

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR DE MADURACIÓN  
TEMPRANA; LA GOMERA, ESCUINTLA  
TESIS DE GRADO

**EDER ROBERTO SOTO PAREDES**  
CARNET 25646-07

ESCUINTLA, AGOSTO DE 2018  
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR DE MADURACIÓN  
TEMPRANA; LA GOMERA, ESCUINTLA

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR

**EDER ROBERTO SOTO PAREDES**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADO

ESCUINTLA, AGOSTO DE 2018

SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

**NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**  
ING. VICTOR AZAÑON ESTACUY

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**  
ING. JORGE ALFREDO CARDONA ORELLANA

Guatemala 27 de agosto de 2018

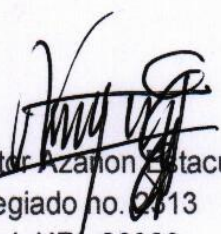
Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del Estudiante Eder Roberto Soto Paredes, carné 2564607, titulada; "Evaluación de la producción de Variedades de caña de azúcar de maduración temprana; la Gomera Escuintla".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

  
Ing. Víctor Azarón Estacuy  
Colegiado no. 2713  
Cod. URL 20933



**Universidad**  
**Rafael Landívar**  
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
**No. 06982-2018**

### **Orden de Impresión**

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante EDER ROBERTO SOTO PAREDES, Carnet 25646-07 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 06123-2018 de fecha 11 de agosto de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR DE  
MADURACIÓN TEMPRANA; LA GOMERA, ESCUINTLA**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 20 días del mes de agosto del año 2018.



**MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO**  
**CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
**Universidad Rafael Landívar**

## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios que me dio la vida, la sabiduría y la bendición de superarme.

La Universidad Rafael Landívar, facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación.

Ing. Victor Azañon Estacuy, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación

Gerente Agrícola, de Ingenio La Unión S.A. Ing. Jorge Sandoval, por brindarme el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

## DEDICATORIA

A:

Dios: Quien siempre me dio su infinito amor y me ilumino por el Camino del bien para no desmayar en ningún momento con la la fortaleza necesaria para seguir la meta trazada.

Mis padres: Mario Soto y Eliza Paredes, a quien quiero mucho y agradezco Por su apoyo incondicional en todo momento, por su ejemplo de a seguir, y su infinito amor.

A mi esposa: Josefa Ramirez Por su gran amor, a quien amo mucho por su apoyo incondicional y la motivación constantes de superación.

A mis Hijos: Eder José Soto Ramirez y Nicole Arelí Soto Ramirez, a quienes Amo mucho, son mi alegría, motor y la motivación constante de Superación día a día.

Mi familia: Abuelos, hermanos, tíos, primos, sobrinos y cuñados que de una u otra forma han contribuido en mi formación.

Mis Amigos: Por su apoyo, compañía y formar parte de mi desarrollo integral, con mucho aprecio.

## ÍNDICE

RESUMEN	i
I.INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR	2
2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	3
2.3 MORFOLOGÍA	3
2.3.1 Raiz	3
2.3.2 Tallo	4
2.3.3 Hoja	4
2.3.4 Inflorescencia	5
2.4 REQUERIMIENTOS EDÁFICOS	5
2.5 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	5
2.5.1 Lluvia	6
2.5.2 Temperatura	6
2.5.3 Humedad Relativa	7
2.5.4 Luz Solar	8
2.6 MEJORAMIENTOS DE VARIEDADES	8
2.7 ENFERMEDADES DE LA CAÑA DE AZUCAR Y SUS CARACTERISTICAS	9
2.7.1 Enfermedades causadas por bacterias	11
2.7.2 Enfermedades causadas por virus	13
2.8 FORMACION DE VARIEDADES	14
2.8.1 Descripción de esquema de selección	15
2.8.2 Cruzamientos	15
2.8.3 Estados de selección I	16
2.8.4 Estado de selección II	16



2.8.5 Estado de selección III	17
2.8.6 Estado de selección IV	18
2.9 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS	19
2.10 ANTECEDENTES	20
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION	21
3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	21
IV. OBJETIVOS	23
4.1 OBJETIVO GENERAL	23
4.2 OBJETIVO ESPECIFICOS	23
V. HIPÓTESIS	24
5.1 HIPÓTESIS ALTERNA	24
VI. METODOLOGÍA	25
6.1 LOCALIZACIÓN	25
6.1.1 Estratos Altitudinales	26
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	27
6.3 FACTOR A ESTUDIAR	27
6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	27
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	28
6.6 MODELO ESTADÍSTICO	28
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	28
6.8 DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS ALEATORIZADAS	29
6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO	30
6.10 VARIABLE DE RESPUESTA	31
6.10.1 Producción de Caña (Ton/ha)	31
6.10.2 Rendimiento de Azúcar	32
6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	32
6.11.1 Análisis Estadístico	32

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
VIII. CONCLUSIONES	37
IX. RECOMENDACIONES	38
X. BIBLIOGRAFÍA	39
XI. ANEXOS	42

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Características Agronómicas de las variedades a Evaluar	20
Cuadro 2: Estratos Altitudinales de Ingenio la Unión	26
Cuadro 3: Descripción de los tratamientos de caña de Azúcar	27
Cuadro 4: Análisis de Varianza de toneladas de Caña de azúcar	33
Cuadro 5: Análisis de Media para toneladas de caña	34
Cuadro 6: Análisis de Varianza	34
Cuadro 7: Análisis de Medias para Rendimiento	35
Cuadro 8: Datos de peso	42
Cuadro 9: Valores Teóricos Pre cosecha	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación Taxonómica de caña de azúcar	3
Figura 2: Variedades más sembradas de caña de azúcar en Guatemala	22
Figura 3: Mapa de ubicación de finca Monte Alegre, Ingenio la Unión	25
Figura 4: Croquis de Campo	29

# **EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR DE MADURACIÓN TEMPRANA; LA GOMERA, ESCUINTLA**

## **RESUMEN**

La presente investigación se estableció con el objetivo principal de evaluar la producción de variedades de caña de maduración temprana con variedades nuevas de la serie CG05 y de otras variedades seleccionadas en conjunto con CENGICAÑA, con el propósito principal de encontrar materiales que superan al testigo comercial CP731547 en la producción de azúcar por unidad de área. El experimento se realizó en finca Monte Alegre, situada en el municipio de La Gomera, Escuintla. Se estudiaron 8 variedades, para lo cual se utilizó un diseño de bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. En este diseño las unidades experimentales se distribuyeron en grupos homogéneos, cada uno de estos grupos en Bloque. El número de unidades experimentales dentro de cada bloque fue igual al número de tratamientos incluidos en el experimento. Los tratamientos fueron distribuidos en las unidades experimentales dentro de cada bloque aleatoriamente dentro de sí cada bloque constituyó una repetición. Las variables estudiadas fueron toneladas métricas de caña por hectárea y toneladas de azúcar por hectárea. Los resultados obtenidos indicaron que la interacción de los factores evaluados mostro efectos estadísticamente significativos sobre toneladas métricas de caña por hectárea y toneladas de azúcar por hectárea se encontró que la variedad CG9846 obtuvo la mayor producción con 159 toneladas métricas de caña por hectárea y la variedad CG04-10295 obtuvo la mayor producción con 24.87 toneladas de azúcar por hectárea.

# I INTRODUCCIÓN

Actualmente la agroindustria azucarera se ha convertido en una de las principales fuentes de divisas para el país y generadora de abundantes empleos en la economía guatemalteca. Sus 12 ingenios y las cinco organizaciones que la integran contribuyen significativamente al desarrollo de medio centenar de municipios del país y de más de un millón de personas, con lo que se constituye en un factor determinante para la economía. Guatemala actualmente es el quinto país exportador de azúcar a nivel mundial el segundo en Latinoamérica y el tercer lugar en productividad a nivel mundial (Cengicaña, 2012).

En los últimos años se ha dependido de variedades provenientes de Miami Florida (CP) y para la zafra 2014-2015 tienen un porcentaje del 67% de estas variedades (Cengicaña 2015) materiales que son vulnerables a plagas y enfermedades a nivel mundial.

Al encontrar la sostenibilidad del cultivo a nivel mundial no se recomienda que una variedad tenga más del 20% del área. Entonces continuamente se busca generar nuevas variedades para mejorar la productividad a nivel nacional.

El presente trabajo de investigación se realizó en Finca Monte Alegre ubicada en la zona baja, en el municipio de la Gomera, Escuintla el cual va representar un aporte importante al sector azucarero al buscar variedades de maduración temprana de la serie CG05 variedades que superen a los testigos comerciales y nos genere más producción por hectárea y no depender de variedades de otros países para lograr ser más productivos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

Wagner (2007) indica que la caña de azúcar comenzó a cultivarse en Guatemala en 1536 en Amatitlán, los primeros trapiches de Guatemala, se fundo en el valle central de Guatemala y en el valle de Salamá durante el siglo XVI. En 1957 se fundo la asociación de azucareros de Guatemala.

