

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

DIAGNÓSTICO, INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS, DIRIGIDO A LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES DE *Crotalaria juncea* y *Canavalia ensiformis* EN EL APORTE DE NITRÓGENO EN CONDICIONES DE CULTIVO INTERCALADO EN CINCO Y SEIS DENSIDADES DE SIEMBRA EN CAÑA DE AZÚCAR *Saccharum spp.* REALIZADO EN LA FINCA LA HABANA, LA GOMERA, ESCUINTLA, PROPIEDAD DE CORPORACIÓN PANTALEÓN CONCEPCIÓN, S.A.

BANI ADÍN CRUZ CHANQUÍN

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**DIAGNÓSTICO, INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS, DIRIGIDO A LA CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES DE Crotalaria juncea y Canavalia ensiformis EN EL APORTE DE NITRÓGENO EN CONDICIONES DE CULTIVO INTERCALADO EN CINCO Y SEIS DENSIDADES DE SIEMBRA EN CAÑA DE AZÚCAR Saccharum spp. REALIZADO EN LA FINCA LA HABANA, LA GOMERA, ESCUINTLA, PROPIEDAD DE CORPORACIÓN PANTALEÓN CONCEPCIÓN, S.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**BANI ADÍN CRUZ CHANQUÍN**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2012**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

**DR. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñónez
VOCAL I	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL II	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL III	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL IV	Br. Ana Isabel Fión Ruiz
VOCAL V	Br. Luis Roberto Orellana López
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2012

Guatemala, Noviembre de 2012

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad De Agronomía  
Universidad De San Carlos De Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de Graduación **realizado en la finca la Habana, La Gomera, Escuintla, dirigido a la caracterización de las especies de Crotalaria juncea y Canavalia ensiformis en el aporte de nitrógeno en condiciones de cultivo intercalado en cinco y seis diferentes densidades de siembra de caña de azúcar Saccharum sp. Propiedad de corporación Pantaleón Concepción, S.A.** como requisito previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Bani Adín Cruz Chanquín

## ACTO QUE DEDICO

- A DIOS: Padre Amado (aunque a veces no le obedezco), gracias por permitirme alcanzar esta meta, rogando que tu presencia y tu Gracia siempre me acompañen y por permitirme cada día ver sus maravillas
- A MIS PADRES: Adán Cruz y Marta Chanquín de Cruz, por brindarme su apoyo incondicional, sus consejos y enseñarme la ruta a seguir en mi vida para honrarlos y obedecerlos en todo momento. Todo lo que soy se los debo a ustedes, este triunfo es suyo. Gracias por todo, las palabras quedarían cortas para expresarles lo que siento por ustedes los quiero mucho.
- A MIS HERMANOS: Otto, Leonel, Samuel, Adán, Gloria, Oswaldo, Eunice, Paty y Josué por estar en los momentos más indicados y brindarme su apoyo incondicional.
- A MI HIJA: Angie Abigail por ser lo más lindo que Dios me ha regalado.
- A MIS PRIMOS: Por su cariño
- A MIS SOBRINOS: Juan José, Adán Stuardo Archíla Cruz y Luz Maria siempre están en mi corazón y mente y luchan para que sus sueños se hagan realidad.
- A MIS AMIGOS: Por su apoyo gracias

## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A DIOS:	Por darme sabiduría
A MIS PADRES:	Adán Cruz y Marta de Cruz
A MI HERMANOS:	Otto, Leonel, Samuel, Adán, Gloria, Oswaldo, Eunice, Paty y Josué
A MI HIJA:	Angie Abigail
A LA EMPRESA:	Pantaleón S.A. por permitir la realización del presente trabajo.
A MIS AMIGOS:	Por su apoyo

## AGRADECIMIENTOS

A UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA:

Gloriosa y única Alma mater. Id y enseñad a todos.

A FACULTAD DE AGRONOMÍA:

Sistemas de Producción Agrícola por acogerme en sus aulas.

