENDIMIENTO CHO'S Kg./HA	INGRESOS */	COSTOS **/ \$	B/C ***/
T1	1601.8756	\$ 883.1140	\$829.49	1.06
T2	4291.0972	\$ 1216.9552	\$864.26	1.41
T3	8652.6329	\$ 1746.9457	\$1705.26	1.02
T4	5457.9285	\$885.8218	\$876.18	1.01

**/T1 \$0.0270/kg de MV T2 \$0.0179/kg de MV T3 \$0.0289 kg de MV T4 \$0.0228 kg de MV.

*/Precio de venta de 1 Kg. de MV. T1: \$0.0231 Kg./mv (\$1.00 qq) ; T2 : \$0.0253 kg/mv (\$1.15 qq) ; T3 : \$ 0.0297 kg/mv (\$1. 30 qq) ; T4 : \$0.0231 kg/mv (\$1.00qq)

**/T1 \$1.5963 kg de pt T2 \$0.8640 kg de pt T3 \$1.1639 kg de pt T4 \$1.1669 kg de pt.

*/Precio de venta de 1kg de proteina : T1 : \$1.6995 kg T2 : \$1.2167kg T3 : \$1.1923kg T4 : \$1.1801 kg.

**/T1 \$0.5178 kg de CHO'S T2 \$0.2014 kg de CHO'S T3 \$0.1964 kg de CHO'S T4 \$0.1605 kg de CHO'S.

*/Precio de venta de kg de CHO'S: T1 : \$0.5513kg T2 : \$0.2836kg T3 : \$0.2012kg T4 : \$0.1623kg.

***/ B/C = $\frac{\text{Ingresos}}{\text{Costo}}$

5. CONCLUSIONES

Con base a los resultados obtenidos en la presente investigación concluimos que:

1. La producción de Biomasa en Ton/ha, fue estadísticamente mayor para el tratamiento T3 (sorgo cosechado a los 90 días con grano), con un promedio de materia verde de 64.69 Ton/ha, en segundo lugar el T2 (sorgo cosechado a los 75 días) con 52.91 Ton/ha, seguido de los tratamientos T4 (sorgo cosechado a los 90 días sin grano) con 42.19Ton/ha y el T1 (sorgo cosechado a los 60 días) con 42.05 Ton/ha de materia verde; estos dos últimos se comportaron similares estadísticamente.
2. En cuanto a la variable proteína total expresada en base seca, el mejor tratamiento fue el T1 con un promedio de 14.6025%; en segundo lugar el T2 con 11.8650 % similar estadísticamente se comportaron los tratamientos T3 con 10.3700 % y el T4 con 8.4975 %.
3. En relación a la variable carbohidratos simples similar estadísticamente se comportaron los tratamientos T3 con 61.9280 % y T4 con 61.7880 %; seguido del T2 con 50.9180 % y en ultimo lugar el T1 con 45.0150 %.
4. Según la variable Fibra cruda se comportaron similares estadísticamente el T1 con 27.6125 % y el T2 con 26.3050 %; en segundo lugar el T4 con 21.6050 % y en ultimo lugar T3 con 18.3500 %.
5. Económicamente el tratamiento T2 resulto ser la mejor opción ya que presenta la mejor relación beneficio/costo de \$1.41, en segundo lugar T1 con

\$1.06, en tercer lugar T3 \$1.02 y en ultimo lugar T4 con \$1.01. Tomando como base para el calculo, la producción en materia verde, el contenido de proteína y de carbohidratos simples.

6. En Extracto Etéreo fue estadísticamente mayor el T1 con 2.5950 %, seguido del T3 con 2.0100 % y T2 con 1.7525 % los que se comportaron similares estadísticamente, y superiores al T4 con 1.1875 %.

7. Para ceniza se comportaron similares estadísticamente el T1 con 10.1800 % y T2 con 9.1600 %, superiores al T3 con 7.3425 % y el T4 con 6.9225 %, estos últimos se comportaron similares estadísticamente.

8. Según el % de Humedad parcial fue estadísticamente mayor el T1 con 86.3450 % , en segundo lugar el T2 con 79.7000 % seguido de los tratamientos T4 con 74.1850 % y el T3 con 74.1780 % estos últimos se comportaron similares estadísticamente

9. En relación al porcentaje de Humedad total fue mayor el T1 con 4.3375 % seguido de T2 con 2.7775 %, T4 con 2.7575 % y T3 con 1.9850 % los que se comportaron similares estadísticamente.

6. RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en la investigación se recomienda lo siguiente:

1. Realizar ensayos a diferentes estados fenológicos (panoja embuchada, grano masoso-lechoso y grano duro) en similares condiciones climáticas y edáficas para poder realizar recomendaciones en función de la edad y condiciones.
2. Realizar ensayos aplicando solamente dos fertilizaciones la primera a la siembra u ocho días después y una segunda 25-30 días después de la siembra, y así poder conocer el rendimiento de biomasa y contenido nutricional de la planta a diferentes edades a corte.
3. Se recomienda cosechar el sorgo a los 75 días ya que es donde se obtiene la mejor relación Beneficio/Costo.
4. Para animales de altos requerimientos como vacas lecheras de alta producción, el momento de corte que permite la máxima calidad del forraje es el sorgo cosechado a los 60 días, pero el único parámetro nutricional que estaría en déficit sería el almidón, especialmente para las vacas lecheras que se puede corregir con el agregado de granos de cereal (maíz) en comederos.
5. Para animales en engorde, y vacas lecheras de mediana a alta producción, se puede recomendar cosechar el sorgo a los 75 días donde se encuentra una relación proteica- energética equilibrada.

6. Para vacas de cría en lactancia se puede recomendar cortar el sorgo a los 90 días (grano pastoso). Sin embargo, en este estado fonológico los parámetros químicos son insuficientes para animales de alto requerimiento (engorde y leche), de tener necesidad de usar una reserva en este estado de maduras con animales de alto requerimiento, se deben compensar los faltantes de proteína con suplementos proteicos.

7. BIBLIOGRAFIA.

1. BERNARDIS, H.O., GARCÍA, P.A. Y FERRERO, A.R. (2001).
Estructura del cultivo, fertilización nitrogenada, radiación interceptada y producción de materia seca en sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en siembra directa. Argentina. P 56-70.
2. BATEMAN, J.V. (1970). Nutrición Animal, Manual de Métodos Analíticos. México. P 40-61.
3. CAPELLA H.C., KERGUELÉN S.M., CONTRERAS ÁVILA A., ROMERO DÍAZ A. Y GARCÍA PEÑA J. (2003). Manual técnico. Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicas para su conservación en la región caribe colombiana. Centro de Investigación Turipaná Cereté, Córdoba – Colombia. P. 52.
4. CENTA. INTSORMIL.2007.Guía Técnica del Sorgo (sorghum bicolor, L.Moench). 1,000. Primera edición, P.5-29. Longman. P. 512.
5. CENTA-MAG. (2007). Convenio CENTA-INTSORMIL. Sorgo híbrido forrajero multicortes “CENTA SS-44”, nueva alternativa forrajera para incrementar la producción de leche. Boletín técnico N°. (16.) San Andrés, La Libertad, El Salvador. P. 10.
6. CLARA V R. Coordinador Regional Local CENTA/INTSORMIL CENTA, Apto.
Postal 885, San Salvador, El Salvador, C.A. Tel. (503) 2302 0239 -
(503)78152238 E-mail: reneclara@yahoo.com

7. COSTA CRUZ. (1973). Madurez fisiológica en grano de sorgo. Crop Sci. P. 175-178.
8. DANLEY Y WETHER (1972). Fotosíntesis y traslocación en relación con el desarrollo de las plantas. In: Prasada Rao, N.G., y House, L.R. (eds.) Sorgo en los 70's. Oxford y IBH Publ. Co., New Delhi.
9. DEINUN. (1980). Sorghum and the millets: their composition and nutritive value. Academic press. Page. 35-50.
10. DERAS, F; HÉCTOR, R. (CENTA-MAG). (2000). Informe de validación de la variedad de doble propósito CENTA S-3, Programa de Granos básicos. San Andrés, La Libertad, El Salvador P.11-13.
11. De Lucca Y Trippi (1982) Disponible en:
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050508/050806.pdf>
12. DREJDAL Y TINAY. (1989). Una introducción a la fisiología de rendimientos de cultivos. Longman Scientific and Technical. Page.87.
12. DOGGETT, H. (1988). Sorgo. 2º Ed. Agricultura tropical. Serie: (17.)
14. DOGGETT. H. (1970). Sorghum. Agricultura tropical. Serie: Longman, Harlow. P. 34-78.
15. D.W. GILCHRIST, S. A. (1967). Practical course in agricultural chemistry. De. Pergamen press. Londres. P. 34.

16. EVANS, L. T. (1983). Fisiología de los cultivos. 1ª Edición. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires. Argentina. P.46-87.
17. ESCOBOSA LAVEAGA, A. Y TÉLLEZ, A.S. (2007). Producción de ganado lechero, México, D.F. P. 62 -32.
18. FISHER, K.S., 1972. Fisiologia General Aplicada. Pag. 318-319.
19. FONTANETTO, H. (1977). Adecuada densidad de plantas para el Sorgo Granífero. I.N.T.A. Rafaela. Comunicado de prensa N° 388. 38.
20. FAO, (1972). Improvement & production of maize, sorghum, and millets. Lectures of 1st FAO/SIDA training course, India. Page. 90.
21. José Milton Flores Tensos, Catedrático y Laboratorista de Química Agrícola UES Central, Facultad de Ciencias Agronómicas.
Tel. 2225- 1500. Ext. 4619.
22. GRAETZ, H. A. (1985). Suelos y fertilizantes. Editorial triller. 5ta Re Impresión. P. 27, 29, 59,42.
23. Herrera, R.S. La calidad de los pastos. La Habana (cuba).
Disponible en:
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050508/050806.pdf>
24. HORWITZ, W. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. (1980). Of the Association of official Analytical Chemists (AOAC).Page 45.

