

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA



**“ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE TRES MATERIALES INTRODUCIDOS DE
CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum officinarum*, (CG 96 – 135, SP 79 – 2233, CP 88 –
1508), Y DOS MATERIALES LOCALES (CAÑA DE AZÚCAR BLANCA Y MORADA),
CON FINES FORRAJEROS EN EL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA”**

OSCAR AUGUSTO GUEVARA PAZ

CHIQUIMULA, GUATEMALA, MAYO DE 2011.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA**

**“ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE TRES MATERIALES INTRODUCIDOS DE
CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum officinarum*, (CG 96 – 135, SP 79 – 2233, CP 88 –
1508), Y DOS MATERIALES LOCALES (CAÑA DE AZÚCAR BLANCA Y MORADA),
CON FINES FORRAJEROS EN EL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA”**

TESIS

PRESENTADA AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO

POR

OSCAR AUGUSTO GUEVARA PAZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

ZOOTECNISTA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

CHIQUIMULA, GUATEMALA, MAYO DE 2011.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA



RECTOR
LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS
CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Secretario:	Lic. Tobias Rafael Masters Cerritos
Representante de Docentes:	M.Sc. Felipe Nery Agustín Hernández M.Sc. Edgar Arnoldo Casasola Chinchilla
Representante de Egresados:	Lic. Zoot. Alberto Genesio Orellana Roldán
Representante de Estudiantes:	Br. Eibi Estephania Lemus Cruz MEPU. Leonel Oswaldo Guerra Flores
Coordinador Académico:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Córdón

COORDINADOR DE ZOOTECNIA
LIC. ZOOT. MERLIN WILFRIDO OSORIO LÓPEZ

TERNA EVALUADORA
M.Sc. Karen Judith Hernández
M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Lic. Zoot. Luis Fernando Córdón Córdón

Chiquimula, mayo de 2011

Señores:

Consejo Regional

Centro Universitario de Oriente

Presente,

Respetables señores:

En cumplimiento a lo establecido por los estudios de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Centro Universitario de oriente, presento a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

“ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE TRES MATERIALES INTRODUCIDOS DE CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum officinarum*, (CG 96 – 135, SP 79 – 2233, CP 88 – 1508), Y DOS MATERIALES LOCALES (CAÑA DE AZÚCAR BLANCA Y MORADA), CON FINES FORRAJEROS EN EL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA”.

Como requisito previo a optar el título profesional de Zootecnista, en el Grado Académico de Licenciado.

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos para su aprobación,

Atentamente,



TPP. OSCAR AUGUSTO GUEVARA PAZ.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA
TELEFONO 78730300 EXT. 1014 y 1015



Chiquimula, mayo de 2011.

Señor Director:
Nery Waldemar Galdámez Cabrera, MsC.
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director.

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación, para asesorar al T.U.P.P. OSCAR AUGUSTO GUEVARA PAZ, en el trabajo de graduación denominado: "ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE TRES MATERIALES INTRODUCIDOS DE CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum officinarum*, (CG 96-135, SP 79-2233, CP 88-1508), Y DOS MATERIALES LOCALES (CAÑA DE AZÚCAR, BLANCA Y MORADA), CON FINES FORRAJEROS EN EL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA". Tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a revisar y orientar al mencionado sustentante sobre el contenido de dicho trabajo.

En ese sentido el tema desarrollado en mi opinión, aporta una nueva opción alimenticia para mejorar el rendimiento productivo de los rumiantes, en beneficio de los productores pecuarios de la región y del país en general.

Por lo que este trabajo reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual recomiendo su aprobación para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Zootecnista en el grado académico de Licenciado.

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

Lic. Zoot. Merlín Wilfrido Osorio López
Asesor Principal



D-TG-Z-010/2011

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el documento de la investigación que efectuó el estudiante OSCAR AUGUSTO GUEVARA PAZ titulado “ADAPTACIÓN Y RENDIMIENTO DE TRES MATERIALES INTRODUCIDOS DE CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum officinarum*, (CG 96-135, SP 79-2233, CP 88-1508), Y DOS MATERIALES LOCALES (CAÑA DE AZÚCAR BLANCA Y MORADA), CON FINES FORRAJEROS EN EL MUNICIPIO DE CHIQUIMULA”, trabajo que cuenta con Comisión de Trabajos de graduación de la carrera de Zootecnia. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación, a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de Zootecnista.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a catorce de junio de dos mil once.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



MSc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
DIRECTOR
CUNORI - USAC

c.c. Archivo

ars

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

A GUATEMALA

A OLOPA

A CHIQUIMULA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A EL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE

A LA CARRERA DE ZOOTECNIA

A MIS CATEDRÁTICOS UNIVERSITARIOS

A MIS ASESORES EN EL PRESENTE TRABAJO

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI NOVIA

A MI FAMILIA EN GENERAL

A MIS COMPAÑEROS DE FORMACIÓN UNIVERSITARIA

A MIS AMIGOS EN GENERAL

ACTO QUE DEDICO

A Dios: Por darme la oportunidad de disfrutar de todas sus bendiciones y ser la fuerza que me impulsa a superarme día con día, para así crecer en todas las áreas de mi vida y permitirme alcanzar un triunfo más en mi vida profesional.

A mis padres: Oscar Humberto Guevara Auxume y Sonia Dalila Paz Quintana, por el esfuerzo económico y moral que han hecho para brindarme una educación profesional, por su amor y dedicación para transmitirme sus principios, valores, respeto a la vida y el amor de Dios, por enseñarme la actitud y el carácter para afrontar la vida con perseverancia y empeño; por el ejemplo de persona que han transmitido hacia mí y su apoyo incondicional Dios los bendiga.

A mis Hermanos: Ricardo José Guevara Paz y Melvin René Guevara Paz, por el apoyo incondicional que siempre me han brindado en todo momento, por la fortaleza y los consejos, por acompañarme en los buenos y los malos momentos. Esperando que este logro sirva de motivación y ejemplo hacia ustedes para poder seguir adelante en su formación profesional, hermanos Dios los bendiga.

A mis abuelos: Ricardo Guevara (Q.E.P.D.), Reyna Auxume (Q.E.P.D.), Augusto Paz (Q.E.P.D.), María Quintana, por su ejemplo de personas triunfadoras en la vida, amor, apoyo y consejos, brindados hacia mi persona durante mi formación, abuelitos Dios los bendiga.

A mis tíos: René Oliverio Guevara Auxume, Nury Elías de Guevara (Q.E.P.D.), Luís Salvador Guevara Auxume, Dora Sagastume de Guevara, María Dalila Guevara Auxume, Edgar Pazos Pazos, José Emerio Guevara Auxume, Sonia Lemus de Guevara, Hugo Ricardo Guevara Auxume (Q.E.P.D.), Héctor Antonio Paz Quintana, Melvin Augusto Paz Quintana, Alba Lorena Paz Quintana, Nidia Carolina Paz Quintana. Por el apoyo económico, moral y espiritual, en el transcurso de mi desempeño profesional.

A mis primos en general: Por el cariño y apoyo brindado hacia mi persona durante todos los días, por los momentos gratos que pasamos en familia.

A mi novia: Brenda María Sandoval Salguero, por brindarme su amor, ternura, confianza, paciencia, apoyo y comprensión; así mismo su motivación para poder alcanzar todos mis sueños. Por ser el motor que me impulsa a ser mejor cada día para que siempre se sienta orgulloso de mí. Gracias amor por estos hermosos cinco años a mi lado, Dios te bendiga.

A CUNORI: Por ser el centro de estudio y formación profesional, que me ha brindado la oportunidad de ser una mejor persona.

A mis catedráticos: Por transmitirme sus conocimientos y construir un profesional capaz de poder desempeñar eficientemente cualquier proyecto productivo y de desarrollo para mi país.

A mis compañeros: Por su amistad y apoyo brindado durante estos seis años de formación profesional, por cada vivencia compartida y por qué de una u otra manera me han impulsado a seguir adelante en mis estudios.

AGRADECIMEINTOS

Agradezco de todo corazón a mi Dios, por estar con migo en cada paso que doy, por la fortaleza y sabiduría que me brinda día a día, por brindarme las herramientas que contribuyeron en mi formación académica y profesional.

A mi Asesor, Lic. Zoot. Merlín Wilfrido Osorio López, por la asesoría, esfuerzo y dedicación brindada en esta investigación; por inculcar el valor de responsabilidad y rigor académico, sin los cuales no se hubiera realizado el presente trabajo.

Al M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera, por su amistad, motivación, apoyo y consejos brindados a lo largo de mí formación universitaria, por transmitir con ejemplo el liderazgo, ética profesional, valores y principios bajo tan importante cargo que desempeña en el Centro Universitario de Oriente.

A los docentes de la carrera de Zootecnia, por desempeñar tan importante papel en la formación como profesional y persona, fomentando el aprendizaje a través de la práctica.

A los miembros de la terna evaluadora M.Sc. Karen Judith Hernández, M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera, Lic. Zoot. Luis Fernando Cordón Cordón, por la orientación brindada durante el desarrollo del proceso de la investigación.

Al Ing. Agr. Godofredo Ayala y los trabajadores de campo del área de Zootecnia y Agronomía, por el apoyo incondicional en el presente trabajo.

Al Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICANÁ), por hacer posible la realización de esta investigación a través de la donación de la semilla de los diferentes materiales vegetativos evaluados, y la evaluación de azúcares de los mismos.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Asociación de Agricultores y Ganaderos de la Region Chorti (ASAGARCH), por permitirme desarrollar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), es su área de influencia.

Al Lic. Zoot. Carlos Estrada Nicol y finca ZULIN, por brindarme la oportunidad de realizar mi pasantía, y aportar conocimientos y experiencias impredecibles para mi vida profesional.

A la familia Sandoval Salguero, por abrirme las puertas de su casa y expresarme su cariño, amor, protección, consejos y apoyo incondicional durante todo momento en el proceso de formación profesional y personal.

ÍNDICE

Contenido	Pag.
Índice General	i
Índice de Cuadros en el texto	v
Índice de Cuadros en el anexo	vii
Índice de Figuras en el texto	xi
Índice de Figuras en el anexo	xiv
Resumen	xvi
Abstract	xviii
I. INTRODUCCIÓN	01
II. JUSTIFICACIÓN	02
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	03
IV. OBJETIVOS	04
A. General	04
B. Especifico	04
V. HIPÓTESIS	05
VI. MARCO TEÓRICO	06
6.1. MARCO CONCEPTUAL	06
6.1.1. Origen de la caña de azúcar	06
6.2. Taxonomía de la caña de azúcar	07
6.3. Morfología de la caña de azúcar	07
6.3.1. Sistema Radicular	07
6.3.2. Tallo	08
6.3.3. Nudo	08
6.3.4. Entrenudo	09
6.3.5. Hoja	09
6.3.6. Flor	09
6.4. Comportamiento agronómico	10
6.4.1. Siembra	10
6.4.2. Germinación	10

6.4.3. Periodo de amacollamiento	10
6.4.4. Periodo de crecimiento	10
6.4.5. Periodo de maduración	11
6.4.6. Periodo de soca	11
6.5. Requerimientos edafoclimaticos	11
6.6. Fertilización y nutrición	12
6.6.1. Nitrógeno	13
6.6.2. Fosforo	13
6.6.3. Potasio	13
6.7. Valor nutritivo de la caña de azúcar	14
6.7.1. Principales constituyentes de la caña de azúcar	14
6.8. Características forrajeras de la caña de azúcar	15
6.8.1. Relación hoja tallo	16
6.8.2. Capacidad de rebrote	16
6.8.3. Área Foliar	16
6.8.4. Precocidad	17
6.8.5. Efecto de acame	17
6.9. Descripción morfológica de las variedades de <i>Saccharum officinarum</i> a evaluar.	17
6.9.1. Variedad Cengicaña Guatemala 96-135	17
6.9.2. Variedad Sao Paulo 79-2233	19
6.9.3. Variedad Canal Point 88 – 1508	22
6.9.4. Variedad Blanca	24
6.9.5. Variedad Morada	26
VII. MARCO METODOLÓGICO	29
7.1. Localización	29
7.2. Clima y zona de vida	29
7.3. Condiciones edáficas	29
7.4. Análisis de suelos	29
7.5. Área experimental	30
7.6. Método de siembra	30

7.7.	Tratamientos	31
7.8.	Manejo agronómico del experimento	31
7.8.1.	Fertilización	31
7.8.2.	Época y forma de aplicación	32
7.8.3.	Riego y control de malezas	32
7.8.4.	Recolección de datos	32
7.9.	Diseño del experimento	32
7.10.	Variables evaluadas en la fase de desarrollo agronómico	33
7.10.1.	Densidad de población de tallos	33
7.10.2.	Tasa de crecimiento	33
7.10.2.1.	Altura de planta (cm)	33
7.10.2.2.	Largo del tallo (cm)	33
7.10.2.3.	Diámetro de tallo (mm)	33
7.10.2.4.	Longitud de entrenudos (cm)	34
7.10.3.	Porcentaje de Índice de Área Foliar (%IAF)	34
7.10.3.1.	Número de hojas por tallo	35
7.10.3.2.	Largo de hojas (cm)	35
7.10.3.3.	Ancho de hojas	35
7.10.4.	Daños ocasionados por enfermedades	35
7.10.5.	Daños ocasionados por insectos	35
7.11.	Variables evaluadas en la fase de tasas de rendimiento	36
7.11.1.	Relación hoja – tallo	36
7.11.1.1.	Rendimiento total en MV	36
7.11.1.2.	Rendimiento del tallo en MV	36
7.11.1.3.	Rendimiento del cogollo en MV	36
7.11.2.	Rendimiento de MS	36
7.12.	Variable evaluadas en la composición química	36
7.12.1.	Contenido de MS	36
7.12.2.	Contenido de Proteína Cruda, Fibra Acido Detergente y Energía Digestible	36
7.12.3.	Contenido de azúcares	37

7.12.3.1.	Grados brix, pol en el jugo y la caña	37
7.12.3.2.	Contenido de jugo y fibra de la caña	37
7.13.	Análisis de datos	37
VIII.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
8.1.	Desarrollo Agronómico	38
8.1.1.	Densidad de población de tallos	38
8.1.2.	Tasa de crecimiento	40
8.1.2.1.	Altura de la planta	40
8.1.2.2.	Longitud del tallo	41
8.1.2.3.	Diámetro de los tallos	43
8.1.3.	Porcentaje de Índice de Área Foliar	44
8.1.4.	Daños ocasionados por enfermedades	47
8.1.5.	Daños ocasionados por insectos	48
8.2.	Tasas de rendimiento	50
8.2.1.	Rendimiento de materia verde	50
8.2.2.	Rendimiento de materia seca	52
8.3.	Composición química	53
8.3.1.	Contenido de materia seca	53
8.3.2.	Contenido de proteína cruda	54
8.3.3.	Contenido de fibra acido detergente	54
8.3.4.	Contenido de energía digestible	54
8.3.5.	Contenido de azucares	56
8.3.5.1.	Grados brix	56
8.3.5.2.	Contenido de pol en el jugo y la caña	56
8.3.5.3.	Contenido del jugo	57
8.3.5.4.	Contenido de fibra	57
IX.	CONCLUSIONES	59
X.	RECOMENDACIONES	62
XI.	BIBLIOGRAFÍA	64
XII.	ANEXOS	68

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Contenido	Pág.
En el texto		
1	Extracción de nutrientes del suelo por hectárea por año, utilizados por la caña de azúcar para su crecimiento y desarrollo.	12
2	Composición promedio de nutrimentos de la caña de azúcar <i>Saccharum officinarum</i> .	14
3	Propiedades nutricionales de la caña de azúcar en base al NCR.	14
4	Resultado del análisis físico-químico de las muestras del suelo del sitio experimental.	30
5	Parámetros de desarrollo agronómico de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, durante nueve meses de evaluación, Chiquimula 2011.	49
6	Daños ocasionados por plagas y enfermedades durante el desarrollo agronómico de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, durante nueve meses de evaluación. Chiquimula 2011.	49
7	Producción de materia verde y materia seca de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, durante nueve meses de evaluación, Chiquimula 2011.	52
8	Relación hoja, tallo para planta entera de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero. Chiquimula 2011.	53

- | | | |
|----|---|-----------|
| 9 | Composición química de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, en nueve meses de evaluación, Chiquimula 2011. | 55 |
| | | |
| 10 | Contenido de azúcares (brix, pol), jugo y fibra, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. | 58 |

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.	Contenido	Pág.
En el Apéndice		
1A	Análisis de varianza para la variable de densidad de población de tallos, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.	69
2A	Análisis de varianza para la variable de rendimiento de altura de la planta, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.	69
3A	Análisis de varianza para la variable de longitud de tallos, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.	69
4A	Análisis de varianza para la variable de diámetro del tallo, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011	70
5A	Análisis de varianza para la variable de longitud de entrenudos, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.	70
6A	Análisis de varianza para la variable de porcentaje de índice de área foliar, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.	70
7A	Análisis de varianza para la variable de daños ocasionados por enfermedades, en cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.	71

- 8A Análisis de varianza para la variable de daños ocasionados por insectos, en cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **71**
- 9A Análisis de varianza para la variable de producción de biomasa de tallos, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **71**
- 10A Análisis de varianza para la variable de producción de follaje, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **72**
- 11A Análisis de varianza para la variable de rendimiento de materia verde, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **72**
- 12A Análisis de varianza para la variable de relación hoja tallo, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **72**
- 13A Análisis de varianza para la variable de rendimiento de materia seca, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **73**
- 14A Análisis de varianza para la variable de contenido de materia seca, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **73**
- 15A Análisis de varianza para la variable de contenido de proteína cruda, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **73**

- 16A Análisis de varianza para la variable de contenido de fibra ácido detergente, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **74**
- 17A Análisis de varianza para la variable de contenido de energía digestible, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **74**
- 18A Análisis de varianza para la variable de contenido de grados brix, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **74**
- 19A Análisis de varianza para la variable de contenido de pol en el jugo, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **75**
- 20A Análisis de varianza para la variable de contenido de pol en la caña, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **75**
- 21A Análisis de varianza para la variable de contenido de jugo de la caña, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **75**
- 22A Análisis de varianza para la variable de pureza del jugo de la caña, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **76**
- 23A Análisis de varianza para la variable de contenido de fibra de la caña, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011. **76**

24A	Estación climatológica CUNORI, año 2010.	76
25A	Formato de mediciones sobre el establecimiento.	77
26A	Formato de evaluación de daños ocasionados por insectos y enfermedades.	78
27A	Mediciones de producción	79
28A	Centro Guatemalteco de Investigación Capacitación de la Caña de Azúcar Laboratorio Agronómico. Registro Análisis de jugo, pruebas semicomerciales.	80
29A	Resultado de análisis químico	81
30A	Análisis del suelo y recomendaciones.	82

ÍNDICE DE FIGURAS		
Figura No.	Contenido	Pág.
En el texto		
1	Aspecto general de caña de azúcar variedad C.G. 96-135.	17
2	Entrenudos de caña de azúcar variedad C.G. 96-135.	18
3	Nudos de caña de azúcar variedad C.G. 96-135	18
4	Vaina, lamina foliar y cuello de la planta de caña de azúcar C.G. 96-135.	18
5	Aurícula y lígula de caña de azúcar variedad C.G. 96-135.	19
6	Aspecto general de caña de azúcar variedad S.P. 79-2233	19
7	Entrenudos de caña de azúcar variedad S.P. 79-2233.	20
8	Nudos de caña de azúcar variedad S.P. 79-2233.	20
9	Vaina, lamina foliar y cuello de planta de caña de azúcar variedad S.P. 79-2233.	20
10	Aurícula y lígula de caña de azúcar S.P. 79-2233.	21
11	Aspectos general de la caña de azucar variedad C.P. 88-1508	22
12	Entrenudos de caña de azúcar variedad C.P. 88-1508	22
13	Nudos de caña de azúcar variedad C.P. 88-1508.	23

14	Vaina, lamina foliar y cuello de caña de azúcar variedad C.P. 88-1508	23
15	Aspecto general de caña de azúcar variedad Blanca.	24
16	Entrenudos de caña de azúcar variedad Blanca.	25
17	Nudos de caña de azúcar variedad Blanca.	25
18	Vaina, lamina foliar y cuello de caña de azúcar variedad Blanca.	25
19	Aspecto general de caña de azúcar variedad Morada	26
20	Entrenudos de caña de azúcar variedad Morada.	27
21	Nudos de caña de azúcar variedad Morada	27
22	Vaina, lamina foliar y cuello de caña de azúcar variedad Morada.	27
23	Tallos de caña de azúcar variedad morada sobre la superficie del suelo.	28
24	Número de tallos moledero, de cinco variedades de caña de azúcar, Chiquimula 2011.	38
25	Comportamiento de tallos molederos de cinco variedades de caña de azúcar, en nueve meses de evaluación, Chiquimula 2011.	39
26	Tasa de crecimiento en centímetros de cinco variedades de caña de azúcar, en un periodo de evaluación de nueve meses, Chiquimula 2011	40

27	Desarrollo de los tallos en centímetros, de cinco variedades de caña de azúcar, en un periodo de nueve meses, Chiquimula 2011.	41
28	Longitud de tallos en centímetros de cinco variedades de caña de azúcar en un periodo de nueve meses, Chiquimula 2011.	43
29	Diámetro de tallos en centímetros de cinco variedades de caña de azúcar, en un periodo de evaluación de nueve meses. Chiquimula 2011.	44
30	Porcentaje del Índice de Área Foliar a los nueve meses de edad, de cinco variedades de caña de azúcar, Chiquimula 2011.	45
31	Desarrollo del porcentaje del Índice de Área Foliar de las cinco variedades de caña de azúcar durante nueve meses de evaluación, Chiquimula 2011.	46
32	Correlación del índice de área Foliar y la tasa de crecimiento de cinco variedades de caña de azúcar durante nueve mese de evaluación, Chiquimula 2011.	47
33	Rendimiento de biomasa (hojas y tallos), de cinco variedades de caña de azúcar, Chiquimula 2011.	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No.	Contenido	Pág.
En el Apéndice		
1A	Croquis del área de experimentación	83
2A	Semilla de Caña de Azúcar, donada por CENGICADAÑA.	84
3A	Establecimiento de las parcelas.	84
4A	Desinfección del suelo.	84
5A	Siembra con material vegetativo de cinco variedades de caña de azúcar.	84
6A	Sistema de riego por goteo.	85
7A	Rebrote de las parcelas.	85
8A	Periodo de amacollamiento.	85
9A	Periodo de crecimiento.	85
10A	Desarrollo de los tallos.	86
11A	Desarrollo del cogollo.	86
12A	Identificación de tratamientos.	86
13A	Pesado de las muestras de los tratamientos para determinación de FAD.	86

14A	Solución ácido detergente.	87
15A	Aplicación de solución ácido detergente.	87
16A	Campana de desecado.	87
17A	Tubos de digestión.	87
18A	Muestras de las variedades en el horno de aire forzado.	88
19A	Proceso de destilado.	88
20A	Titulado de la muestra.	88
21A	Muestras de tallos entregados al laboratorio de CENGICAÑA.	88

RESUMEN

Guevara Paz, OA. 2011. “Adaptación y rendimiento de tres materiales introducidos de caña de azúcar *Saccharum officinarum*, (CG 96 – 135, SP 79 – 2233, CP 88 – 1508), y dos materiales locales (caña de azúcar Blanca y Morada), con fines forrajeros en el municipio de Chiquimula”. Tesis Lic. Zoot. Chiquimula, GT, USAC. 89 p.