A MI SUPERVISOR:

Ezequiel López por creer en mí.

A ASESORES:

Ezequiel López y Marvín Salguero por su apoyo y consejos.

A PERSONAL FAUSAC:

Gracias

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
1	DIAGNÓSTICO ..... 1
1.1	PRESENTACIÓN .....2
1.2	OBJETIVOS ..... 4
1.2.1	General.....4
1.2.2	Específicos ..... 4
1.3	MARCO TEÓRICO ..... 5
1.3.1	Marco Conceptual ..... 5
1.3.2	Marco Referencial ..... 6
1.4	METODOLOGÍA..... 13
1.5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS ..... 16
1.5.1	Misión ..... 16
1.5.2	Responsabilidades ..... 16
1.5.3	Metas y Objetivos ..... 16
1.5.4	Actividades ..... 17
1.5.5	Estructura Organizacional y Funciones del Personal ..... 17
1.5.6	Recursos que posee el Departamento ..... 18
1.5.7	Área de planta de tratamiento térmico e investigación agrícola ..... 19
1.6	ANÁLISIS FODA..... 22
1.7	Jerarquización de problemas encontrados en el Departamento de Investigación ..... 24
1.7.1	Costo de Insumos caros ..... 24
1.7.2	Análisis de costos de Producción de Variedades nuevas ..... 24
1.7.3	Alternativas de Uso de Abonos Verdes ..... 24
1.7.4	Innovación y tecnología ..... 24
1.7.5	Control y Análisis de Inversiones hechas por el Departamento de Investigación Agrícola ..... 25
1.8	CONCLUSIONES ..... 26
1.9	BIBLIOGRAFÍA..... 27
2	INVESTIGACIÓN ..... 28
2.1	PRESENTACIÓN ..... 29
2.2	MARCO TEÓRICO ..... 31
2.2.1	Marco conceptual ..... 31
2.3	OBJETIVOS ..... 50
2.3.1	General..... 50
2.3.2	Específico ..... 50
2.4	METODOLOGÍA..... 51
2.4.1	Descripción del área..... 51
2.4.2	Descripción del material experimental ..... 54
2.4.3	Manejo del ensayo ..... 56
2.4.4	Variables de respuesta..... 57
2.4.5	Análisis de la información ..... 59
2.5	RESULTADOS ..... 61
2.5.1	Etapas de crecimiento de <i>Canavalia</i> ( <i>Canavalia ensiformis</i> )..... 61
2.5.2	Fases de Crecimiento de <i>Crotalaria</i> ( <i>Crotalaria juncea</i> )..... 62
2.5.3	Análisis de Costos ..... 65



<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINA</b>
2.5.4	Biomasa follaje y raíz para la especie de <i>Canavalia ensiformis</i> . .... 67
2.5.5	Biomasa follaje y raíz para la especie de <i>Crotalaria juncea</i> . .... 68
2.6	Conclusiones ..... 75
2.7	Recomendaciones ..... 76
2.8	BIBLIOGRAFÍA..... 77
3	CAPÍTULO..... 80
3.1	EVALUACIÓN DEL ÁCIDO INDOL 3-BUTÍRICO, COMO ENRAIZADOR EN DIFERENTES CONCENTRACIONES PARA USO EN PILONES DE CAÑA DE AZÚCAR ( <i>Saccharum spp</i> )..... 81
3.1.1	PRESENTACIÓN ..... 81
3.1.2	OBJETIVOS ..... 82
3.1.3	MARCO TEÓRICO..... 83
3.1.4	METODOLOGÍA..... 84
3.1.5	RESULTADOS ..... 88
3.1.6	CONCLUSIONES..... 95
3.2	EVALUACIÓN SOBRE LA EFECTIVIDAD DE CONTROL DE COYOLILLO ( <i>Cyperus rotundus</i> ) CON DIFERENTES PRODUCTOS EN PRE-EMERGENCIA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR ( <i>Saccharum spp.</i> )..... 96
3.2.1	PRESENTACIÓN ..... 96
3.2.2	OBJETIVOS ..... 97
3.2.3	MARCO CONCEPTUAL..... 98
3.2.4	METODOLOGÍA..... 101
3.2.5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 103
3.2.6	CONCLUSIONES..... 112
3.3	BIBLIOGRAFÍA..... 113