En el prólogo de libro histórico de la caña de azúcar en Guatemala (Ospina, 2006) menciona que la historia moderna se toma como puntos de partida el año 1960. En el mundo la era industrial estaba muy desarrollada, fue entonces que los ingenios azucareros definieron su estrategia de modernización y crecimiento. La industria se transformo de local a una agroindustriales de exportación, y se convirtió en una de las actividades agroindustriales más importantes del país.

Estudios realizados sobre el origen de la caña de azúcar reportan que *Saccharum spontaneum*, *S. sinense* y *S. barben* se desarrollaron en el área de Birmania, china e india. Las formas relativamente jugosas de las dos últimas especies fueron utilizadas en los comienzos del cultivo y procesamiento de la caña de azúcar en india y china. Cuando dichas especies se extendieron a otras regiones sufrieron de alguna forma diversos cruzamientos con otras gramíneas apareciendo, las especies *S. robustum* y *S. officinarum* en las islas del sureste de Indonesia, y en el área de nueva Guinea respectivamente (CENGICAÑA, 2012).

## 2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÒMICA

REINO:	Plantae
DIVISIÓN:	Magnoliophyta
CLASE:	Liliopsida
SUBCLASE:	Commelinidae
ORDEN:	Poales
FAMILIA:	Poaceae
SUBFAMILIA:	Panicoideae
TRIBU:	Andropogoneae
GÉNERO:	Saccharum
ESPECIE:	<i>S. officinarum</i> (Orozco, 2007)



Figura 1 caña de azúcar (CENGICAÑA, 2010)

## 2.3 MORFOLOGÍA

### 2.3.1 Raíz

El sistema radicular de la caña funciona como anclaje para la planta y para la absorción del agua y de los nutrientes minerales del suelo.



Son de forma cilíndrica y se originan de forma adventicia al tallo, en su extremo se encuentra la cofia, el punto de desarrollo la protección al punto de desarrollo de los daños mecánicos puesto que las raíces continuamente región de elongación y la región de pelos radicales. La cofia es la encargada de darle llegan al contacto con partículas densas del suelo y rocas, (Orozco, 2007).

### **2.3.2 Tallo**

La caña de azúcar se desarrolla formando tallos de 2 a 3 metros de longitud, formando tres canutos por mes, con un aproximado de tallos de 1 hasta 23/macolla según la variedad estos se dividen en primarios secundarios y mamones. Los tallos también sirven como tejidos de transporte de agua y nutrientes extraídos del suelo para abastecer los tejidos en crecimiento. El tallo está compuesto por: la epidermis o corteza; los tejidos y fibras que se extienden en toda la longitud del tallo, poseen aproximadamente y de gran medida la cantidad de un 75% de agua en toda la longitud del tallo principal. El tallo de la caña se considera como el fruto agrícola ya que en él se distribuye y almacena el azúcar. Se va acumulando en los entrenudos inferiores disminuyendo su concentración a medida que se asciende hacia la parte superior del tallo (Victoria, 2003).

### **2.3.3 Hoja**

Las hojas de la planta de caña son la fábrica donde las materias primas: agua dióxido de carbono y nutrientes se convierten en carbohidratos bajo la acción de la luz solar. Las hojas son largas, delgadas y planas que miden generalmente entre 0.90 a 1.5 m de largo y varían de 1 a 10 Cm de ancho, según la variedad. La vaina o parte inferior de la hoja está pegada al tallo en el nudo. Es de forma tubular en la base y gradualmente se estrecha hacia la banda ligular. Las hojas están a menudo cubiertas de gran medida de pelos con numerosas aperturas estomáticas que hacen un papel de absorbentes. (Victoria, 2003).

### **2.3.4 Inflorescencia**

Cuando la planta de caña de azúcar alcanza un estado de relativa madurez en su desarrollo el ápice de crecimiento puede bajo ciertas condiciones de fotoperiodo y la humedad del suelo puede pasar del estado vegetativo al reproductivo porque existen condiciones (Queme, 2004).

Esto significa que el ápice de crecimiento deja de formar primordios foliares y comienza a formar la inflorescencia. La caña de azúcar es una planta de día corto Por lo tanto en los trópicos puede fácilmente lograr condiciones foto periódicas que hacen un mejor desarrollo.

La inflorescencia de la caña de azúcar es una panoja ramificada. También es conocida como flecha. Por lo tanto a la floración también se le conoce como flechadura. Cada flecha está formada por varios miles de pequeñas flores, cada una capaz de producir una semilla. Las semillas son extremadamente pequeñas habiendo alrededor de 250 semillas por gramo o 113,500 semillas por libra que son una fuente de semilla muy grande. (Perafan, 2013).

## **2.4 REQUERIMIENTO EDÀFICOS**

Wagner (2007) indica que En el mundo la caña de azúcar es cultivada desde la latitud 36.7° N y 31.0° S desde el nivel del mar hasta altitudes de casi 1000 m. La caña es esencialmente un cultivo tropical.

Es de larga duración por lo que crece en todas las estaciones es decir durante el ciclo de vida pasa por condiciones de lluvia, invierno y verano bajo condiciones del lugar.

Wagner (2007) indica que la caña de azúcar, Requiere de suelos bien drenados profundos, este cultivo se siembra bien en suelos sueltos, profundos si se cuenta con riegos podremos lograr mejores rendimientos que en suelos sin regar.

Puede producirse: en suelos marginales como los arenosos y suelos arcillosos como un buen drenaje. No se recomienda para suelos franco-limos y limos. Se adapta bien con suelos con ph que van desde 4 a 8.3.

## **2.5 REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS**

### **2.5.1 Lluvia**

Los principales componentes climáticos de que controlan el crecimiento, el crecimiento y la calidad de la caña son la temperatura, la luz y la humedad disponible. La planta crece bien en regiones tropicales asoleadas.

Una precipitación total entre 1100 y 1500 mm es adecuada, siempre que la distribución de luz sea apropiada y abundante en los meses de crecimiento Vegetativo seguido de un período seco para la maduración. Durante el período de crecimiento activo la lluvia estimula el rápido crecimiento de la caña, la elongación y la formación de entrenudos (Orozco, 2007).

Sin embargo, la ocurrencia de lluvias intensas durante el período de maduración no es recomendable, porque produce una pobre calidad de jugo, favorece el crecimiento vegetativo, la formación de cañas de agua y aumenta la humedad del tejido. Además dificulta las operaciones de cosecha y transporte. Esto es común en algunas regiones de Sudamérica del Sudeste Asiático y en algunas regiones del sur de la India (Ospina, 2006).

### **2.5.2 Temperatura**

El crecimiento está directamente relacionado con la temperatura. La temperatura óptima para la germinación de los esquejes es 32°C a 38°C.

La germinación disminuye debajo de los 25°C, llega a su máximo entre 30-34°C, se reduce por sobre los 35°C y se detiene cuando la temperatura sube sobre 38°C es un tema que es por el momento es difícil de controlar bajo condiciones de cielo abierto sin condiciones controladas (Orozco, 2001).

Temperaturas por arriba de 38°C reducen la tasa de fotosíntesis y aumentan la respiración. Por otro lado, para la maduración son preferibles temperaturas relativamente bajas, en el rango de 12-14°C, ya que ejercen una marcada influencia sobre la reducción de la tasa de crecimiento vegetativo y el enriquecimiento de azúcar de la caña. El ataque del carbón y su diseminación es mayor a temperaturas ambientales de 25-30°C. De modo similar, la diseminación de la podredumbre roja es mayor a temperaturas altas (37-40°C) cuando las demás condiciones son similares. La incidencia de la marchitez es mayor cuando las temperaturas mínimas caen drásticamente.

La incidencia de la mosca del tallo es alta en el verano, cuando las temperaturas del aire son más elevadas. También una mayor incidencia de la mosca del tallo ha sido observada cuando la diferencia entre la temperatura máxima (día) y mínima (noche) es pequeña (Victoria, 2003).

### **2.5.3 Humedad Relativa**

Durante el período de crecimiento, condiciones de alta humedad (80 - 85%) favorecen una rápida elongación de la caña. Valores moderados, de 45-65%, acompañados de una disponibilidad limitada de agua, son beneficiosos durante la fase de maduración (Cengicaña, 2010).

#### **2.5.4 Luz Solar**

La caña de azúcar es una planta que adora el sol. Crece bien en áreas que reciben energía solar de 18-36 MJ/m<sup>2</sup>.

Por ser una planta C4 la caña de azúcar es capaz de sintetizar altas tasas fotosintéticas y este proceso tiene un alto valor de saturación de luz.