25. HEATH, M.E.; METCALFE, D.S. Y BARNES, R.E. (1973). Forages. 3rd edn: Iowa state univ. press, Ames, Iowa. Page. 47.
26. HULSE, J.H.; LAING, E.M. Y PEARSON, O.E. (1980). Sorghum and the millets: their composition and nutritive value. Academic press. P. 48.
27. JACOB, A. ; NEX KULL. (1973). Fertilización, nutrición y abonos de los cultivos tropicales y sub-tropicales. Trad. Por López Martínez de Alba. D.F. ; México. 4ta edición Euro América. P. 40,47,48,50-54,57,59,65,68,69,80,125, 50.
28. LORINE H. (1970). Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales. Center for Tropical Agriculture, Universidad de Florida. P.54.
29. MAG-CENTA. (1998). Hoja Divulgativa 160, RCV nueva variedad de sorgo. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre Granos en Centroamérica. PRIAG. San Andrés, La Libertad, El Salvador, C.A. P. 55.
30. MANUAL DE SORGO. Disponible en:
<http://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/insumosagropecuarios/agricolas/semillashibridas/cargill/manualsorgo/manualsorgocargill00.html>.
31. Minson, D.j. composición química y valor nutritivo de las gramíneas tropicales, FAO. 1992. P.181-199

32. Parson, A. J.; Johnson, I. R. and Harvey, A.1988. . Grass Forage Sci.
Pag.43, 49 -60.
33. PAÚL, C.L. (1990). Agronomía del sorgo. Programa de mejoramiento de sorgo del ICRISAT para América Latina (ICRISAT/LASIP). India.P. 68.
34. PETERSON, G. Y WASTFALL, D. (1998). El uso eficiente del nitrógeno en siembra directa. 6° Congreso Nacional de AAPRESID. Mar del Plata. Argentina. P.69.
35. PÉREZ, D.M. (1978). Manual sobre ganado lechero. Patronato para apoyo de la investigación pecuaria, México, D.F. P.71.
36. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD). (2002). Manuales sobre energía renovable: Biomasa/ Biomasa Users Network. 1ª Edición. San José, Costa Rica. P. 54-63.
37. PROGRAMA DE GRANOS BÁSICOS. (1995). Guía técnica. Cultivo de sorgo. Editado y Publicado en la Unidad de Comunicaciones de la Gerencia de Servicios Técnicos del CENTA. San Andrés, La Libertad, El Salvador, C.A. P. 32- 65.
38. PROGRAMA DE GRANOS BÁSICOS. (2006). Sorgo para MONOCULTIVO. Convenio CENTA-INTSORMIL. Hoja Divulgativa, CENTA, San Andrés. Km. 33 ½ Carretera a Santa Ana. La Libertad, El Salvador.

39. SALISBURY, F. B. y Ross C. W. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Grupo Editorial Iberoamericana P. 759.
40. SÁNCHEZ A.M; RAMOA H. A. CULTIVO DE SORGO GRANÍFERO.
Disponible en: isiavda@trcnet.com.ar ó sanchezmi@mixmail.com.(74.
41. SARASOLA, AA. , ROCCA DE SARASOLA, M.A. (1975). Fitopatología. Fisiogenética. Tomo 4. Buenos Aires, Argentina. 1era edición P. 139, 141-143, 145,146.
42. SMITH. (1979). Una introducción a la fisiología de los cultivos. 2ª Ed.
Editada por la Prensa de la Universidad de Cambridge. P.244.
43. SORGO. Disponible en:
<http://www.centa.gob.sv/html/ciencia/granosbasicos/maiz.html>.
44. TABLA DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS.
Consultado el 30/05/07.
http://www.engormix.com/a_hora_senalada_cual_s_articulos_647_.htm.
45. EL TINAY, A.H. ABDEL GADIR, A.M. & EL HIDAI, M. (1979). sorghum fermented kiswa bread. I. nutritive value of kiswa. J. Sci. Food. Agric. P. 859-863.
46. VILLAR, J. Y QUAINO, O. (1980). Evaluación de cultivares de Sorgo Granífero mediante parámetros de adaptabilidad y estabilidad. I.N.T.A. Informe técnico N° 52.

47. WALL, J.S., Y ROSS W.M. (1970). Producción y utilización de sorgo. AVI, Westport, Conn., USA. P.23, 45,89.
48. ZUMBAMBO, A. R., (2005). Conceptos aplicados de nutrición mineral en ganado lechero. Costa Rica. P. 90.

ANEXOS

CUADRO A-1. Promedio de Rendimiento de biomasa (Ton/ha).