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
Cuadro 1	Temperaturas Medias Máximas y Mínimas mensuales del año 2006 al 2008.....	9
Cuadro 2	Precipitación Media Anual del 2006 al 2008.....	10
Cuadro 3	Humedad Relativa Media Máxima y Mínima Mensual del año 2006 al 2,008.....	11
Cuadro 4	Fuentes principales de agua para riego.....	12
Cuadro 5	Análisis FODA del Departamento de Investigación .....	23
Cuadro 6	Clasificación Taxonómica de la Caña de Azúcar.....	31
Cuadro 7	Estadios fenológicos de la variedad <i>Canavalia ensiformis</i> .....	42
Cuadro 8	Resumen de las condiciones del cultivo de <i>Canavalia ensiformis</i> .....	44
Cuadro 9	Clasificación taxonómica ( <i>Canavalia ensiformis</i> ).....	45
Cuadro 10	Clasificación taxonómica ( <i>Crotalaria juncea</i> ).....	46
Cuadro 11	Resumen de las condiciones del cultivo de <i>Crotalaria juncea</i> .....	47
Cuadro 12	Precipitación media anual.....	52
Cuadro 13	Temperaturas máximas y mínimas.....	53
Cuadro 14	Resultado análisis de suelo finca La Habana .....	54
Cuadro 15	Variables, unidad de medida e indicadores .....	58
Cuadro 16	Etapas fenológicas de ( <i>Canavalia ensiformis</i> ).....	61
Cuadro 17	Etapas fenológicas de ( <i>Crotalaria juncea</i> ).....	63
Cuadro 18	Beneficio neto de los tratamientos evaluados .....	66
Cuadro 19	Análisis de Dominancia de los tratamientos evaluados .....	66
Cuadro 20	Tasa marginal de retorno aplicado a tratamientos no dominados.....	67
Cuadro 21	Análisis de residuos de tratamientos no dominados.....	67
Cuadro 22	Tratamientos utilizados.....	84
Cuadro 23	Medias del porcentaje de control existente en los tratamientos de acuerdo a los días después de aplicación, en post-emergencia.....	103
Cuadro 24	Medias de porcentaje de cobertura existente en los tratamientos de acuerdo a los días después de la aplicación, en post-emergencia.....	105
Cuadro 25	Medias del número de Malezas no Cyperaceas por cada metro cuadrado, en los distintos tratamientos y en función a los días después de la aplicación. ....	108
Cuadro 26	Medias del peso (gr.) / metro cuadrado de coyolillo, en los distintos tratamientos y en función a los 60 días después de la aplicación.....	109
Cuadro 27	Medias del peso (gr.) / metro cuadrado de malezas no Cyperaceas, en los distintos tratamientos y en función a los 60 días después de la aplicación.....	110
Cuadro 28	Días / control de los herbicidas.....	110
Cuadro 29	Precio de los productos .....	111
Cuadro 30	Costo / día control / ha. Incluyendo únicamente el precio de los productos. ....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
Figura 1	Descripción de la Conformación de la Agroindustria Cañera .....	2