El ahijamiento es influenciado por la intensidad y la duración de la radiación solar. Una alta intensidad y larga duración de la irradiación estimulan el ahijamiento, mientras que condiciones de clima nublado y días cortos lo afectan (Wagner, 2007).

### **2.6 MEJORAMIENTO DE VARIEDADES**

El desarrollo de nuevas variedades en caña de azúcar permite aumentar la producción de sacarosa. El rendimiento de caña por hectárea, la tolerancia a enfermedades y otras características agronómicas que favorecen la productividad del cultivo.

La mejora genética de la caña de azúcar en Guatemala se inició en el Programa de Variedades del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, financiado por los 12 ingenios que integran el sector azucarero del país. (Cengicaña, 2011).

La caña de azúcar puede reproducirse de forma sexual o asexual, pero de las 263 mil 056 hectáreas que comprende la zona cañera del país únicamente 30 están cultivadas con variedades reproducidas sexualmente (Perafan, 2013).

Para la producción comercial de caña se utiliza semilla asexual (esquejes), porque por la vía sexual no es recomendable, debido a su baja germinación y por necesitar cuidados especiales.

La baja germinación de la semilla sexual se puede ejemplificar mediante la comparación con el cultivo del maíz. Si de éste se siembran 100 granos, germinan 98.

Con la caña de azúcar ocurre todo lo contrario: se siembran 100 semillas y si bien nos va, germinan 3 (Queme, 2001).

## **2.7 ENFERMEDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR Y SUS CARACTERISTICAS**

### **a. Carbón (*Ustilago scitaminea*)**

El síntoma característico es el apareamiento de una estructura en forma de látigo en el ápice del tallo infectado. Inicialmente la estructura está cubierta por una membrana delgada y brillante que al romperse permite la liberación de las esporas de color negro, cuando la infección ocurre en las yemas de los trozos de semilla, los tallos que emergen son delgados, con entrenudos largos y en algunos casos dejan de ser cilíndricos (Ospina, 2006).

### **b. Roya (*Puccinia melanocephala*)**

Esta enfermedad se caracteriza por el apareamiento inicial de lesiones alargadas y delgadas principalmente en las hojas. Estas lesiones pueden desarrollar o no pústulas y esto depende de la resistencia de las variedades a la infección. Cuando se observan pústulas estas se presentan principalmente en el envés de la hoja y al ocurrir el rompimiento de la epidermis de estas estructuras se liberan las esporas. En variedades susceptibles la lesión puede estar rodeada de un halo clorótico (Victoria, 2003).

### **c. Cogollo Retorcido (*Pokkah boeng*)**

El síntoma característico se presenta como un anudamiento en las hojas apicales las cuales presentan muchas veces un aspecto clorótica mayoría de los casos el anudamiento se rompe y continúa un crecimiento normal, quedando solamente como

señal de la infección, una zona de las hojas incompletas, ligeramente arrugadas y de tamaño menor al normal (Orozco, 2007).

#### **d. Mancha púrpura (*Dimeriella sacchari*)**

La enfermedad se caracteriza por el apareamiento de manchas de forma irregular en las hojas de color rojo claro al principio y obscuro después. Igual que en la mancha amarilla, los síntomas inician en las hojas bajas y con el transcurso del tiempo avanzan hacia las hojas más jóvenes. Esto hace que en las etapas avanzadas la severidad sea mayor en las hojas bajas.

El tamaño de las manchas varía de 2 a 10 mm o más y da la impresión de gotas de sangre. A veces la mancha no es sólida y es formada por una serie de líneas paralelas muy finas y juntas, de color rojo, que siguen la dirección de las nervaduras secundarias (Wagner, 2007).

#### **e. Muermo Rojo (*Physalospora tucumanensis* Sperg)**

La enfermedad puede presentarse en las hojas y en trozos de semilla. De estos últimos puede pasar a las bases de tallos jóvenes. También puede presentarse en tallos con daños mecánicos (cortes o perforaciones de insectos).

En hojas causa lesiones alargadas en el haz de las nervaduras principales. Las lesiones varían en longitud desde 0.5 cm hasta lo largo de toda la hoja, son de color rojo intenso al principio y café rojizo después.

Si las condiciones ambientales son favorables, el hongo esporula abundantemente, produciendo acervulos que observan con una lupa como pequeños puntos negros con una especie de pelos o setas sobre el área necrótica de la lesión.

En algunos casos la hoja se quiebra en el punto de la lesión, aunque puede continuar su acción fotosintética. En ese caso se considera que no causa pérdidas (Orozco, 2007).

## **2.7.2 ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS**

### **a. Escaldadura (*Xanthomonas albilineans*)**

Los síntomas difieren si la enfermedad se presenta en fase crónica o en fase aguda. Las fases pueden presentarse solas o simultáneamente en un cañaveral.

Orozco (2004) Indica que Fase crónica los síntomas en esta fase son rayas cloróticas, blanquecinas, amarillentas o rojizas a lo largo de la hoja que frecuentemente inician en la nervadura central y que al alargarse hacia el ápice se van separando de la nervadura en ángulo cerrado. Estas rayas son de alrededor de 0.5 a 1 mm de ancho y bien definidas. Sin embargo a veces se ensanchan hasta 3 a 4 mm y los brotes pueden cierta irregularidad.

Otros síntomas son emisión de brotes laterales (lalas), a partir de la base del tallo o de la parte media del tallo hacia arriba; las lalas pueden o no presentar las líneas cloróticas ya descritas y también clorosis en parches grandes o en toda la hoja. El síntoma que da su nombre a la enfermedad ocurre principalmente en las hojas del ápice como una quemazón (escaldadura) y frecuentemente esas hojas se curvan hacia arriba y hacia adentro a partir de los bordes.

En la parte interna del tallo, en etapas avanzadas de la fase crónica, se puede observar líneas rojizas (coloración de los haces vasculares) que se desarrollan a partir de los nudos, además puede ocurrir emisión de brotes jóvenes (mamones) que muestran clorosis extensa en la lámina foliar. Si se corta un tallo con cualquiera de los síntomas descritos, a partir del pegue con la macolla, frecuentemente se observa en la base un ennegrecimiento de los haces vasculares (Perafan, 2013).



### **b. Raquitismo de las socas (*Clavibacter xyli* subsp)**

Por mucho tiempo se creyó que la enfermedad era causada por un virus. Es una de las enfermedades más difíciles de diagnosticar con certeza en el campo. Esto es debido a que sus síntomas son poco claros y pueden confundirse con los producidos por otros agentes abióticos (Victoria, 2003).

El nombre de la enfermedad se originó por la reproducción progresiva en la producción de caña a través de los cortes, que ocurre cuando una plantación está infectada. Tal reducción de producción se debe a que en variedades susceptibles la bacteria obstruye los haces vasculares dificultando la translocación por lo cual ocurre menor crecimiento (acortamiento de entrenudos y disminución en el diámetro) además las cepas pueden producir menor número de tallos. En algunas variedades, si se hace corte longitudinal del tallo, puede observarse pequeñas líneas (1-2 mm) de color rojizo en las bases de los entrenudos; además puede ocurrir una coloración rosada cerca del meristemo apical de tallos jóvenes (Ospina, 2006).

### **c. Raya roja (*Pseudomonas rubrilineans*)**

La enfermedad es causada por la bacteria *pseudomonas rubrilineans* (lee et al) Stapp, clasificada previamente como *phytomonas rubrilineans* (lee, Pudr , Barnum and Martin, 1925) y *Xantomonas rubrilineans* (Starr and Burkholder, 1942).

La enfermedad puede presentarse con síntomas en las hojas y en el ápice del tallo. Los primeros son rayas de color rojo (claro u oscuro), de donde viene el nombre de la enfermedad, son de dimensiones variables (de pocos centímetros hasta casi la longitud total de la lámina foliar.) cuando las condiciones de humedad y temperatura, (ambas altas), son favorables, ocurre exudado bacteriano a partir de las rayas (en los estomas) principalmente en el envés de las hojas.

Estos exudados al secar dejan una serie de escamas como de goma seca, las rayas varían en anchura entre 1 y 4 mm y son de márgenes bien definidos. A veces se une más de una línea y forman bandas anchas de color rojo. La literatura describe que las líneas pueden observarse en las vainas de las hojas, pero ese síntoma no se ha observado bajo las condiciones de Guatemala (Orozco, 2004).

### **2.7.3 ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS**

#### **a. Síndrome de la hoja amarilla (YLS)**

La enfermedad presenta como síntoma inicial el cambio de color de la nervadura central de las hojas, del verde normal a un amarillo leve al principio, y muy intenso después iniciando en las hojas 4 a 6 (cuarta a sexta hoja con cuello visible, contando al ápice hacia abajo) y avanzando hacia arriba, donde puede encontrarse hojas sin síntomas. En algunas variedades la parte del haz de la nervadura central toma una coloración rosada o rojiza.