Tratamiento	BI	BII	BIII	BIV	Σ_x	X
T1	76.7857	66.0714	62.5000	75.0000	280.3570	70.0890
T2	91.7500	87.0714	87.2857	86.6071	352.7142	88.1790
T3	112.5000	108.9286	116.9643	92.8571	431.2500	107.8130
T4	75.0000	69.6429	72.3214	64.2857	281.2500	70.3130
Σ_B	356.0357	331.7143	339.0714	318.7499	1345.5712	
X	89.0089	82.9286	83.7679	79.6875		

CUADRO A-2. ANVA general para el Rendimiento de Biomasa (Ton/ha).

F D E V	GL	SC	CM	FC	FT.	
					5%	1%
Tratamiento	3	3861.2511	1287.0837	31.15**	3.86	6.99
Bloques	3	181.5446	60.5148	1.46n/s.	3.85	6.99
Error	9	371.8175	41.3115			
Total	15	4414.6133				

CUADRO A-3. Prueba de tukey para el rendimiento de biomasa (Ton/ha).

	T3	T2	T4	T1
	107.6125	88.1790	70.3125	70.0893
T3 107.6125	0	19.6340 **	37.5**	37.7240 **
T2 88.1790	0	0	17.8660 **	18.0900 **
T4 70.3125	0	0	0	0.2240 n/s
T1 70.0893	0	0	0	0

Valor crítico de comparación de diferencias:

T 0.05	2.179 *
T 0.01	3.055**

CUADRO A-4. Porcentaje promedio de proteína (%).

Tratamiento	BI	BII	BIII	BIV	Σ_x	X
T1	15.53	14.65	13.09	15.14	58.41	14.6025
T2	11.11	12.59	12.20	11.56	47.46	11.8650
T3	9.98	11.54	9.61	10.35	41.48	10.3700
T4	8.10	8.21	8.82	8.86	33.99	8.4975
Σ_B	44.72	46.99	43.72	45.91	181.34	
X	11.1800	11.7475	10.9300	11.4775		

CUADRO A-5. ANVA general para la variable proteína cruda (%).

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT.	
					5%	1%
Tratamiento	3	79.7603	26.5867	41.25**	3.86	6.99
Bloques	3	1.5140	0.5046	0.78n/s.	3.86	6.99
Error	9	5.8010	0.6445			
Total	15	87.0753				

R-cuadrado 0.9333

Coefficiente de Variación 7.0836

CUADRO A-6. Prueba de tukey para la variable proteína cruda (%).

	T1	T2	T3	T4
	14.6025	11.8650	10.3700	8.4975
T1 14.6025	0	2.7375 *	4.2325**	6.1050**
T2 11.8650	0	0	1.4950 n/s	3.3675**
T3 10.3700	0	0	0	1.8725 n/s
T4 8.4975	0	0	0	0

Valor crítico de comparación de diferencias:

T 0.05	2.179 *
T 0.01	3.055 **

CUADRO A-7. Porcentaje Promedio de Carbohidratos (%).

Tratamiento	BI	BII	BIII	BIV	Σ_x	X
T1	44.62	44.14	47.71	43.58	180.05	45.0150
T2	51.78	50.33	50.33	51.23	203.67	50.9180
T3	59.94	61.56	64.24	61.97	247.71	61.9280
T4	62.01	64.46	59.75	60.93	247.15	61.7880
Σ_B	218.35	220.49	222.03	217.71	878.58	
X	54.5875	55.1225	55.5075	54.4275		

CUADRO A-8. ANVA general para la variable carbohidratos (%).

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT.	
					5%	1%
Tratamiento	3	841.5855	280.5285	83.2900**	3.86	6.99
Bloques	3	2.9601	0.9867	0.2900n/s.	3.86	6.99
Error	9	30.3114	3.3710			
Total	15	874.8570				

R-cuadrado 0.9653

Coefficiente de Variación 3.3420

CUADRO A-9. Prueba de tukey para la variable carbohidratos (%).

	T3	T4	T2	T1
	61.9280	61.7880	50.9180	45.0150
T3 61.9280	0	0.14 n/s.	11.01**	16.9130**
T4 61.7880	0	0	10.87**	16.7730**
T2 50.9180	0	0	0	5.9030**
T1 45.0150	0	0	0	0

Valor crítico de comparación de diferencias:

T 0.05	2.179 *
T 0.01	3.055 **

CUADRO A-10. Porcentaje de Fibra Cruda (%).

Tratamiento	BI	BII	BIII	BIV	Σ_x	X
T1	26.76	29.14	26.83	27.72	110.45	27.6125
T2	26.79	25.56	26.50	26.37	105.22	26.3050
T3	20.40	18.63	16.08	18.29	73.40	18.3500
T4	21.83	20.12	22.71	21.76	86.42	21.6050
Σ_B	95.78	93.45	92.12	94.14	375.49	
X	23.9450	23.3625	23.0300	23.5350		

CUADRO A-11. ANVA general para la variable fibra cruda (%).

