

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

COMPARACIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN ETAPA DE MACOLLAMIENTO;  
FINCA ARIZONA, RETALHULEU  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

**ENOS ALBERTO ARREAGA CALDERÓN**  
CARNET 21815-03

COATEPEQUE, NOVIEMBRE DE 2018  
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

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

COMPARACIÓN DE VARIETADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN ETAPA DE MACOLLAMIENTO;  
FINCA ARIZONA, RETALHULEU  
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

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

POR  
**ENOS ALBERTO ARREAGA CALDERÓN**

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

COATEPEQUE, NOVIEMBRE DE 2018  
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

## **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

### **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

MGTR. RICARDO ARMANDO MORALES RAMÍREZ

### **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

ING. HARRY FLORENCIO DE MATA MENDIZABAL

Guatemala 16 de Noviembre de 2018

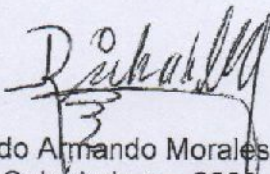
Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Enos Alberto Arreaga Calderon, carné 21815-03, Titulado: "Comparación de variedades de caña de azúcar en etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu".

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Ricardo Armando Morales Ramirez  
Colegiado no. 2880  
Cod. URL 19018



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional del estudiante ENOS ALBERTO ARREAGA CALDERÓN, Carnet 21815-03 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 06174-2018 de fecha 14 de noviembre de 2018, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

COMPARACIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR EN ETAPA DE  
MACOLLAMIENTO; FINCA ARIZONA, RETALHULEU

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 14 días del mes de noviembre del año 2018.

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



## ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN .....	i
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES .....	2
2.1 REVISION DE LITERATURA .....	2
2.1.1. Generalidades del cultivo de caña de azúcar .....	2
2.1.2. Importancia económica de la caña de azúcar .....	3
2.1.3 Descripción botánica.....	4
2.1.4. Procedimiento de propagación de la semilla .....	5
2.1.5 Porcentaje de germinación de las yemas sembradas .....	5
2.1.6 Potencial genético varietal .....	5
2.1.7 Etapa de Macollamiento.....	6
2.1.8 Variedades.....	6
3. CONTEXTO .....	10
3.1.1 Localización y descripción de la empresa.....	11
3.2 JUSTIFICACIÓN .....	14
3.3 EJE DE SISTEMATIZACIÓN.....	15
4. OBJETIVOS .....	16
4.1 GENERAL:.....	16
4.2 ESPECÍFICOS: .....	16
5. HIPÓTESIS .....	16
6. PLA DE TRABAJO .....	17
6.1 PROGRAMA DESARROLLADO .....	17
6.2 INDICADORES DE RESULTADOS.....	18
6.3. PRODUCTOS ESPERADOS .....	20
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21
7.1 RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE TALLOS POR METRO LINEAL Y LA ALTURA DE PLANTA, POR CADA VARIEDAD.....	21

7.2 RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE TALLOS POR METRO LINEAL Y EL DIÁMETRO DE LOS TALLOS POR CADA VARIEDAD DE CAÑA DE AZÚCAR ESTUDIADA.....	22
7.3 NÚMERO DE TALLOS POR METRO LINEAL POR CADA VARIEDAD DE CAÑA DE AZÚCAR.....	24
7.3.1 Tallos primarios.....	24
7.3.2 Tallos Secundarios.....	25
7.3.3 Tallos totales por variedad.....	25
8. CONCLUSIONES.....	28
9. RECOMENDACIONES .....	29
10. BIBLIOGRAFIA .....	30
11. ANEXOS .....	32
11.1: Mapa Finca Arizona.....	32
11.2: Maestro de lotes Finca Arizona .....	33
11.3: Muestra de toma de lectura del diámetro .....	34
11.4: Muestra de toma de lectura de altura .....	34
11.5: Tabla “K” valores críticos de “R” a varios niveles de probabilidad.....	34

## ÍNDICE DE CUADROS.

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de <i>Saccharum Officinarum</i> .....	2
Cuadro 2. Resultados de Altura de los tallos para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu .....	22
Cuadro 3. Resultados de Diámetro de los tallos para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu. ....	23
Cuadro 4. Número de tallos primarios promedio por metro lineal, para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu.. ....	24
Cuadro 5. Número de tallos secundarios promedio por metro lineal, para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu. ....	25
Cuadro 6. Número de tallos totales promedio por metro lineal, para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu. ....	26
Cuadro 7. Resultados de significancia estadística, para Índices de Correlación de Pearson entre Número de tallos por metro lineal, la Altura y diámetro de planta, para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu .....	27



## ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Muestra la ubicación y un plano de la finca, resaltando el lote (630-02-08), donde se encontraron los puntos de biometría. (Google 2,015; Finca Arizona 2,015).....	11
<b>Figura 1.</b> Organigrama de finca Arizona, Ingenio Magdalena (IMSA, 2015). .....	13

# **COMPARACIÓN DE VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR, EN SU ETAPA DE MACOLLAMIENTO, FINCA ARIZONA, RETALHULEU**

## **RESUMEN**

La Sistematización de Práctica Profesional consistió en la Comparación de variedades de caña de Azúcar en etapa de macollamiento en el área de Caballo Blanco, Retalhuleu. Se procedió a ubicar de forma aleatoria parcelas comparativas en forma de franjas, donde se realizó la toma de datos, siendo estos cinco puntos de muestreo y quince surcos de diez metros para cada una de las variedades. El área para los puntos de muestreo por variedad fue de una hectárea. Los indicadores de resultados fueron: Número de tallos por metro lineal, Diámetro de los tallos y la Altura de los tallos. De la matriz de significancia se deriva que solo los tallos de la Variedad RB-845210 demostraron verse afectados por la población, tanto para tallos primarios como para secundarios. No así para las otras variedades estudiadas; las cuales reportaron ser no significativos. Por lo tanto se rechazó la hipótesis nula planteada. Finalmente se recomienda sembrar la variedad SP 832847; por los resultados de mayor número de tallos por metro lineal, y la mayor altura promedio; donde se espera que, a mayor número de tallos, habrá un mayor rendimiento de biomasa en campo y una mayor cantidad de toneladas métricas de azúcar.

# 1. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es un cultivo de importancia en Guatemala. Se siembran aproximadamente 235,000 Has (IMSA, 2014) por productores individuales y los ingenios nacionales. La expansión del cultivo, ha sido agresivo en los últimos años, en el departamento de Retalhuleu, la zona de producción de caña de azúcar demanda una considerada área de las fincas, a ser destinadas a la producción de semilla, cada año son más los lotes semilleros. Tomando en cuenta que cada año la disponibilidad del recurso hídrico es menor, es necesario encontrar las variedades que mejor responde en la región, durante la práctica se pudo observar la variabilidad en la respuesta entre las variedades en cuanto a desarrollo, realizando el mismo manejo agronómico, esto demuestra que no todas las variedades son ideales para las condiciones propias del Occidente del país.