Figura 2	Estructura Organizacional del Departamento de Investigación .....	17
Figura 3	Contorno del cáliz en las especies cubanas de <i>Canavalia</i> (Beyra, A. 2004) .....	41
Figura 4	Planta de <i>Canavalia ensiformis</i> .....	43
Figura 5	Imagen satelital de la zona Playa Grande .....	51
Figura 6	Descripción del material experimental, según manual de variedades, CENGICANA. ....	56
Figura 7	Etapa fenológica V1 (de 10 a 15 días) de <i>Canavalia</i> ( <i>Canavalia ensiformis</i> ) .....	61
Figura 8	Etapa fenológica V5 (de 30 a 40 días) de <i>Canavalia</i> ( <i>Canavalia ensiformis</i> ) .....	62
Figura 9	Fases de crecimiento de <i>Canavalia</i> ( <i>Canavalia ensiformis</i> ) .....	62
Figura 10	Etapa fenológica V1 (de 5 a 15 días), de <i>Crotalaria juncea</i> año 2008 .....	63
Figura 11	Etapa fenológica V3 (de 15 a 25 días) de <i>Crotalaria juncea</i> , año 2008 .....	64
Figura 12	Etapa fenológica V6 (de 35 a 60 días) de <i>Crotalaria juncea</i> , año 2008 .....	64
Figura 13	Fases de crecimiento de <i>Crotalaria juncea</i> .....	65
Figura 14	Comportamiento de la Biomasa en Follaje y Raíz ( <i>Canavalia ensiformis</i> ) en condiciones de cultivo intercalado. 2008 .....	68
Figura 15	Comportamiento de la Biomasa en Follaje y Raíz de ( <i>Crotalaria juncea</i> ) en condiciones de cultivo intercalado. 2008 .....	68
Figura 16	Curva de Acumulación de nitrógeno follaje y raíz de ( <i>Canavalia ensiformis</i> ) en condiciones de cultivo intercalado. 2008 .....	69
Figura 17	Tratamiento 1 donde se colocaron 10.6 semillas/m <sup>2</sup> de <i>Canavalia ensiformis</i> . ....	70
Figura 18	Tratamiento 2 donde se colocaron 26.66 semillas/m <sup>2</sup> de <i>Canavalia ensiformis</i> .....	70
Figura 19	Tratamiento 3 donde se colocaron 30 semillas/m <sup>2</sup> de <i>Canavalia ensiformis</i> . ....	71
Figura 20	Tratamiento 4 se colocaron 16 semillas/m <sup>2</sup> de <i>Canavalia ensiformis</i> .....	71
Figura 21	Tratamiento 5 donde se colocaron 40 semillas/m <sup>2</sup> de <i>Canavalia ensiformis</i> .....	71
Figura 22	Tratamiento 6 donde se colocaron 80 semillas/m <sup>2</sup> de <i>Canavalia ensiformis</i> .....	72
Figura 23	Tratamiento 7 se colocaron 53.33 semillas/m <sup>2</sup> de <i>Crotalaria juncea</i> .....	72
Figura 24	Tratamiento 8 se colocaron 120 semillas/m <sup>2</sup> de <i>Crotalaria juncea</i> .....	72
Figura 25	Tratamiento 9 se colocaron 80 semillas/m <sup>2</sup> de <i>Crotalaria juncea</i> .....	73
Figura 26	Tratamiento 10 con una densidad de 80 semillas al voleo de <i>Crotalaria juncea</i> .....	73
Figura 27	Tratamiento 11 con una densidad de 100 semillas al voleo/m lineal de <i>Crotalaria juncea</i> .....	73