La presente investigación se enmarca dentro de la clasificación que sugiere la Red Internacional para la Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT), conceptuado como un ensayo regional tipo A; con el objetivo de evaluar la adaptabilidad y el desarrollo agronómico de cinco variedades de caña de azúcar, tres introducidas y dos locales, bajo condiciones edafo-climáticas del municipio de Chiquimula, Guatemala.

Así mismo se evaluó el rendimiento en cuanto a producción de materia verde y materia seca (Ton/Ha/año); análisis químico para la determinación del contenido de proteína cruda (PC), fibra ácido detergente (FND), energía digestible (ED), porcentaje de brix y pol. El estudio se realizó en la Vega del Centro Universitario de Oriente, Chiquimula, Guatemala.

Las variedades de caña de azúcar evaluadas fueron: Cengicaña Guatemala 96-135, Sao Paulo 79-2233, Canal Point 88-1508, Caña Blanca y Caña Morada; establecidas en un área de 125 m² (25 x 25), distribuidas en bloques al completo azar entre los 25 surcos (tratamientos), cada uno de estos con una longitud de 5 m. El distanciamiento de siembra entre cada surco fue de 1 m, y 1.5 m entre bloque.

Las variables agronómicas se evaluaron durante nueve meses, previo a un corte de uniformidad, el rendimiento de los materiales en cuanto a producción de materia verde y materia seca (Ton/Ha/año) se establecieron al final de este periodo, donde se pudo constatar que los materiales introducidos obtuvieron una mejor producción.

El análisis químico se realizó en el laboratorio de bromatología del Centro Universitario de Oriente CUNORI, y se determinó que el cultivo de la caña de azúcar es

deficiente en cuanto al contenido de proteína cruda, pero se le atribuye un contenido de energía digestible aceptable debido a la concentración de azúcares que posee en el tallo y el jugo, por lo que se establece como un banco de energía de bajo costo en la incorporación a la dieta de los bovinos de doble propósito de la región oriental de Guatemala.

La determinación del contenido de azúcares se realizó en el laboratorio agronómico del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA) en Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala; el cual presentó resultados satisfactorios para la variedades evaluadas, lo que permite constatar que los materiales se adaptaron adecuadamente bajo estas condiciones edafo-climáticas; recomendándose para la evaluación de respuesta animal la incorporación de leguminosas a la dieta, que permitan mejorar el déficit de proteína cruda que presentaron las variedades de caña de azúcar evaluadas.

Palabras claves: Cengicaña Guatemala 96-135, Sao Paulo 79-2233, Canal Point 88-1508, Caña Blanca, Caña Morada, caña de azúcar, desarrollo agronómico, densidad de población de tallos, tasa de crecimiento, porcentaje de índice de área foliar (IAF), daños ocasionados por enfermedades, daños ocasionados por insectos, rendimiento Materia verde (MV), rendimiento Materia seca (MS), composición química, contenido de Materia seca, Proteína cruda, Fibra ácido detergente, Energía digestible, azúcares, Brix, Pol, jugo, fibra.

ABSTRACT

Guevara Paz, OA. 2011. "Adaptation and performance of three introduced materials of sugar cane *Saccharum officinarum* (CG 96-135, SP 1979 to 2233, CP 1988 to 1508), and two local materials (sugar cane white and purple) used as forages Chiquimula. Zoot thesis. Chiquimula, GT, USAC. 89 p.

This research is part of the classification suggested by the International Network for the Evaluation of Tropical Pastures (RIEPT), conceived as a regional trial type A, to evaluate the adaptability and agronomic development of five sugarcane varieties, three introduced and two local varieties in Chiquimula, Guatemala. Performance is evaluated as well in terms of production of green matter and dry matter (t/ha/year) chemical analysis for the determination of crude protein (CP), acid detergent fiber (NDF), digestible energy (DE) , percentage of brix and pol.

The study was conducted in the Vega del Centro Universitario de Oriente, Chiquimula, Guatemala. The sugar cane varieties evaluated are: Guatemala CENGICAÑA 96-135, Sao Paulo 79-2233, 88-1508 Canal Point, White Cane and Reed Residence, established in an area of 125 m² (25 x 25), distributed in random blocks among the 25 full rows (treatments), each of these with a length of 5 m. The planting distance between each row was 1 m and 1.5 m between blocks. The agronomic changeul were evaluated for nine months prior to an uniformity cut, the performance of materials in terms of production of green matter and dry matter (t/ha/year) were established at the end of this period, where it was found the materials were introduced better production.

When the chemical analysis was performed in the laboratory of food science at CUNORI, it was determined that the sugarcane crops are deficient in crude protein content, but is given an energy digestible content acceptable because the concentration of sugars in the stem has the juice, so it is set as a bank of low-cost energy in addition to the diet of the dual purpose of the eastern region of Guatemala.

This of sugar content was evaluation conducted in the laboratory of Guatemalan Sugarcane Research and Training Center (CENGICAÑA) in Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala; which presented satisfactory results for the varieties evaluated, which reveals that the materials are properly adapted to these low soil and climate conditions. The suggestion is to evaluate animal response and the incorporation of legumes into the diet, to improve the deficit of crude protein presented sugarcane varieties evaluated.

Keywords: Guatemala CENGICAÑA 96-135, Sao Paulo 79-2233, 88-1508 Canal Point, White Cane, Cane Residence, sugarcane agronomic development, tiller population density, growth rate, percentage of leaf area index (IAF), damage from disease, insect damage, green matter yield (MV), dry matter yield (DM), chemical composition, dry matter content, crude protein, acid detergent fiber, Energy digestible, sugars, Brix, Pol, juice, fiber.

I. INTRODUCCIÓN

La explotación ganadera en el municipio de Chiquimula es una actividad de producción de doble propósito, la cual se encuentra limitada por la disponibilidad y calidad de los forrajes durante la época de baja precipitación pluvial, la cual comprende los meses de enero a mayo; estableciendo un período de cinco meses en el cual la producción de forraje presenta un déficit, influyendo directamente en la producción bovina.

Por lo que se hace necesario la implementación de materiales que presenten buenas características de adaptabilidad y producción de forraje de alto valor nutricional que puedan contrarrestar este problema dentro de los sistemas productivos durante este periodo; siendo una alternativa identificada en el medio, la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), a la cual se le atribuyen altos volúmenes de producción de biomasa por hectárea, además de ser una fuente de energía muy palatable para los animales.

Con la presente investigación se pretende comparar la adaptabilidad y rendimiento de cinco variedades de caña de azúcar, tres variedades mejoradas: C.G. 96-135, S.P. 79-2233, C.P. 88-1508, y dos variedades producidas en la región del departamento de Chiquimula: caña blanca y caña morada; por lo que se evaluaron estos materiales bajo condiciones edafo-climáticas del municipio de Chiquimula, con el fin de generar información que permita conocer el mejor material vegetativo en cuanto a adaptabilidad, productividad y calidad nutricional; bajo el mismo manejo agronómico.

Para el presente trabajo se seleccionó un área de 125m² (25 x 5m), distribuidos en 5 bloques de 25m² cada uno, estableciéndose 5 surcos con una longitud de 5m de largo y 1m entre cada uno; conformando la unidad experimental considerando el efecto de borde. Cada bloque se separó por calles de 1.5 metros entre sí. La investigación se llevó a cabo en La Vega del Centro Universitario de Oriente –CUNORI-, durante el año 2010.

II. JUSTIFICACIÓN

La explotación ganadera en el oriente del país constituye una actividad de importancia económica para las familias, involucrando un amplio sector de la población. Sin embargo, la disponibilidad y calidad nutricional de los pastos durante la época seca constituye la principal limitante para la alimentación y nutrición de los animales, afectando directamente el desarrollo de esta actividad y la economía de las familias.

En busca de alternativas que permitan mejorar la disponibilidad y calidad de forrajes durante la época seca, se presenta la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), como un cultivo factible para la alimentación del ganado, la cual se caracteriza por pertenecer al grupo del ciclo C4, siendo capaz de incrementar su tasa fotosintética, superando a las gramíneas de tipo C3; tolera condiciones extremas de temperatura (altas y bajas) y condiciones hídricas (sequía, inundación); disponiendo de una enorme capacidad para producir biomasa (Chaves, M. 2008).

En su estado maduro posee un 27% de MS, 2.56 MCal/kg de ED, 2.10 MCal/kg EM, 58% de TND, un 4.3% de proteína en el tallo y un 5.2% en las hojas y puntas. Otra de las ventajas que se le agregan a la utilización de caña de azúcar en la alimentación del ganado, es el ahorro de la adquisición de melaza, la cual incrementa los costos de producción (Juárez Lagunes, F; Vilaboa Arroniz, J; Díaz Rivera, P. 2009).

Debido al incremento actual del cultivo, como fuente de forraje en las fincas e importancia económica que posee, se han generado nuevas y constantes investigaciones con el fin de encontrar variedades de caña de azúcar resistentes a plagas y enfermedades, a la sequía y de buenas características forrajeras, con el propósito de incrementar la bio-disponibilidad forrajera y con ello disminuir el déficit alimentario bovino principalmente en la época seca, dado que la caña se ha constituido como uno de los más importantes bancos de forraje.

Como consecuencia es necesario comparar la adaptación y producción de nuevas variedades que presenten características promisorias bajo condiciones edafoclimáticas del municipio de Chiquimula y que además presenten una alternativa eficiente a los ganaderos del municipio.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La época seca en el departamento de Chiquimula, es una limitante en cuanto a disponibilidad y calidad de los forrajes para la alimentación y nutrición de los animales, siendo la caña de azúcar una buena alternativa de alimentación, que mejora la disponibilidad de forraje, y por sus características nutricionales, siendo ésta una fuente de energía muy palatable para el ganado bovino.

La región cañera, productora de azúcar de Guatemala, se localiza en la vertiente del Océano Pacífico, en los departamentos de Guatemala, Santa Rosa, Escuintla y Suchitepéquez, a lo largo de la costa, cultivo que ha alcanzado un valor muy importante en la socio-economía del país. El cultivo de caña de azúcar en el departamento de Chiquimula, ha sido desplazado por la introducción de otros cultivos anuales y perennes, lo cual ha dado como resultado que el mejoramiento de prácticas de manejo y rendimiento de los cultivos de caña de azúcar sea escaso y desconocido. Por lo que no existe información que permita conocer la adaptabilidad, rendimiento y calidad nutricional de variedades locales como: Caña Blanca y Morada; y por ende de las variedades introducidas manejadas por CENGICAÑA, como: CG 96-135, SP 79-2233 y CP 88-1508; bajo las condiciones climáticas del departamento de Chiquimula.

IV. OBJETIVOS

A. General

Generar información sobre la adaptación, rendimiento y calidad nutricional de cinco materiales de caña de azúcar, con potencial forrajero en el oriente de Guatemala.

B. Específicos

- Comparar la adaptabilidad de cinco variedades de caña de azúcar, bajo condiciones similares de suelo, riego, fertilización y manejo, en términos de densidad de población (número de plantas por metros lineales), susceptibilidad a plagas y enfermedades (escala de evaluación en base a porcentaje de plantas dañadas).
- Evaluar la respuesta productiva de las cinco variedades de caña de azúcar en cuanto a tasa de crecimiento, índice de área foliar, relación hoja tallo, producción de materia verde, producción de materia seca, proteína cruda, energía digestible y contenido de azúcares.

V. HIPÓTESIS

- Ho. Las cinco variedades de caña de azúcar (Cengicaña Guatemala 96-135, Sao Paulo 79-2233, Canal Point 88-1508, caña blanca y caña morada), tienen la misma adaptabilidad y presentan los mismos rendimientos en cuanto a materia verde, materia seca, concentración de energía digestible y contenido de azúcares.
- Ha. Al menos una de las cinco variedades de la caña de azúcar (Cengicaña Guatemala 96-135, Sao Paulo 79-2233, Canal Point 88-1508, caña blanca y caña morada), posee una mejor adaptabilidad y rendimientos en cuanto a materia verde, materia seca, concentración de energía digestible y contenido de azúcares.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1. MARCO CONCEPTUAL

6.1.1. Origen de la Caña de Azúcar

De acuerdo a Villalta, Guzmán y Ramírez (1999), la caña de azúcar es originaria de la isla de Nueva Guinea, su primer utilización fue como planta de jardín que se mascaba. En 1493, Colón trajo caña de azúcar procedente de España y fue plantada en República Dominicana. El cultivo se difundió rápidamente a Santo Domingo, Cuba y México, más tarde a Perú, Hawaii y Filipinas.

Según Flores y Ortiz (1976) el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala se remonta desde la época colonial cuando sólo se conocía la panela que desde aquel entonces se producía para fines del consumo nacional. La mayoría de los agricultores tenían la creencia de que todas las variedades que se cultivaban para la producción de azúcar pertenecían a las cañas criollas y que las distintas especies se clasificaban según el color del tallo, de modo que habían cañas verdes, amarillas rayadas y moradas. En efecto la caña que Cristóbal Colón introdujo al continente americano y que se cultivó durante casi tres siglos se conoció en principio con el nombre de caña criolla y se extendió por todos los países del mundo; después llegaron otras, la blanca de castillas (Otaheite), las morada, rayada y cristalina, etc. Estas últimas se cultivaron en Guatemala hasta 1940, y poco a poco se fueron desechando porque ya estaban desadaptadas al medio y atacadas por la enfermedad del mosaico.

Como resultado de los trabajos de las estaciones experimentales para la obtención de variedades mediante la hibridación, en el período de 1939 -1940 se comenzaron a introducir al país las variedades javanesas POJ. 36, POJ. 2714 y POJ. 2878; y las hindúes Co. 281 y Co. 290, que pronto sustituyeron a las cañas criollas debido a su resistencia a las enfermedades y a su mayor rendimiento en tonelaje de caña y azúcar. De 1950 a la fecha se ha dado un gran impulso a la hibridación de la caña y la mayoría de los países azucareros cuentan con estaciones experimentales con un programa definido para producir sus propias variedades; de esta forma el campo de los ingenios se va renovado con frecuencia por nuevas variedades de buen tonelaje, ricas en sacarosa y resistentes a las enfermedades.

6.2. Taxonomía de la caña de azúcar

Reino	Vegetal
Tipo	Fanerógamas
Sub-tipo	Angiospermas
Clase	Monocotiledóneas
Orden	Glumales
Familia	Gramíneas
Tribu	Andropogoneas
Género	Saccharum
Especie	officinarum

(Osorio, G. 2007).

6.3. Morfología de la caña de azúcar

6.3.1. Sistema radicular

Constituye el anclaje de los tallos y el medio de absorción de nutrientes y agua del suelo. El sistema radicular de la caña de azúcar está formado por dos tipos de raíces:

- Raíces de la estaca original o primordiales: Estas se originan a partir de la banda de primordios radiculares localizada en el anillo de crecimiento del trozo original que se siembra. Son delgadas, muy ramificadas y su periodo de vida llega hasta que aparecen las raíces en los nuevos macollos.
- Raíces permanentes: Son las raíces que brotan de los anillos de crecimiento radicular de los nuevos macollos. Estas son más numerosas, gruesas y de rápido crecimiento y su proliferación está acorde con el desarrollo de la planta.

La cantidad, longitud y edad de las raíces depende de las variedades. Sin embargo, existen factores ambientales como tipo de suelo y humedad que también influyen en estas características. Suelos arcillosos reducen la longitud de las raíces. La distribución de las raíces en relación al nivel del suelo es también importante en el anclaje que la planta pueda tener y en la absorción de agua y nutrientes (Humbert, 1974).

6.3.2. Tallo

El tallo es la parte de la caña de azúcar que presenta el mayor valor económico porque en él se almacenan los azúcares. La caña de azúcar forma cepas constituidas por la aglomeración de tallos que se originan inicialmente de las yemas de la semilla vegetativa y posteriormente de las yemas de los nuevos brotes subterráneos. El número, grosor, color y el hábito de crecimiento, dependen más que todo de las variedades. El tamaño o longitud de los tallos depende en gran parte de las condiciones de crecimiento que se le facilitan una variedad. El tallo de una cepa se denomina primario, si se origina de una yema de la semilla vegetativa original, secundario si se origina de una yema del tallo primario, terciario si se origina de una yema del tallo secundario.

Existen variedades en las cuales su desarrollo vegetativo es desuniforme y presentan una alta frecuencia de tallos de diferentes edades en relación a los ya formados. Cuando la mayoría de los tallos alcanzan un avanzado período vegetativo empiezan a brotar una serie de tallos débiles que no alcanzan a ser molibles. Este tipo de tallos también es frecuente cuando las yemas basales del tallo quedan expuestas a mayor acción de los rayos solares, cuando se presenta volcamiento o acame (Humbert, 1974).

6.3.3. Nudo

Artschwager, citado por Amaya Estévez (1986), establece que nudo es la porción dura de la caña constituida por tejido fibroso y que separa a dos entrenudos vecinos. El nudo comprende el anillo de crecimiento la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo ceroso.

El anillo de crecimiento es una zona en donde se origina el crecimiento del entrenudo y posee una coloración diferente; generalmente más clara que la del entrenudo. La banda de raíces es una zona pequeña inmediatamente arriba del nudo y en la cual se originan las primeras raíces de la semilla vegetativa o raíces primordiales. Es posible encontrar tallos con más de una yema por nudo pero esto es más que todo anomalía fisiológica y carece de interés económico. La forma de la yema así como la pubescencia que ésta presenta varían con las variedades y son dos de los caracteres básicos en la identificación de variedades. Hacia la parte

superior de la yema y sobre el entrenudo se proyecta una hendidura llamada canal de la yema, siendo las partes más importantes de la yema las alas, localizadas en forma lateral. El anillo ceroso es una cepa que recubre la parte superior del nudo y su intensidad varía de acuerdo a las variedades.

6.3.4. Entrenudo

Es la porción de tallo localizada entre dos nudos. Los primeros nudos del tallo son tan sólo de unos pocos milímetros de longitud y en ellos tiene lugar la división celular. El color está regulado por factores genéticos cuya expresión y penetración puede estar influenciada por factores ambientales tales como la exposición directa a la luz. Las formas más comunes son cilíndrico, abarrilado, en forma de hueso y en zig-zag. Es decir grueso abajo y delgado arriba.

6.3.5. Hoja

Estas se originan en cada nudo y están distribuidas de forma alterna a medida que el tallo crece; la hoja se encuentra formada por la lámina foliar y por la vaina. La unión entre estas dos partes se denomina lígula y en cada extremo de ella existe una aurícula con pubescencia variable. La forma y color de la lígula así como la forma de la aurícula son características importantes en la diferenciación de variedades. La lámina foliar es en donde se lleva a cabo la fotosíntesis. Su disposición en la planta varía con las variedades siendo las más comunes la pendulosa y la erecta. En la lámina foliar existe una nervadura central que la recorre en toda su longitud y paralela a ésta se encuentran las nervaduras secundarias, los bordes de la lámina foliar son aserrados. El color de las hojas va de un verde claro a un verde oscuro, y en algunas variedades se puede encontrar el color púrpura y verde púrpura, lo cual se atribuye a la concentración de antacioninas en la hoja (Humbert, 1974).

6.3.6. Flor

La caña de azúcar presenta dos fases de desarrollo. La primera es la fase vegetativa originada por la división celular continua en los puntos de crecimiento y la segunda es la fase reproductiva o floración la cual sigue a la anterior y ocurre cuando las condiciones ambientales le son favorables, siendo las mas importantes el fotoperiodo, la temperatura, la disponibilidad de humedad y el nivel de nutrientes

del suelo. La inflorescencia es una panícula sedosa denominada espiga constituida por un eje principal en donde se insertan las espiguillas, dispuestas por pares en cada articulación, en donde se encuentra la flor, la cual es hermafrodita con 3 anteras y tiene un ovario con dos estigmas. Cada flor está rodeada de pelos largos que le dan a la inflorescencia un aspecto sedoso.

6.4. Comportamiento agronómico

6.4.1. Siembra

La caña de azúcar se propaga vegetativamente sembrando trozos de tallos, que posean de tres a cuatro entrenudos, de manera que cada yema de los entrenudos produzcan una nueva planta, la cual después de 3 meses formará una cepa con abundantes retoños (Villalta, Guzmán y Ramírez 1999).