Para definir las variedades que pasaran a siembra comercial, se inicia con realizar la fase de adaptabilidad de las diferentes variedades, se continua con las fases de macollamiento y elongación de cada variedad seleccionada de la fase de adaptabilidad y se busca el nicho adecuado del tercio de cosecha, con la finalidad de utilizar menos semilla por hectárea en siembras nuevas, renovaciones o resiembras de caña soca; y realizar el ordenamiento varietal que busca aumentar la producción y bajar los costos por unidad de área. Por tal razón, es importante evaluar estas variedades promisorias de caña de azúcar en las etapas de macollamiento y elongación.

La Sistematización de Práctica Profesional se dividió en dos componentes principales: la realización de diversas actividades agronómicas en el cultivo de la caña de azúcar, y la comparación de variedades en su etapa de elongación. Los resultados fueron muy satisfactorios, ya que rompen algunos paradigmas, como por ejemplo: Que a mayor cantidad de tallos, estos necesariamente son más delgados o con menor tamaño, definitivamente la variedad es un factor importante para definirlo.

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 REVISION DE LITERATURA

#### 2.1.1. Generalidades del cultivo de caña de azúcar

Es una gramínea tropical perenne con tallos gruesos y fibrosos que pueden crecer entre 3 y 5 metros de altura. Éstos contienen una gran cantidad de sacarosa que se procesa para la obtención de azúcar. La caña de azúcar es uno de los cultivos agroindustriales más importantes en las regiones tropicales. (Ramírez, 2008).

La caña de azúcar constituye una importante materia prima industrial empleada para la obtención de una amplia gama de productos. Entre éstos cabe citar el azúcar convencional y la orgánica, alcoholes absolutos, rectificadas y carburantes, miel y aguardiente, todos los cuales generan sub-productos que son totalmente aprovechados, con fines económicos y alimenticios. (Vera, 1996).

#### A. Clasificación taxonómica

**Cuadro 1.** Clasificación taxonómica de *Saccharum Officinarum*

---

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Panicoideae
Tribu:	Andropogoneae
Género:	Saccharum
Especie:	S. Officinarum

---

(IMSA, 2010).

## **B. Cultivo de la caña de azúcar en Guatemala**

La región cañera de Guatemala está localizada en las regiones fisiográficas de la Llanura costera del océano pacífico y pendiente volcánica reciente y está comprendido en las coordenadas 13° 55' 14" Latitud norte y 90° 30' 45" Longitud oeste (CENGICAÑA, 2010).

Según estudio de suelos de Cengicaña, (1996). En la región hay 6 órdenes de suelos predominando en su orden: Mollisoles (40%), Andisoles (25%), Entisoles (16%) e Inceptisoles (11%) y en menor escala Alfisoles (1%) y Vertisoles (1%). (Orozco, *et al.*, 1995).

## **C. Origen de la caña de azúcar**

Estudios efectuados indican que la caña de azúcar es originaria de la india como se creía, con la relación a las zonas climáticas, se desarrolla en regiones tropicales y semi- tropicales del mundo.

La caña de azúcar se utiliza como alimento hace más de 2,500 años. El azúcar en forma sólida era azada en Persia en el año 500 de nuestra era. En América fue introducida por Cristóbal colon, en su segundo viaje, la llevó a Santo Domingo donde se sabe que en el año 1,513 se produjo azúcar. En el año 1,600 la producción de azúcar en América estaba considerada como la mayor industria del mundo. (IMSA, 2014).

### **2.1.2. Importancia económica de la caña de azúcar**

En Guatemala el cultivo de la caña de azúcar es uno de los más antiguos. Los primeros intentos se produjeron apenas concluida la parte armada de la Conquista y ya en 1,536 Amatitlán se había convertido en la principal área de producción del dulce, que también se sembraba en Jilotepeque, Escuintla, Guazacapán y la Verapaz. Aunque al principio la producción azucarera estuvo en manos de laicos, hacia fines del siglo XVI estaba prácticamente controlada por la Iglesia, en particular por jesuitas,

mercedarios, dominicos y agustinos, quienes manejaban los ingenios de más alta producción, como el de San Jerónimo, cuyas ruinas es posible visitar en la actualidad. (Robles, 2012).

La industria azucarera se ha convertido en la principal actividad económica del país, posicionando a Guatemala en los primeros puestos del mercado mundial de azúcar. Desde el 2004, el azúcar constituye el principal producto de exportación del país ya que en materia de divisas alcanzaba los U\$. 434,5 millones, equivalente al 14,4% del valor total del ingreso de divisas por exportaciones al país.

Su pujante crecimiento ha desplazado al café y el banano como productos representativos de nuestra economía. Cabe agregar que además del negocio de la comercialización de azúcar, los ingenios azucareros comercializan alcohol destilado de caña y energía eléctrica producida en base al bagazo de la caña, que durante los últimos años ha logrado mantener una producción de 586Mw de energía eléctrica, producción que representa el 10% de la energía del país. (Woltke, 2011). Actualmente Cengicaña es el centro de investigación más importante a nivel nacional.

Contribuye en la investigación y desarrollo de variedades nuevas de caña de azúcar, contribuyendo decisivamente al desarrollo de más de medio centenar de municipios del país y de más de un millón de personas, de forma directa e indirecta, con lo que se constituye en un factor determinante para el progreso de Guatemala.

El informe anual de la Asociación de Azucareros de Guatemala (Azosgua) afirma que la exportación de azúcar aumentó 19.25% de un año a otro. (Robles, 2012).

### **2.1.3 Descripción botánica**

La caña de azúcar es originaria de las regiones tropicales y subtropicales del Oriente (India). El género *Saccharum* spp es la gramínea que mejor utiliza la energía solar.

La raíz de la caña de azúcar es fibrosa. Generalmente el 70 % de las raíces se encuentran en los primeros 40 cm, el tallo es cilíndrico, alargado y sin ramificaciones, en su extremo tiene una yema apical de crecimiento que en variedades floreadas se

transforma en yema floral y después en espiga. Está dividido en nudos y entrenudos, el entrenudo es la parte más importante porque es allí donde se almacena el azúcar. (Vera, 1996).

#### **2.1.4. Procedimiento de propagación de la semilla**

La caña de azúcar se propaga comercialmente por esquejes, consiste en trozos de tallo de 6 a 9 Meses de edad con longitud que va de 58 a 63 cm. Existen otros sistemas de propagación comercial como de yemas pre-germinadas o plántulas derivadas de micro propagación de meristemo apical (IMSA, 2014).

Los semilleros se clasifican como semilleros básicos, posteriormente pasan a semilleros semi-comerciales y luego se convierte en semilleros comerciales.

#### **2.1.5 Porcentaje de germinación de las yemas sembradas**

Estudios realizados por varios investigadores han demostrado que las yemas de la sección superior del tallo tienen mayor poder germinativo que las yemas de la sección inferior, sugiriendo que las yemas más jóvenes germinan mejor (Thompson, 1964; Abayomi, 1986).

A pesar de ello, hay escasa información acerca del efecto que tiene la edad de corte de la semilla sobre la germinación, por lo tanto no conocemos con certeza si el porcentaje de germinación en el tallo es igual a cualquier edad de corte de semilla.

#### **2.1.6 Potencial genético varietal**

El potencial genético productivo de cada material, solamente puede llegar a manifestarse plenamente a partir de la utilización de semilla de caña de óptima calidad.