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
Figura 28	Curva de Acumulación de nitrógeno follaje y raíz de <i>Crotalaria juncea</i> en condiciones de cultivo intercalado. 2008.....	74
Figura 29	Croquis del ensayo.....	87
Figura 30	Curva de germinación .....	88
Figura 31	Altura de las plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico, Corporación Pantaleón S.A.....	89
Figura 32	Diámetro de plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico, Corporación Pantaleón S.A.....	90
Figura 33	Densidad de raíz en plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico. ....	91
Figura 34	Largo de raíz de plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico. ....	92
Figura 35	Peso del follaje en plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico. ....	93
Figura 36	Peso de la raíz en plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico. ....	94
Figura 37	Comportamiento del control de coyolillo ( <i>Cyperus rotundus</i> ) por tratamiento a lo largo del tiempo. ....	103
Figura 38	Porcentaje de cobertura por tratamiento .....	105

## RESUMEN

El presente documento se realizó según los requerimientos del Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-, conteniendo dentro del mismo la información del diagnóstico, investigación y servicios realizados en el Ingenio Pantaleón, el cual es uno de los ingenios con los más altos niveles de producción de azúcar y sus derivados.

El Ingenio Pantaleón es dentro de la industria azucarera uno de los pioneros en el país, considerando que su producción y derivados de la caña de azúcar, como la melaza, vinaza, etanol y energía eléctrica, según los registros de zafra del año 2007-2008, obtuvo una producción de 9,713,112 quintales de azúcar, lo cual permitió mantener desarrollo, en las diferentes áreas de la industria azucarera, construcción de modernas plantas industriales, inversión y desarrollo productivo en el agro guatemalteco, a través de tecnología vanguardista, siendo el principal productor de azúcar en la región Centroamericana y uno de los más grandes a nivel Latinoamericano.

El presente documento se encuentra constituido por tres capítulos, diagnóstico, investigación y servicios, dentro del capítulo primero esta el diagnóstico, enfocado en el departamento de Investigación del Ingenio Pantaleón, en el cual se describe la distribución de las áreas y cada una de las atribuciones que ahí se realizan, el principal objetivo del mismo es la mejora continua de los procesos, siendo estos el manejo de semilla básica, reproducción de variedades e investigaciones que garanticen tener el rendimiento que la corporación espera en sus procesos de producción.

Partiendo de la información que se documentó dentro del diagnóstico, se realizó el capítulo de investigación, la cual esta enfocada a la caracterización de dos especies para el aporte de nitrógeno en condiciones de cultivo intercalado, en diferentes densidades de siembra en caña de azúcar (*Saccharum spp*), ya que actualmente en el cultivo de caña de azúcar los sistemas de fertilización utilizados, son sistemas mecanizados, terrestres y aéreos, así como incorporados por medio del agua de riego, siendo estos uniformes y precisos, pero de alto costo por la maquinaria, insumos y mano de obra.

La corporación Pantaleón Concepción S.A., decidió implementar el sistema de fertilización y protección de suelos mediante el uso de abonos verdes, dichas siembras se venían haciendo de una manera empírica, a lo que por medio del departamento de investigación decidieron tecnificar la siembra, conocer el aporte de nitrógeno, la edad adecuada de incorporación al cultivo, mejor densidad de siembra y el aporte de biomasa.

Esta investigación consistió en identificar las etapas donde se produce más nitrógeno en las leguminosas a evaluar, determinando la mejor o mejores densidades de población, determinados por aportación de biomasa foliar y raíces.

Dentro de los servicios prestados se trabajó en mejorar la calidad del producto azucarero a través de la innovación en tecnología, se enfocó en trabajar básicamente en obtener semilla sana y viable a través del proceso de propagación de plántulas por medio de pilón, utilizando yemas de caña de azúcar. Es necesario para que una plántula de pilón se desarrolle en el campo contar con un sistema de raíces bien desarrollado, lo que permite adaptarse rápidamente y obtener una mayor capacidad de absorción de agua y nutrientes. El primer servicio se basó en evaluar un enraizador, que tiene como ingrediente activo el ácido indol 3-butírico, en distintas concentraciones usando como testigo absoluto sin ningún producto, teniendo como objetivo en la evaluación dar a conocer otra alternativa de elección para mantener la calidad de los pilones.

En el segundo servicio se evaluó la efectividad de control de coyolillo (*Cyperus rotundus*) con diferentes productos en pre-emergencia en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum spp*) ya que en condiciones de libre competencia la merma en rendimiento puede alcanzar hasta un 60% e inclusive más. Subiros (1995). Se evaluaron aspectos de residualidad y fototoxicidad de los herbicidas. La presencia de malezas es quizá el principal factor que reduce el rendimiento, tanto en caña de azúcar como en otros cultivos, inclusive afecta más que las plagas y las enfermedades, por lo que el combate de malezas debe estar dentro de las actividades prioritarias.