6.4.2. Germinación

Es el proceso por medio del cual el estado latente de crecimiento se transforma en estado activo y los órganos de las yemas se desarrollan formando paulatinamente una planta (Villalta, Guzmán y Ramírez 1999).

6.4.3. Periodo de amacollamiento

Es el proceso de crecimiento de los nuevos retoños que formarán la cepa, el cual proviene de una sola yema. La planta que nació de la yema original va formando sus nudos y entrenudos los cuales a su vez tienen yemas y primordios de raíces; debido a las condiciones favorables de temperatura y humedad se promueve el nacimiento de dichas yemas, las que dan lugar a nuevos tallos y así sucesivamente van proliferando gran número de plantitas, hasta que se integra la cepa (Villalta, Guzmán y Ramírez 1999).

6.4.4. Periodo de crecimiento

Los factores que intervienen para promover el crecimiento son el agua y los nutrimentos del suelo, además de la temperatura. La raíz juega un papel importante en el desarrollo de la planta. Los factores que influyen en su crecimiento son: que no haya gran cantidad de agua en el suelo, porque si esto ocurre, las raíces se quedan en las capas superficiales; que haya abundante aereación para evitar la asfixia de

las raíces y que la temperatura del suelo sea alta para lograr un sistema radicular abundante y profundo (Villalta, Guzmán y Ramírez 1999).

6.4.5. Periodo de maduración

Es la concentración de formación de azúcares en la planta, lo cual se logra impidiendo la formación de nuevos tejidos en la caña y hacer sacarosa, reduciendo la humedad en el suelo o sea suspender los riegos dos meses antes de la fecha del corte. Otro factor que promueve la maduración es la radiación solar cuya influencia se confirma durante la temporada del verano, baja precipitación y alta luminosidad, noches frías; entonces si las temperaturas son bajas, se reduce el crecimiento vegetativo de la caña y la luminosidad alta, se tendrá mayor producción de sacarosa.

6.4.6. Periodo de soca

Al realizar el primer corte de la caña (plantilla) queda en el suelo un macetón con gran número de troncos que pronto comenzarán a producir nuevos retoños para formar la cepa, a este ciclo vegetativo se le llama soca y generalmente requiere 12 meses para alcanzar su madurez industrial.

De aquí en adelante el ciclo vegetativo de la caña (soca), es similar a la caña plantilla hasta que llega la época de corte: luego que termina la soca, se prosigue el cultivo del ciclo de resoca que también tarda 12 meses (Villalta, Guzmán y Ramírez 1999).

6.5. Requerimientos edafoclimáticos

Humbert y De Geus, citados por Quintero Durán (1995), afirman que la caña de azúcar se adapta a un amplio rango de condiciones climáticas; pero se desarrolla mejor en regiones tropicales cálidas con amplia radiación solar. La temperatura óptima para el desarrollo de la caña de azúcar oscila entre 25 y 28 °C. Las altas temperaturas, conjuntamente con altas humedades en el suelo y en el aire, favorecen el desarrollo vegetativo, mientras que el ambiente seco y caliente promueve la maduración de la planta.

Según Blackburn, citado por Quintero Durán (1995), la caña de azúcar se desarrolla mejor en suelos francos o francos- arcillosos, bien drenados y profundos, con un pH óptimo para su desarrollo de 6.5 (ligeramente ácido), aunque tolera suelos ácidos hasta alcalinos. Los requerimientos de clima y suelo difieren entre las diferentes variedades de caña.

6.6. Fertilización y nutrición

Las necesidades nutricionales de cualquier cañaveral están determinadas por la cantidad total de nutrientes que necesita extraer del suelo durante su crecimiento y desarrollo para lograr una elevada producción. La caña de azúcar posee altos requerimientos nutricionales debido a su elevada capacidad de producción de material vegetal (tallos molibles, follaje, cepa y raíces) y la prolongada duración de su ciclo, razón por la cual efectúa una elevada extracción de nutrientes del suelo que, puede alcanzar niveles de 800-1500 kg de nutrientes por hectárea, por año (cuadro 1).

La cantidad de nutrimentos que extrae un cultivo es diferente de acuerdo con la variedad, el tipo de suelo, las condiciones de clima y el manejo del cultivo.

Cuadro 1. Extracción de nutrientes del suelo por hectárea por año, utilizados por la caña de azúcar para su crecimiento y desarrollo.

Macro nutrientes	kg/ha/año
Nitrógeno	130 -200
Fósforo	80 – 100
Potasio	300 – 350
Azufre	20 – 30
Calcio	55 – 60
Magnesio	35 – 45

Fuente. Romero, ER *et al.* 2004.

Los elementos nutritivos esenciales para la caña de azúcar son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; los micronutrientes son: boro, cinc, cloro, cobre, hierro, manganeso y molibdeno.

6.6.1. Nitrógeno

Por su función en la planta, el nitrógeno (N) es el nutrimento que mayor cuidado y atención requiere en su empleo, puesto que la adición de dosis excesivas o tardías, pueden afectar la fase de maduración y con ello la concentración de sacarosa en los tallos.

Las principales características del suelo que influye en la aplicación de nitrógeno son: el contenido de materia orgánica (M.O.), el drenaje y la profundidad del nivel freático. En plantilla o primer corte generalmente se recomiendan aplicar entre 40 y 140 kg/ha de nitrógeno (Quintero Durán, R. 1995).

Es recomendable adicionarlo en forma fraccionada en periodos que no superen los 90 días luego de la siembra o la cosecha de la planta, cuando hay humedad que estimule los procesos de transformación del producto en el suelo y la germinación y retoño de la planta (Chaves, M. 1998).

6.6.2. Fósforo

Conjuntamente con el nitrógeno son los dos nutrimentos con mayor respuesta a su aplicación en la caña de azúcar, ya que su presencia se traduce en aumentos de tonelaje la mayoría de las veces muy significativos. Su adición en suelos ácidos (Ultisoles) o de origen volcánico (Andisoles) provoca respuestas por lo general muy positivas, acompañadas por el mejoramiento de la productividad (TM/ha) de la caña y también del azúcar (Kg/TM) (Chaves, M. 1998).

6.6.3. Potasio

El hecho de ser el elemento mayoritariamente extraído por la planta de caña, le otorga un papel relevante en los programas de fertilización comercial, aún en aquellas localidades donde pudiera existir alguna suficiencia en su contenido en el suelo. Debe indicarse que a diferencia del nitrógeno y el fósforo, el potasio rara vez provoca incrementos sustanciales en el tonelaje de materia prima, aunque sí se nota una mejora significativa de la calidad de los jugos. Se asegura que el potasio afecta directa o indirectamente muchas, sino todas, las funciones bioquímicas y fisiológicas de la planta, siendo considerado uno de los factores que más contribuye para el logro de un mejor crecimiento y una mayor producción de la caña de azúcar

(Chaves, M. 1998). Los resultados han revelado que el potasio efectivamente influencia de manera diferencial según sea la dosis, el desarrollo inicial de la planta; a mayor presencia de potasio mayor tasa de crecimiento.

6.7. Valor nutritivo de la Caña de azúcar

Según Juárez Lagunes, Vilaboa Arroniz y Díaz Rivera (2009), la caña contiene un alto contenido de azúcares combinada con fibra altamente lignificada, que origina una baja digestibilidad (20%) de la fibra en el bovino; además, un bajo contenido de proteína (<1%) y minerales y una ausencia casi total de grasas y almidones (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición promedio de nutrimentos de la caña de azúcar *Saccharum officinarum*.

Digestibilidad (%)	Proteína (%)	Almidones (Reserva energía)	Azúcares (Energía)	Fibra
20	<1	Baja	Alta	Alta

Fuente: Juárez Lagunes F., Vilaboa Arroniz J. y Díaz Rivera P. 2009.

Cuadro 3. Propiedades nutricionales de la caña de azúcar en base al NCR.

Concentración de nutrimentos en base seca Presentación	MS %	ED (MCal kg ⁻¹)	EM (MCal kg ⁻¹)	TND (%)	Proteína (%)	FC (%)	Ca (%)	P (%)
Bagazo seco	92	1.24	0.80	28	1.8	48	0.90	0.29
Ensilada	22	2.62	2.15	59	4.1	39	0.35	0.18
Fresca-madura	27	2.56	2.10	58	4.3	32	-	-
Hojas y puntas	26	2.09	1.71	47	5.2	33	0.35	0.27
MS= Materia seca, ED= Energía digestible , EM= Energía metabolizable, TND= Nutrimentos digestibles totales, FC= Fibra cruda , Ca= Calcio, P=Fósforo								

Fuente: Shimada, 1987 con base en el NCR National Research Council (Academia Nacional de Ciencias), citado por Juárez Lagunes F; Vilaboa Arroniz, J; Díaz Rivera, P. 2009.

6.7.1. Principales constituyentes de la caña de azúcar

La caña de azúcar está constituida por jugo y fibra, la fibra es la parte insoluble en agua y está formada principalmente por celulosa, la cual, a su vez, está constituida por azúcares sencillos como glucosa.

El contenido porcentual de sólidos solubles en agua (sacarosa, azúcares reductores y otros constituyentes) se denomina brix y se expresa en porcentaje. El contenido aparente de sacarosa, expresado como un porcentaje en peso determinado mediante un método polarimétrico, se denomina pol (Larrahondo, JE. 1995).

La razón de establecer los constituyentes es que la caña de azúcar es rica en energía metabolizable (2.3 Mcal/Kg./Ms), proveniente de su alto contenido de azúcares no reductores y reductores (sacarosa, glucosa y otros) que el ganado aprovecha para su alimentación y sintetiza para la producción de carne y leche (Torres Moreira, JA. 2009).

6.8. Características forrajeras de la caña de azúcar

Entre las principales características forrajeras, que destacan a la caña de azúcar se atribuyen las de índole anatómico y fisiológico, entre las que se pueden mencionar:

- Dispone de un Índice de Área Foliar (IAF $\approx$ 4-10) asimilador de luz muy amplio que favorece y eficientiza la absorción de la radiación solar.
- La disposición vertical de sus hojas durante su mayor periodo de crecimiento, contribuye significativamente al punto anterior.
- Fotosintéticamente es altamente eficiente y pertenece al grupo privilegiado de las Ciclo C4 (vía ácido dicarboxílico).
- Es capaz de incrementar su tasa fotosintética por aumento de la luminosidad, por lo que califica como una planta de sol y de luz.
- Su velocidad de fotosíntesis es cerca de 2-3 veces superior, a la de las gramíneas tipo C3, presentando una capacidad fotosintética de 34 a 86 mg de CO₂/dm²/hr.
- Tolera condiciones extremas (altas y bajas) de temperatura.
- Tolera condiciones hídricas extremas (sequía, inundación).
- Dispone de una enorme capacidad de producir masa verde compuesta por almidones, azúcares, compuestos lignocelulósicos y agua.
- Dispone de un poderoso sistema radicular compuesto de tres tipos de raíces: a) superficiales-ramificadas y absorbentes, b) de fijación más profunda y c)

cordones que profundizan hasta 6 m. que le dan una enorme capacidad de exploración (vertical, horizontal) en el suelo.

- Posee una rusticidad y capacidad de adaptación (climática, edáfica y de manejo) a toda prueba.
- Para uso pecuario la caña posee y mantiene en periodos secos valores energéticos importantes.
- Su condición de planta semi-perenne, le permite generar materia prima por rebrote luego de cada corte, por lo que no requiere inversiones y siembras sucesivas, sólo mantenimiento (Chaves, M. 2008).

6.8.1. Relación hoja tallo

La composición vegetativa de la caña varía, según su variedad, edad, ciclo vegetativo, localidad y el manejo tecnológico. De acuerdo con Subirós, citado por Chaves (2008), la caña de azúcar produce una gran cantidad de biomasa, más de 100 Tn. /Ha por año, compuesta en su estado de madurez por 71.80% de tallos molederos, 12.58% de cogollos, 8.7% de hoja, puntas características de la caña de azúcar y otros así como un 6.9% de rebrotes.

6.8.2. Capacidad de rebrote

De acuerdo al estudio realizado por Benvenuti, Pavetti y Moreno (2005), la capacidad de rebrote de la caña de azúcar bajo pastoreo y corte tradicional, supera el 80%. Estableciendo una reducción de no más del 20%, de disponibilidad de M.V. en la soca 2.

6.8.3. Área foliar

El índice de área foliar (IAF), es un parámetro fundamental para la determinación de la productividad, se define como el área foliar por unidad de superficie del suelo. La fotosíntesis total por unidad de superficie del suelo se determina por la eficiencia de conversión de la energía solar multiplicada por la cantidad de energía solar interceptada por las hojas. La disponibilidad del follaje de caña de azúcar se determina a través del área foliar, la cual se encuentra sujeta a la tasa de formación de hojas por tallo, el número, tamaño y la longevidad de éstas, el número de tallos, edad que tenga el cultivo y la variedad (Amaya Estévez, A. 1995).

6.8.4. Precocidad

La caña de azúcar alcanza su madurez a los 12 – 14 meses de edad, existen variedades que son más precoces que otras, sin embargo la caña de azúcar para efectos de forraje puede cosecharse a los 8 – 10 meses, edad en la que el aporte de agua, fibra, sacarosa, glucosa, fructuosa, minerales y vitaminas son aceptables junto con la palatabilidad y aceptación por el ganado.

6.8.5. Efecto de acame

La caña de azúcar por ser una gramínea de crecimiento erecto y alto tonelaje (superiores a 150 TMV/ha), se relaciona con alto volcamiento, generalmente a menor densidad de plantas hay menor volcamiento o acame.

El volcamiento es característico de algunas variedades de caña de azúcar, las cuales pueden ser contrarrestadas disminuyendo la densidad de población mediante mayores distanciamientos de siembra. Otra alternativa para mantener una alta productividad sin volcamiento de las plantas, es disminuir la edad al corte (Cock 1995).

6.9. Descripción morfológica de las variedades de *Saccharum officinarum* a evaluar.

6.9.1. Variedad Cengicaña Guatemala 96-135

Figura 1. Aspecto general de caña de azúcar variedad C.G. 96-135.



Descripción morfológica:

- No deshoja naturalmente.
- Hábito de crecimiento de tallos semi erectos.
- Cantidad de follaje abundante.

Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Figura 2. Entrenudos de caña de azúcar variedad C.G. 96-135.



Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Descripción morfológica:

- Color amarillento verduzco con manchas negras cerosas.
- Forma de crecimiento cilíndrico, ligeramente en zigzag.

Figura 3. Nudos de caña de azúcar variedad C.G. 96-135

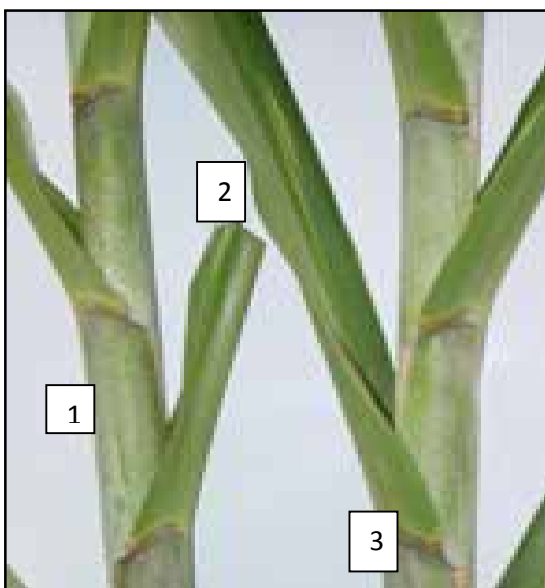


Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Descripción morfológica

- Forma de crecimiento cilíndrico.
- Yema aproximadamente redonda con alas ensanchadas hasta el ápice, semiabultadas que llegan al anillo de crecimiento.
- Anillo de crecimiento liso y ancho.

Figura 4. Vaina, lamina foliar y cuello de la planta de caña de azúcar C.G. 96-135.



Descripción morfológica

1. Vaina

- La vaina se raja en ambos lados con presencia de cera que muy fácil se desprende del tallo.
- Afate ausente.

2. Lamina foliar

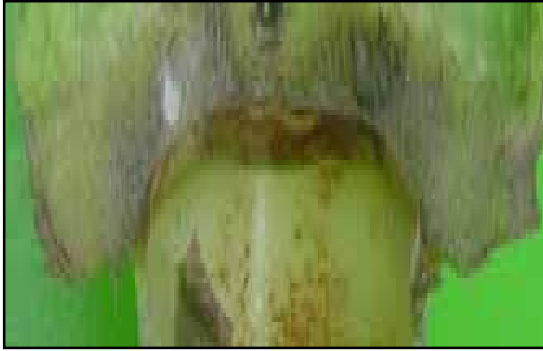
- Borde aserrado.
- Hoja ancha en forma de espada, color verde oscuro.

Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

3. Cuello

- Color verde oscuro.
- Superficie lisa.

Figura 5. Aurícula y lígula de caña de azúcar variedad C.G. 96-135.



Descripción morfológica

- Aurícula forma transicional inclinada.
- Lígula creciente lineal.

Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Observaciones

Buena población, altura, diámetro, hojas en forma de espada, sin afate. Incidencia muy baja a Carbón (*Ustilago scitaminea*)

6.9.2. Variedad Sao Paulo 79-2233

Figura 6. Aspecto general de caña de azúcar variedad S.P. 79-2233



Descripción morfológica

- Hábito de crecimiento de tallos abiertos.
- No deshoja naturalmente.
- Cantidad de follaje abundante.

Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Figura 7. Entrenudos de caña de azúcar variedad S.P. 79-2233.



Descripción morfológica

- Color verde amarillento con manchas negras y cerosas.
- Forma de crecimiento cilíndrico al costado de la yema ligeramente curvado.
- Cicatriz foliar abultada en el lado de la yema.

Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Figura 8. Nudos de caña de azúcar variedad S.P. 79-2233.

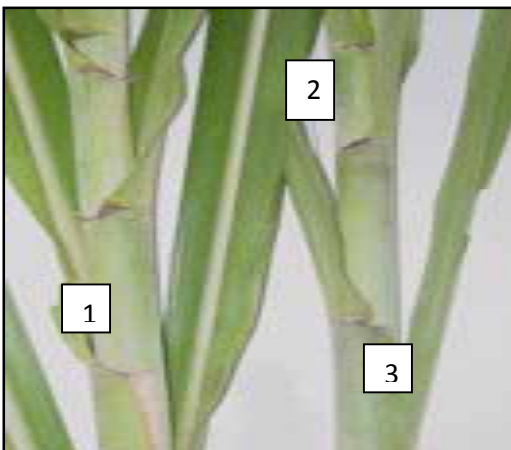


Descripción morfológica

- Forma de crecimiento cilíndrico y banda ancha.
- Yema ovalada con pequeñas alas.
- Anillo de crecimiento semi-protuberante.

Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Figura 9. Vaina, lamina foliar y cuello de planta de caña de azúcar variedad S.P. 79-2233.



Descripción morfológica

1. Vaina

- Regular desprendimiento.
- Color verde rojizo quebradiza.
- Presencia de afate intermedio.

Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

2. Lamina foliar

- Color verde oscuro.
- Borde semi aserrado.

3. Cuello

- Color verde oscuro.
- Superficie corrugada.

Figura 10. Aurícula y lígula de caña de azúcar S.P. 79-2233.



Descripción morfológica

- Aurícula forma transicional ascendente y transicional inclinada con vellosidad.
- Lígula deltoide con rombo.

Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Observaciones

Incidencia baja a Mosaico (*Sugar cane mosaic virus*). Tallo seco bajo condiciones de suelo con humedad limitada.

6.9.3. Variedad Canal Point 88 – 1508

Figura 11. Aspectos general de la caña de azúcar variedad C.P. 88-1508



Descripción morfológica

- Regular deshoje natural.
- Hábito de crecimiento de tallos semi-erectos.
- Follaje color verde

Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Figura 12. Entrenudos de caña de azúcar variedad C.P. 88-1508.



Descripción morfológica

- Color verde con manchas negras y cerosas.
- Forma de crecimiento cilíndrico ligeramente en zigzag, algunos tallos se rajan.

Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Figura 13. Nudos de caña de azúcar variedad C.P. 88-1508.

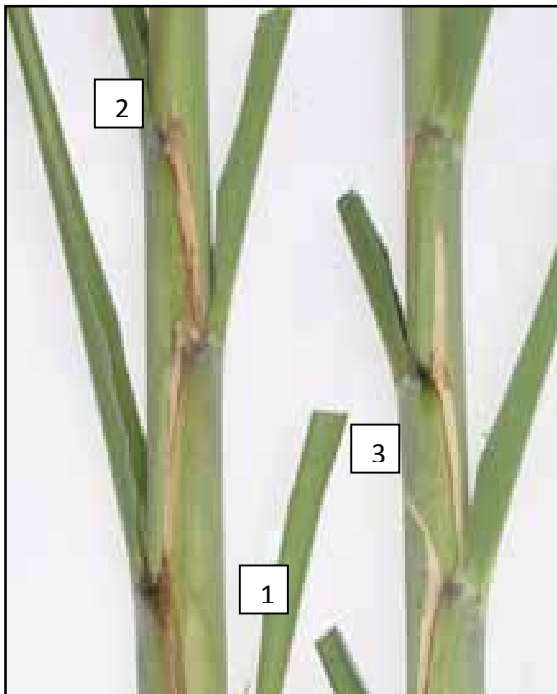


Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Descripción morfológica

- Forma de crecimiento cilíndrico, más angosto en el lado opuesto de la yema.
- Yema aproximadamente redonda semiprotuberante, con alas laterales hasta el anillo de crecimiento.
- Anillo de crecimiento semiprotuberante, algunos son rojizos.
- Cicatriz foliar abultada en el tercio superior del tallo.

Figura 14. Vaina, lamina foliar y cuello de caña de azúcar variedad C.P. 88-1508



Fuente: Orozco, H.; Castro, O.; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca.