Esta permite, además de asegurar la pureza varietal, una mejor condición reproductiva de los materiales, manifiesta un mayor vigor de las áreas destinadas a la producción

de semilla y el mínimo riesgo de contaminación con enfermedades, plagas y malezas que limitan la capacidad productiva de las plantaciones. (Barrantes, 1998).

El material usado como semilla no debe provenir de áreas volcadas o acamadas, no debe existir floración en los tallos, las yemas deben estar latentes, no brotadas o germinadas, se debe asegurar la pureza del material (no hayan mezclas de materiales).

Se debe tener mucho cuidado durante las labores de corte, carga, transporte, descarga, regado y tapado de la semilla para mantener la calidad; ya que ella representa la base de un buen establecimiento. (Barrantes, 1998).

### **2.1.7 Etapa de Macollamiento**

La etapa de macollamiento inicia aproximadamente a los 90 días después de la siembra y es cuando se da el desarrollo y alargamiento en los entrenudos en la macolla, producto del aumento en el crecimiento de la planta, marcando notoriamente el aumento de la altura del cultivo, por lo que la demanda de agua aumenta con respecto a la etapa inicial y se hace necesario un riego más constante.

Importante es mencionar que la cantidad de tallos y su desarrollo en muchos de los casos va ser diferente de una variedad a otra, aun teniendo las mismas condiciones de humedad, nutrición, control de plagas y enfermedades.

### **2.1.8 Variedades**

La caracterización y comparación de las variedades de caña es de suma importancia para efectos de conservación, evaluación, documentación y realización de intercambios de material vegetal (Orozco 2014). A nivel de industria, es indispensable conocer el comportamiento agronómico de cada variedad en diferentes etapas y ambientes. Esto con el fin de observar sus bondades y así utilizarlas al momento de



reemplazar aquellas variedades que muestran bajos rendimientos o problemas en la etapa de macollamiento.

En la actualidad en la región hay variedades que son las promisorias. A continuación, se detallan: CG 9878, SP 791287, SP 832847, SP 716161, PR 872015, RB 845210. El material vegetal utilizado para estas parcelas fueron esquejes provenientes de los semilleros establecidos en la región, por el departamento de investigación de variedades en región Occidente.

**a. Variedad CG 9878.**

Esta prometedora variedad tiene un deshoje natural intermedio, con hábito de crecimiento de tallos semi-erecto y por su hoja angosta aparenta un escaso follaje. El entrenudo de color verde amarillento con manchas negras y presencia de cera con un crecimiento cilíndrico con presencia de aristas y tallos conformados por entrenudos ligeramente en zigzag. La yema es en forma pentagonal y semi-protuberante. Vaina de desprendimiento intermedio con muy poco afate; las vainas del tercio medio están parcialmente separadas del entrenudo y presentan una rajadura en la parte central. La hoja angosta y borde poco aserrado de color verde oscuro. (Hip, 2011).

**b. Variedad SP 791287.**

Planta con poco deshoje natural, con hábito de crecimiento de tallos ligeramente inclinado, y con una cantidad de follaje intermedio. La coloración del entrenudo es amarillo verdoso con manchas moradas y presencia de cera; la colocación de los entrenudos es ligeramente en zigzag. La forma de la yema es ovalada y el anillo de crecimiento semi-protuberante. El cuello de color café claro a verde oscuro y la textura del mismo semi-lisa en la base con presencia de velloso. Vaina con desprendimiento intermedio con muy poca presencia de afate y con presencia de cera en el tercio superior. Lamina foliar con borde aserrado. (Hip, 2011).

**c. Variedad SP 832847.**

Con un hábito de crecimiento de tallos semi-inclinados y con un buen cierre natural. El entrenudo es de color verde amarillento con manchas; y con crecimiento cilíndrico y presencia de cera. El nudo forma crecimiento conoidal con una yema ovalada sin sobrepasar el anillo de crecimiento. (Hip, 2011).

**d. Variedad SP 716161.**

Por sus resultados en tonelajes de caña y azúcar, principalmente en la zona litoral (región central-sur), da inicios de ser una alternativa más para suelos de textura arenosas y franco arenosas, por su aceptable adaptabilidad observándose una aceptable población en comparación con otras.

Una de los inconvenientes de esta variedad es su adelgazamiento de tallos en soca, en las cuales se debe tomar muy en cuenta los niveles de nitrógeno a aplicar para corregir este problema. Su hábito de crecimiento es semi-erecto, puede alcanzar alturas hasta de 3.5 metros, posee entrenudos largos, de forma cilíndrica con una coloración rojiza y yema pentagonal. La aurícula es de forma inclinada, las vainas poseen una cantidad considerable de afate. El cierre foliar que presenta esta variedad es intermedio. (Hip, 2011).

**e. Variedad PR 872015**

En cuanto a aspecto de plantación se refiere, es una de las mejor ubicadas en esta característica, esto le ha valido para estar entre las semi-comerciales más seguidas en la actualidad en la región central-sur de la zona cañera Guatemalteca; aunado a esto, ha alcanzado más de 160 TCH en la región anteriormente mencionada. Posee un hábito de crecimiento semi-erecto, con tallos que pueden alcanzar longitudes de hasta 3 metros, con entrenudos cerosos de coloración rojizo y de forma cilíndrica con yema obovada. Aurícula lanceolada corta; posee un desoje natural bueno; la vaina

presenta una cantidad significativa de afate, siendo esta característica una de las claves para su determinación. (Hip, 2011).

**f. Variedad RB 845210.**

Con poco deshoje natural y con habito de crecimiento de tallos ligeramente inclinado, con una cantidad de follaje intermedio. El entrenudo de coloración morado verde y amarillo con manchas negras y con presencia de cera y estrías, este con forma de crecimiento cilíndrico y algunos con rajaduras. El nudo es de forma de crecimiento cilíndrico y con una yema de forma orbicular cuyo ápice se ubica debajo del anillo de crecimiento el cual es protuberante; raíces primordiales color morado en el tercio superior. La coloración del cuello es verde amarillento y de textura lisa y vellosidad en el borde. Vaina con desprendimiento intermedio con presencia de cera y con presencia de poco afate. Borde de la lámina foliar poco aserrado. Posee un cogollo corto. (Hip, 2011).

### 3. CONTEXTO

#### 3.1 NECESIDAD EMPRESARIAL

Todos los productos que desarrolla y comercializa, alimenticios, agrícolas o energéticos son realizados con el compromiso de la sostenibilidad del negocio, desarrollo social y medioambiental, rigiéndose en tres principios básicos para la institución, honestidad, humildad y pasión por los logros; constantemente innovando sus negocios, analizando, investigando y adaptando sus productos y servicios a las necesidades del mercado.

El crecimiento acelerado de la empresa y su incursión en nuevos negocios como por ejemplo: el nuevo proyecto de generación de energía ubicado en Retalhuleu, ha creado la necesidad de bajar los costos de producción por unidad de área y recuperar áreas que actualmente se utilizan como semillero, de igualmente las áreas improductivas.

Hasta el momento ha podido liderar el mercado nacional con un aporte de hasta el 24% de azúcar y con una molienda diaria de 38,640 toneladas métricas de caña.