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT.	
					5%	1%
Tratamiento	3	219.5605	73.1868	41.9144**	3.86	6.99
Bloques	3	1.7399	0.5799	0.3321n/s.	3.86	6.99
Error	9	15.7147	1.7460			
Total	15					

R-cuadrado 0.9162

Coefficiente de Variación 10.9596

CUADRO A-12. Prueba de tukey para la variable fibra cruda (%).

	T1	T2	T4	T3
	27.6125	26.3050	21.6050	18.3500
T1 27.6125	0	1.3075 n/s	6.0075 **	9.2625**
T2 26.3050	0	0	4.7**	7.955**
T4 21.6050	0	0	0	3.255**
T3 18.3500	0	0	0	0

Valor crítico de comparación de diferencias:

T 0.05	2.179 *
T 0.01	3.055**

CUADRO A-13. Promedio de Porcentaje de Extracto Etéreo (%).

Tratamiento	BI	BII	BIII	BIV	Σx	X
T1	2.54	2.64	2.40	2.80	10.38	2.5950
T2	1.57	1.91	1.85	1.68	7.01	1.7525
T3	1.99	1.58	2.28	2.19	8.04	2.0100
T4	1.20	1.00	1.28	1.27	4.75	1.1875
Σ_B	7.30	7.13	7.81	7.94	30.18	
X	1.8250	1.7825	1.9525	1.9850		

CUADRO A-14. ANVA general para la variable extracto etéreo (%).

F DE V	GL	SC	CM	FC	FT.	
					5%	1%
Tratamiento	3	4.0951	1.3650	31.94**	3.86	6.99
Bloques	3	0.1146	0.0382	0.89 n/s.	3.86	6.99
Error	9	0.3846	0.0427			
Total	15	4.5943				

R-cuadrado 0.9162

Coefficiente de Variación 10.9596

CUADRO A-15. Prueba de tukey para Extracto Etéreo (%).

	T1	T3	T2	T4
T1 2.5950	2.5950	2.0100	1.7525	1.1875
T3 2.0100	0	0.5850 n/s	0.8425 n/s	1.4075 n/s
T2 1.7525	0	0	0.2575 n/s	0.6025 n/s
T4 1.1875	0	0	0	0.5650 n/s

Valor crítico de comparación de diferencias:

T 0.05	2.179 *
T 0.01	3.055 **

CUADRO A-16. Porcentaje promedio de cenizas (%).

Tratamiento	BI	BII	BIII	BIV	Σx	X
T1	10.54	9.43	9.98	10.77	40.72	10.1800
T2	8.75	9.61	9.12	9.16	36.64	9.1600
T3	7.69	6.69	7.79	7.20	29.37	7.3425
T4	6.86	6.21	7.44	7.18	27.69	6.9225
Σ_B	33.84	31.94	34.33	34.31	134.42	
X	8.4600	7.9850	8.5825	8.5775		

CUADRO A-17. ANVA general para la variable cenizas (%).

F D E V	GL	SC	CM	FC	FT.	
					5%	1%
Tratamiento	3	28.1892	9.3964	40.22**	3.86	6.99
Bloques	3	0.9625	0.3208	1.37n/s.	3.86	6.99
Error	9	2.1026	0.2336			
Total	15	31.2543				

CUADRO A-18. Prueba de tukey para la variable cenizas (%).

	T1	T2	T3	T4
	10.1800	9.1600	7.3425	6.9225
T1 10.1800	0	1.02 n/s	2.8375 *	3.2575**
T2 9.1600	0	0	1.8175 n/s	2.2375 *
T3 7.3425	0	0	0	0.42 n/s
T4 6.9225	0	0	0	0

Valor crítico de comparación de diferencias:

T 0.05	2.179 *
T 0.01	3.055 **

CUADRO A- 19. Porcentaje promedio de Humedad parcial (%).

Tratamiento	BI	BII	BIII	BIV	Σx	X
T1	86.04	87.79	85.58	85.97	345.38	86.3450
T2	79.11	79.98	80.99	78.72	318.80	79.7000
T3	77.90	74.82	72.26	71.93	296.71	74.1850
T4	73.95	74.55	74.30	73.94	296.74	74.1780
Σ_B	317.00	317.14	313.13	310.36	1257.63	
X	79.2500	79.2850	78.2825	77.5900		

CUADRO A-20. ANVA general para humedad parcial (%).

F D E V	GL	SC	CM	FC	FT.	
					5%	1%
Tratamiento	3	400.9829	133.6609	54.4200**	3.86	6.99
Bloques	3	8.0504	2.6834	1.0900n/s.	3.86	6.99
Error	9	22.1060	2.4562			
Total	15	431.1394				

R-Cuadrado 0.9487

Coefficiente de Variación 1.9938

CUADRO A-21. Prueba de tukey para humedad parcial (%).

	T1	T2	T4	T3
	86.3450	79.7000	74.1780	74.1850
T1 86.3450	0	6.6450 **	12.16**	12.1670**
T2 79.7000	0	0	5.5150**	5.5220**
T4 74.1780	0	0	0	0.0070 n/s
T3 74.1850	0	0	0	0

Valor crítico de comparación de diferencias:

T 0.05	2.179 *
T 0.01	3.055 **

CUADRO A-22. Porcentaje promedio de humedad total (%).