En variedades susceptibles ocurre necrosis que avanza desde el ápice de la hoja hacia abajo hasta secar la hoja completa. Posteriormente el cogollo muere y si se hacen cortes longitudinales del tallo puede observarse necrosis del meristemo apical, luego, un área de tejido en apariencia normal, en la parte superior del siguiente entrenudo, enseguida, otra zona del tejido necrótico en la base del mismo entrenudo (Wagner, 2007).

#### **b. Mosaico (*Sorghum mosaic virus*)**

Se caracteriza por causar la disminución del número y tamaño de los cloroplastos en ciertas aéreas de la hoja dejando otras sin daño aparente.

Esto provoca el característico síntoma de mosaico con áreas verdes normales sobre un fondo de verde más claro a amarillamiento son patrones que varían dependiendo las razas del virus de la variedad y a veces de la temperatura y otras condiciones de crecimiento. A veces solo se observan franjas cloróticas escasas sobre el verde normal con intensidades y patrones variables (Orozco , 2007).

### **c. Raquitismo de las Socas (*Clavibacter xyli subsp*)**

Por mucho tiempo se creyó que era causado por un virus. Es una de las enfermedades más difíciles de diagnosticar con certeza en el campo, esto es debido a que sus síntomas son pocos claros y pueden confundirse con los producidos por otros agentes.

El nombre de la enfermedad se originó por la reproducción progresiva en la reproducción de caña a través de los cortes que ocurre cuando una plantación está

infectada. Tal reducción de producción se debe a que en variedades susceptibles la bacteria obstruye los haces vasculares dificultando la translocación por lo cual ocurre un menor crecimiento acortamiento de entrenudos y disminución en el diámetro (Orozco, 2004).

## **2.8 FORMACIÓN DE VARIEDADES**

Esta etapa es el inicio de un programa de mejoramiento, el cual inicia con la colección de variedades que se encuentran en el área de selección las cuales están adaptadas a las condiciones locales con la finalidad de ampliar la composición varietal se procede a importar variedades de otros países (Orozco, 2003).

El valor que posee la introducción de nuevas variedades es que dentro de ellas pueden existir algunas que se adaptan a las condiciones locales y llenen los requisitos de una

variedad deseada, dentro de los objetivos básicos de selección encontramos la producción de caña, el contenido de sacarosa, la producción de azúcar y resistencia a enfermedades (Quemé, 2004).

### **2.8.1 Descripción del esquema de selección y criterios de selección**

Actualmente en el esquema de selección de del programa de variedades de Cengicaña. Actualmente en el esquema de selección del programa de variedades de Cengicaña las introducciones son una fuente importante de germoplasma (Ovalle, 2005).

Los objetivos de estas introducciones son la obtención de variedades para uso comercial y/o variedades de interés para ser utilizadas como progenitores en el plan de crecimientos. Las variedades introducidas, antes de ser ingresada al esquema de selección en el estado II son sometidas a evaluación fitosanitaria. Para cumplir con este requisito, las variedades son evaluadas por dos cortes bajo condiciones de cuarentena cerrada y por el mismo periodo en cuarentena abierta. Las variedades que muestran síntomas de enfermedades son eliminadas (Queme, 2004).

### **2.8.2 Cruzamientos**

El proceso de creación de nuevas combinaciones híbridas inicio Cruzando como progenitores a las variedades ampliamente adaptadas en la zona cañera guatemalteca tanto en características agronómicas como de fábrica. Sin embargo en la actualidad el número de progenitores ha aumentado y los cruzamientos son dirigidos sobre la base de caracterizaciones Agro morfológicas y moleculares.

Las progenies resultantes de los cruzamientos son fuente de germoplasma que anualmente son sometidas al proceso de selección (Orozco, 2007).

La semilla sexual proveniente de los cruzamientos se hace germinar y las plántulas desarrolladas en bandejas plásticas son sometidas a un proceso de selección individual por las enfermedades Mosaico SCMV (Sugar Cane Mosaic Virus) y Roya (*Puccinia melanocephala*) mediante inoculaciones artificiales. Las plántulas con presencia de síntomas son descartadas y las no afectadas por el inoculo artificial son individualizadas en bandejas plásticas multiceldas. De las 80,000 plántulas originales, cerca de 60,000 (75%) continúan el proceso de selección (Queme, 2004).

### **2.8.3 Estado de selección I**

Las plántulas de ocho semanas de edad son transportadas a campo definitivo sobre surcos distanciados a 1.5 m. Sobre el surco el trasplante es 0.8 metros entre plántulas. Al inicio y al final de cada progenie de cada cruzamiento se siembran las variedades CP 72-2086 y PR 87-2080 como variedades testigo por ser de diferente tipo de maduración natural. El tipo de selección que se practica en el estado I es sobre la base de la expresión de características deseables de plantas individuales. Las macollas jóvenes con edad de 8 a 10 meses son evaluadas por aspectos de planta que en el que se evalúan capacidad de macollamiento, altura de planta y diámetro de tallo. Las macollas que reúnen estos aspectos son evaluadas por presencia de las enfermedades carbón (*Ustilago scitaminea*) y de la escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*.) Las macollas libres de enfermedad son evaluadas a la edad de 12 meses por su concentración de azúcar expresada por el valor de grados Brix (Cengicaña, 2010).

### **2.8.4 Estado de selección II**

El estado II de selección se inicia con los 4,000 clones seleccionados en el estado I. En este número están incluidas las variedades introducidas que pasaron el proceso de

evaluación en cuarentena. Estos clones son sembrados en las tres subestaciones experimentales ubicadas bajo condiciones de suelo y manejo típicos de cada estrato altitudinal. En cada subestación experimental se contempla efectuar la selección de clones de caña de azúcar en los estratos II y III (Cengicaña, 2010).

Esta estrategia de evaluación de estados tempranos permitirá solucionar el problema de la interacción GXE. Los 4,000 clones en el estado II son sembrados en un surco de 5 m. En forma alterna se siembran las variedades comerciales CP 72-2086 y PR 87-2080 como referencia (cada 40 clones experimentales.).

Los clones son evaluados nuevamente por aspecto de planta, enfermedades y grados Brix en plantías solamente a la edad de 12 meses. La presencia de Carbón y Escaldadura de la Hoja imponen la eliminación clonal. En el caso de SCMV, Roya, Pokkah boeng y otras enfermedades, estas son evaluadas por su incidencia y severidad (Cengicaña, 2010).

Los clones de buen aspecto de planta y libres de las principales enfermedades son evaluados por su concentración de sacarosa para formar un grupo de 150 clones que pasan al siguiente estado de selección.

En este caso la presión de selección es de alrededor del 4 por ciento. En el estado II de selección los clones seleccionados son denominados CG (Cengicaña Guatemala) seguido por dos dígitos del año en el cual se seleccionaron y luego el número correlativo de selección (Cengicaña, 2010).

### **2.8.5 Estado de selección III**

El estado III de selección en cada estrato altitudinal se inicia con los 150 clones seleccionados del estado II sembrados en cada una de las subestaciones experimentales.

Los 150 clones del estado III como resultado de la selección y de la interacción GXE pueden ser genotipos diferentes o pueden coincidir en las tres zonas.

Los 150 clones son sembrados bajo un diseño experimental de alfa latice 10X15, 3 repeticiones y parcelas de dos surcos de 5m bajo las condiciones del clima y suelo de cada subestación experimental. (Wagner, 2007).

Este grupo de materiales es evaluado por características agronómicas, reacción a enfermedades, análisis de jugos, tonelaje y adaptabilidad en plantía. Las características agronómicas a evaluar son cierre de surco, habito de crecimiento, deshoje natural, presencia de mamones, longitud del cogollo, uniformidad en la composición de tallos en la macolla, tipo de desprendimiento de la vaina, presencia de lalas, oquedad, rajadura de tallo, presencia de raíces aéreas, tipo de yema, presencia de afate, tipo de incidencia de acame y el aspecto general de la planta. También se evalúan los componentes del rendimiento de caña; población de tallos molederos, altura de planta, diámetro de tallo, incidencia de floración y corcho (Ospina, 2006).

#### **2.8.6 Estado de selección IV**

En el estado IV de selección el grupo de variedades seleccionadas en el estado III son evaluadas en ensayos regionales de dos tipos Ensayos para medir el tonelaje y adaptabilidad, el objetivo primario de este ensayo es evaluar el rendimiento de caña expresado en toneladas de caña por hectárea TCH y la adaptabilidad general o específica de las variedades bajo estudio en la zona cañera guatemalteca.

Además evaluar la concentración de sacarosa expresado en Pol % caña, el rendimiento de azúcar por hectárea expresado en toneladas de azúcar por hectárea TAH y reacción a enfermedades En este ensayo las variedades pueden ser diferentes o pueden coincidir algunas en cada estrato altitudinal.