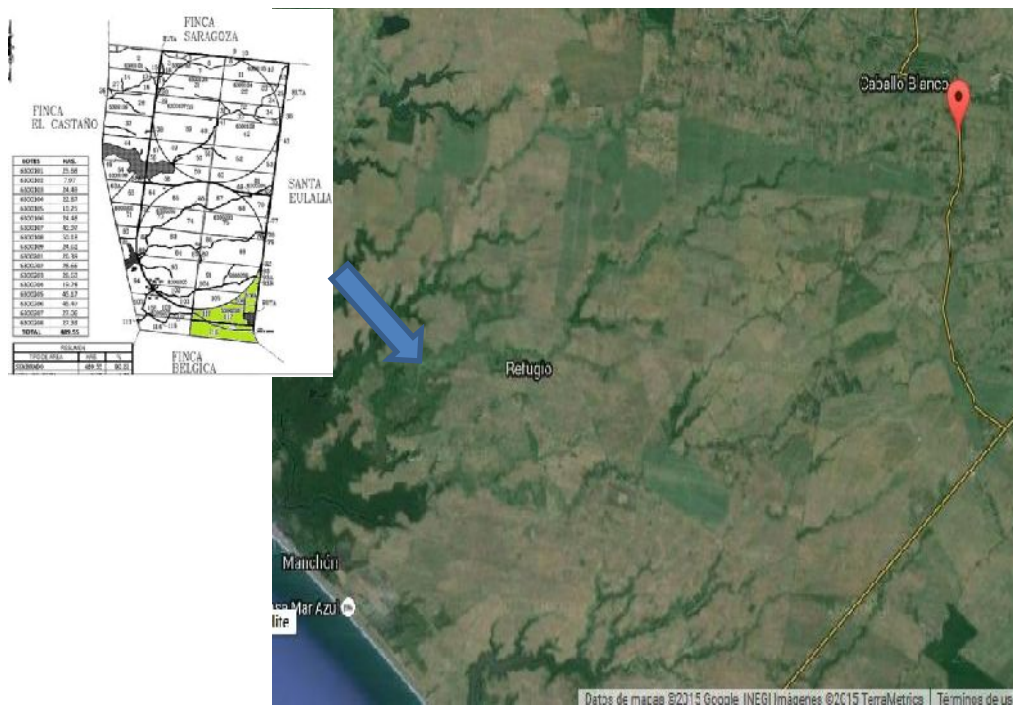
El aporte hídrico que se realiza con los diferentes sistemas de riego, es la variable que mayor impacta en la producción, pero es un recurso que cada año es más limitado, que al igual a la variable de la nutrición, son rubros muy altos dentro de los costos de producción.

Actualmente se le está apostando a encontrar variedades nuevas para la región Occidente que se adapten a las condiciones edafo-climáticas propias del área y al ordenamiento varietal el cual consiste en buscar el nicho ideal, sembrando cada una de las variedades en las diferentes condiciones que presentan las fincas y el tercio a sembrar según sus fechas de corte.

La fase de macollamiento cercana a elongación es muy importante para definir las variedades a utilizar, ya que allí es cuando se definen los posibles tallos molederos y se observa la mayor respuesta al aporte de riegos y nutrición, luego solo hay que darle seguimiento a la población definida.

### 3.1.1 Localización y descripción de la empresa

Finca Arizona se localiza entre Parcelamiento Caballo Blanco y Comunidad Nueva Cajolá, Retalhuleu. Su ubicación geográfica se registra entre las coordenadas 14°26'47.0" latitud norte y 91°57'36.60" longitud oeste, respecto al Meridiano de Greenwich, a una altura de 34 metros sobre el nivel del mar (Google Earth, 2016). Pertenece a administración Reu, se tiene un proyecto de expansión del cultivo de 1,600 hectáreas para la zafra 2017-2018, en los semilleros de la región se cuenta con una amplia diversidad de variedades.



**Figura 1.** Muestra la ubicación y un plano de la finca, resaltando el lote (630-02-08), donde se encontraron los puntos de biometría. (Google 2,015; Finca Arizona 2,015).

Ingenio Magdalena S.A se ha caracterizado por ser una empresa de clase mundial, logrando convertirse en el ingenio más grande de Guatemala, el enfoque de obtener mejores resultados tiene como base la investigación y adopción de labores y tecnología que ayudan a realizar cada una de las labores con una mejor eficiencia y eficacia.

La organización de la empresa es la siguiente:

### **3.1.2 Superintendente**

Es la persona que tiene bajo su responsabilidad la dirección del personal administrativo y vela por la rentabilidad de los productos y servicios, reporta de forma directa al consejo gerencial, quienes son los accionistas de la operación.

### **3.1.3 Gerente**

En la empresa son un total de cuatro regiones y un gerente por cada una de ellas, lidera y coordina a las distintas administraciones para asegurar la rentabilidad, competitividad, continuidad y sustentabilidad de la empresa. Revisión y análisis de los informes de los resultados obtenidos.

### **3.1.4 Administrador.**

Es el encargado de toda la operación en la producción directa, tanto en campo, como en los controles financieros, la toma de decisiones y aplicación de la mejor estrategia para una posible solución.

Encargado de capacitar, fomentar y velar por la responsabilidad y compromiso de los colaboradores en el uso de los recursos de la empresa.

### **3.1.5 Jefe de oficina**

Es quien se encarga de coordinar los controles de la información que se ingresa al sistema operativo de la empresa, reporte diario de labores de los colaboradores.

Analizar los gastos presupuestados y ejecutados del presupuesto y el correcto direccionamiento de los materiales e insumos de cada una de las actividades trabajadas.

### **3.1.6 Mayordomo**

Es el principal apoyo del jefe de zona en campo, informa y coordinan con mutuo apoyo las actividades a ejecutar según necesidades diarias, supervisa y capacita a colaboradores en campo para lograr trabajos de buena calidad día con día.

### 3.1.7 Supervisor de labores

En ocasiones son asignados a una finca o labor en particular, es coordinado por el administrador, acompaña a los caporales en las labores de campo y vela por la calidad de las actividades.

Es el responsable de la distribución de la maquinaria según el programa de labores establecido.

### 3.1.8 Caporal

Se le asigna una labor en particular y grupos de entre 20 y 30 personas, dependiendo de la actividad a ejecutar, en la cadena de mando son los que tienen la relación más directa con los colaboradores, controla y corrige las labores en su ejecución.

## ORGANIGRAMA DE LA REGIÓN



Figura 2. Organigrama de finca Arizona, Ingenio Magdalena (IMSA, 2015).

## 3.2 JUSTIFICACIÓN

En la industria azucarera todos los ingenios se dedican principalmente a la producción de azúcar, de igual forma, el objetivo principal de Ingenio Magdalena es éste; sin embargo, dentro de la empresa se identifican otras actividades agrícolas, pecuarias, agroindustriales y energéticas; así también otros cultivos como hule y granos básicos, crianza de ganado de engorde y producción de leche. Además, cuenta con la producción de alcohol y electricidad a partir de biomasa, utilizando también restos de los cultivos de maíz y caña de azúcar (IMSA, 2014)

Actualmente, la empresa se ha convertido en una de las principales fuentes de trabajo y divisas para el país generando abundantes empleos contribuyendo en la economía guatemalteca.

La investigación, planificación y ejecución de nuevas tecnologías son importantes para el desarrollo de la empresa. Por ello la importancia de buscar las mejores opciones para las áreas de siembra nuevas o renovaciones y mejorar o mantener la productividad.