Descripción morfológica

1. Vaina

- Fácil desprendimiento.
- Presencia de afate profuso en la mayoría.
- Las hojas jóvenes están adheridas del tallo y las hojas maduras están en un 50% adheridas y las hojas viejas están muy poco adheridas del tallo.
- Bordes secos de la vaina que termina con la aurícula.

2. Lamina foliar

- Borde semiaserrado.

3. CUELLO

- Color verde oscuro.
- Superficie lisa en la mayoría, en algunos son corrugados.

AURÍCULA Y LÍGULA

- Aurícula forma lanceolada larga y lanceolada corta en cada lado.
- Lígula deltoide con rombo.

OBSERVACIONES

Incidencia baja a Escaldadura. Puede presentar incidencia alta de raquitismo de las socas. En la Zona Alta la curva de maduración natural, floración y corcho, sugieren sembrar la variedad durante inicio de la zafra.

6.9.4. Variedad Blanca

Figura 15. Aspecto general de caña de azúcar variedad Blanca.



Descripción morfológica

- Regular deshoje natural.
- Hábito de crecimiento de tallos erectos.
- Follaje color verde.
- Cantidad de follaje abundante

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Entrenudos de caña de azúcar variedad Blanca.

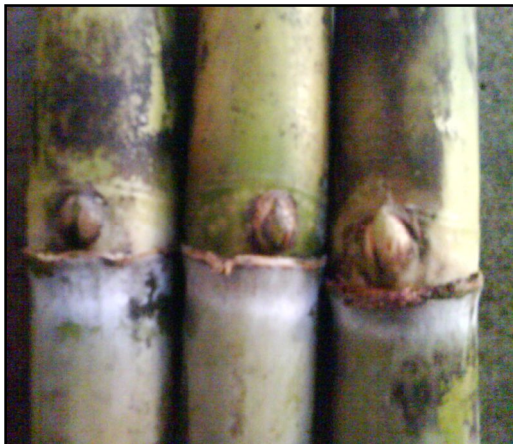


Descripción morfológica

- Color amarillento verduzco con manchas negras cerosas.
- Forma de crecimiento cilíndrico, ligeramente en zigzag.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Nudos de caña de azúcar variedad Blanca.

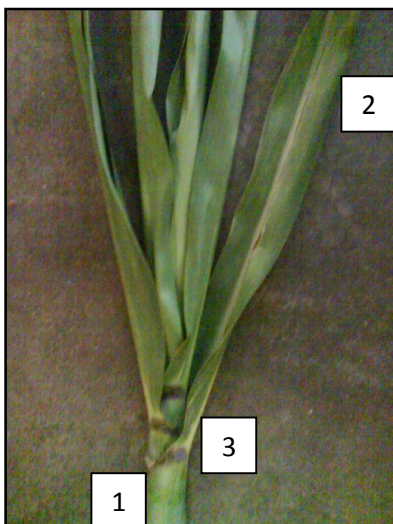


Descripción morfológica

- Forma de crecimiento cilíndrico.
- Yema aproximadamente redonda con alas, vellosas, protuberante.
- Anillo de crecimiento semiliso.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Vaina, lamina foliar y cuello de caña de azúcar variedad Blanca.



Descripción morfológica

1. Vaina.

- No desprende fácil.
- Alta presencia de afate.
- Color verde oscuro.

Fuente: Elaboración propia.

2. Lamina foliar

- Borde ligeramente aserrado.

3. Cuello

Color verde oscuro a púrpura.

Superficie corrugada.

OBSERVACIONES

Buena población, altura, diámetro, alta presencia de afate.

6.9.5. Variedad Morada

Figura 19. Aspecto general de caña de azúcar variedad Morada



Fuente: Elaboración propia.

Descripción morfológica

- Desoja naturalmente.
- Hábito de crecimiento de tallos decumbentes y erectos.
- Follaje color verde oscuro.
- Una relación hoja - tallo baja

Figura 20. Entrenudos de caña de azúcar variedad Morada.



Descripción morfológica

- Color morado amarillento con manchas blancas cerosas.
- Forma de crecimiento abarrilado cilíndrico.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21. Nudos de caña de azúcar variedad Morada



Descripción morfológica

- Forma de crecimiento cilíndrico.
- Yema redonda con poro germinal central.
- Anillo de crecimiento liso, color amarillo.
- Anillo ceroso color blanco.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Vaina, lamina foliar y cuello de caña de azúcar variedad Morada.



Descripción morfológica

1. Vaina

- Desprende fácil.
- Color verde purpura.
- Presencia de afate profuso en la mayoría.
- Las hojas jóvenes están adheridas del tallo y las hojas maduras están en un 50% adheridas y las hojas viejas están muy poco adheridas del tallo.

Fuente: Elaboración propia.

2. Lamina foliar

- Borde ligeramente aserrado.
- Color verde oscuro.

3. Cuello

- Color verde oscuro a púrpura.
- Superficie corrugada.

7. Observaciones

Los tallos tienden a crecer sobre la superficie del suelo, una población pobre, cogollo corto.

Figura 23. Tallos de caña de azúcar variedad morada sobre la superficie del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

VII. MARCO METODOLÓGICO

7.1. Localización

El presente estudio se realizó en la Vega del Centro Universitario de Oriente Chiquimula, situada en el kilómetro 169 carretera CA-10; y ubicada geográficamente en latitud norte a 14° 47' 58" y longitud oeste a 89° 31' 05".

7.2. Clima y zona de vida

La región corresponde a la zona de vida Bosque Seco Subtropical (zonas de vida Holdridge), a una altura de 300 msnm (Cruz, 1982). Según los datos de la Estación Meteorológica tipo "B" del Centro Universitario de Oriente, la precipitación pluvial anual es de 825 mm; una temperatura media anual de 29 °C (con una máxima de 37.8 °C y una mínima de 20.3 °C) y una humedad relativa de 60% en época seca (noviembre a abril) y de 75% en época lluviosa (mayo a octubre). (Centro Universitario de Oriente, 1995).

7.3. Condiciones edáficas

Los suelos donde se realizó el presente ensayo, pertenecen según Simmons, Tárano y Pinto (1959), a los aluviales no diferenciados – serie misceláneos con condiciones de terreno arable y una pendiente leve, la cual se cataloga como suelos de buena calidad para el establecimiento de cultivos y pastos.

7.4. Análisis de suelos

Los análisis físico- químicos de las muestras de suelo del sitio experimental (cuadro 4), indican que es un suelo de textura franco arenosa, con un porcentaje de materia orgánica bajo de 2.80% cuando el rango adecuado se sitúa entre 3 y 5%. Debido a que el área experimental es utilizada para cultivos de maíz durante todo el año, el suelo se encuentra influenciado por las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados (urea) que se aplican al mismo, evidenciando un pH alcalino de 8.82.

Cuadro 4. Resultado del análisis físico-químico de las muestras de suelos del sitio experimental.

Determinaciones		Resultados	Rango Adecuado
Textura		Franco Arenoso	
% Arcilla		8.22	
% Limo		26.80	
% Arena		64.98	
% M.O.		2.80	
Ph		8.82	5.5 - 7.5
Nitrógeno	N ppm	-	-
Fósforo	P ppm	77.35	20 – 40
Potasio	K ppm	562.50	125 – 200
Calcio	Ca meq/100grs	6.33	3 – 6
Magnesio	Mg meq/100grs	5.25	1.5 – 2
Hierro	Fe ppm	34.5	30 – 50
Cobre	Cu ppm	0.5	2 - 3.5
Manganeso	Mn ppm	35.00	30 – 50
Zinc	Zn ppm	3.00	3 – 6

Fuente: Laboratorio de suelos Centro Universitario de Oriente - CUNORI. 2010.

7.5. Área experimental

Para el presente trabajo se seleccionó un área de 125 m² (25 x 5m), la cual constituye la parcela bruta, ésta se dividió en 5 bloques, cada bloque y cada uno de los surcos (tratamientos) se establecieron de 5 m de largo, conformando la unidad experimental y considerando el efecto de borde. Cada bloque se separó por calles de 1.5 metros entre sí (Figura 1A).

7.6. Método de siembra

Cada uno de los surcos se conformó por 5 m lineales sembrados en cadena simple a 0.30 m de profundidad en el suelo, considerando la escasez de semilla viable; y cada surco se sembró a 1.0 m entre surcos. Previo a la siembra de las diferentes variedades, se realizó la preparación del terreno mediante un paso del arado, rastra y surqueador.

Los tallos o cañas establecidos fueron de 0.60 m de longitud con un promedio de 3 – 4 entrenudos, colocados en el surco horizontalmente a lo largo, cubriéndolas con una capa de tierra.

7.7. Tratamientos

T_1 = *Saccharum officinarum*, variedad C.G. 96-135.

T_2 = *Saccharum officinarum*, variedad S.P. 79-2233.

T_3 = *Saccharum officinarum*, variedad C.P. 88-1508.

T_4 = *Saccharum officinarum*, variedad Blanca.

T_5 = *Saccharum officinarum*, variedad Morada.

7.8. Manejo agronómico del experimento

Dado que el presente experimento se enmarca dentro de la clasificación que sugiere la Red Internacional para la Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) y además cuenta con la colaboración del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de azúcar, (CENGICAÑA); este se conceptúa como un ensayo regional tipo A; cuyo propósito es evaluar la adaptabilidad y el comportamiento agronómico de los materiales en áreas ecológicamente representativas, razón por la que se hizo necesario efectuar el establecimiento el 26 de mayo de 2009, para dar inicio a la etapa de reproducción y establecimiento de los materiales y efectuar un corte de uniformización el 25 de enero de 2010 para todas las variedades a evaluadas, lo cual permitió realizar la toma de datos de las diferentes variedades de manera homogénea. A partir de esa fecha da inicio la recolección de datos que sirvieron para realizar la evaluación.

7.8.1. Fertilización

Como fuente de fertilizante para nitrógeno se utilizó sulfato de amonio al 21% de N. El fósforo y el potasio no se incluyeron en el plan de fertilización, debido a que los niveles disponibles determinados en el resultado del análisis de suelos, se consideraron adecuados para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo de la caña de azúcar (Cuadro 30A).

7.8.2. Época y forma de aplicación

Se realizó una sola aplicación de nitrógeno a los 30 días del corte de uniformidad. El fertilizante se aplicó a los 5 surcos de cada parcela experimental en posturas con chuzo a una distancia de 25 cm entre postura a lo largo del surco, a una profundidad de 10 cm, regando cada parcela luego de cada aplicación.

El N se aplicó a razón de 91kg/ha/año, de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio de suelos Centro Universitario de Oriente – CUNORI (Cuadro 30A).

7.8.3. Riego y control de maleza

Para el riego de las parcelas se estableció un sistema de riego por goteo a presión, a intervalos de un día durante los primeros 30 días del corte de uniformidad, durante la época seca; de 30 días hasta la época lluviosa se programaron riegos con intervalos de 7 días.

El control de malezas se efectuó manualmente, durante el periodo de rebrote hasta que las plantas alcanzaron el cierre del cañaveral el cual no permitió el crecimiento de las malas hierbas.

7.8.4. Recolección de datos

La toma de datos de cada variable evaluada se realizó periódicamente con intervalos de 30 días, a partir del corte de nivelación en las diferentes variedades de caña de azúcar, durante 9 meses.

7.9. Diseño del experimento

El diseño utilizado es bloques al completo azar, en donde cada unidad experimental está constituida por cada parcela neta, siendo el modelo estadístico el siguiente.

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} = Variable repuesta de la ij -ésima unidad experimental

μ = efecto de la media general

τ_i = efecto del i -ésima variedades de caña de azúcar

β_j = efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = efecto del error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

7.10. Variables evaluadas en la fase de desarrollo agronómico**7.10.1. Densidad de población de tallos**

Las determinaciones de población se establecieron por metro lineal, realizando mensualmente el conteo de tallos dentro de la parcela neta durante todo el ciclo, considerando en el recuento únicamente plantas bien establecidas.

7.10.2. Tasa de Crecimiento**7.10.2.1. Altura de planta (cm)**

Se efectuaron las lecturas de altura de las plantas desde el nivel del suelo, hasta la punta de la hoja, sin estirla. Las lecturas se tomaron cada mes, a partir del corte de uniformidad hasta terminar el ciclo.

7.10.2.2. Largo del tallo (cm)

La determinación de la longitud de los tallos se llevó a cabo desde el nivel del suelo hasta el inicio del cogollo, la primera vaina en buen estado de abajo hacia arriba, tomando las lecturas mensualmente.

7.10.2.3. Diámetro del tallo (mm)

Las lecturas se realizaron utilizando una cinta métrica, efectuando las lecturas en el centro del tercer entrenudo desde el nivel del suelo. Efectuando las lecturas de forma mensual durante todo el ciclo.

7.10.2.4. Longitud de entrenudos (cm)

Utilizando una cinta métrica, se midieron los entrenudos a partir del tercero desde el nivel del suelo hacia arriba, midiendo de la cicatriz foliar hacia la siguiente cicatriz foliar, las lecturas se realizaron de forma mensual.

7.10.3. Porcentaje de Índice de Área Foliar (% IAF)

Es la relación que existe entre la producción del follaje y la superficie del suelo ocupado por la planta, con el objetivo de realizar un mayor número de determinaciones de área foliar en las cinco variedades de caña de azúcar, sin causar daño a las plantas y con menos mediciones de largo y ancho de las hojas se utilizó la siguiente fórmula (Ferrer Reyes, M. 2006).

Para determinar el área individual de cada hoja se utilizó la fórmula siguiente:

$A = L * A * C$ Lerch donde:

A= área de la hoja

L= largo de la hoja

A= ancho de la hoja

C (coeficiente de corrección de Lerch)= 0.75

Para determinar el área foliar por tallo, se suman las áreas individuales de cada una de sus hojas.

La fórmula para determinar el área foliar de cada tallo es la siguiente:

$$AF = [(H_m + H_n)/2] N_h * 0.995$$

Donde:

AF = área foliar de cada tallo

H_m= área foliar de la mayor hoja del aparato foliar

H_n = área foliar de la última hoja verde.

N_h = número de hojas por tallo

0.995 = coeficiente de corrección obtenido al relacionar el área foliar real.

$$IAF = \frac{\text{Área foliar total de una planta (dm}^2\text{)}}{\text{Superficie del suelo ocupado por una planta (dm}^2\text{)}}$$

7.10.3.1. Número de hojas por tallo

Se tomó como base únicamente las plantas dentro de la parcela neta, eliminando las hojas viejas y las hojas que no estén bien desarrolladas, tomando únicamente en cuenta las hojas intermedias.

7.10.3.2. Largo de hojas (cm)

Para la determinación del largo de las hojas, se utilizó una cinta métrica, midiendo desde donde finaliza la lígula hasta la punta de la hoja. Tomando la mayor hoja del área foliar y la última hoja verde. Efectuando las lecturas de forma mensual durante todo el ciclo.

7.10.3.3. Ancho de hojas (cm)

Las hojas se midieron sobre la lámina foliar, tomando como base la parte más ancha de la hoja, midiendo de un extremo hacia el otro.

7.10.4. Daños ocasionados por enfermedades

Para evaluar el daño ocasionado por enfermedades, se recorrieron las hileras o surcos de la parcela neta, tomando en cuenta las enfermedades de las plantas que se encuentren en estas.

Estableciendo la siguiente nomenclatura

- 1= Presencia de la enfermedad: 5% de plantas afectadas
- 2= Daño leve: 5 – 20% de plantas afectadas
- 3= Daño moderado: 20-40% de plantas afectadas
- 4= Daño severo o grave: más de 40% de plantas afectadas

7.10.5. Daños ocasionados por insectos

El muestreo para la evaluación entomológica se estableció recorriendo los surcos de la parcela neta, tomando en cuenta únicamente las plantas que se encuentran dentro de la parcela. Estableciendo una escala de evaluación para las diferentes plagas que oscila de 1 a 4 de la siguiente manera:

- 1= Presencia del insecto, daño inferior al 1%
- 2= Daño leve: 2% - 20% de plantas afectadas
- 3= Daño moderado: 20% - 40% de plantas afectadas
- 4= Daño grave: más de 40% de plantas afectadas

7.11. Variables evaluadas en la fase de tasas de rendimiento

7.11.1. Relación hoja - tallo

7.11.1.1. Rendimiento total en MV

De la parcela neta de cada unidad experimental se cortó y pesó la caña para obtener el rendimiento del peso total, el cual se compone del peso de las hojas versus el peso de los tallos, expresadas en toneladas de materia verde por hectárea.

7.11.1.2. Rendimiento del tallo en MV

Luego de tener el rendimiento total de cada material, se cortaron las plantas separando el tallo del cogollo, pesando únicamente el tallo de cada variedad, determinando la cantidad producida de tallos expresadas en toneladas por hectárea.

7.11.1.3. Rendimiento del cogollo en MV

Así mismo se determinó el rendimiento en MV de la parte foliar de cada variedad, pesando el cogollo expresado en toneladas por hectárea.

7.11.2. Rendimiento de MS

El rendimiento de materia seca se determinó a través de la relación del contenido de materia seca y el rendimiento de materia verde obtenido de cada una de las variedades evaluadas.

7.12. Variables evaluadas en la composición química

7.12.1. Contenido de MS

Para determinar la materia seca, se tomó una muestra de la planta completa (tallo y cogollo) del material fresco picado, para cada uno de las variedades, colocándolos en un horno de aire forzado (60°C por 48 horas ó hasta peso constante).

7.12.2. Contenido de Proteína Cruda, Fibra Acido Detergente y Energía Digestible

Para realizar estos análisis se tomaron las muestras de cada una de las variedades evaluadas y se enviaron al laboratorio de bromatología de la carrera de Zootecnia, del Centro Universitario de Oriente CUNORI, determinando el porcentaje de proteína cruda (PC) a través del método de micro-Kjeldahl; la fibra ácido

detergente (FAD) bajo la metodología de Van Soest y a través del procedimiento por lotes indicado por Ankom Technology.

A partir de la FAD y PC se determinó el valor de TND; el cual se empleó para obtener el valor de ED. Mostrando a continuación los cálculos matemáticos.

$TND = ((50 \times (1.08 + 0.015 \times (PC)) - (0.0059 \times (FAD)))$ (Brigham Young University, 1992).

$ED = (TND \times 4.409) / 100$ (National Research Council, 1981).

Donde:

PC: Proteína cruda.

FAD: Fibra ácido detergente.

TND: Total de nutrientes digestibles.

ED: Energía digestible.

7.12.3. Contenido de azúcares

7.12.3.1. Grados brix, pol en el jugo y la caña

Para el análisis del contenido de brix y pol, se tomó una muestra representativa de cada una de las unidades experimentales a los doce meses de edad y se envió al laboratorio agronómico del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA). El análisis de brix en el jugo se determinó por lectura refractométrica directa, el porcentaje de pol se determinó por lectura polarimétrica de una solución normal.

7.12.3.2. Contenido de jugo y fibra de la caña

El análisis de estas variables se determinó de las muestras enviadas al laboratorio agronómico de CENGICAÑA, el contenido de jugo se estableció mediante el porcentaje, y el contenido de fibra por determinación de humedad.

7.13. Análisis de datos

Cada una de las variables en estudio se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA), en el caso de encontrarse diferencia significativa ($P \leq 0.05$) se realizó una prueba de medias (Tukey), para las variables de daños ocasionados por enfermedades e insectos se realizó una prueba no paramétrica (Kruskal Wallis).

VIII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para efecto de precisar el análisis de los resultados obtenidos, el experimento se llevó a cabo en las fases de desarrollo agronómico, tasas de rendimiento y análisis químico de cada uno de los tratamientos en sus diferentes variables.

8.1. Desarrollo agronómico

La presente investigación se desarrolló en un periodo de nueve meses, previo a un periodo similar de adaptación y corte de nivelación de los materiales en estudio; en donde se evaluaron cinco variedades de caña de azúcar (dos locales y tres introducidas) sobre las cuales se midieron diferentes parámetros de desarrollo agronómico (Cuadro 5).

8.1.1. Densidad de población de tallos

Para la evaluación estadística del rendimiento de tallos molederos en un surco de nueve metros lineales, de cada una de las cinco variedades de caña de azúcar, se realizó un análisis de varianza (Cuadro 1A.), en el cual se determinó que no existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre bloques y variedades.

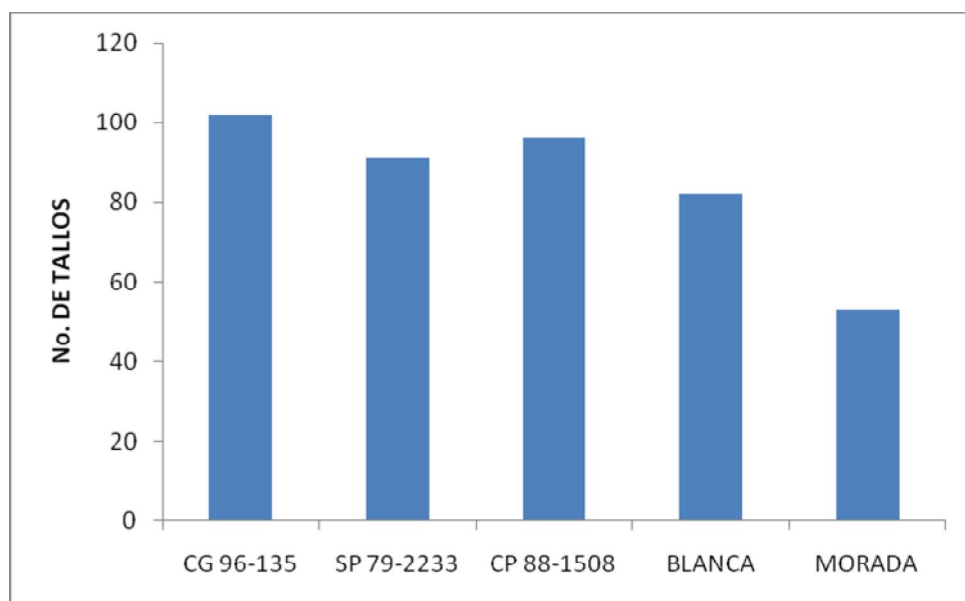


Figura 24. Número de tallos molederos, de cinco variedades de caña de azúcar, Chiquimula 2011.