Tratamiento	BI	BII	BIII	BIV	Σx	X
T1	4.90	4.09	4.70	3.66	17.35	4.3375
T2	3.39	2.63	2.39	2.70	11.11	2.7775
T3	2.12	2.66	1.94	1.22	7.94	1.9850
T4	2.35	2.57	4.09	2.02	11.03	2.7575
Σ_B	12.76	11.95	13.12	9.60	47.43	
X	3.1900	2.9875	3.2800	2.4000		

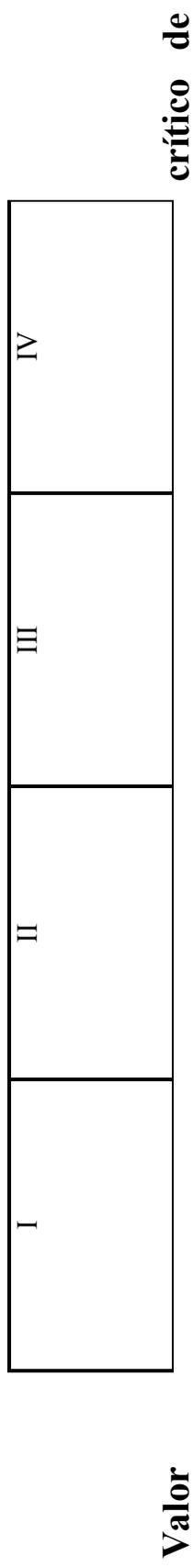
CUADRO A-23. ANVA general para la variable humedad total (%).

F D E V	GL	SC	CM	FC	FT.	
					5%	1%
Tratamiento	3	11.6894	3.8964	10.88**	3.86	6.99
Bloques	3	1.8783	0.6261	1.75n/s	3.86	6.99
Error	9	3.2246	0.3582			
Total	15	16.7923				

	T1	T2	T4	T3
	4.3375	2.7775	2.7575	1.9850

T1 4.3375	0	1.56n/s	1.58n/s	2.3525*
T2 2.7775	0	0	0.02 n/s	0.7925 n/s
T4 2.7575	0	0	0	0.7725 n/s
T3 1.9850	0	0	0	0

CUADRO A-24. Prueba de tukey para Humedad total (%).



comparación de diferencias:

T 0.05	2.179 *
T 0.01	3.055 **

Figura A.1 Distribución de los tratamientos y dimensiones del área experimental.