Las variedades pueden ser diferentes o pueden coincidir algunas en cada estrato altitudinal. Las variedades se evalúan en 15 localidades en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y parcelas de cinco surcos de 10 m de largo (75m<sup>2</sup>.) Se evalúan en tres sitios en el estrato alto, seis el estrato medio y seis en el estrato bajo en suelos representativos de cada estrato (Ospina, 2006).

La evaluación de las variedades abarca plantía, primera y segunda soca. Ensayos para evaluar la maduración natural el objetivo principal de este tipo de ensayo es evaluar la maduración natural de las variedades bajo estudio. También se evalúa la reacción a enfermedades y las características agronómicas que determinan el TCH y su calidad como materia prima por deterioro de la caña por floración y corcho. Para efectuar estas mediciones en caña de la misma edad (doce meses) las variedades se siembran en forma escalonada en el periodo de zafra en los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril. Las variedades son evaluadas a los 12 meses de edad en plantía, primera y segunda soca (Cengicaña, 2012).

Los ensayos son establecidos en tres sitios estratégicamente ubicados en los estratos alto, medio y bajo, estableciendo un experimento por estrato altitudinal. Esta metodología permite evaluar la concentración de azúcar (Pol % en caña) a la edad de 12 meses en cinco meses diferentes en las variedades bajo estudio. Además permite registrar la población de talos molederos, la altura de la planta, diámetro de tallo y el comportamiento de la floración conforme a las fechas de siembra así como la formación de corcho (Cengicaña, 2010).

## 2.9 Características Agronómicas de las Variedades a Evaluar Serie 05

El cuadro 1, presenta las características de las principales variedades a evaluar.

Variedad	Emergencia	Rebrote	Cierre Natural	Aspectos de planta
CG05-07312	2	2	2	2,24
CG-07827	2	3	2	2,22
CG-12577	2	3	2	2,24



Cuadro: 1 características agronómicas de las variedades a evaluar

Variedad	%Flor	Pol% Caña	Pol% Caña
CG05-07312	13,7	10,5	13,7
CG-07827	14	10,6	14
CG-12577	14,1	10,5	14,1

(Cengicaña, 2010)

## 2.10 ANTECEDENTES DEL MEJORAMIENTO DE CAÑA EN GUATEMALA

En la tercera prueba de variedades Cengicaña Guatemala 2,009 que se evaluaron en la zona baja las pruebas con las siguientes variedades CG 9810, SP71-6180, SP 79-1287, RB73-2577 se obtuvieron algunas variedades que tuvieron una buena respuesta y la variedad testigo fue la CP72-2086.

Donde la variedad CG 9810 con los datos obtenidos estadísticamente si supero a las variedades donde se realizó el experimento pero no pudo superar en producción a la variedad testigo la CP72-2086 (Orozco, Ovalle, Castro, Quemé, López, Acán, Azañon, Gómez, Cengicaña, 2010).

En la cuarta prueba regional de variedades de Cengicaña en plantía y primera soca Guatemala 2003 en la zona baja de la agroindustria azucarera se tomaron variedades nuevas que se estaban evaluando para obtener resultados de adaptabilidad y producción las variedades que mejor resultado obtuvieron CG97-97 y PR87-2080 en esta evaluación estas variedades si superaron estadísticamente con datos de producción a la variedad que sirvió de testigo para hacer la evaluación con la variedad testigo CP72-2086 (Orozco, Quemé, Ovalle, Castro, Catalán, Linares, Cengicaña 2010).

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

#### **a. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

En Guatemala se ha dependido desde hace muchos años de las variedades Canal Point (CP) y que actualmente lideran el censo varietal con más del 65% del área sembrada de caña de azúcar. Las variedades CP están presentando problemas de plagas y enfermedades (CENGICAÑA, 2015) y está representando pérdidas a la agroindustria por rendimientos de azúcar, un claro ejemplo es la variedad CP88-1165 cada año su rendimiento de azúcar y toneladas va en disminución por factores de deterioro (caña seca).

El Centro de Investigaciones para Caña de Azúcar (CENGICAÑA, 2015), está trabajando fuertemente para generar variedades que superan los problemas que se están presentando con los materiales importantes y que pueden contribuir a mejorar la productividad del cultivo. A través del proceso de mejoramientos se han generado variedades que es necesario evaluar en diferentes estatus de la zona cañera y evaluar sus comportamientos previos a ser difundidas.

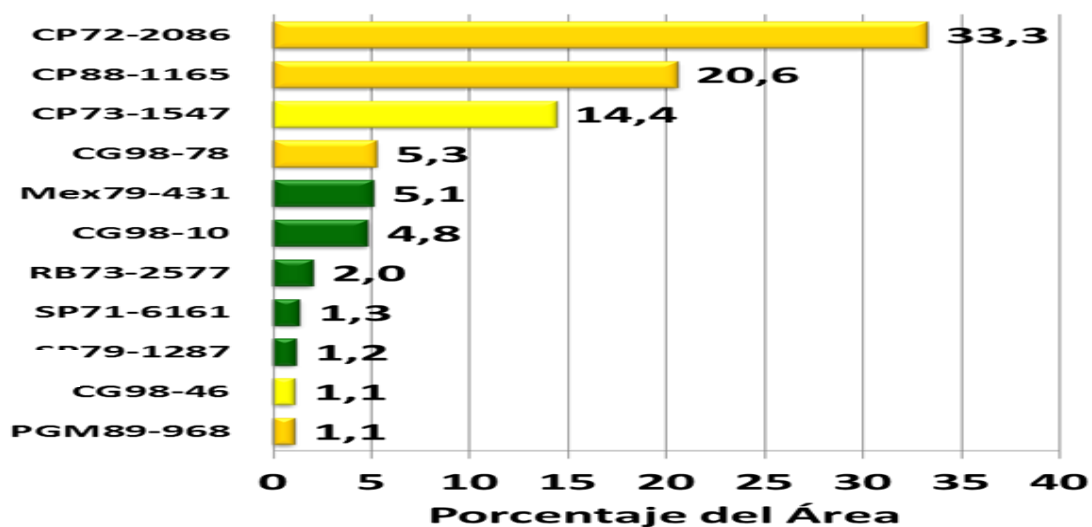


Figura 2. Variedades de caña de azúcar más sembradas en Guatemala. (Cengicaña, 2015).

En Finca Monte Alegre Del Ingenio La Unión S.A se está trabajando para poder encontrar otras variedades CG que puedan superar a las variedades comerciales las CP, esta finca en especial posee en su mayoría condiciones muy marcadas de suelo mollisoles secos y la variedad que se adapta mejor a estos suelos es la variedad CP88-1165 pero se está buscando otra variedad para poder sustituirla debido al deterioro que esta sufre (caña seca) y encontrar otra que no tenga los mismos problemas que la anterior y que supere su productividad.

El estudio pretende evaluar el comportamiento de nuevas variedades de las variedades CG05, bajo las condiciones agroecológicas de finca Monte Alegre y poder en el futuro seleccionar una o varias que superen al testigo local, en este caso las variedades Canal Point.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la producción de ocho variedades de caña de azúcar de maduración temprana que supere a los testigos comerciales en finca Monte Alegre La Gomera, Escuintla.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el rendimiento en toneladas de caña por hectárea (TC/Ha) para cada una de las variedades.
- Determinar el rendimiento de azúcar por tonelada de caña en pre cosecha. Toneladas de azúcar por hectárea.

## **V. HIPÒTESIS**

### **5.1 HIPÒTESIS ALTERNA**

- En al menos una de las ocho variedades de azúcar a evaluar el rendimiento de caña por hectárea será diferente.
- En al menos una variedad de caña a evaluar el rendimiento de azúcar por toneladas de caña será diferente en pre cosecha.

## VI. METODOLOGÍA

### 6.1 LOCALIZACIÓN

El trabajo de investigación se realizó en la finca Monte Alegre situada en el municipio de La Gomera del departamento de Escuintla cuyas coordenadas son 14°05'08" N 91°01'27" W. Está a cuarenta metros sobre el nivel del mar con una precipitación entre los 1500 mm anuales. Se encuentra en la zona litoral.