Se puede observar en la Figura 24, que la variedad Cengicaña Guatemala 96-135, presentó la mayor cantidad de tallos molederos al final de la evaluación y la variedad Caña Morada, presentó el menor número de tallos, expresados en valores absolutos.

En los primeros 3 meses de crecimiento de la planta se dio el período de amacollamiento, en donde el alargamiento de los tallos fue mínimo; luego de este periodo se registró un drástico cambio en el ritmo de elongación de los tallos, aumentando la biomasa del cultivo y cerrando el cañaveral, disminuyendo el acceso a la luz en la parte basal de la planta lo que ocasionó que muchos de los tallos murieran, a partir del sexto mes el número de tallos permaneció estable (Figura 25).

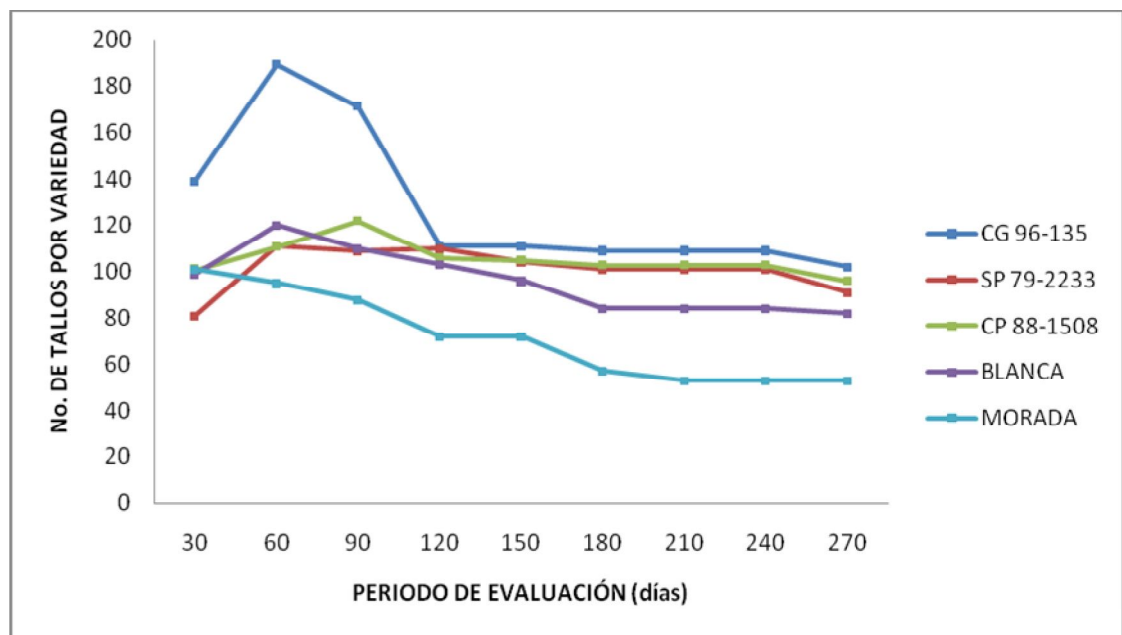


Figura 25. Comportamiento de tallos molederos de cinco variedades de caña de azúcar, en nueve meses de evaluación, Chiquimula 2011.

El comportamiento observado en el amacollamiento de las diferentes variedades de caña de azúcar que se muestra en la Figura 25, coincide con lo reportado por Amaya *et al.* (1995). Estableciendo el cierre del cañaveral al tercer mes de edad del cultivo y el periodo de gran crecimiento a partir del mismo.

8.1.2. Tasa de crecimiento

El análisis de varianza, para la variable tasa de crecimiento que incluye, rendimiento de altura de la planta, longitud de tallo y diámetro del tallo, de las cinco variedades de caña de azúcar (Cuadro 2A, 3A y 4A), demuestra que existió diferencia significativa entre las variedades, pero no entre los bloques ($P \leq 0.05$).

Lo cual se puede atribuir a la pureza y características propias de los materiales evaluados; además, de que el área utilizada para la evaluación no presentó gradientes de variabilidad obteniendo características homogéneas en cuanto a estructura del suelo, fertilización, riego y disponibilidad al fotoperiodo.

8.1.2.1. Altura de la planta

La Figura 26, muestra el comportamiento del crecimiento de las cinco variedades de caña de azúcar evaluadas durante el periodo de nueve meses, en el cual se observa una tendencia de crecimiento lineal desde el primer mes hasta el noveno. Lo cual es típico de las especies C4 de alto rendimiento, como es el caso de la caña de azúcar.

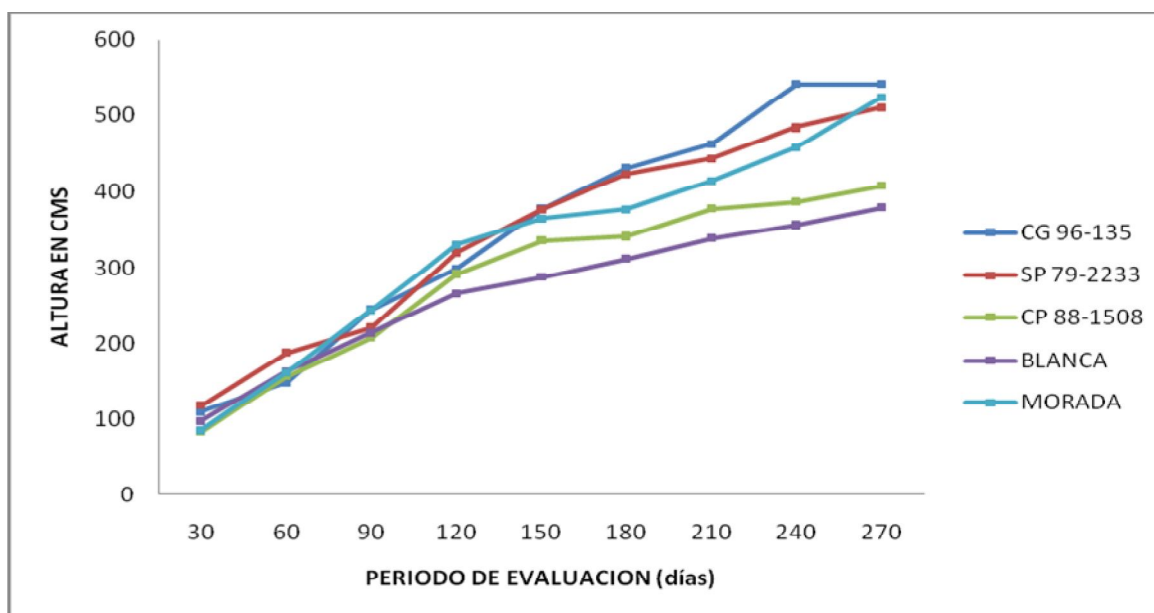


Figura 26. Tasa de crecimiento en centímetros de cinco variedades de caña de azúcar, en un periodo de evaluación de nueve meses, Chiquimula 2011.

El rango de altura de plantas, de las cinco variedades oscila entre 541.33 cms y 378.83 cms; las variedades que presentaron mayor rendimiento en la altura son Cengicaña Guatemala 96-135 con 541.33 cms, Caña Morada con 523.63 cms y Sao Pablo 79-1508 con 510.30 cms; presentando estadísticamente diferencias significativas ($P \leq 0.05$) sobre las restantes. Las variedades de menor altura, fueron Canal Point 88-1508 y Caña Blanca, con 407.20 y 378.83 cms, respectivamente.

Rincón Castillo (2005), indica que la variedad Cenicaña 8475, reportó 415 cms de altura de planta, y fue la de mayor rendimiento en cuanto a altura en un periodo de evaluación de diez meses; así mismo establece que las variedades de menor rendimiento de altura fueron Canal Point 821328 y Sao Pablo 701284 con 268 y 295 cms, respectivamente; estos rendimientos resultan inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

8.1.2.2. Longitud del tallo

La siguiente figura, muestra el comportamiento del crecimiento de los tallos de las cinco variedades de caña de azúcar durante el periodo de seis meses.

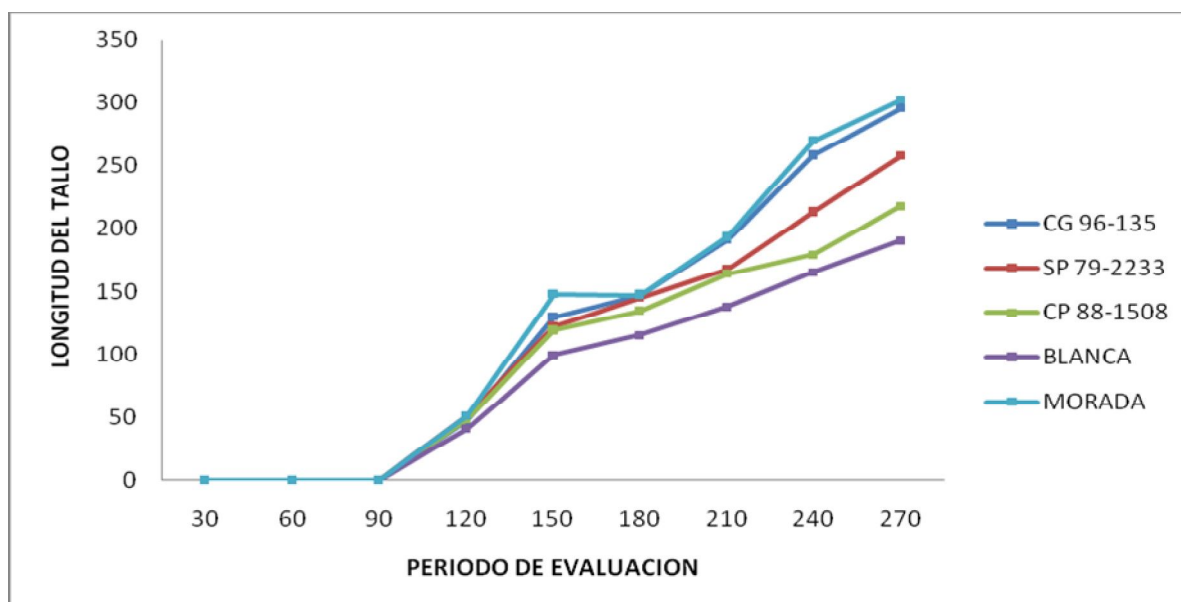


Figura 27. Desarrollo de los tallos en centímetros, de cinco variedades de caña de azúcar, en un periodo de nueve meses, Chiquimula 2011.

Como se observa en la figura anterior, la toma de datos de la longitud de los tallos dio inicio a partir del cuarto mes de evaluación, ya que en los primeros tres meses se da el periodo de amacollamiento y cierre del cañaveral.

A partir del cuarto mes se da el período denominado gran crecimiento, durante el cual se define la producción al establecer la población final de tallos molederos, incrementado la altura y peso fresco de los tallos por el almacenamiento de azúcares en los entrenudos que van completando su desarrollo, la expresión del área foliar y la mortalidad de la población de los tallos por la competencia entre los mismos (Romero, *et al.* 2009).

En esta fase el cultivo expresa la máxima respuesta, por lo que su intensidad depende del comportamiento de los factores ambientales y del manejo, haciéndolo sensible a algún tipo de cambio en su fisiología y morfología. Lo que explica el comportamiento observado en la figura anterior, entre el quinto y sexto mes de evaluación en donde se percibe un decrecimiento en el desarrollo de las variedades, lo cual corresponde al mes de junio y julio (entrada de la época lluviosa), en el cual las parcelas presentaron enfermedades ocasionadas por hongos. Así mismo, el acame fue otro factor que incidió en este decrecimiento, ya que los tallos de algunas parcelas cayeron al suelo, lo que incidió en un reamacollamiento de los tallos absorbiendo nutrientes y energía de las plantas en crecimiento normal. Estos factores ampliaron la diferencia de la tasa de crecimiento de los tallos de las diferentes variedades.

La variedad de caña que presentó la mayor longitud de tallo fue la Caña Morada con un promedio de 302.33 cms. Las variedades Cengicaña Guatemala 96-135 y Sao Pablo 79-1508 presentaron una longitud de 295.50 cms y 257.87 cms, respectivamente, estableciéndose en un rango intermedio. De igual manera las variedades que obtuvieron un rendimiento de longitud de tallos inferior en relación a las anteriores fueron Canal Point 88-1508 y Caña Blanca, con 218.07 cms y 190.53 cms, respectivamente (Figura 28).

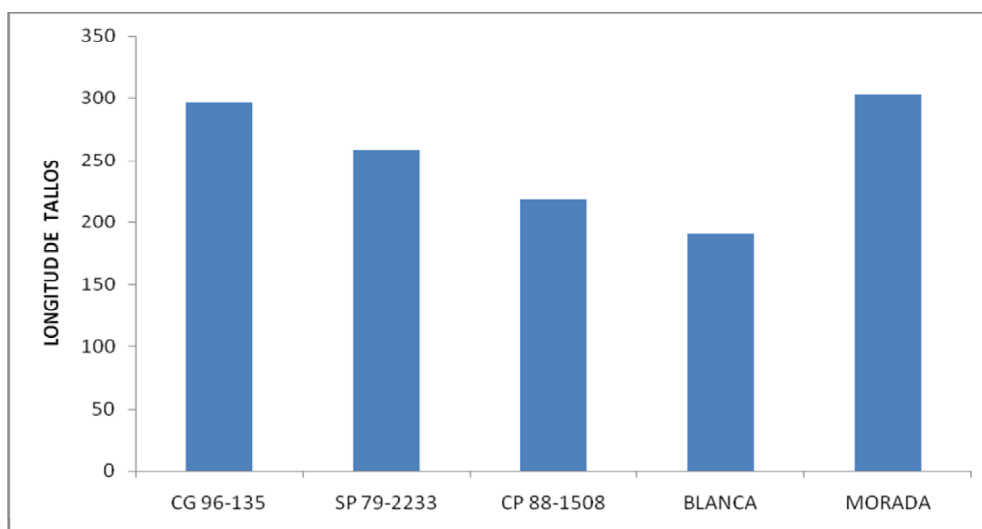


Figura 28. Longitud de tallos en centímetros de cinco variedades de caña de azúcar en un periodo de nueve meses, Chiquimula 2011.

En cuanto a rendimientos de longitud de tallos, Rincón Castillo (2005), establece el mayor rendimiento para Cenicaña 8475 con 232 cms, y las de menor longitud para Canal Point 821328 y Sao Pablo 701284 con un desarrollo de tallos de 159 y 164 cms, rendimientos que son inferiores a los obtenidos en la presente investigación.

8.1.2.3. Diámetro de los tallos

El comportamiento del diámetro de los tallos para las variedades Caña Blanca, Cengicaña Guatemala 96-135 y Caña Morada, fueron superiores con 31.00, 30.80 y 30.10 mm, respectivamente, mientras que las variedades Sao Pablo 79-1508 y Canal Point 88-1508 presentaron los valores más bajos con 27.10 y 26.00 mm (Figura 29).

Así mismo Rincón Castillo (2005), encontró un diámetro superior para la variedad Canal Point 821328 con 27.60 mm, para la variedad Cenicaña 8475 con 24.30 mm, y la variedad Sao Pablo 701284 con un diámetro inferior de 20.80 mm.

Como se puede observar en los diferentes datos obtenidos en el presente trabajo, al compararlos con los obtenidos por Rincón Castillo (2005), se llega a la conclusión de que la variedad Sao Pablo es la de menor rendimiento del diámetro de tallos, la variedad Canal Point mantiene el promedio del diámetro de sus tallos con una variación inferior a los 2 mm. En cuanto a las variedades Cengicaña Guatemala

96-135, Caña Blanca y Caña Morada, el rendimiento de diámetro es significativamente superior a las demás variedades.

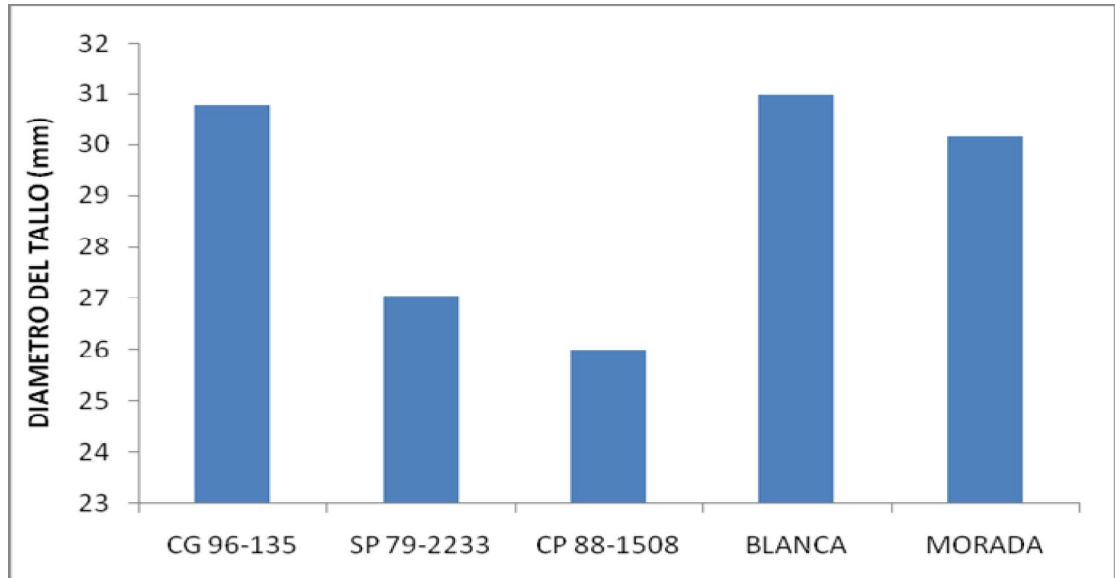


Figura No. 29. Diámetro de tallos en milímetros de cinco variedades de caña de azúcar, en un periodo de evaluación de nueve meses. Chiquimula 2011.

En cuanto a la longitud de los entrenudos no se presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre las variedades y los bloques (Cuadro 5A), la cual estableció un rango de 16.33 a 12.70 cms.

8.1.3. Porcentaje de Índice de Área Foliar

Los datos obtenidos de la evaluación del porcentaje de índice de área foliar (% IAF), de las cinco variedades de caña de azúcar (Cuadro 6A), demuestran que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las diferentes variedades evaluadas. Siendo la variedad Cengicaña Guatemala 96-135, la que posee el porcentaje más alto de índice de área foliar con 10.43%, Sao Pablo 79-1508 con 9.25%, las variedades de menor rendimiento fueron Caña Blanca, Canal Point 88-1508 y Caña Morada con 6.97%, 6.94% y 6.04%, respectivamente (Figura 30).

Chaves, M. (2008), establece que la caña de azúcar dispone de un IAF que va de un 4% a un 10%. Por su parte Irvine, citado por Amaya *et al.* (1995), establece que en Colombia el valor máximo encontrado en caña de azúcar es de 8%, en donde las mediciones preliminares establecieron valores de IAF entre 4% y

7%, en cultivos de ocho a nueve meses de edad. Así mismo, establece que el cultivo de caña requiere de un IAF de 4 a 6%, para interceptar un 90% de la radiación solar; en el cual se maximiza la tasa de crecimiento sin mantener un exceso de follaje.

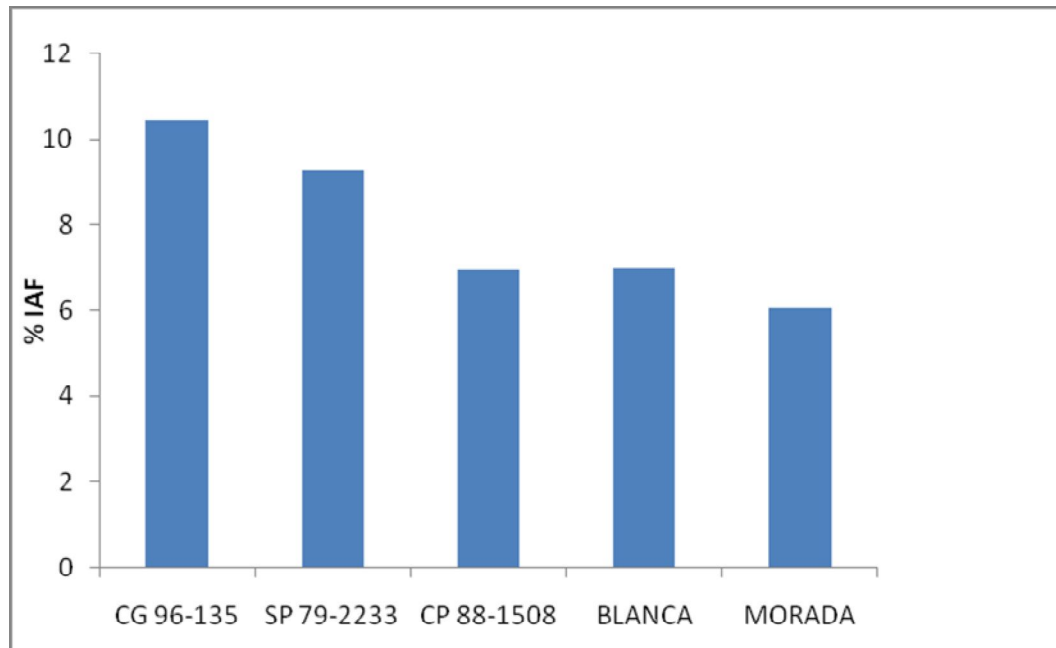


Figura 30. Porcentaje del Índice de Área Foliar a los nueve meses de edad, de cinco variedades de caña de azúcar, Chiquimula 2011.