Tratamientos Bloques

T1	T3	T2	T4
T2	T3	T4	T1
T4	T3	T1	T2
T3	T4	T2	T1

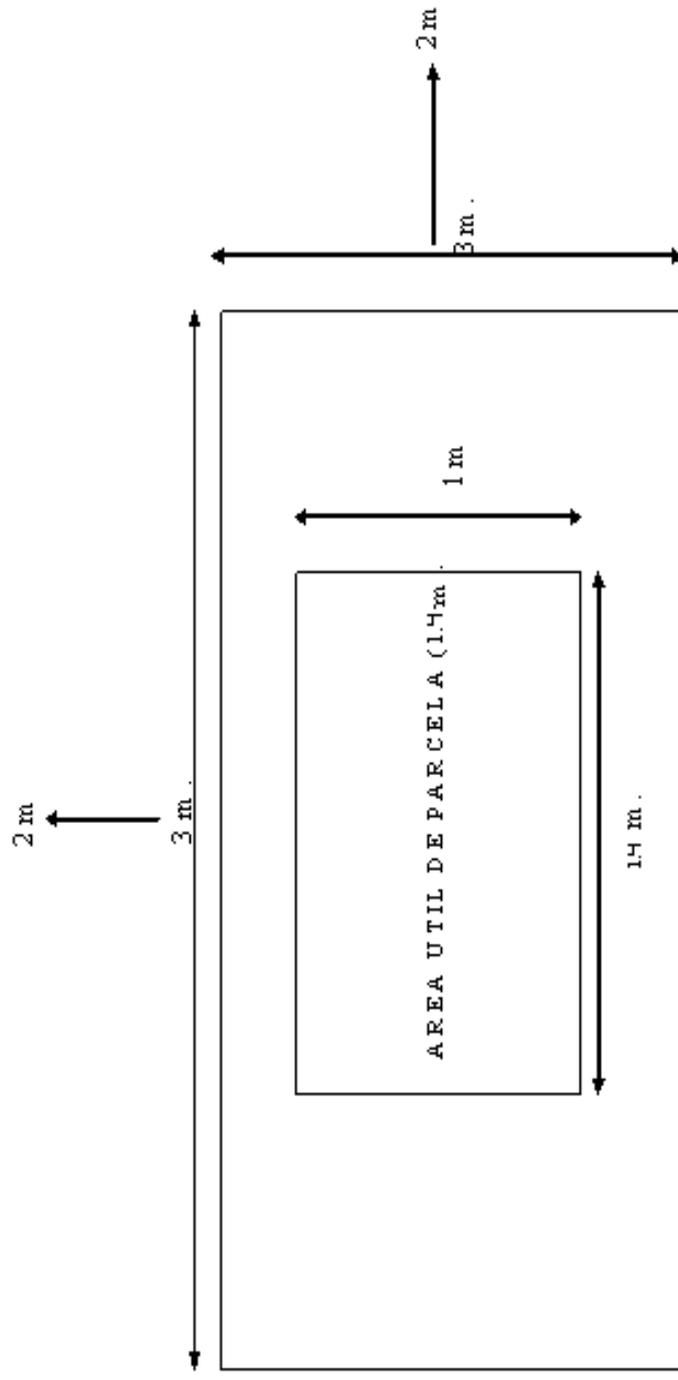
1

2

3

4

Figura A-2 Dimensiones del área útil.



Cuadro A-25. Resultado de Análisis de suelo.



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail centa_labsuelos@yahoo.com



Tel. 23020200 Ext.248

San Andrés, 4 de febrero de 2008

CARTA No. 20035

NOMBRE DEL AGRICULTOR: **NUMAN SOLEY CHAVEZ BATRES**

NOMBRE DE LA FINCA: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

CANTON: EL JUTE

DEPARTAMENTO: SAN MIGUEL

No. Laboratorio	Capítulo 2 Muestra No. 20070
Identificación de la muestra	EL JUTE
Profundidad de la muestra	20 cm.
Capítulo 3 Cultivo que desea fertilizar	SORGO
Capítulo 4 Mes en que sembrará	Febrero
Capítulo 5 Topografía del terreno	Plano

Textura	FRANCO ARENOSO
PH en agua	7.0 NEUTRO
Fósforo (ppm)	3 MUY BAJO
Potasio (ppm)	170 ALTO
Materia Orgánica (%)	1.79 BAJO
Calcio Intercambiable (Meq/100g)	9.11 ALTO
Magnesio Intercambiable (Meq/100g)	5.35 ALTO
Potasio Intercambiable (Meq/100g)	0.44
Relación Calcio/Magnesio	1.70 BAJO
Relación Magnesio/Potasio	12.16 MEDIO
Relación Calcio + Magnesio/Potasio	32.86 MEDIO
Relación Calcio/Potasio	20.70 MEDIO

NOMBRE DEL AGRICULTOR: NUMAN SOLEY CHAVEZ BATRES

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION:

SORGO

1^a) Fertilización: A la siembra
400 lb/mz de Formula 16-20-0

2^a) Fertilización: 30 días después de la siembra
300 lb/mz de Sulfato de Amonio

3^a) Fertilización: 45 días después de la siembra
150 lb/mz de Urea

Hacer enmiendas de deficiencia de Calcio para mantener una relación Calcio/Magnesio en rango MEDIO, aplicando 16 qq/mz de Sulfato de Calcio (CaSO₄.2H₂O) distribuido por postura 15 días después de la siembra.

**ING. QUIRINO ARGUETA
TECNICO EN FERTILIDAD DE SUELO**

CUADRO A-26. Costo de producción por ha. de T1.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
I- Preparación del terreno.			
- Rastreado	2	\$35.71	\$71.42
- Surqueado	1	\$21.43/bueyes	\$21.43
Sub-total			\$92.85
II- Insumos.			
- Semilla	16 kg.	\$1.71	\$27.36
- Gaucho 70 WP	1 s/48 gr.	\$16	\$16
- Rienda	1 litro	\$18.60/Lt.	\$18.60
- 16-16-0	259.73 kg.	\$40/90 kg.	\$115.2
- SO ₄ NH ₄	194.8 kg.	\$37/90 kg.	\$79.92
- Urea	97.4kg	\$40/68kg	\$57.2
Sub-total			\$314.1
III- Mano de obra.			
- Siembra	4	\$4	\$12
- Deshije	8	\$4	\$32
- Aporco	2	\$21.43	\$42.86
- Riego	11	\$4	\$60
- Gasolina	16.5 gal.	\$3.85	\$63.52
- Aplicación de prod. Químicos	2	\$4	\$8
- Fertilización	3	\$4	\$12
- Cosecha/corte			
Acarreo y picado	22	\$4	\$88
- Alquiler de picadora	8 horas	\$10/hr.	\$80
Sub-total			\$398.38
Imprevistos (3%)			\$24.16
TOTAL			\$829.49