La práctica se realizó como una comparación que tiene como fin tomar lecturas de cada una de las variedades durante la etapa de macollamiento para cuantificar el número de tallos y la relación de los mismos con el diámetro y su altura.

Se seleccionaron las variedades que se pretenden utilizar en la ampliación de cultivo de la administración. Algunas de ellas han sido comparadas en otras regiones de la empresa y han generado información, pero, no fueron comparadas bajo las condiciones de Región Occidente.

La calidad de la semilla en campo de corte oscilo entre 93 y 97 % de yemas viables por paquete muestreado, un largo promedio de 60 cm y sembradas con un promedio de densidad de veintiuna yemas por metros lineal.



### **3.3 EJE DE SISTEMATIZACIÓN**

Durante el período de realización de la sistematización de práctica profesional se dio apoyo al personal de campo, encargado del manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar de la región Occidente de la empresa Ingenio Magdalena S.A. Dándole también seguimiento al comportamiento de adaptabilidad y desarrollo durante la etapa de macollamiento de variedades promisorias seleccionadas como opción para el proyecto de expansión del cultivo de los próximos años. El informe final de práctica da a conocer la población de tallos promedio para cada una de la variedades, su relación con el diámetro de los tallos y la relación entre población de tallos y altura.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL:**

Comparar variedades de caña de azúcar en su etapa de macollamiento en el área de Caballo Blanco, Retalhuleu.

### **4.2 ESPECÍFICOS:**

- Determinar si la altura se ve afectada por la población de tallos de caña de azúcar.
- Determinar si el diámetro se ve afectado por la población de tallos de caña de azúcar.
- Cuantificar el número de tallos por metro lineal de cada una de las variedades.
- Determinar la significancia estadística de las diferentes relaciones entre Población Vs Altura y Población Vs Diámetro; para cada variedad de caña estudiada.

## **5. HIPÓTESIS**

- Ho: El diámetro y la altura de los tallos no se ve afectado por la densidad de población en caña de azúcar.
- Ha: El diámetro y la altura de los tallos si esta correlacionado con la densidad de población en caña de azúcar.

## **6. PLA DE TRABAJO**

### **6.1 PROGRAMA DESARROLLADO**

#### **6.1.1 Descripción de trabajo desarrollado**

La práctica se dividió en dos etapas, en la primera se apoyó en las diferentes labores del manejo agronómico del cultivo, ejecutadas en campo y en la segunda etapa de realizaron charlas de concientización del personal para una mejor ejecución de las labores agrícolas, con el propósito de mejorar la eficiencia y eficacia de las mismas, a la vez de apoyo en la toma de lecturas de biometría en variedades promisorias para la región Occidente del país en su etapa de macollamiento.

Las actividades que se desarrollaron fueron:

##### **a) Observación**

Esta etapa consistió en el reconocimiento de la empresa, a través, del recorrido y la observación de las labores que se realizan, con la finalidad de conocer el desarrollo de las actividades y las oportunidades de mejora en la operación.

##### **b) Entrevistas personales**

Las personas fueron elegidas al azar entre los colaboradores en cada una de las áreas de trabajo, se realizaron con el fin de obtener la opinión de los trabajadores y evaluar el grado de dificultad que encuentra en las labores diarias, si las herramientas que se utilizan son las adecuadas y la conformidad con la que ellos están laborando en la institución.

##### **c) Etapa de campo**

Se ubicaron los puntos de biometría en cada una de las parcelas trabajadas, se realizó un monitoreo de población de tallos por metro lineal, su diámetro y altura. Se apoyó al

personal de la finca en la supervisión, participando en cada una de las actividades que se ejecutaron durante el periodo de la Sistematización de Práctica Profesional y en la supervisión de labores agrícolas en el manejo del cultivo.

#### **d) Etapa administrativa**

En esta fase, se recolectó la información básica de la empresa, tal como historial de producciones (t/ha), variedades sembradas, al mismo tiempo se procedió a la recolección de información sobre el manejo agronómico de la finca a nivel de lote.

## **6.2 INDICADORES DE RESULTADOS**

Para generar la información se ejecutaron las actividades en función de los indicadores de resultados que a continuación se presentan para comparar las variedades de caña de azúcar.

### **6.2.1 Monitoreo de población**

Después de la ubicación de las parcelas de biometría se ejecutó un programa de monitoreo de población de tallos con intervalos de 30 días.

Los monitoreos se iniciaron a los 45 días después de la siembra, en la etapa de macollamiento. La metodología fue la siguiente:

- Las parcelas fueron de 10,000 m<sup>2</sup>, y en cada una de ellas se contó con cinco puntos de biometría ubicados espacialmente.
- En cada punto se tomaron tres surcos y se midieron diez metros lineales, en total por punto fueron treinta metros.
- Se contaron todos los tallos dentro del punto de monitoreo y se calcularon los tallos promedio por metro lineal, utilizando la siguiente formula.

$$T/ml = Tt/Tmm$$

Dónde:

T/ml = Tallos por metro lineal

Tt/ = Total Tallo

T/mm = Total metros muestra

### **6.2.2 Toma de diámetro de tallos**

Se tomó uno por uno los tallos y se clasificaron en primario o secundario.

Tomando en cuenta la altura del tallo se midió el diámetro en la parte media de la planta y el dato de la lectura se colocó en la columna que le correspondía según la clasificación de los tallos, luego se calculó el diámetro promedio del punto muestreado utilizando la siguiente formula.

$$Dp = Sd/Tm$$

Dónde:

Dp = Diámetro promedio

Sd = Suma diámetros

Tm = Tallos medidos

### **6.2.3 Toma de Altura de tallos**

Después de clasificar, contabilizar los tallos y la toma de lectura de diámetro, se tomó también la altura del tallo. La lectura se tomó del inicio de la planta hasta el final del meristemo apical luego se calculó la altura promedio del punto muestreado utilizando la siguiente formula.

$$Ap = Sa/Tm$$

Ap = Altura promedio

Sa = Suma alturas

Tm = Tallos medidos.

## **6.3. PRODUCTOS ESPERADOS**

### **6.3.1 Registros de Biometría:**

Con información de cada una de las variedades comparadas, determinar la densidad poblacional de cada una de ellas y cuáles son las que mejor desarrollo presentaron en general durante la etapa de macollamiento; si existe relación entre el número de tallos de caña de azúcar y su diámetro; así también las que la relación entre el Número de tallos y la Altura de planta.

### **6.3.2 Recomendaciones técnicas:**

Recomendaciones técnicas: con base en la información obtenida se presentaron las conclusiones y recomendaciones tomando como base los resultados obtenidos de la respuesta de las variedades, con el fin de elegir la mejor opción para la próxima expansión en la región o renovación de cultivo.

## **7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Luego de finalizada la sistematización de la práctica realizada en Finca Arizona, Retalhuleu, comparando variedades de caña de azúcar, en su etapa de macollamiento, se pudo observar que cada una de las variedades tienen un potencial diferente y que no necesariamente la que tiene mayor población por metro lineal, presenta los tallos más pequeños o con menor diámetro, esto ha sido un tema de discusión por muchos técnicos de la industria, la cual estaría sustentada en su mayoría de los casos por la lógica de la competencia entre los mismos tallos molederos y lo observado en campo, pero muy pocas veces han sido tomando como base biometría tomada para realizar comparaciones entre variedades. Al final se lograron obtener los siguientes resultados.