Como se puede observar los datos obtenidos en la presente investigación se encuentran dentro de los rangos establecidos por los autores anteriormente mencionados. Las diferencias encontradas entre las variedades se establecen debido que el IAF es determinado por la tasa de formación de hojas por tallo, el número, tamaño y longevidad de éstas, y por el número de tallos molederos dentro de la parcela neta, todas estas características cambian con las variedades de caña evaluadas y las condiciones en las cuales se desarrolle el cultivo.

El área de la hoja aumenta con la edad de la planta y alcanza su máximo valor a los 9 meses de edad, pero luego decrece si las condiciones no son favorables (Amaya *et al.* 1995). En las condiciones más favorables, los tallos producen una hoja nueva cada semana o cada dos semanas, mientras que su longevidad en plantas jóvenes es corta, generalmente menor de 1 mes, en plantas más viejas pueden durar hasta 5 meses.

Como se puede observar en la Figura 31, el porcentaje del IAF de las variedades de caña, alcanza el rango de 4 a 6% IAF al cuarto mes de edad, periodo en el cual el cultivo termina el amacollamiento y empieza el crecimiento de los tallos, maximizando la tasa de crecimiento. La disposición vertical de sus hojas durante su mayor periodo de crecimiento, contribuye significativamente al punto anterior.

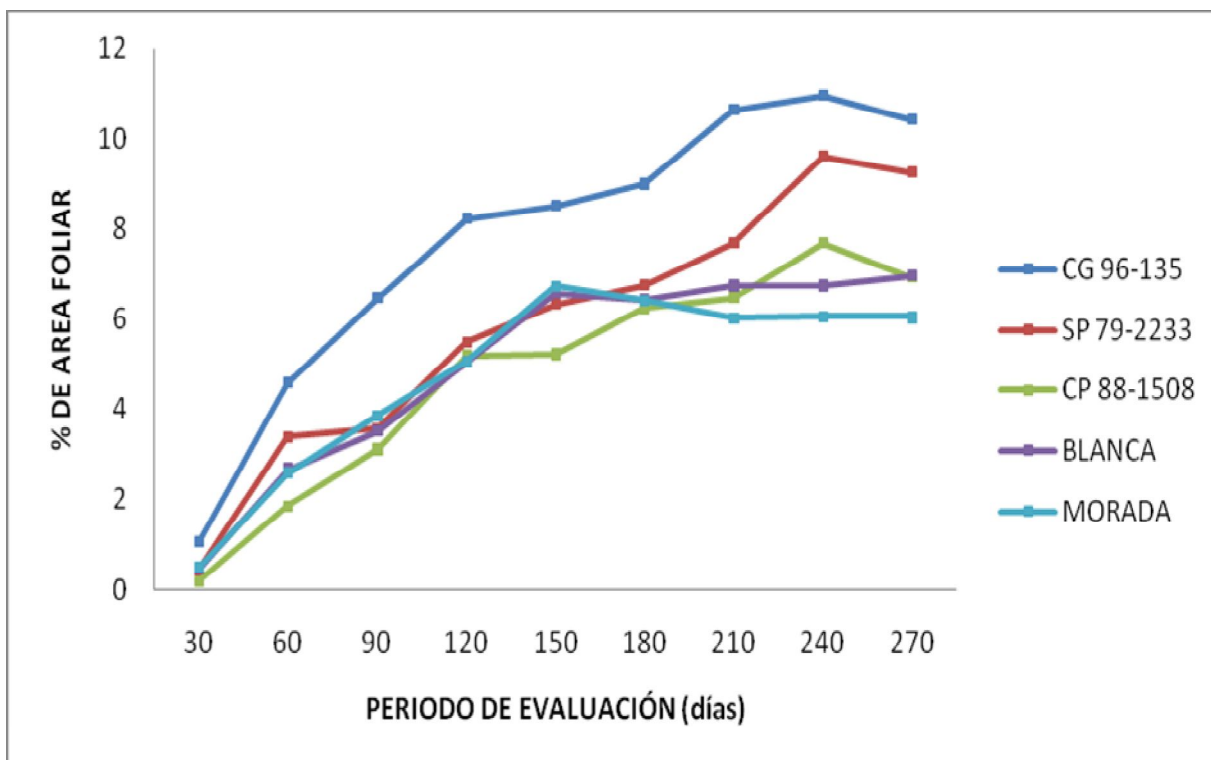


Figura 31. Desarrollo del porcentaje del Índice de Área Foliar de las cinco variedades de caña de azúcar durante nueve meses de evaluación, Chiquimula 2011.

Se realizó una correlación múltiple entre los resultados del índice de área foliar y la tasa de crecimiento de todas las variedades evaluadas, en donde se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.98, lo cual indica que existe una alta correlación entre las variables relacionadas, considerando para tal efecto un nivel de confianza del 95%.

El punto en donde se da la mayor correlación cuando la planta alcanza un IAF de 6%, el cual se establece cuando la planta alcanza una altura promedio de 3 metros (Figura 32), obteniéndolo a partir del quinto mes por las variedades evaluadas en la presente investigación. Esto refleja un ritmo de crecimiento intenso, sustentado por el número de hojas verdes por tallo, que alcanza su máximo valor al término de esta fase, registrando el aumento de las dimensiones foliares y del área foliar, permitiendo que el cultivo alcance y mantenga su IAF máximo y el incremento del peso fresco de los tallos, aumentando la disponibilidad de biomasa.

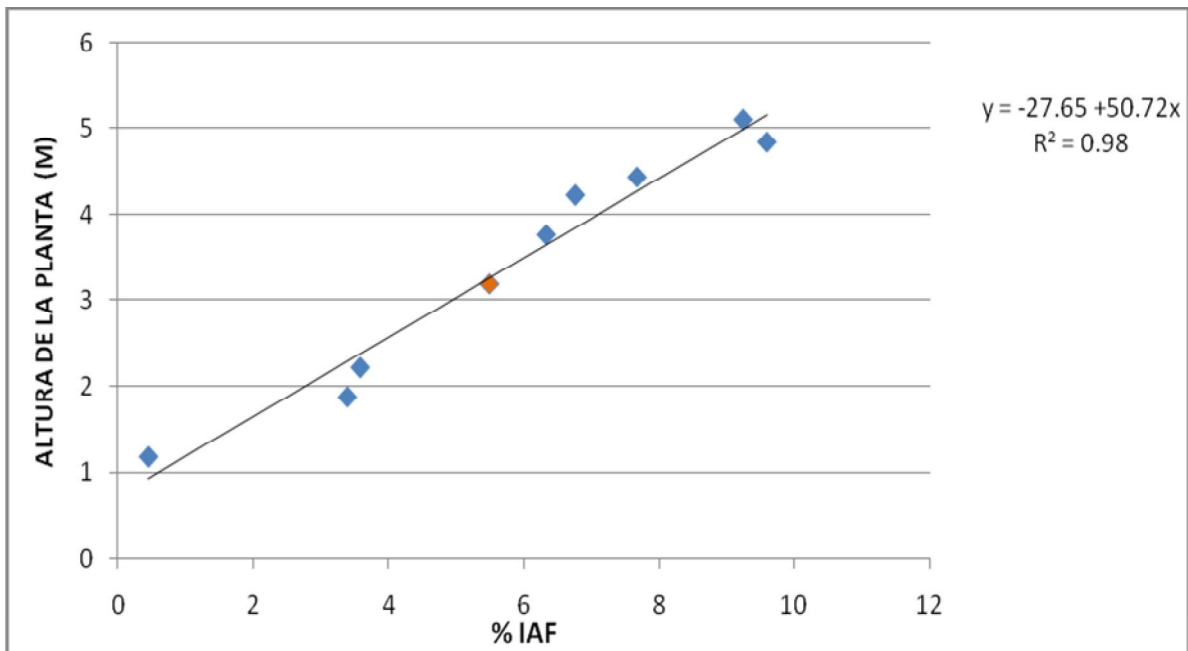


Figura 32. Correlación del índice de área foliar y la tasa de crecimiento de cinco variedades de caña de azúcar durante nueve meses de evaluación, Chiquimula 2011.

8.1.4. Daños ocasionados por enfermedades

El resultado obtenido de la evaluación estadística de los daños ocasionados por enfermedades, en las cinco variedades de caña de azúcar (Cuadro 7A), demuestran que si existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre estas.

Siendo las variedades más afectadas Caña Blanca y Canal Point 88-1508, las cuales presentaron un daño severo, ya que más del 40% de plantas fueron afectadas por la enfermedad, lo cual incidió directamente en el rendimiento

productivo de las variedades, disminuyendo el número de tallos molederos, el IAF, la tasa de crecimiento y la producción de MV.

En cuanto a las variedades Caña Morada y Cengicaña Guatemala 96-135, el daño fue leve, ya que la enfermedad no superó el 20% de la población de plantas de la parcela neta, siendo la variedad Sao Pablo 79-2233, la de mayor resistencia ya que la presencia de la enfermedad no superó el 5% de población de las plantas (Cuadro 6).

Las enfermedades que se presentaron en el periodo de evaluación de la caña fueron mancha amarilla (*Mycovellosiella koepkei*), presentándose como manchas irregulares de color amarillo de 2 a 10 milímetros de diámetro en las hojas basales, y luego toman una coloración rojiza. Muermo rojo (*Physalospora tucumanensis*), esta se presentó en el tallo y en las hojas, en las hojas en forma de lesiones de color rojo intenso alargadas en el haz de las nervaduras principales que van de 0.5 cms hasta lo largo de toda la hoja, en algunos casos la hojas se quebraban en el punto de lesión, en el tallo se presentan lesiones de color rojo intenso invadiendo los tejidos internos del tallo. Estas enfermedades son causadas por hongos, las cuales se presentaron al inicio del invierno ya que es la época en donde las condiciones ambientales son favorables para su desarrollo.

8.1.5. Daños ocasionados por insectos

Los datos obtenidos de la evaluación estadística de los daños ocasionado por insectos, en las cinco variedades de caña de azúcar (Cuadro 8A), demuestran que no existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las variedades y los bloques, estableciendo una escala de evaluación de 3.33 a 4, es decir un daño que va de moderado a grave, por lo que se puede constatar que la variedad que sufrió daños graves fue Canal Point 88-1508, estableciendo a las demás variedades dentro de un daño moderado (Cuadro 6). Siendo el barrenador del tallo el principal agente entomológico de mayor acción en el daño del cultivo.

Cuadro 5. Parámetros de desarrollo agronómico de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, durante nueve meses de evaluación. Chiquimula 2011.

Variables Evaluadas	Variedades de Caña de Azúcar				
	Cengicaña Guatemala 96-135	Sao Pablo 79- 22333	Canal Point 88- 1508	CAÑA BLANCA	CAÑA MORADA
No. Tallos (No./9m)	102 a	91 a	96 a	82 a	53 a
Altura de la Planta (cms)	541.33 a	510.30 a	407.20 b	378.83 b	523.63 a
Longitud del Tallo (cms)	295.50 ab	257.87 bc	218.07 cd	190.53 d	302.33 a
Diámetro del Tallo (mm)	30.80 a	27.10 ab	26.00 b	31.00 a	30.10 ab
Longitud Entrenudos (cms)	15.77 a	16.17 a	14.37 a	16.33 a	12.7 a
Índice de Área Foliar (%)	10.43 a	9.25 b	6.94 d	6.97 c	6.04 e

Valores en una misma fila seguidos por letras iguales no difieren de forma significativa ($P<0.05$), según prueba de Tukey.

Cuadro 6. Daños ocasionados por plagas y enfermedades en el desarrollo agronómico de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, durante nueve meses de evaluación. Chiquimula 2011.

Variables Evaluadas	Variedades de Caña de Azúcar				
	Cengicaña Guatemala 96-135	Sao Pablo 79- 22333	Canal Point 88- 1508	CAÑA BLANCA	CAÑA MORADA
Daños por Enfermedades	2.00 bc	1.67 c	4.00 a	4.00 a	2.67 b
Daños por Insectos	3.33 a	3.67 a	4.00 a	3.67 a	3.67 a

Valores en una misma fila seguidos por letras iguales no difieren de forma significativa ($P<0.05$), según prueba de Kruskal Wallis.

Debe considerarse que durante todo el desarrollo vegetativo del cultivo (nueve meses de evaluación) hasta el momento de su cosecha (octubre, 2010), el cultivo tuvo una disponibilidad de agua de lluvia de 1,050.5 mm, distribuida en 48.4 mm, de precipitación pluvial para el periodo seco que comprende del mes de enero al mes de abril y 1,002.1mm de precipitación pluvial para los meses de mayo a

octubre; y una temperatura promedio de 29 °C de enero a octubre (Cuadro 24A). Aunque la distribución de la precipitación difiere grandemente entre la época seca y la lluviosa, el cultivo conto con la disponibilidad de agua suficiente para el rebrote y el desarrollo del amacollamiento de las plantas, a través de un sistema de riego por goteo empleado durante el periodo seco.

Se observó que la producción de biomasa aumentó proporcionalmente a la precipitación en los meses de mayo a septiembre, disminuyendo en el mes de octubre (Figura 26).

8.2. Tasas de rendimiento

8.2.1. Rendimiento de materia verde

Para la evaluación estadística del rendimiento de materia verde, de las cinco variedades de caña de azúcar, se realizó un análisis de varianza (Cuadro 9A y 11 A), en el cual se pudo determinar que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las variedades, para las variables producción de biomasa de tallos y producción de materia verde (hojas y tallos).

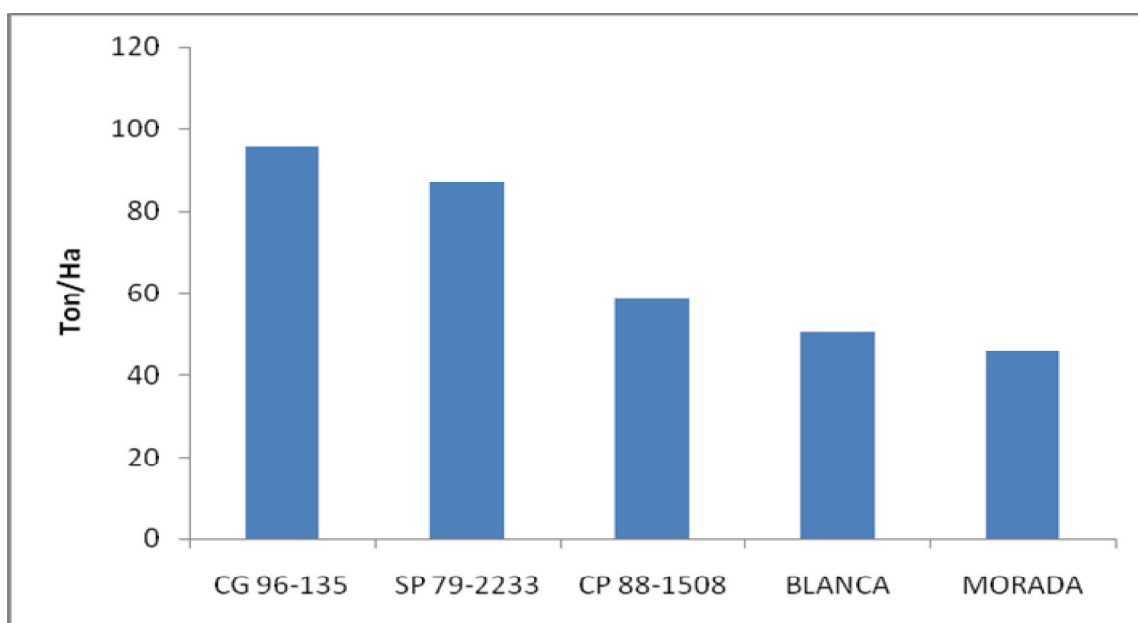


Figura 33. Rendimiento de biomasa (hojas y tallos), de cinco variedades de caña de azúcar, Chiquimula 2011.

La producción de tallos de las variedades de caña se estableció en un rango de 67.59 a 31.85 Ton/Ha, siendo las variedades que presentaron un rendimiento

superior Cengicaña Guatemala 96-135 con una producción de 67.59 Ton/Ha, y la variedad Sao Pablo 79-1508 con un rendimiento de 58.52 Ton/Ha, las variedades Canal Point 88-1508, Caña Blanca y Caña Morada obtuvieron rendimientos inferiores estableciéndose en 41.11, 34.82 y 31.85 Ton/Ha, respectivamente (Cuadro 8).

En cuanto a la producción de follaje de la planta se determinó a través de un análisis de varianza, que no existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre las variedades y los bloques (Cuadro 10A), estableciendo la producción de biomasa de las hojas dentro del mismo rango, el cual se establece en una producción de 28.15 a 13.89 Ton/Ha. Así mismo, se establece que no existe diferencia significativa (Cuadro 12A) en la relación hoja tallo de la diferentes variedades, estableciéndose un rango en la relación hoja tallo entre 32.97 y 29.09% (Cuadro 8).

Las variedades que presentaron diferencia significativa en la producción de biomasa total (hojas y tallos), fueron Cengicaña Guatemala 96-135, con 95.74 Ton/Ha; Sao Pablo 79-1508, con 86.85 Ton/Ha; las variedades que obtuvieron un rendimiento inferior fueron Canal Point 88-1508, Caña Blanca y Caña Morada con 58.52, 50.56 y 45.74 Ton/Ha (Figura 33).

Rincón Castillo, A. (2005) en el segundo año de evaluación, él establece que la variedad Cengicaña 8475 como la mayor productora de biomasa (hojas y tallos) con una producción de 86.2 Ton/Ha, y con un índice inferior en la producción de biomasa las variedad Sao Pablo 701284 con una producción de 46.3 Ton/Ha y Canal Point 821328 con 35.9 Ton/Ha.

De acuerdo a los resultados de rendimiento de materia verde obtenidos en la presente investigación, se evidencia un rango muy marcado entre la producción de las variedades evaluadas, atribuyéndose al efecto negativo que ocasionó la presencia de enfermedades causadas por hongos en el desarrollo de las variedades Canal Point 88-1508 y Caña Blanca, reduciendo su tasa de crecimiento y la muerte

de tallos. En cuanto la variedad Caña Morada, el principal factor de su bajo rendimiento en la producción de materia verde se atribuye directamente al acame que sufrieron los tallos durante su desarrollo.

8.2.2. Rendimiento de materia seca

Con la evaluación estadística (ANDEVA) del rendimiento de materia seca de las cinco variedades de caña (Cuadro 13A), se estableció que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las variedades y no entre los bloques.

Las variedades de caña que presentaron un mayor rendimiento de materia seca a los nueve meses de edad, fueron Sao Pablo 79-2233 y Cengicaña Guatemala 96-135 con una producción de 27.77 y 27.13 Ton/MS/Ha, las variedades Canal Point 88-1508, Caña Blanca y Caña Morada, obtuvieron rendimientos de 19.24, 13.86 y 12.09 Ton/MS/Ha, esta diferencia se establece debido a la relación del contenido de materia seca y el rendimiento de materia verde de cada una de las variedades evaluadas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Producción de materia verde y materia seca de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, durante nueve meses de evaluación. Chiquimula 2011.

Variedades de Caña de Azúcar	Variables evaluadas	
	Materia Verde (Ton/Ha)	Materia Seca (Ton/Ha)
Cengicaña Guatemala 96-135	95.74 a	27.13 a
Sao Pablo 79-2233	86.85 ab	27.77 a
Canal Point 88-1508	58.52 bc	19.24 ab
Caña Blanca	50.56 bc	13.86 b
Caña Morada	45.74 c	12.09 b

Valores en una misma fila seguidos por letras iguales no difieren de forma significativa ($P < 0.05$), según prueba de Tukey.

Cuadro 8. Relación hoja, tallo para planta entera de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero. Chiquimula 2011.

Variedades de Caña de Azúcar	Variables evaluadas		
	Tallos (Ton/Ha)	Hojas (Ton/Ha)	Relación Hoja /Tallo (%)
Cengicaña Guatemala 96-135	67.59 a	28.15 a	29.37 : 70.63 a
Sao Pablo 79-2233	58.52 ab	28.33 a	32.97 : 67.03 a
Canal Point 88-1508	41.11 ab	17.41 a	29.12 : 70.88 a
Caña Blanca	34.82 ab	15.74 a	31.16 : 68.84 a
Caña Morada	31.85 b	13.89 a	29.09 : 70.91 a

Valores en una misma fila seguidos por letras iguales no difieren de forma significativa ($P < 0.05$), según prueba de Tukey.

8.3. Composición química

8.3.1. Contenido de materia seca

Las variedades Canal Point 88-1508 y Sao Pablo 79-2233, presentaron ser superiores significativamente ($P \leq 0.05$) a las otras variedades evaluadas en cuanto al contenido de materia seca (Cuadro 14A), estableciéndose con un 32.94 y 31.85% respectivamente, las variedades Cengicaña Guatemala 96-135, Caña Blanca y Caña Morada obtuvieron un contenido de materia seca inferior, de 28.35, 27.55 y 26.46% (Cuadro 9).

Rincón Castillo (2005), a los diez meses de edad encontró los siguientes contenidos de materia seca, para la variedad Cenicaña 8475 42.7%, Sao Pablo 701284 40.40% y Canal Point 821328 de 41.2% de materia seca, datos superiores a los obtenidos en las variedades evaluadas en el presente estudio, debido a que la evaluación sobre el corte la realizó en la época seca para esa zona, que comprende del mes de diciembre al mes de marzo, mientras la evaluación de las variedades bajo el presente estudio se realizó en el mes de octubre (salida del invierno), al noveno mes de edad de los materiales.

8.3.2. Contenido de proteína cruda

Esta variable fue sometida a un análisis de varianza, en el cual se pudo determinar que estadísticamente las variedades Caña Blanca, Caña Morada y Canal Point 88-1508 con 1.68, 1.21 y 1.13 % de proteína cruda, superan significativamente ($P \leq 0.05$) a las otras dos variedades, los cuales se comportaron estadísticamente similares entre sí con un contenido de 0.95 y 0.91% de proteína cruda para las variedades Sao Pablo 79-2233 y Cengicaña Guatemala 96-135 (Cuadro 15A), según datos obtenidos por el laboratorio de Bromatología del Centro Universitario de Oriente CUNORI, Chiquimula, (2011).