CUADRO A-27. Costo de producción por ha. de T2.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
I- Preparación del terreno.			\$92.85
II- Insumos.			
- Semilla	16 kg.	\$1.71	\$27.37
- Gaucho 70 WP	1 s/48 gr.	\$16	\$16
- Rienda	1 litro	\$18.60/Lt.	\$18.60
- 16-16-0	259.73 kg.	\$40/90 kg.	\$115.2
- SO ₄ NH ₄	194.8kg.	\$37/90 kg.	\$79.92
- Urea	97.4 Kg.	\$40/68kg	\$57.2
Sub-total			\$314.1
III- Mano de obra.			
- Siembra	4	\$4	\$16
- Deshije	8	\$4	\$32
- Aporco	2	\$21.43	\$42.86
- Riego	13	\$6	\$78
- Gasolina	19.5 gal.	\$3.85	\$75.07
- Aplicación de prod. Químicos	2	\$4	\$8
- Fertilización	3	\$4	\$12
- Cosecha/corte			
Acarreo y picado	15	\$4	\$88
- Alquiler de picadora	8 horas	\$10/hr.	\$80
Sub-total			\$431.93
Imprevistos (3%)			\$25.17
TOTAL			\$864.26

CUADRO A-28. Costo de producción por ha. de T3.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
I- Preparación del terreno.			\$92.85
II- Insumos.			\$314.1
III- Mano de obra.			
- Siembra	4	\$4	\$16
- Deshije	8	\$4	\$32
- Aporco	2	\$21.43	\$42.86
- Riego	14	\$6	\$84
- Gasolina	21 gal.	\$3.85	\$80.85
- Aplicación de prod. Químicos	2	\$4	\$8
- Fertilización	3	\$4	\$12
-Mano de obra para Embolsado de Panoja.	80 hombre	\$4	\$320
- Bolsas (100 c/u)	1334	\$ 0.35 c/u	\$466.9
- Hoyos de bolsas	2 hombre	\$ 4	\$ 8
- Cosecha/corte			
Acarreo y picado	22	\$4	\$88
- Alquiler de picadora	9 horas	\$10/hr.	\$90
Sub-total			\$1,248.61
Imprevistos (3%)			\$ 49.66
TOTAL			\$1,705.22

CUADRO A-29. Costo de producción por ha. de T4.

CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
I- Preparación del terreno.			\$92.85
II- Insumos.			\$314.1
III- Mano de obra.			
- Siembra	4	\$4	\$16
- Deshije	8	\$4	\$32
- Aporco	2	\$21.43	\$42.86
- Riego	14	\$6	\$84
- Gasolina	21 gal.	\$3.85	\$80.85
- Aplicación de prod. Químicos	2	\$4	\$8
- Fertilización	3	\$4	\$12
- Cosecha/corte			
Acarreo y picado	22	\$4	\$88
- Alquiler de picadora	8 horas	\$10/hr.	\$80
Sub-total			\$443.71
Imprevistos (3%)			\$25.52
TOTAL			\$876.18

CUADRO 12. Resultados de análisis bromatológico.

N° de muestra	Características	% Humedad		% de Cenizas	% proteína Cruda	% Extracto Etéreo	% Fibra Cruda	% Carbohidratos
		Parcial	Total					
1	Sorgo VR. RCV. Bloque I Trat. 1	86.04	4.90	10.54	15.53	2.54	26.76	44.62
2	Sorgo VR. RCV. Bloque I Trat. 2	79.11	3.39	8.75	11.11	1.57	26.79	51.78
3	Sorgo VR. RCV. Bloque I Trat. 3	77.90	2.12	7.69	9.98	1.99	20.40	59.94
4	Sorgo VR. RCV. Bloque I Trat. 4	73.95	2.35	6.86	8.10	1.20	21.83	62.01
5	Sorgo VR. RCV. Bloque II Trat. 1	87.79	4.09	9.43	14.65	2.64	29.14	44.15
6	Sorgo VR. RCV. Bloque II Trat. 2	79.98	2.63	9.61	12.59	1.91	25.56	50.33
7	Sorgo VR. RCV. Bloque II Trat. 3	74.82	2.66	6.69	11.54	1.58	18.63	61.56
8	Sorgo VR. RCV. Bloque II Trat. 4	74.55	2.57	6.21	8.21	1.00	20.12	64.46
9	Sorgo VR. RCV. Bloque III Trat. 1	85.58	4.70	9.98	13.09	2.40	26.83	47.71
10	Sorgo VR. RCV. Bloque III Trat. 2	80.99	2.39	9.12	12.20	1.85	26.50	50.33
11	Sorgo VR. RCV. Bloque III Trat. 3	72.26	1.94	7.79	9.61	2.28	16.08	64.24
12	Sorgo VR. RCV. Bloque III Trat. 4	74.30	4.09	7.44	8.82	1.28	22.71	59.75
13	Sorgo VR. RCV. Bloque IV Trat. 1	85.27	3.66	10.77	15.14	2.80	27.72	43.58
14	Sorgo VR. RCV. Bloque IV Trat. 2	78.72	2.70	9.16	11.56	1.68	26.37	51.23
15	Sorgo VR. RCV. Bloque IV Trat. 3	71.73	1.22	7.20	10.35	2.19	18.29	61.97
16	Sorgo VR. RCV. Bloque IV Trat. 4	73.94	2.02	7.18	8.86	1.27	21.76	60.93

Figura 3. Mapa de la Facultad Multidisciplinaria Oriental.