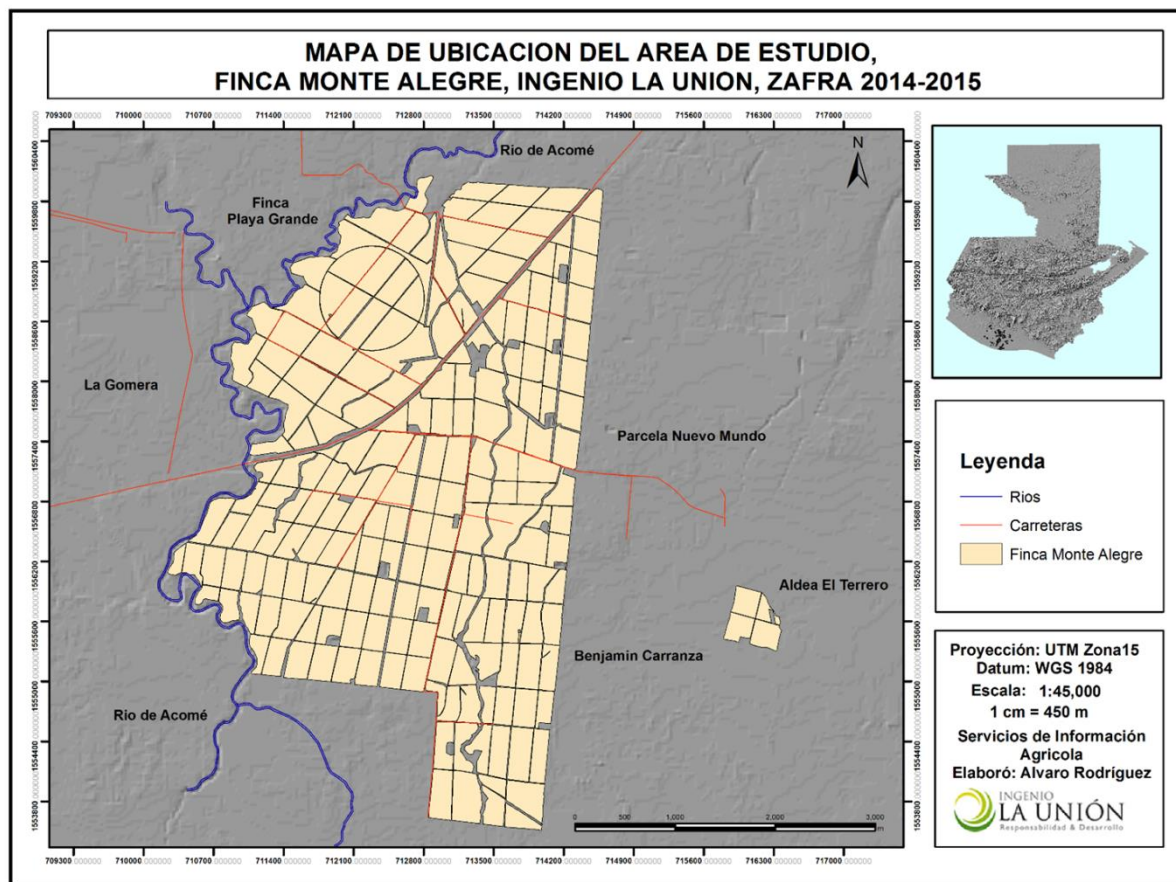


Figura 3. Ubicación de Finca Monte Alegre, (Ingenio La Unión S.A, 2015)

### 6.1.1 Estratos altitudinales

La empresa La Unión S.A. se extiende a lo largo de los tres estratos altitudinales estratos que se basa principalmente en altura sobre el nivel del mar de la siguiente forma.

Estrato Bajo 0 a 100 msnm

Estrato Medio 100 a 300 msnm

Estrato Alto 300 a 750 msnm

Cuadro 2. Fincas y estrato altitudinal de Ingenio (La Unión S.A ,2015).

<b>Estrato</b>	<b>Finca</b>	<b>Estrato</b>	<b>Finca</b>
Estratos Altos	Los Tarros	Estrato Bajo	La Confianza
Estrato Medios	Belén	Estrato Bajo	Guanipa
Estrato Medios	Cristóbal I	Estrato Bajo	Monte Alegre Virginia
Estrato Medios	Cristóbal II	Estrato Bajo	Rio Azul
Estrato Medios	Carrizal	Estrato Bajo	Refugio Nuevo
Estrato Medios	Jabalí I	Estrato Bajo	Refugio Viejo
Estrato Medios	Jabalí II	Estrato Bajo	Payánate
Estrato Medios	Jabalí anexo	Estrato Bajo	Totomocapan
Estrato Medios	Tehuantepec	Estrato Bajo	Santa Ricarda
Estrato Medios	Margaritas	Estrato Bajo	San Luis
Estrato Medios	Peralta	Estrato Bajo	San Carlos I
Estrato Medios	Unión Cajón	Estrato Bajo	San Carlos II
		Estrato Bajo	San Francisco
		Estrato Bajo	Las palmas
		Estrato Bajo	Floresta
		Estrato Bajo	La coqueta
		Estrato Bajo	Marínala
		Estrato Bajo	Nuevo Mundo
		Estrato Bajo	San Juan el Socorro
		Estrato Bajo	Nueva Irlanda

## 6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

El material experimental que se utilizó son ocho variedades de caña de azúcar que fueron seleccionadas por CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación de la Caña de Azúcar), en el estado IV y para completar el ciclo de evaluaciones se necesita la etapa final V que corresponde a los ensayos Semi- comerciales, según metodología del CENGICAÑA, 2015.

## 6.3 FACTOR A ESTUDIAR

Rendimientos de caña de azúcar de la serie CG05 de maduración temprana y variedades seleccionadas.

## 6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Cuadro 3. Tratamientos evaluados de Caña de azúcar de maduración temprana.

Tratamientos	Variedades
1	CG05-Missing 110
2	CG05-12577
3	CG05-07827
4	CG05-07312
5	CG04-10295
6	CG99-087
7	CP73-1547
8	CG98-46



## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones.

## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

Para el análisis del experimento se utilizó el modelo estadístico para un diseño de bloques al azar:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + T_j + e_{ij}$$

En donde:  $Y_{ij}$  = Variable respuesta

$\mu$  = Media general del experimento

$B_i$  = Efecto del  $i$ ...ésimo bloque

$T_j$  = Efecto del  $j$ ...ésimo tratamiento

$e_{ij}$  = Error experimental

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental para cada parcela está formada por 6 surcos de 212 metros de largo que equivale a 0.18 ha. Entre surcos se tiene una distancia de 1.5 metros, cada unidad experimental está separada por un surco sin caña o surco muerto.

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

Distribución de los tratamientos en el campo, en la figura 4, se muestran que existen 4 repeticiones, con 8 tratamientos en cada repetición.

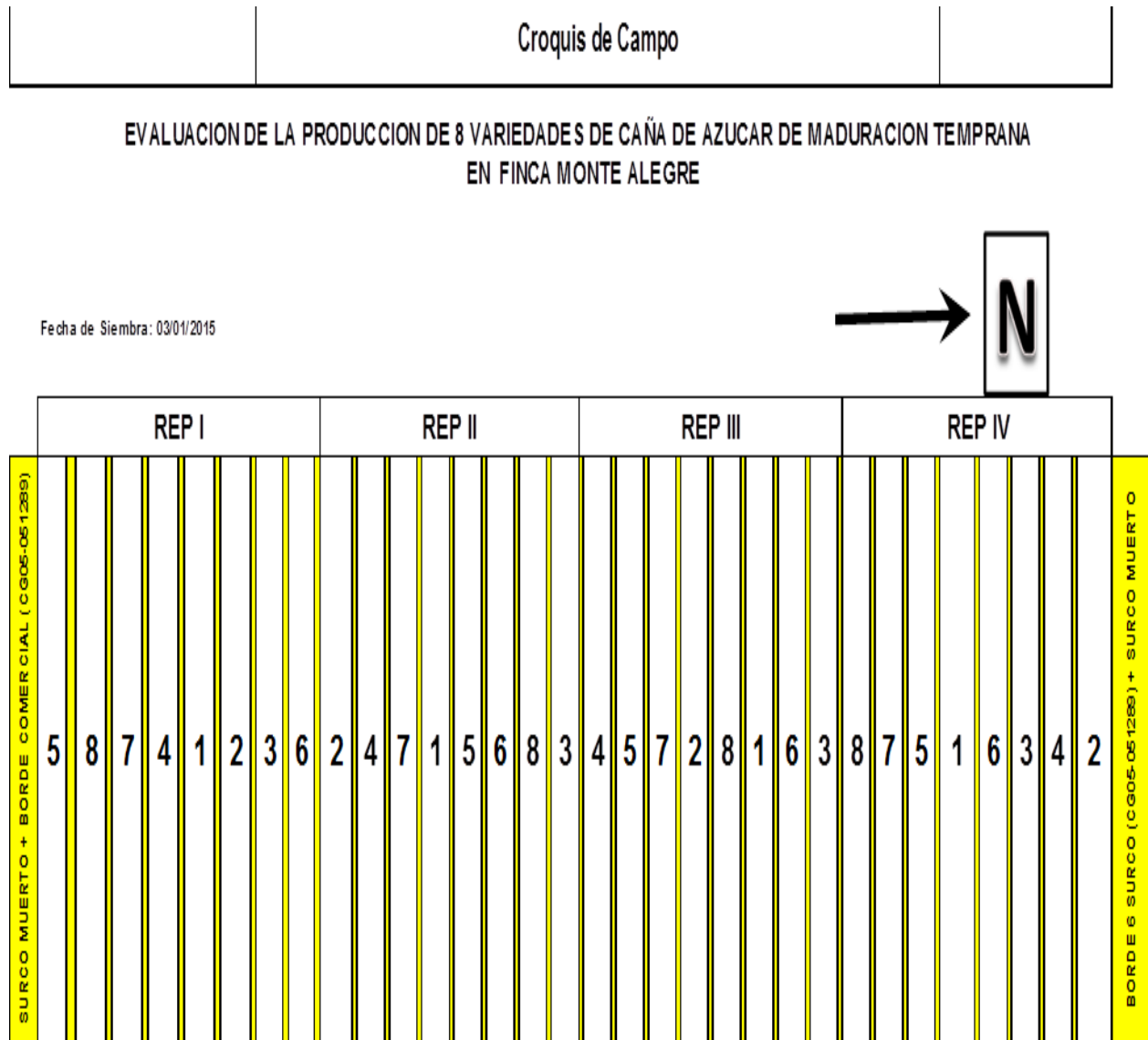


Figura 4. Distribución de las parcelas Aleatorizadas de los tratamientos en el campo. (ingenio la Unión, 2016)