### **7.1 RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE TALLOS POR METRO LINEAL Y LA ALTURA DE PLANTA, POR CADA VARIEDAD**

El valor más alto obtenido en las correlaciones fue en la variedad RB-845210 de 0.543, para tallos primarios y un valor de 0.545 para los tallos secundarios.

Se puede observar en la matriz que ninguna variedad tiene relación directa, pero la variedad que mejor se presenta con la altura de los tallos es la RB-845210 con valor de 0.545 y está con el valor más bajo la PR-872015 con valor de 0.053, esta variedad es la que en total se encuentra en tercer lugar en los tallos por metro lineal, esto demuestra que la altura de los tallos no siempre está relacionado con la población, se tuvieron las mismas condiciones de humedad y nutrición en las diferentes para todas.

Se acredita la diferencia al potencial de aprovechamiento de los recursos aplicados a cada una de las variedades, en cuanto a su adaptabilidad a la zona.

También se determinó la altura promedio de los tallos; cuyos datos se presentan en el cuadro 2 a continuación.

**Cuadro 2.** Resultados de Altura de los tallos para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu.

VARIEDAD	ALTURA PROMEDIO (mts) POR # DE MUESTRA															PROM. GRAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
RB-845210	1.37	1.39	1.38	1.33	1.39	1.18	1.36	1.27	1.36	1.44	1.51	1.49	1.39	1.32	1.60	1.38
PR-872015	1.40	1.31	1.39	1.32	1.36	1.31	1.38	1.32	1.35	1.39	1.34	1.45	1.34	1.33	1.40	1.36
SP-716161	1.46	1.54	1.65	1.54	1.52	1.60	1.59	1.62	1.78	1.52	1.53	1.64	1.62	1.63	1.63	1.59
SP-832847	1.69	1.63	1.58	1.76	1.68	1.82	1.82	1.73	1.74	1.75	1.69	1.53	1.69	1.71	1.63	1.70
SP-791287	1.40	1.40	1.48	1.54	1.51	1.37	1.39	1.39	1.51	1.51	1.44	1.47	1.51	1.50	1.47	1.46
CG-9878	1.33	1.29	1.48	1.41	1.33	1.30	1.35	1.44	1.38	1.49	1.37	1.44	1.47	1.45	1.43	1.40

La mejor altura se observa para la variedad SP-832847 la cual quedo en primer lugar en promedio general de tallos por metro lineal, en campo se pudo apreciar visualmente que son semi robustos con poda natural de las hojas bajas moderada y tienen un buen cierre de las mesas lo cual ayuda en el control de malezas.

Los valores más altos para los tallos primarios fueron de 0.543, correspondiente a la variedad RB 845210 y un valor de 0.545 para tallos secundarios para la misma variedad.

Lo anterior indica que no tiene nada que ver el número de los tallos por metro lineal y la altura de los tallos, Todos los valores estuvieron por debajo de 0.8. esto podría obedecer a que el suelo aporta suficientes nutrientes y no hace resaltar este detalle; ya que se esperaría que entre más número de tallos se produzcan por metro lineal, ésto debería ser más pequeños; sin embargo, para éste caso no ocurre. Aunque se puede ver que la relación entre estas variables no es alta.

## **7.2 RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE TALLOS POR METRO LINEAL Y EL DIÁMETRO DE LOS TALLOS POR CADA VARIEDAD DE CAÑA DE AZÚCAR ESTUDIADA.**

El valor más alto obtenido fue de -0.449, correspondiente a la variedad SP 716161, para tallos primarios. Y un valor de -0.376 para la variedad SP 716161, y para la variedad CG-9878 en tallos secundarios.

Se puede observar en la matriz que ninguna variedad tiene relación directa, pero la variedad que mejor se presenta con el diámetro de los tallos es la SP-716161 con valor



de -0.449 y la que menos tiene es la SP-832847 con valor de 0.066, esta variedad es la que en total presenta más tallos por metro lineal, pero demuestra que el diámetro de los mismos no siempre está relacionado con la población, se tuvieron las mismas condiciones de humedad y nutrición en las diferentes para todas. Se acredita la diferencia al potencial de aprovechamiento de los recursos aplicados a cada una de las variedades, en cuanto a su adaptabilidad a la zona.

**Cuadro 3.** Resultados de Diámetro de los tallos para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu.

VARIEDAD	DIÁMETRO PROMEDIO (cms) POR # DE MUESTRA															PROM. GRAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
RB-845210	1.74	1.79	1.89	1.70	1.83	1.82	1.82	1.77	1.68	1.71	1.81	1.84	1.60	1.70	1.85	1.77
PR-872015	2.17	2.19	2.09	1.96	2.13	2.17	1.98	1.98	2.23	2.12	2.21	2.06	1.99	2.00	2.21	2.10
SP-716161	1.28	1.23	1.18	1.15	1.30	1.29	1.28	1.16	1.21	1.25	1.27	1.30	1.22	1.23	1.30	1.24
SP-832847	1.28	1.44	1.45	1.48	1.39	1.47	1.49	1.40	1.44	1.40	1.48	1.34	1.38	1.37	1.48	1.42
SP-791287	1.80	1.74	1.84	1.82	1.79	1.79	1.73	1.77	1.86	1.79	1.85	1.78	1.68	1.87	1.81	1.80
CG-9878	1.81	1.83	1.81	1.76	1.83	1.83	1.83	1.83	1.85	1.96	1.85	1.85	1.85	1.84	1.90	1.84

El mejor diámetro se observa para la variedad PR-872015 la cual quedo en tercer lugar en promedio general de tallos por metro lineal, en campo se pudo apreciar visualmente que son tallos robustos con poda natural de las hojas bajas muy buena y macollas bien definidas.

Los resultados en la matriz muestran que para esta variedad no existen significancia en las correlaciones realizadas, esto define que no existe relación entre el número de tallos por metro lineal y el Diámetro de los tallos.

Para que exista una buena relación entre las variables, estadísticamente los valores del coeficiente de correlación de Pearson, deben ser superiores a 0.80, pudiendo ser este dato negativo o positivo, criterio tomado para este caso.

Lo anterior indica que no tiene nada que ver el número de los tallos por metro lineal y el diámetro de los tallos, esto podría obedecer a que tiene mejor respuesta al manejo convencional realizado o el resultado sea propio de la variedad; ya que se esperaría que entre más número de tallos se produzcan por metro lineal, ésto debería ser de un menor diámetro; sin embargo, para éste caso no ocurre.

### 7.3 NÚMERO DE TALLOS POR METRO LINEAL POR CADA VARIEDAD DE CAÑA DE AZÚCAR

Se cuantificaron el número de tallos por metro lineal para cada una de las variedades en estudio; los datos obtenidos en promedio por cada muestra se presentan en el cuadro 4.

#### 7.3.1 Tallos primarios.

**Cuadro 4.** Número de tallos primarios promedio por metro lineal, para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu.