De acuerdo a Shimada, con base en el NRC, National Research Council (Academia Nacional de Ciencias), citado por Juárez Lagunes *et al.* 2009, establece que la caña de azúcar, contiene un 4.3 % en su estado fresca-madura, y un 1.8% en el bagazo seco, por lo que se puede determinar que el cultivo de la caña de azúcar es pobre en cuanto al contenido de proteína cruda, y los datos obtenidos en la investigación, al ser comparados con otros autores, evidencian esa condición.

8.3.3. Contenido de fibra ácido detergente

Para la evaluación estadística del contenido de fibra ácido detergente, se realizó un análisis de varianza de las cinco variedades de caña de azúcar, en el cual se pudo determinar que no existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$), entre las diferentes variedades (Cuadro 16A).

El contenido de fibra ácido detergente de las cinco variedades de caña para la presente investigación se estableció en un rango de 30.26% a 23.57%, obteniendo el rango más alto, la variedad Cengicaña Guatemala 96-135 y la más baja la variedad Caña Morada. Juárez, B (2008), en su trabajo reporta un contenido de fibra ácido detergente de un 35.1%, estableciendo los rendimientos obtenidos dentro de los parámetros encontrados por otros autores.

8.3.4. Contenido de energía digestible

De acuerdo a la evaluación estadística del contenido de energía digestible que poseen las plantas enteras (tallos y hojas) de las diferentes variedades de caña,

se estableció que existió diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre las variedades y no entre los bloques. Siendo superior la variedad Caña Blanca con 2.43 Mcal/kg de energía digestible (Cuadro 17A), así mismo la variedad que presentó un menor rendimiento para esta variable fue Sao Pablo 79-2233 y Cengicaña Guatemala con 2.40 Mcal/kg de energía digestible, de acuerdo a los datos obtenidos en el laboratorio de Bromatología del Centro Universitario de Oriente CUNORI, Chiquimula (2011).

De acuerdo a Shimada, con base en el NRC, National Research Council (Academia Nacional de Ciencias), citado por Juárez Lagunes *et al* (2009), establece que el contenido de energía digestible de la caña de azúcar en su estado fresco madura es de 2.56 Mcal/kg para el tallo y de 2.09 Mcal/kg para las hojas y puntas.

En el presente trabajo, la evaluación nutricional de los diferentes materiales se hizo tomando el tallo y las hojas en una sola muestra, unificándolo en un valor.

Cuadro 9. Composición química de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, en nueve meses de evaluación, Chiquimula 2011.

VARIEDAD DE CAÑA	Variables			
	Materia Seca %	Proteína Cruda %	Fibra Acido Detergente %	Energía Digestible Mcal/kg
CP 88-1508	32.95 a	1.13 ab	26.09 a	2.41 ab
SP 79-2233	31.85 ab	0.92 b	25.67 a	2.40 b
CG 96-135	28.35 abc	0.96 b	30.27 a	2.40 b
BLANCA	27.55 bc	1.69 a	25.06 a	2.41 a
MORADA	26.47 c	1.22 ab	23.58 a	2.43 ab

Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren de forma significativa ($P < 0.05$), según prueba de Tukey.

8.3.5. Contenido de azúcares

8.3.5.1. Grados brix

El contenido porcentual de sólidos solubles en agua (sacarosa, azúcares reductores) se denomina brix, el cual se expresa en porcentajes. Estadísticamente no se encontró diferencia significativa ($P<0.05$) en el contenido de grados brix del jugo de las cañas de las diferentes variedades evaluadas (Cuadro 18A), estableciendo un rango de 20.88 a 22.10%, obteniendo el mayor porcentaje la variedad Sao Pablo 79-2233 y el menor la variedad Cengicaña Guatemala 96-135, según datos obtenidos por el laboratorio agronómico del centro guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar (CENGICAÑA), ubicada en finca Camantulul, km.92.5, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla.

Rincón Castillo (2005), en el segundo año de evaluación encontró que el mayor porcentaje de grados brix corresponde a Canal Point 821328 con un 20.2%, un 19.9% para Sao Pablo 701284 y la variedad de menor rendimiento fue Cenicaña 8475 con un 16.8%, estos datos fueron tomados a la edad de diez meses del cultivo, por lo cual presenta un rendimiento inferior a los obtenidos en el presente trabajo, ya que para la evaluación de azúcares las muestras se evaluaron cuando el cultivo alcanza la edad de doce meses, en base al requerimiento del laboratorio de CENGICAÑA.

Los grados brix presentes en el jugo de la caña, se analizaron a través de lectura refractométrica directa, el cual es muy importante ya que es un indicador del grado de madurez de la caña, el cual permite establecer el porcentaje de concentración de azúcares incrementando el contenido de energía digestible (Mcal/kg) en la dieta del ganado bovino, determinando el punto óptimo para su corte.

8.3.5.2. Contenido de pol en el jugo y la caña

El contenido aparente de sacarosa, expresado como porcentaje en peso y determinado mediante un método polarimétrico, se denomina pol. Estadísticamente no se encontró diferencia significativa ($P<0.05$) entre las diferentes variedades (Cuadro 19A y 20A), en cuanto al contenido de pol en el jugo y la caña, el cual

presento un rango de 19.00 a 20.75% de pol en el jugo y de un 15.62 a un 17.06% de pol en la caña, obteniendo el mayor porcentaje la variedad Sao Pablo 79-2233 y la menor la Caña morada.

8.3.5.3. Contenido del jugo

Para la evaluación estadística del contenido de jugo, se realizó un análisis de varianza de las cinco variedades de caña de azúcar, en el cual se pudo determinar que existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$), entre las diferentes variedades (Cuadro 21A).

La variedad que obtuvo el mejor rendimiento en cuanto al contenido de jugo es Caña Blanca con un 76.06%, las variedades Sao Pablo 79-2233, Caña Morada y Cengicaña Guatemala 96-135, presentaron un rendimiento de 74.98, 74.41 y 74.28% respectivamente, estableciendo a la variedad Canal Point 88-1508 como la de menor rendimiento, con un 71.78% de rendimiento de jugo. De acuerdo a Clarke, citado por Larrahondo (1995), el contenido de jugo en la caña varía de un 73% a un 76%, dependiendo del manejo agronómico, precipitación pluvial, temperatura y variedades.

La razón porcentual entre la sacarosa en el jugo y el brix se conoce como pureza del jugo, la cual presento diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre las variedades de caña (Cuadro 22A), estableciendo a las variedades Sao Pablo 79-2233, Canal Point 88-1508 y Cengicaña Guatemala 96-135, como las que presentaron el mayor porcentaje de pureza con un 93.92, 93.71 y 92.26, respectivamente. Siendo las de menor rendimiento las variedades Caña Blanca y Caña Morada con un 91.97 y un 90.69% de pureza de jugo.

8.3.5.4. Contenido de fibra

La caña de azúcar se encuentra constituida por jugo y fibra, la fibra es la parte insoluble en agua y está formada principalmente por celulosa, la cual a su vez está constituida por azúcares sencillos como la glucosa.

Con la evaluación estadística del rendimiento de fibra de las cinco variedades de caña (Cuadro 23A), se estableció que existen diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las variedades y no entre los bloques.

Cengicaña Guatemala 96-132 fue la variedad que obtuvo mayor porcentaje de contenido de fibra con un 13%, la variedad Caña Blanca obtuvo un 12.67%, Sao Pablo 79-2233 obtuvo 12.62%, la variedad Canal Point 88-1508 un 12.32% y la variedad Caña Morada fue la de menor contenido de fibra con un 11.12%, de acuerdo a los datos obtenidos por el laboratorio agronómico de CENGICAÑA, Escuintla (2011).

Clarke *et al*, citado por Larrahondo (1995), establece que el porcentaje de fibra de la caña de azúcar oscila entre 11% y 16%, el porcentaje de fibra se obtuvo a nivel de laboratorio por determinación de humedad.

Cuadro 10. Contenido de azúcares (brix, pol), jugo y fibra, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

VARIEDAD DE CAÑA	Variables					
	BRIX JUGO %	POL JUGO %	PUREZA JUGO %	JUGO %	POL CAÑA %	FIBRA %
CG 96-135	20.88 a	19.28 a	92.26 ab	74.28 b	15.85 a	13.00 a
SP 79-2233	22.10 a	20.75 a	93.92 a	74.98 ab	17.06 a	12.62 c
CP 88-1508	21.44 a	20.09 a	93.71 a	71.78 c	16.51 a	12.32 d
BLANCA	21.36 a	19.64 a	91.97 ab	76.06 a	16.15 a	12.67 b
MORADA	20.96 a	19.00 a	90.69 b	74.41 b	15.62 a	11.12 e

Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren de forma significativa ($P < 0.05$), según prueba de Tukey.

IX CONCLUSIONES

- De las cinco variedades de caña de azúcar evaluadas (dos locales y tres introducidas) bajo las condiciones de la Vega del Centro Universitario de Oriente, CUNORI, Chiquimula, las variedades Cengicaña Guatemala 96-135, Canal Point 88-1508 y Sao Pablo 79-2233, presentaron un mejor desarrollo agronómico en cuanto al rendimiento de tallos molederos, en valores absolutos; sin embargo, estadísticamente no se encontró diferencia significativa entre tratamientos y bloques.
- Al realizar el análisis estadístico en cuanto a la variable, tasa de crecimiento de las variedades de caña, se determinó, que las variedades sobresalientes fueron Cengicaña Guatemala 96-135, Caña Morada y Sao Pablo 79-2233, respectivamente.
- Se demostró que la variedad local, Caña Blanca obtuvo el mejor rendimiento en cuanto al diámetro de los tallos, siguiéndole las variedades Cengicaña Guatemala 96-135 y Caña Morada.
- El mayor porcentaje de índice de área foliar encontrado en el presente trabajo, fue de 10.43% para la variedad Cengicaña Guatemala 96-135, precediéndole la variedad Sao Pablo con 9.25%, quienes sobresalieron ante las demás variedades; el valor mínimo de 6.04% correspondió a la Caña Morada.
- De las cinco variedades evaluadas, se pudo constatar que las más tolerantes a plagas y enfermedades causadas por hongos fueron, Sao Pablo 79-2233 y Cengicaña Guatemala 96-135, debido al mínimo porcentaje de daños ocasionados a las plantas y al alto rendimiento agronómico.
- Al realizar la cosecha de la caña de azúcar, nueve meses después del corte de nivelación, se determinó que las variedades que obtuvieron los mejores rendimientos en cuanto a biomasa total en toneladas por hectárea, fueron las variedades Cengicaña Guatemala 96-135 y Sao Pablo 79-2233, obteniendo 95.74 Ton/MV/Ha/año y 86.85 Ton/MV/Ha/año respectivamente.

- Las variables que obtuvieron el mejor rendimiento de materia seca fueron Cengicaña Guatemala 96-135 con 27.77 Ton/MS/Ha/año y Sao Pablo 79-2233 con 27.13 Ton/MS/Ha/año.
- En cuanto el contenido de materia seca de las plantas, la variedad Canal Point 88-1508 y Sao Pablo 79-2233 superan a las otras variedades evaluadas, presentando un porcentaje de materia seca de 32.94% y 31.85%, respectivamente, a los nueve meses posterior al corte de nivelación.
- El contenido de proteína cruda de las variedades, presentó una variación significativa entre los materiales de caña evaluados (0.91 a 1.68%), obteniendo el mayor rendimiento la variedad Caña Blanca, sin embargo los datos obtenidos son muy bajos para propósitos forrajeros.
- El contenido de fibra ácido detergente se presentó de una forma similar entre las variedades, por lo que no se encontró diferencia significativa entre estas, estableciendo el valor máximo para la variedad Cengicaña Guatemala 96-135 con 30.26% y la más baja para la variedad Caña Morada con 23.57%.
- La variedad Caña Blanca, presentó un mayor contenido de energía digestible sobre las demás variedades evaluadas, obteniendo 2.43 Mcal/kg, y el menor contenido lo presentaron las variedades Sao Pablo 79-2233 y Cengicaña Guatemala con 2.40 Mcal/kg de energía digestible.
- El análisis de laboratorio para la determinación de azúcares de las variedades evaluadas, se realizó con muestras de doce meses de edad, en la cual se estableció que no existe diferencia significativa en los grados brix del jugo, ni en el contenido de pol del jugo y la caña;
- El mayor contenido de jugo lo obtuvo la variedad Caña Blanca con un 76.06% y el mayor porcentaje de pureza lo obtuvieron las variedades Sao Pablo 79-2233 y Canal Point 88-1508 con 93.92% y 93.71%.

- Se evidenció que el mayor contenido de fibra lo posee la variedad Cengicaña Guatemala 96-132, con un 13%, superando estadísticamente a las demás variedades.

X RECOMENDACIONES

- Considerando los resultados agronómicos obtenidos por las variedades Cengicaña Guatemala 96-135 y Sao Paolo 79-2233, se sugiere evaluar el potencial productivo en diferentes localidades dentro de la región, lo que permitiría conocer su comportamiento en diferentes tipos de suelos, temperatura, precipitación pluvial y altura sobre nivel del mar.
- Por su rendimiento de materia verde y materia seca en Ton/Ha/año, se recomienda evaluar el potencial productivo de las variedades Cengicaña Guatemala 96-135, Sao Paolo 79-2233 y Canal Point 88-1508 para ensilaje, incorporándole forraje de leguminosas o un aditivo no proteico como urea o sulfato de amonio que incrementen el contenido de nitrógeno en la alimentación del ganado lechero o doble propósito.
- En futuras investigaciones se sugiere llevar a cabo pruebas de respuesta animal que permitan evaluar el consumo, aporte nutricional, conversión alimenticia y ganancia de peso, de las mejores variedades de caña de azúcar, de la presente investigación.
- Para evaluaciones de respuesta animal se recomienda la incorporación de caña de azúcar con forraje de leguminosas locales o introducidas en la dieta de bovinos, que permitan compensar el déficit proteico mostrado por las variedades de caña de azúcar encontrados, en la presente evaluación.
- Se deben realizar evaluaciones sobre el intervalo del corte de las diferentes variedades evaluadas a los seis, nueve y doce meses de edad, en época de invierno y época seca, para establecer el efecto del mismo sobre altura de la planta, producción de tallos, relación hoja/tallo, biomasa, contenido de materia seca y valor nutricional de las mismas y el rendimiento por unidad de área por año.
- Realizar contrastes en el rendimiento productivo de las variedades de caña de azúcar entre la etapa de plantilla, soca y resoca, con el objetivo de establecer las variaciones y respuesta en rendimiento agronómico y valor nutricional.

- Por el alto contenido de azúcares (20.88% a 22.10% grados brix) y el alto rendimiento de biomasa, las variedades Cengicaña Guatemala 96-135 y Sao Pablo 79-2233, se constituyen como una alternativa importante para la alimentación del ganado como fuente de energía en la región, principalmente en áreas con acceso a riego.

XI BIBLIOGRAFÍA

Amaya Estévez, A. 1986. Mejoramiento de la caña de azúcar. *In* El cultivo de la caña de azúcar. Ed. CE Buenaventura Osorio. Memorias del Curso. Cali, CO, TECNICAÑA. p. 41 – 52.

_____. 1986. Morfología de la caña de azúcar. *In* El cultivo de la caña de azúcar. Ed. CE Buenaventura Osorio. Memorias del Curso. Cali, CO, TECNICAÑA. p. 13 – 26.

_____. *et al.* 1995. Biología. *In* El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia (en línea). Cali, CO, CENICAÑA. p. 31 – 62. Consultado 16 feb. 2011. Disponible en http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seriados/libro_el_cultivo_cana/libro_p31-62.pdf.

Benvenutti, MA; Pavetti, DR; Moreno, FC. 2005. Pastoreo invernal en caña de azúcar (en línea). Cerro Azul, Misiones, AR, INTA. 10 p. (Informe de avance no. 6). Consultado 15 mar. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_pasturas_diferidas/04-pastoreo_invernal_cana_de_azucar.pdf.

CENICAÑA (Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia). 1995. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Eds. C Cassalett Dávila; J Torres Aguas y C Isaacs Echeverri. Cali, CO. 412 p.

Chaves, M. 2008. Uso de la caña de azúcar como forraje (en línea). Ventana Lechera Revista Dos Pinos 3 (10):45-51. Consultado 08 feb. 2010. Disponible en http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/uso_cana_azucar_como_forraje.pdf.

_____. 1998. Nutrición y fertilización de la caña de azúcar en Costa Rica (en línea). Costa Rica, DIECA. 22 p. Consultado 08 feb. 2010. Disponible en http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_193.pdf.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1982. Manual para la evaluación agronómica: Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (en línea). Ed. JM Toledo. Cali, CO. 170 p. Consultado 02 jul. 2009. Disponible en http://webapp.ciat.cgiar.org/forrajes/pdf/evaluacion_pasturas_01.pdf.

Cock, JH. 1995. Manejo de la caña para cosecha en estado verde (en línea). *In* El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, CO, CENICAÑA. p. 23-27. Consultado 15 mar. 2010. Disponible en http://www.cenicana.org/pdf/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p365-369.pdf.

Cruz, JR De La. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento basada en el sistema Holdridge. Guatemala, DIGESA. 42. p.

CUNORI (Centro Universitario de Oriente, GT). 1995. Datos climatológicos. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI, Estación climatológica tipo B.

Ferrer Reyes, M. 2006. Estimación del área foliar en caña de azúcar (en línea). Cuba, INICA. Consultado 16 feb. 2011. Disponible en <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEyVlueEFyZQzQyONk.php>.

Flores Cáceres, S; Ortiz Villanueva, B. 1976. Seminario sobre el cultivo de la caña de azúcar. Guatemala, INTECAP. 171 p.

Humbert, RP. 1974. El cultivo de la caña de azúcar. México, CECOSA. p. 105 – 125.

Juárez, B. 2008. Comparación de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) con el pasto Mulato II (*Bachiaria híbrido cv.*) como alimento para cabras lecheras (en línea). Proyecto Tesis Ing. Agr. El Zamorano, HN, Escuela Agrícola Panamericana. 14 p. Disponible en http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2008/T2604.pdf.

Juárez Lagunes, F; Vilaboa Arroniz, J; Díaz Rivera, P. 2009. La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*): una alternativa para la sustitución de maíz (*Zea mays*) en la alimentación de bovinos de engorda (en línea). México, Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 6 p. Consultado 08 feb. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/69-cana_azucar.pdf.

Larrahondo, JE. 1995. Calidad de la caña de azúcar. *In* El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Eds. C Cassalett Dávila, J Torres Aguas y C Isaacs Echeverri. Cali, CO, CENICAÑA. p. 337 – 354.

Leonardo, A. 1998. Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en caña de azúcar en Guatemala (en línea). Guatemala, CENGICAÑA. 131 p. Consultado 12 may. 2010. Disponible en <http://www.cengicana.org/Portal/Compartir/MANUALES/ManualDeMalezas.pdf>.

Méndez, F. 1993. Determinación del área foliar en plantas de caña de azúcar variedad C 323-68 (en línea). Caña de Azúcar 11 (2). Consultado 12 may. 2011. Disponible en <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEyVlukEFyZQzQyONk.php>.

NRC (National Research Council, US). 1981. Nutrient requirement of goats: angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries. Washington, US, National Academy Press. 91 p.

Orozco, H; Castro, O; Quemé, J. 2004. Catálogo de variedades promisorias de caña de azúcar de la agroindustria azucarera guatemalteca (en línea). Guatemala, CENGICAÑA. 40 p. Consultado 12 may. 2010. Disponible en <http://www.cengicana.org/Portal/Compartir/MANUALES/Catalogo%20Variedades.pdf>.

Osorio, G. 2007. Manual buenas prácticas agrícolas -BPA- y buenas prácticas de manufactura -BPM- en la producción de caña y panela (en línea). Medellín, CO, FAO. 200 p. Consultado 17 may. 2010. Disponible en <http://www.fao.org.co/manualpanela.pdf>.

Ovalle Saenz, W. 1997. Manual para identificación de enfermedades de la caña de azúcar. Guatemala, CENGICAÑA. 80 p.

Quintero Durán, R. 1995. Fertilización y nutrición. *In* El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Eds. C Cassalet Dávila, J Torres Aguas y C Isaacs Echeverri. Cali, CO, CENICAÑA. p. 153 – 175.

Rincón Castillo, A. 2005. Evaluación agronómica y nutricional de variedades de caña de azúcar con potencial forrajero en el Piedemonte Llanero (en línea). Revista CORPOICA 6 (2): 60-67. Consultado 08 feb. 2010. Disponible en <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/Corpoicav.6n.2.pdf>.

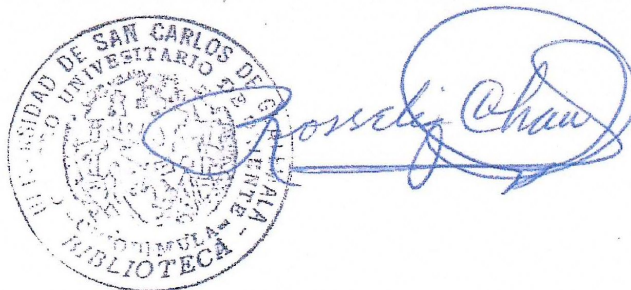
Romero, ER *et al.* 2004. Recomendaciones para la fertilización de la caña de azúcar (en línea). Gacetilla Industrial de la EEAOC no. 61:1-10. Consultado 08 feb. 2010. Disponible en http://www.eeaoc.org.ar/cania/gacet_fertilizacion.pdf
http://www.eeaoc.org.ar/cania/gacet_fertilizacion.pdf.

_____ 2009. Manual del cañero (en línea). Tucumán, AR, EEAOC. Consultado 08 feb. 2011. Disponible en <http://www.eeaoc.org.ar/manualcaniero.html>.