## 6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

- **Dstrucción de Cepa anterior**

Se aplicó Touchdown Forte a razón de 5 lts/ha esta es la metodología que se usa en la finca para eliminar la variedad anterior esto se aplica 25 días después del corte de caña.

- **Preparación de suelos**

Se realizaron dos pasos de rastro arado de 32 pulgadas espaciados cada quince días para eliminar la variedad anterior, el pulido y el surqueo para eliminar la variedad anterior y obtener más pureza varietal.

- **Estaquillado de las parcelas**

Linealmente se coloca una estaca a cada 8 metros de distancia al centro de la parcela, que sirvió de guía para la distribución de la semilla de forma uniforme.

- **Siembra**

Se sembró utilizando el método de (cadena doble) colocando 27 paquetes en 212 metros que tiene la parcela de largo, con un estaquillado a 8 metros.

- **Riego**

El riego se empezó un día después de la siembra, se utilizó el sistema de riego mini aspersión.

- **Fertilización**

Se aplicó urea a 4 quintales por hectárea con dosis completas dejando un surco para ir aplicando todas las parcelas del experimento.

- **Control de Malezas**

Se aplicó la fórmula comercial de la finca plateu+harness+w30. Como herbicida pre emergente.

- **Muestreos Pre cosecha**

Se realizaron dos muestreos antes de la cosecha cada 15 días cada uno y fueron analizados en el laboratorio del ingenio La Unión SA.

- **Cosecha**

Se realizó la cosecha en forma manual cada 6 surcos a lo largo del lote y el frente utilizó dos alzadora 2254, cada una levantando un tratamiento.

## **6.10 VARIABLES DE RESPUESTA**

### **6.10.1 Producción de caña (t/ha)**

La producción de caña por hectárea de cada una de los tratamientos se obtuvo de los valores de báscula y el área conocida de cada unidad experimental.

Incluyendo la caña que se queda botada en la operación, esta unidad se registró en un formato de cosecha de ensayos según plano, se emite un envío donde se registra el número de Jaula, camión y operador que conduce la caña de dicha unidad experimental hacia el Ingenio donde es pesada individualmente, la información de los pesos de cada una de las unidades experimentales se obtuvo de báscula del Ingenio.

### **6.10.2 Rendimiento de Azúcar (kilogramos de azúcar/ tonelada de caña)**

#### **a) Pre cosecha**

Se tomaron 3 sub muestras por cada parcela experimental, a cada 50 metros de distancia, cada una tiene 15 tallos molederos cortados a ras del suelo de forma

Continua y despuntados como lo hacen los cortadores de caña tal como llega la metería prima a la fábrica, para obtener una muestra representativa de cada tratamiento, las muestras se transportaron al Laboratorio de caña del Ingenio La Unión.

## **6.11. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1 Análisis Estadístico**

Para el análisis de los datos; toneladas de caña por hectárea (t/ha), kilogramos de Azúcar por tonelada de caña (kg/t) y la producción de azúcar por hectárea (TAH): para cada una de las variables se realizó análisis de varianza y prueba de medias (Tukey) al 95% de confianza, utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2012p.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos del ensayo de variedades con flor, donde se observa la producción de caña (t/ha), El rendimiento de azúcar expresado en kilogramos por tonelada obtenidos de las muestras pre-cosecha y los valores de Toneladas de azúcar por hectárea (TAH), calculados a través de la producción de caña por el rendimiento de azúcar de cada variedad, Se manifiesta que las variedades CG04-10295, CP73-1547 testigo comercial y la CG98-46 tienen mayor producción de azúcar por unidad de área y de acuerdo a estos valores se muestran como los materiales más importantes para la producción de azúcar (cuadro A1 del Anexo).

El Cuadro 4, presenta los resultados del análisis de varianza realizado a toneladas de caña por hectárea, obtenidos de la evaluación de variedades con flor en Finca Monte Alegre. El análisis realizado no presenta significancia entre tratamientos así como entre bloques.

**Cuadro 4: Análisis de Varianza de toneladas de caña por hectárea de Evaluación de variedades con flor en La Finca Monte Alegre.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
t/ha	32	0.5	0.3	8.7

F.V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3229	10	323	2	0.0807
trat	2624	7	375	2	0.0593
bloq	604	3	201	1	0.3089
Error	3319	21	158		
Total	6548	31			

Se realizó la prueba de media y los valores se presentan en el Cuadro 5. Al realizar dicho análisis se pudo observar que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos utilizando el comparador Tukey ( $p > 0,05$ ) se coloca el cuadro de prueba de medias para tener referencia de los datos.

**Cuadro 5:** Análisis de medias para Toneladas de caña por hectárea (t/ha)

VARIETADES	Medias (t/ha)
CG98-46	159
CG04-10295	154
CP73-1547	151
CG05-07312	142
CG05-12577	140
CG05-Missing#110	139
CG05-07827	136
CG99-087	131

El Cuadro 6, presenta los resultados del análisis de varianza realizado al rendimiento de azúcar en pre-cosecha expresado en kilogramos por tonelada de caña. Los resultados del análisis muestran alta significancia entre tratamientos así como entre bloques.

**Cuadro 6:** Análisis de Varianza de rendimiento de azúcar en pre-cosecha expresado en kilogramos por toneladas de caña. Finca Monte Alegre.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
kg/t	32	1	1	3

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1236	10	124	6	0.0002
trat	835	7	119	6	0.0006
bloq	402	3	134	7	0.0024
Error	419	21	20		
Total	1656	31			

Los resultados de la prueba de medias del rendimiento de azúcar expresado en kilogramos de azúcar por toneladas se presentan en el Cuadro 7. Se puede observar con mayor rendimiento la variedad testigo CP73-1547 con 165kg/t como valor de pre-cosecha, seguido por las variedades CG05-12577 (162 kg/ha) y CG04-10295 (162 kg/ha), factor que las hace distinguir cuando se analiza la producción de azúcar por unidad de área expresada en toneladas métricas por hectárea (TAH).

**Cuadro 7: Análisis de medias para el rendimiento de azúcar en pre-cosecha, expresado en kilogramos de azúcar por tonelada (kg/t)**

Tratamientos	Medias	Grupo Tukey		
CP73-1547	165	A		
CG05-12577	162	A	B	
CG04-10295	162	A	B	C
CG99-087	158	A	B	C
CG05-07312	153		B	C
CG98-46	153		B	C
CG05-07827	152		B	C
CG05-Missing #110	151			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Cuando se analiza la variedad CG98-46 como una de las importantes por su producción de azúcar (Anexo Cuadro 10 ) por unidad de área (TAH) mostró un rendimiento de azúcar de 153 kg/t, como valor pre-cosecha y que fue menor a las variedades mencionadas pero con mayor producción de caña por unidad de área que las variedades evaluadas(159 t/ha), estos factores (Rendimiento de azúcar (kg/ha) y la producción de caña (t/ha) marcan la posición de las variedades;



De acuerdo a estos resultados las variedades CG04-10295 como las más reciente y la CG98-46 compiten con la variedad testigo (CP73-1547) en cuanto a la producción de Azúcar en su primer corte conocido como caña planta con una edad de (Meses).

Variedades más recientes propuestas para esta evaluación CG05-12577, CG05-07312, CG05-Missing#110, CG05-07827 mostraron baja producción de caña por unidad de área (Cuadro 5) comparada con el testigo CP73-1547 y únicamente la variedad CG05-12577 (cuadro 5 y 7) mostro un rendimiento de 162 kg/t similar a la variedad CG014-10295 como una de las variedades seleccionadas, pero con una baja producción de caña 140 (t/ha) comparada con el testigo que tuvo 151 t/ha. Para esta etapa de selección que no define la certeza del material a recomendar para la producción comercial de dicha zona, si después de tres cortes para tener mejor seguridad.