VARIEDAD	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
RB-845210	14.37	±2.54
PR-872015	13.19	±2.29
SP-716161	11.73	±1.05
SP-832847	15.64	±1.84
SP-791287	12.04	±0.71
CG-9878	11.94	±0.81

El mejor promedio de tallos primarios por metro lineal lo tiene la variedad SP-832847; con valores de 15.64 tallos, esta variedad presento un cierre muy rápido, siendo este muy oportuno para el control de malezas.

Esta variedad se tiene a prueba en las zonas centrales del ingenio donde las condiciones son totalmente diferentes y ha tenido buenos rendimientos de toneladas de azúcar por hectárea las cuales logra por la vía de la producción de toneladas de caña, esto favorece también por las altas cantidades de biomasa que produce la cual es aprovechada en la producción de energía a través de las pacas realizadas en campo de los restos de cosecha. Entre más cantidad de tallos por metro lineal se encuentran en una variedad, se estima que será más rendidora tomando en cuenta el peso de los mismos.

Tomando como base los resultados anteriores se puede proyectar que las variedades más rendidoras serán las SP-832847 y la RB-845210; por el contrario, las menos recomendables serían la SP-716161 y al CG- 9878; ya que presentan los datos menores de número de tallos por metro lineal.

### 7.3.2 Tallos Secundarios.

**Cuadro 5.** Número de tallos secundarios promedio por metro lineal, para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu.

VARIEDAD	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
RB-845210	6.44	±1.00
PR-872015	5.10	±0.39
SP-716161	5.74	±0.64
SP-832847	5.38	±0.36
SP-791287	4.43	±0.42
CG-9878	4.19	±0.37

Para los tallos secundarios según resultados, se proyecta que la variedad más rendidora sería la RB-845210, seguida de la SP-716161.

Esta variedad mostró datos menores en los promedios para tallos primarios, pero mejorando para los secundarios. No así la RB- 845210, la que se mantuvo con datos altos tanto para tallos primarios como para secundarios. Es decir, presentó mayor estabilidad en la cantidad de tallos.

También se tomó datos para los tallos secundarios; para éstos los datos fueron inferiores; mostrando que la variedad RB 845210 con un valor de 6.44, fue la que presentó el mayor número de tallos por metro lineal quedando arriba de la SP-832847, la cual aquí se observa que también fue superada por la SP 716161; con valores de 5.38 y 5.74, respectivamente.

Esto demuestra que la variedad SP-832847 tiene mejor definidos los tallos primarios los cuales en general son los que presentan mayor peso y concentración de azúcar al final del ciclo de cosecha, mientras que la variedad RB-845210 presenta el mejor promedio, pero que al igual que en los tallos primarios, tiene la mayor variación estándar, en este caso con un valor de ±1.00, el cual da margen a que la variedad SP-832847 al final pueda ser muy similar en sus tallos secundarios.

### 7.3.3 Tallos totales por variedad.

En el cuadro 6, se presentan los datos correspondientes al número de tallos totales por metro lineal, para cada variedad de caña de azúcar.

**Cuadro 6.** Número de tallos totales en promedio por metro lineal, para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu.

VARIEDAD PROMEDIO	
RB 845210	20.81
PR 872015	18.29
SP 716161	17.47
SP 832847	21.02
SP 791287	16.47
CG 9878	16.13

Se puede observar en el cuadro 4, que la variedad SP-832847, fue la que mantuvo una mayor cantidad de tallos totales; por lo que se proyecta como la más rendidora, tomando en cuenta que también fue la mejor en los promedios de altura; mientras que la CG-9878 presenta el promedio más bajo.

La cantidad de tallos por metro lineal es un buen indicador en la estimación de toneladas por ha a producir, pero hay que relacionarlo con el diámetro y altura de los mismos.

A continuación, se detallan los resultados del análisis realizado para determinar si el diámetro y la altura se ven afectados por la población de tallos de caña de azúcar.

Para complementar la siguiente información se presenta en el cuadro 5, los resultados de significancia estadística, para la cual se estableció el índice de correlación crítico, para lograr determinar si realmente el diámetro y la altura son afectados por la población de tallos de caña.

Para obtener dicho valor, se obtuvo mediante la lectura de la tabla para Índices de correlación críticos (ver anexo 11.5) con 13 grados de libertad del error y 5% de significancia, dando un valor de 0.4409; de tal manera que para que exista significancia el valor de Correlación calculado debe ser mayor que el de tabla.

**Cuadro 7.** Resultados de significancia estadística, para los Índices de Correlación de Pearson entre el Número de tallos por metro lineal, la Altura y el diámetro de planta, para cada variedad de Caña de Azúcar, etapa de macollamiento, Finca Arizona, Retalhuleu.

Variedad	Descripción de tallos	Población por Altura	Significancia	Aceptación	Población por Diámetro	Significancia	Aceptación
RB-845210	T.P	0.543	*	Rechaza Ho	0.179	NS	Acepta Ho
	T.S	0.545	*	Rechaza Ho	0.179	NS	Acepta Ho
PR-872015	T.P	0.053	NS	Acepta Ho	-0.141	NS	Acepta Ho
	T.S	0.053	NS	Acepta Ho	-0.141	NS	Acepta Ho
SP-716161	T.P	0.196	NS	Acepta Ho	-0.449	*	Rechaza Ho
	T.S	0.174	NS	Acepta Ho	-0.376	NS	Acepta Ho
SP-832847	T.P	-0.320	NS	Acepta Ho	0.066	NS	Acepta Ho
	T.S	-0.258	NS	Acepta Ho	0.196	NS	Acepta Ho
SP-791287	T.P	0.053	NS	Acepta Ho	0.252	NS	Acepta Ho
	T.S	0.053	NS	Acepta Ho	0.306	NS	Acepta Ho
CG-9878	T.P	0.309	NS	Acepta Ho	0.174	NS	Acepta Ho
	T.S	-0.245	NS	Acepta Ho	0.376	NS	Acepta Ho

REFERENCIA:

- T.P.= Tallos primarios.
- T.S.= Tallos secundarios.
- NS = No significativo
- \* = Significativo

Según el cuadro de significancia realizado de todas las correlaciones antes presentadas, se puede ver que únicamente el diámetro y altura de los tallos de la Variedad RB-845210 demostraron verse afectados por la población, tanto para tallos primarios como para secundarios. No así para las otras variedades estudiadas; las cuales reportaron ser no significativos. Todas las variedades presentan un coeficiente de correlación relativamente bajo, estos resultados sustentan que no necesariamente una variedad con mayor población tendrá tallos más pequeños y con menor diámetro.

Para determinar el promedio de “R” fue por medio de la fórmula del promedio simple,  $x = \sum x/n$ ; para este caso particular por existir datos positivos y negativos para el mismo tratamiento; se tomó los que predominaron. Si de las tres muestras dos eran negativos se promediaron únicamente éstos dos, para no alterar los resultados; análogamente se procedió cuando predominaron los resultados positivos.