Simmons, CS; Tarano, JM; Pinto, JM. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. P Tirado-Sulsona. Guatemala, Editorial José de Pineda Ibarra. 1,000 p.

Torres Moreira, JA. 2009. Manejo de la caña de azúcar para forraje en la producción de carne bovina (en línea). San José, CR, CORFOGA. 14 p. Consultado 15 mar. 2010. Disponible en http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/manejo_cana_azucar_produccion_carne.pdf.

Villalta, V; Guzmán, C; Ramírez L. 1999. Caña de azúcar. Chiquimula, GT, USAC-CUNORI. 34 p.



XII ANEXOS

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable de densidad de población de tallos, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	778.67	129.78	2.37	0.1288
Bloque	2	285.73	142.87	2.61	0.1343
Variedad	4	492.93	123.23	2.25	0.153
Error	8	438.27	54.78		
Total	14	1216.93			

C.V. 26.18%

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable de rendimiento de altura de la planta, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	66011.44	11001.9	18.95	0.0003
Bloque	2	555.24	277.62	0.48	0.6365
Variedad	4	65456.19	16364.04	28.19	0.0001
Error	8	4643.41	580.42		
Total	14	70654.85			

C.V. 5.10 %

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable de longitud de tallos, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	28636.02	4772.67	21.37	0.0002
Bloque	2	477.91	238.95	1.07	0.3874
Variedad	4	28158.1	7039.52	31.53	0.0001
Error	8	1786.39	223.29		
Total	14	30422.41			

C.V. 5.90 %

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable de diámetro del tallo, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	71.772	11.962	4.16	0.0338
Bloque	2	7.756	3.878	1.35	0.3125
Variedad	4	64.016	16.004	5.57	0.0192
Error	8	22.984	2.873		
Total	14	94.756			

C.V. 5.85 %

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable de longitud de entrenudos, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	29.56	4.92	1.51	0.28
Bloque	2	1.36	0.6846	0.21	0.81
Variedad	4	28.18	7.04	2.17	0.1635
Error	8	26.01	3.25		
Total	14	55.57			

C.V. 11.96 %

Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable de porcentaje de índice de área foliar, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	4.48	0.7481	0.00	0.0001
Bloque	2	0.00	0.00	0.00	0.00
Variedad	4	4.48	1.12	0.00	0.0001
Error	8	0.00	0.00		
Total	14	4.48			

C.V. 0 %

Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable de daños ocasionados por enfermedades, en cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	14.93	2.49	24.89	0.0001
Bloque	2	0.53	0.27	2.67	0.1296
Variedad	4	14.4	3.6	36.00	0.0001
Error	8	0.80	0.10		
Total	14	15.73			

C.V. 11.03 %

Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable de daños ocasionados por insectos, en cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	1.2	0.2	0.75	0.6268
Bloque	2	0.53	0.27	1.00	0.4096
Variedad	4	0.67	0.17	0.62	0.6579
Error	8	2.13	0.27		
Total	14	3.33			

C.V. 14.08 %

Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable de producción de biomasa de tallos, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	3669.84	611.64	4.25	0.0319
Bloque	2	762.24	381.12	2.65	0.1309
Variedad	4	2907.59	726.89	5.06	0.025
Error	8	1150.26	143.78		
Total	14	4820.1			

C.V. 25.63 %

Cuadro 10A. Análisis de varianza para la variable de producción de follaje, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	636.75	106.12	1.73	0.2323
Bloque	2	50.07	25.03	0.41	0.6786
Variedad	4	586.68	146.67	2.39	0.1374
Error	8	491.87	61.48		
Total	14	1128.62			

C.V. 37.87 %

Cuadro 11A. Análisis de varianza para la variable de rendimiento de materia verde, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	7192.45	1198.74	3.19	0.0664
Bloque	2	1152.97	576.48	1.53	0.2730
Variedad	4	6039.48	1509.87	4.02	0.0448
Error	8	3007.11	375.89		
Total	14	10199.56			

C.V. 28.73 %

Cuadro 12A. Análisis de varianza para la variable de relación hoja tallo, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	126.04	21	0.80	0.594
Bloque	2	91.25	45.62	1.74	0.2351
Variedad	4	34.79	8.69	0.33	0.8487
Error	8	209.20	26.15		
Total	14	335.24			

C.V. 16.85 %

Cuadro 13A. Análisis de varianza para la variable de rendimiento de materia seca, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	782.41	130.4	3.39	0.0573
Bloque	2	146.43	73.21	1.90	0.2109
Variedad	4	635.98	158.99	4.13	0.0418
Error	8	307.84	38.48		
Total	14	1090.25			

C.V. 30.98 %

Cuadro 14A. Análisis de varianza para la variable de contenido de materia seca, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	97.39	16.23	4.87	0.0219
Bloque	2	2.28	1.14	0.34	0.7193
Variedad	4	95.1	23.77	7.14	0.0095
Error	8	26.64	3.33		
Total	14	124.03			

C.V. 6.19 %

Cuadro 15A. Análisis de varianza para la variable de contenido de proteína cruda, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	1.14	0.19	3.16	0.0489
Bloque	2	0.0038	0.0019	0.04	0.9639
Variedad	4	1.13	0.28	5.40	0.0209
Error	8	0.4212	0.0526		
Total	14	1.56			

C.V. 19.42 %

Cuadro 16A. Análisis de varianza para la variable de contenido de fibra ácido detergente, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	76.66	12.77	1.23	0.3804
Bloque	2	1.71	0.85	0.08	0.9213
Variedad	4	74.94	18.73	1.81	0.2201
Error	8	82.78	10.34		
Total	14	159.44			

C.V. 12.30 %

Cuadro 17A. Análisis de varianza para la variable de contenido de energía digestible, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	0.00132621	0.00022103	3.69	0.0463
Bloque	2	0.00000300	0.00000150	0.03	0.9753
Variedad	4	0.0013232	0.0003308	5.52	0.0197
Error	8	0.00047924	0.00005991		
Total	14	0.00180545			

C.V. 0.32 %

Cuadro 18A. Análisis de varianza para la variable de contenido de grados brix, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	4.53	0.75	1.45	0.3056
Bloque	2	1.71	0.85	1.65	0.2514
Variedad	4	2.81	0.7	1.35	0.3321
Error	8	4.16	0.52		
Total	14	8.7			

C.V. 3.38 %

Cuadro 19A. Análisis de varianza para la variable de contenido de pol en el jugo, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	6.94	1.15	1.84	0.2077
Bloque	2	1.19	0.59	0.95	0.4252
Variedad	4	5.74	1.43	2.29	0.1484
Error	8	5.02	0.62		
Total	14	11.96			

C.V. 4.01 %

Cuadro 20A. Análisis de varianza para la variable de contenido de pol en la caña, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	4.69	0.78	1.84	0.2078
Bloque	2	0.81	0.40	0.96	0.4244
Variedad	4	3.88	0.97	2.29	0.1486
Error	8	3.39	0.42		
Total	14	8.09			

C.V. 4.01 %

Cuadro 21A. Análisis de varianza para la variable de contenido de jugo de la caña, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	30.42	5.07	28.28	0.0001
Bloque	2	0.68	0.34	1.92	0.2091
Variedad	4	29.73	7.43	41.47	0.0001
Error	8	1.43	0.17		
Total	14	31.86			

C.V. 0.56 %

Cuadro 22A. Análisis de varianza para la variable de pureza del jugo de la caña, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	21.65	3.6	4.82	0.0227
Bloque	2	0.31	0.15	0.21	0.8162
Variedad	4	21.33	5.33	7.12	0.0095
Error	8	5.99	0.74		
Total	14	27.64			

C.V. 0.93 %

Cuadro 23A. Análisis de varianza para la variable de contenido de fibra de la caña, de cinco variedades de caña de azúcar con potencial forrajero, Chiquimula 2011.

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Prob > F
Modelo	6	6.33	1.05	0.00	0.0001
Bloque	2	0.00	0.00	0.00	0.0000
Variedad	4	6.33	1.58	0.00	0.0001
Error	8	0.00	0.00		
Total	14	6.33			

C.V. 0.00 %

CUADRO 24A. ESTACIÓN CLIMATOLOGICA CUNORI AÑO 2010.

MES	TEMPERATURA MEDIA °C	PRECIPITACIÓN mm
Enero	22	0.9
Febrero	28	0
Marzo	33	0
Abril	32	47.5
Mayo	31	135.4
Junio	30	112.9
Julio	27	243
Agosto	31	240.3
Septiembre	31	265
Octubre	29	5.5
MEDIA	29	1050.5

CUADRO 25 A. FORMATO DE MEDICIONES SOBRE EL ESTABLECIMIENTO

Fecha de siembra: _____

Fecha de último corte: _____

Fecha de evaluación del ensayo: _____

Edad del Pasto: _____

Surco No: _____

[illegible]

CUADRO 26A. FORMATO DE EVALUACIÓN DE DAÑOS OCACIONADOS POR INSECTOS Y ENFERMEDADES

Fecha de siembra: _____

Fecha de último corte: _____

Fecha de evaluación del ensayo: _____

Repetición _____

Familia _____

Genero _____

Especie

[illegible]

Variedades de caña de Azúcar	Daños por enfermedades											No. de plantas/ parcela	No. de plantas/ infestadas	Escala de evaluación
	Manchas en hojas						Tallo			Otros				
	Negra	Marron	Naranja	Crema	Marron polv.	Naranja polv.	Negro	Marron	Chancro	Marchites - muerte	Clorosis - muerte			
CG 96 – 135														
SP 79 – 2233														
CP 88 – 1508														
BLANCA														
MORADA														



**CUADRO 28A. Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar
Laboratorio Agronómico**

Registro Análisis de Jugo Pruebas Semicomerciales

Fecha de entrega: 31 de enero de 2011

FECHA	IDENTIFICACIÓN				# LAB	BRIX JUGO %	POL JUGO	PUREZA JUGO %	RENDIMIENTO COMERCIAL libras/tonelada	RENDIMIENTO REAL libras/tonelada	PESO TORTA g	% JUGO	POL % CAÑA	FIBRA %
	No. PARCELA	FINCA	INGENIO	NOMBRE DEL GRUPO										
26/01/2011	CB	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3820	22.16	20.44	92.24	241.19	336.03	120.90	75.82	16.80	12.67
26/01/2011	CB	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3823	20.78	19.06	91.72	224.91	313.35	118.50	76.30	15.67	
26/01/2011	CB	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3830	21.14	19.44	91.96	229.39	319.59	119.60	76.08	15.98	
26/01/2011	CG96-135	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3821	21.64	20.08	92.79	236.94	330.12	128.00	74.40	16.51	13.00
26/01/2011	CG96-135	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3822	21.44	19.96	93.10	235.53	328.14	130.30	73.94	16.41	
26/01/2011	CG96-135	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3827	19.58	17.80	90.91	210.04	292.63	127.40	74.52	14.63	
26/01/2011	CM	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3817	21.14	18.92	89.50	223.26	311.04	123.50	75.30	15.55	11.12
26/01/2011	CM	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3825	21.66	19.72	91.04	232.70	324.20	130.10	73.98	16.21	
26/01/2011	CM	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3826	20.08	18.38	91.53	216.88	302.17	130.20	73.96	15.11	
26/01/2011	CP88-1508	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3819	21.24	19.83	93.36	233.99	326.01	138.40	72.32	16.30	12.32
26/01/2011	CP88-1508	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3829	21.16	19.85	93.81	234.23	326.33	143.20	71.36	16.32	
26/01/2011	CP88-1508	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3824	21.92	20.60	93.98	243.08	338.66	141.60	71.68	16.93	
26/01/2011	SP79-2233	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3831	22.70	21.26	93.66	250.87	349.51	124.00	75.20	17.48	
26/01/2011	SP79-2233	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3818	21.58	20.16	93.42	237.89	331.43	124.60	75.08	16.57	12.62
26/01/2011	SP79-2233	Zapotillo	Chiquimula	Tesis	3828	22.02	20.85	94.69	246.03	342.77	126.70	74.66	17.14	

Métodos de Análisis: Brix jugo: lectura refractométrica directa, Pol Jugo: lectura polarimétrica de una solución normal, Pol % caña: consultar cálculo en el laboratorio; %Fibra: por determinación de humedad.

Los resultados de este informe son válidos únicamente para las muestras como fueron recibidas en el laboratorio. El Laboratorio Agronómico no se hace responsable por el uso inadecuado que se le dé a este informe.

Wendy de Cano Jefe Laboratorio Agronómico.
Ottoniel Saravia Técnico II.

Fca. Camantulul, Km. 92.5 Sta. Lucía Cotzumalguapa, Escuintla
Tel/Fax (502) 78281000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA
LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA
RESP. LIC. ZOOT. LUIS F. CORÓN

CUADRO 29A. RESULTADOS DE ANÁLISIS QUIMICO

MUESTRA: CINCO VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*).

PROCEDENCIA: VEGA DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE CUNORI

FECHA DE INGRESO: 19/01/2011.

VARIEDADES	Humedad (%)	Materia Seca (%)	Proteína Cruda (%)	FAD (%)	Energia Digestible (Mcal/kg)
CG 96-135	71.65	28.35	0.96	30.27	2.40
SP 79-2233	68.15	31.85	0.92	25.67	2.40
CP 88-1508	67.05	32.95	1.13	26.09	2.41
BLANCA	72.45	27.55	1.69	25.06	2.43
MORADA	73.53	26.47	1.22	23.58	2.41

Nota: Los datos de Energía Digestible fueron obtenidos mediante estimación matemática a Través de la cantidad de FAD de la muestra.

Lic. Zoot. Luis Fernando Cordón

Responsable Lab. Bromatologia CUNORI-ZOOTECNIA

CUADRO 30A. ANÁLISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES



CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI- LABORATORIO DE SUELOS

Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 79420173 - 79424676

Nombre Propietario: Oscar A. Guevara	No. Muestra: 1
Nombre de Finca:	Fecha: 10/02/2010
Localización: Vega de Agronomía CUNORI	
Identif. de la muestra:	
Cultivo: Caña de azúcar	

ANÁLISIS DE SUELO Y RECOMENDACIONES

TEXTURA DEL SUELO

Textura **Franco Arenoso**

Arcilla	8.22%
% Limo	26.80%
Arena	64.98%

MATERIA ORGANICA (%)

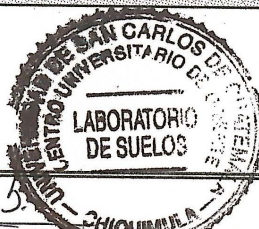
Resultados	2.80	%
Rango Adecuado	3 - 5	%

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SUELO

DETERMINACIONES	RESULTADOS	Rango Adecuado	Representación Gráfica		
			Bajo	Adecuado	Alto
pH	8.82	5.5 - 7.5			
Nitrogeno N ppm	-	-			
Fósforo P ppm	77.35	20 - 40			
Potasio K ppm	562.50	125 - 200			
Calcio Ca meq/100 grs	6.33	3 - 6			
Magnesio Mg meq/100 grs	5.25	1.5 - 2			
Hierro Fe ppm	34.50	30 - 50			
Cobre Cu ppm	0.50	2 - 3.5			
Manganeso Mn ppm	35.00	30 - 50			
Zinc Zn ppm	3.00	3 - 6			

RECOMENDACIONES

CULTIVO: CAÑA DE AZÚCAR
200 LIBRAS DE NITROGENO
279 LIBRAS DE POTASIO



Coordinador de Laboratorio de Suelos -CUNORI-

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio.

FIGURA 1A. CROQUIS DEL ÁREA DE EXPERIMENTACIÓN

-  Bloque
-  Unidad experimental

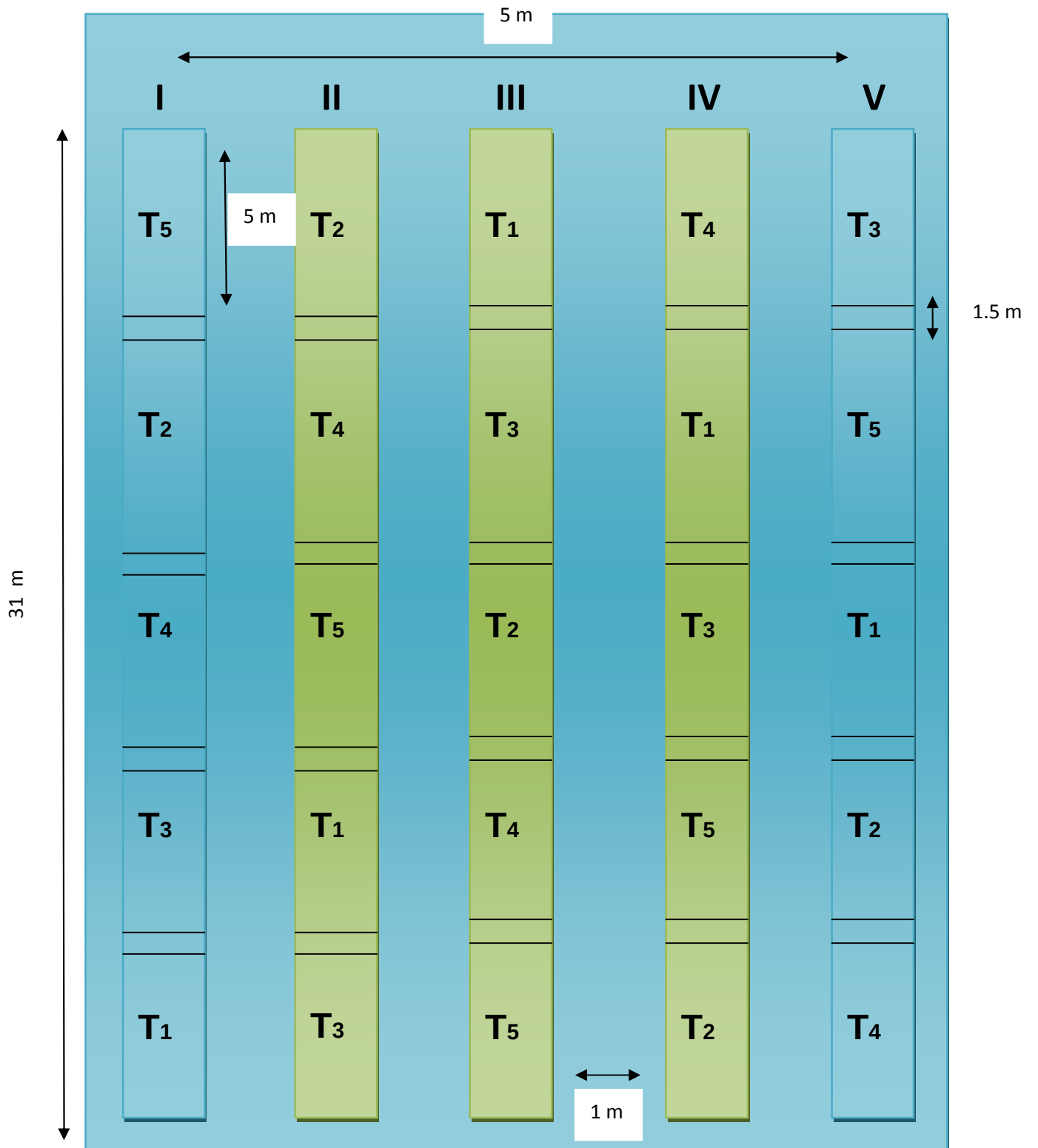




Figura 2A. Semilla de caña de Azúcar, donada por CENGICAÑA.



Figura 3A. Establecimiento de las parcelas.



Figura 4A. Desinfección del suelo.



Figura 5A. Siembra con material vegetativo de cinco variedades de caña de azúcar.



Figura 6A. Sistema de riego por goteo.



Figura 7A. Rebrote de las parcelas.



Figura 8A. Periodo de amacollamiento.



Figura 9A. Periodo de crecimiento.



Figura 10A. Desarrollo de los tallos.



Figura 11A. Desarrollo del cogollo.



Figura 12A. Identificación de tratamientos.



Figura 13A. Pesado de las muestras de los tratamientos para determinación de FAD.



Figura 14A. Solución ácido detergente.



Figura 15A. Aplicación de solución ácido detergente.



Figura 16A. Campana de desecado.



Figura 17A. Tubos de digestión.



Figura 18A. Muestras de las variedades en el horno de aire forzado.



Figura 19A. Proceso de destilado.



Figura 20A. Titulado de la muestra.

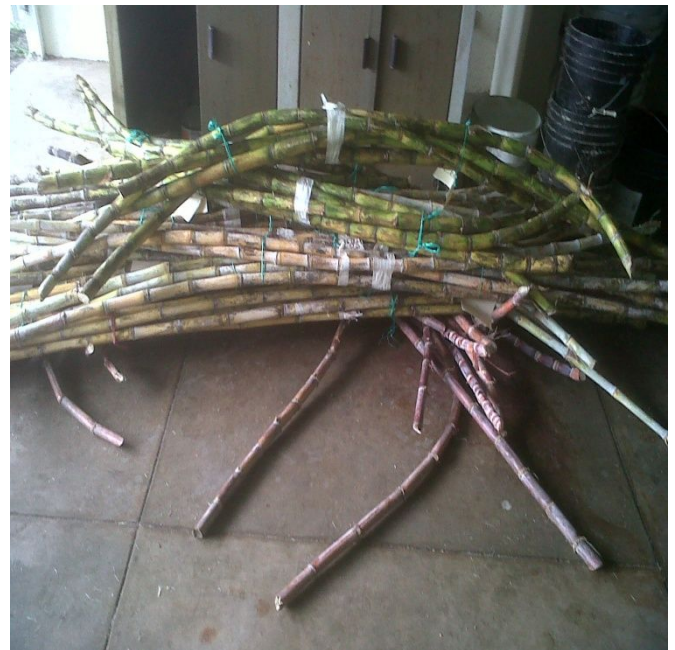


Figura 21A. Muestras de tallos entregados al laboratorio de CENGICAÑA.