## VIII. CONCLUSIONES

1. Las variedades CP73-1547 como testigo comercial, CG98-46 y CG04-10295 muestran un comportamiento similar en la producción de azúcar por hectárea (TAH).
2. La variedad que mostro mejor rendimiento de caña por hectárea fue la CG-9846 seguido por la variedad CG04-10295, y la de menor rendimiento fue la CG99-087 Aunque estadísticamente no se encontraron diferencias significativas.
3. La variedad que mostró el mayor rendimiento de azúcar por tonelada de caña en pre cosecha fue la variedad CG04-10295, seguida por la CG73-1547 y la de menor rendimiento fue la variedad CG05-07827.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- Evaluar comercialmente las variedades CG04-10295 y CG98-46 en diferentes áreas de la finca para cosecha de los meses de noviembre y diciembre.
- Se recomienda seguir la evaluación hasta el quinto corte como comercialmente se cosecha la caña de azúcar, con el propósito de contar con variedades que sostengan la productividad.
- Evaluar la tolerancia de enfermedades para tener información de cada una de las variedades.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, N. (1993). Diagnóstico sobre la situación actual de las variedades comerciales y promisorias de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Pantaleón S.A. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 120 p.
- Botha, F.C. (2009). Energy Yield and Cost in a Sugarcane Biomass System. En: Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol., Vol. 31:1–10.
- CENGICAÑA. (2007). Eventos históricos y logros 1992-2007. Guatemala. 85 p
- CENGICAÑA. (2010). Logros 2006-2010. Presentación en Power Point a Junta Directiva de CENGICAÑA. 03 de mayo 2010.
- CENGICAÑA. (2011). Situación actual y proyección de la producción de azúcar Zafra 2010/2011. Presentación en Power Point a Junta Directiva de ASAZGUA. 22 de marzo 2011.
- CENGICAÑA.. (2012). El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Extraído el 17 de Agosto de 2014 desde <http://www.cengicana.org/es/publicaciones/libro-de-la-caña-de-azucar>.
- CENGICAÑA. (2015). Situación actual y proyección de la producción de azúcar Zafra 2014/2015.
- Gómez M., N.O. Montilla, M. Mendoza. (1992). Prueba de 15 variedades de caña de azúcar en Sabaneta de Barinas. Revista Caña de Azúcar.
- [http://www.cenicaña.org/pdf/documentos\\_no\\_seridados/libro\\_el\\_cultivo\\_cana/libro\\_p63-81.pdf](http://www.cenicaña.org/pdf/documentos_no_seridados/libro_el_cultivo_cana/libro_p63-81.pdf).
- Orozco, H; Ovalle, W; y Queme, J. (2001). Esquema de selección del programa de variedades de Cengicaña, Guatemala. 29-36 p
- Orozco, H. (2003). Censo de variedades de caña de azúcar en Guatemala periodo 1979-80 2003-04. Guatemala. 2 p.

- Orozco, H. (2004). Censo de variedades de caña de azúcar en Guatemala, zafra 2004-05 y dinámica varietal durante los últimos 26 años. Guatemala, Cengicaña. 5 p.
- Orozco, H. Catalán, M; Castro, O; y Queme, J. (2004) Catálogos de Variedades promisorias de caña de azúcar en la agroindustria azucarera Guatemalteca, morfología y productividad. Guatemala, Cengicaña. 50 p.
- Orozco, H. Ovalle, W; y Queme, J. (2001). Esquema de selección del programa de variedades de Cengicaña, Guatemala. 29-36 p.
- Orozco, H. (2007). Variedades de caña de azúcar en CENGICAÑA (entrevista). Guatemala, CENGICAÑA, Comisión de Variedades.
- Ospina, H. 2006. Variedades de caña de azúcar en el ingenio La Unión, Escuintla (Entrevista). Guatemala, ingenio La Unión, Proyecto de introducción.
- Ovalle, W. (1997). Manual para la identificación de enfermedades de la caña de azúcar. Guatemala, Cengicaña. 20 p.
- Ovalle, W; Azañon, V; y Cojtin, J. (1995). Pérdidas causadas por la raya roja (*Pseudomonas rubrilineans*) en la fase de cogollo muerto, en la variedad C116-67. Guatemala, Asociación de Técnicos Azucareros de Centro América (11).
- Perafan, F. (2007). La Caña de Azúcar en distintas variedades. (en línea).
- Perafan, F. (2013). La Caña de Azúcar (en línea). Azúcar de Caña. Cali, Colombia.  
<http://www.perafan.com/azucar/ea02cana.html>
- Queme, J. (2004) Catálogos de Variedades promisorias de caña de azúcar en la agroindustria azucarera Guatemalteca, morfología y productividad. Guatemala, Cengicaña. 50 p.
- Victoria, JI; Veveros, CA; y Rangel, H. (2003). Variedades de caña de azúcar para las zonas agroecológicas del valle geográfico del río Cauca. Colombia, Cengicaña. 180 p.

- Soto, G; Orozco, H.; Ovalle, W; Carrillo, E; Pérez, O; y Linares, E. (1995). Evaluación regional de variedades promisorias de caña de azúcar en plantilla. Zafra 1994-1995. Guatemala, CENGICAÑA. 20 p. (Documento Técnico Fitopatología USA.380p.
- Zerega, L.; T. Hernandez; y J. Valladares. (1991). Evaluación de 14 variedades de caña de azúcar en dos suelos afectados por sales bajo condiciones de umbráculo. Revista Caña de Azúcar (2):81-98.
- Wagner, R. (2007). Historia de la caña de azúcar en Guatemala. Galería Guatemala.

## XI ANEXOS

Cuadro 8 Datos de peso

#	TRATAMIENTOS	REPETICIONES	TON / PARCELA	LARGO	ÁREA (ha)	TC/ha	PROMEDIO T/ha	Kg/T	TAH
1	CG05-Missing#110	1	25.6631	213	0.18	132	139	152	21.00
		2	25.0979	212	0.18	130			
		3	31.7066	211	0.18	165			
		4	24.6414	211	0.18	128			
2	CG05-12577	1	26.3262	213	0.18	136	139	162	22.55
		2	25.9131	212	0.18	134			
		3	30.6088	212	0.18	159			
		4	24.8153	211	0.18	129			
3	CG05-07827	1	27.3697	213	0.18	141	136	152	20.59
		2	26.8479	212	0.18	139			
		3	25.8588	211	0.18	134			
		4	24.9023	211	0.18	129			
4	CG05-07312	1	28.087	213	0.18	145	142	153	21.77
		2	26.5762	212	0.18	137			
		3	30.1414	212	0.18	156			
		4	25.2936	211	0.18	131			
5	CG04-10295	1	33.5218	213	0.18	173	154	162	24.87
		2	29.1197	212	0.18	151			
		3	27.2827	212	0.18	141			
		4	28.7936	211	0.18	149			
6	CG99-087	1	25.4675	212	0.18	132	131	158	20.73
		2	26.9023	212	0.18	139			
		3	24.8914	211	0.18	129			
		4	23.9023	211	0.18	124			
7	CP73-1547	1	32.4675	213	0.18	167	151	165	24.85
		2	27.9023	212	0.18	144			
		3	27.5327	212	0.18	143			
		4	28.7284	211	0.18	149			
8	CG98-46	1	33.7718	213	0.18	174	159	152	24.28
		2	31.9566	212	0.18	165			
		3	25.7718	212	0.18	133			
		4	31.7284	211	0.18	165			

(Ingenio la Unión, 2016).

Cuadro 9 valores teóricos pre cosecha

Variedades	t/ha	Valores Teóricos en Pre-cosecha	
		Kilogramos Azúcar/t	TAH
<b>CG04-10295</b>	<b>154</b>	<b>162</b>	<b>24.87</b>
<b>CP73-1547</b>	<b>151</b>	<b>165</b>	<b>24.85</b>
<b>CG98-46</b>	<b>159</b>	<b>152</b>	<b>24.28</b>
<b>CG05-12577</b>	<b>139</b>	<b>162</b>	<b>22.55</b>
<b>CG05-07312</b>	<b>142</b>	<b>153</b>	<b>21.77</b>
<b>CG05-Missing#110</b>	<b>139</b>	<b>152</b>	<b>21.00</b>
<b>CG99-087</b>	<b>131</b>	<b>158</b>	<b>20.73</b>
<b>CG05-07827</b>	<b>136</b>	<b>152</b>	<b>20.59</b>
	<b>C.V. (%): 8,74</b> <b>Pr&gt;F: 0,0593</b>	<b>C.V. (%): 2,85</b> <b>Pr&gt;F: 0,0006</b>	

(Ingenio la unión, 2016).