## 8. CONCLUSIONES

Luego de finalizada la sistematización de la práctica realizada en Finca Arizona, Retalhuleu, comparando variedades de caña de azúcar, en su etapa de macollamiento, se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- La población de tallos de caña de azúcar no afecta directamente su altura, la variedad que menor altura presento es la PR-872015 con 1.36 metros, pero ocupa el tercer lugar en los promedios de población, esto demuestra que la altura no siempre está relacionada con la población.
- La población de tallos no afecta directamente el diámetro de los mismos, la variedad que menor diámetro presento es la SP-716161 con 1.24 centímetros, pero ocupa el cuarto lugar en los promedios de población, esto demuestra que el diámetro de los tallos no siempre está relacionado con la población.
- Se cuantifico el número de tallos por metro lineal en cada una de las variedades de caña de azúcar, obteniendo el mejor promedio en la SP 832847 con 21.02 luego la RB 845210, 20.81; PR 872015, 18.29; SP 716161, 17.47; SP 791287, 16.47 y CG 9878 con 16.13 tallos.
- Estadísticamente, al 5% de significancia, se rechazó la hipótesis nula únicamente para los tallos de la variedad RB-845210, tanto primarios como secundarios; según tabla de resultados de significancia de las correlaciones. No así para el resto de las variedades estudiadas que reportaron no ser significativas.

## 9. RECOMENDACIONES

Luego de finalizada la práctica sobre la comparación de variedades de caña de azúcar, en su etapa de macollamiento en Finca Arizona, Retalhuleu, se recomienda lo siguiente:

- Para un mejor control de malezas sembrar la variedad SP 832847; porque tiene mayor número de tallos promedio por metro lineal y mejor altura, factores que permitieron un mejor cierre de las mesas entre los surcos de caña, mejorando las condiciones para reducir la germinación de malezas, lo cual se pudo observar en campo.
- Evaluar nuevamente todas las variedades promisorias, reduciendo en diferentes proporciones la lámina de riego aplicada, esto corresponde a que el último año el caudal de los pozos se ha reducido considerablemente en otras fincas de la región y la respuesta podría variar bajo condiciones de estrés hídrico, que puede ser un factor limitante en los próximos años.
- Cosechar y pesar individualmente cada una de las variedades y realizar un análisis de rentabilidad tomando en cuenta los costos de producción y el CAT (corte, alce y transporte) comparados con el aporte económico de la producción de toneladas de azúcar por hectárea.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Amaya E., A.; Cock, J.H.; Del Pilar H., A.; Irverine, J.O. (1995). Biología y Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar. En: CENGICAÑA. El cultivo de la Caña en la Zona Azucarera de Colombia. Cassalet, C.; Torres, J.; e Isaac, C. (eds.). Cali, Colombia. 31-62 pp.
- Asociación de Azucareros de Guatemala, ASAZGUA. (2009). Informe General Industria Azucarera de Guatemala, zafra 2008-2009.
- Barrantes, J. (1998). Importancia de la calidad de la semilla en la caña de azúcar. Materiales genéticos. Costa Rica.
- IMSA, (2014). Importancia de la selección varietal y su desarrollo en las diferentes etapas fenológicas. Memoria. Presentación Resultados Departamento de Variedades. Zafra 2014-2015. Guatemala, IMSA. P. 11-22.
- Hip, M. (2011). Guía Técnica de Variedades de Azúcar. Primera Edición. División de Investigación Agrícola Departamento de Variedades. Guatemala.
- Orozco, H.; Soto, G.; Pérez, O.; Ventura R. y Recinos M. (1995). Estratificación preliminar de la zona de producción de caña de azúcar (*Saccharum spp*) en Guatemala. CENGICAÑA. Documento técnico No. 6. ISSN 1023 5779. P. 24.
- Orozco, H.; Soto, G.; (1996). Morfología de las variedades de caña (*Saccharum spp*). Importantes en Guatemala y de variedades en evaluación regional grupo CGVO. Guatemala: CENGICAÑA.
- Orozco, H. (2014). Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar. En: Memoria. Presentación Programa de Selección. Guatemala, Cengicaña. P. 14-27.



- Orozco, H., Quemé, J.; Ovalle, W.; Castro, O.; Catalán, M.; de Cano, W. (2007). Evaluación de Variedades en la Sexta Prueba Regional de CENGICAÑA en plantía primera y segunda soca. En: Memoria. Presentación de resultados de investigación. Zafra 2006-2007. Guatemala. P. 17-37.
- Ramírez, M. (2008). Cultivos para la Producción Sostenible de Biocombustible. Modulo V Caña de Azúcar. Honduras. P. 5
- Robles, E. (2012). El azúcar en Guatemala, su Producción y Exportación. Economía y Finanzas. Guatemala.
- Vera, L. (1996). Dirección de Educación Agraria. Agricultura Sostenible II. Guatemala. MAGA.
- Woltke, E. (2012). Empresa Asesora y Consultora en Gestión y Planificación Municipal. Reportaje Industria Azucarera. Guatemala.
- Bonilla, G. (2000). Como hacer una tesis de graduación con técnicas estadísticas. Memoria. San Salvador, El Salvador. UCA Editores. P. 234.

# 11. ANEXOS

## 11.1: Mapa Finca Arizona





#### 11.4: Muestra de toma de lectura de altura



#### 11.3: Muestra de toma de lectura del diámetro



## 11.5: Tabla “K” valores críticos de “R” a varios niveles de probabilidad

**Tabla K**  
Valores críticos de  $r$  a varios niveles de probabilidad  
(correlación producto-momento de Pearson)

Para  $gl$  dados el valor observado de  $r$  es significativo a un determinado nivel de significación si es igual o mayor que el valor crítico indicado en la tabla.

$gl = N - 2$	Nivel de significación para pruebas de una cola				
	.05	.025	.01	.005	.0005
	Nivel de significación para pruebas de dos colas				
	.10	.05	.02	.01	.001
1	.9877	.9969	.9995	.9999	1.0000
2	.9000	.9500	.9800	.9900	.9990
3	.8054	.8783	.9343	.9587	.9912
4	.7293	.8114	.8822	.9172	.9741
5	.6694	.7545	.8329	.8745	.9507
6	.6215	.7067	.7887	.8343	.9249
7	.5822	.6664	.7498	.7977	.8982
8	.5494	.6319	.7155	.7646	.8721
9	.5214	.6021	.6851	.7348	.8471
10	.4973	.5760	.6581	.7079	.8233
11	.4762	.5529	.6339	.6835	.8010
12	.4575	.5324	.6120	.6614	.7800
13	.4409	.5139	.5923	.6411	.7603
14	.4259	.4973	.5742	.6226	.7420
15	.4124	.4821	.5577	.6055	.7246
16	.4000	.4683	.5425	.5897	.7084
17	.3887	.4555	.5285	.5751	.6932
18	.3783	.4438	.5155	.5614	.6787
19	.3687	.4329	.5034	.5487	.6652
20	.3598	.4227	.4921	.5368	.6524
25	.3233	.3809	.4451	.4869	.5974
30	.2960	.3494	.4093	.4487	.5541
35	.2746	.3246	.3810	.4182	.5189
40	.2573	.3044	.3578	.3932	.4896
45	.2428	.2875	.3384	.3721	.4648
50	.2306	.2732	.3218	.3541	.4433
60	.2108	.2500	.2948	.3248	.4078
70	.1954	.2319	.2737	.3017	.3799
80	.1829	.2172	.2565	.2830	.3568
90	.1726	.2050	.2422	.2673	.3375
100	.1638	.1946	.2301	.2540	.3211

N.B. Cuando no se encuentra el  $gl$  exacto, use el número inmediatamente inferior.