## **1 DIAGNÓSTICO**

**DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA DE LA  
CORPORACIÓN PANTALEÓN CONCEPCIÓN S.A, ESCUINTLA.**

## 1.1 PRESENTACIÓN

La conformación de la agroindustria cañera de acuerdo con CENGICAÑA (2004), la producción de azúcar es una actividad de impacto social, económico y ecológico en Guatemala. Genera empleos directos e indirectos para más o menos 250,000 personas. Las exportaciones de azúcar permiten el ingreso de divisas al país. En 1,999 ingresaron US\$ 316.429.00 millones por exportaciones de azúcar y melaza. La caña provee además otros productos como energía eléctrica, papel, abono, alcohol, levadura, y otros. En Guatemala se tiene un área cultivada de 187,000 hectáreas con caña de azúcar, según datos de CENGICAÑA del 2003. La figura 1 muestra la conformación de la agroindustria azucarera a nivel nacional.



**Figura 1** Descripción de la Conformación de la Agroindustria Cañera  
**Fuente:** CENGICAÑA, 2004

La corporación Pantaleón Concepción se encuentra ubicada en la finca Pantaleón en el Km. 86.5 de la carretera al pacífico, Siquinalá, Escuintla; según Acevedo (2005), es uno de los proveedores más importantes de caña de azúcar, con un volumen de producción de 10, 300,000 qq de azúcar al año, en un área de 42,000 hectáreas bajo administración; dividida en seis zonas para su fácil manejo y control.



Por tal razón la corporación está conformada por varios departamentos responsables de generar, validar y promover las prácticas en el manejo del cultivo de la Caña de Azúcar (*Saccharum spp*).

Existen varios factores que inciden en el rendimiento de la caña de azúcar, entre ellos se encuentran: suelo, variedad, zona altitudinal, el agua, y podríamos mencionar también los costos de los diferentes insumos utilizados en el cultivo, los cuales en los últimos años han aumentado y a veces son escasos, es por ello que se hace importante buscar técnicas o métodos para hacer del cultivo una actividad eficiente, productiva y rentable, lo que genera mayor recurso humano, brindando con esto oportunidades laborales. Dentro de la corporación Pantaleón Concepción el ente que se encarga de velar por mejorar o innovar técnicas para el manejo del cultivo, es el Departamento de Investigación.

La mejora continúa de los procesos, proyectos de Investigación y asesoría, son las principales actividades que realiza el Departamento de Investigación de la corporación Pantaleón – Concepción. Dicho Departamento comprende básicamente tres sistemas, los cuales son: Manejo de Semilla Básica, Reproducción de Variedades e investigaciones.

Dentro del diagnóstico del Departamento de Investigación, se permitió identificar y describir las diferentes actividades a las cuales se dedica dicho Departamento, para poder describir los procesos a los cuales se dedica el Departamento de Investigación, y de ésta manera identificar la problemática que existe en cada uno de estos procesos, para así llegar a contribuir al correcto desarrollo de la innovación e investigación en la corporación.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 General**

- Describir las actividades que se realizan en el Departamento de Investigación de la corporación Pantaleón Concepción S. A.

### **1.2.2 Específicos**

- Describir la estructura organizacional dentro del Departamento y definir las actividades que se realizan dentro del mismo.
- Identificar los problemas que existen, en el Departamento de Investigación de la corporación Pantaleón Concepción S.A.
- Priorizar la problemática del Departamento a través de la jerarquización de los problemas que se encuentren.

## **1.3 MARCO TEÓRICO**

### **1.3.1 Marco Conceptual**

#### **1.3.1.1 Datos generales de Corporación Pantaleón S.A.**

Gómez (2004) en su diagnóstico de los departamentos de Investigación y Agronomía de la corporación Pantaleón Concepción indica que los datos corporativos generales son los siguientes.

#### **1.3.1.2 Ideología central**

- Valores centrales
- Integridad y honestidad
- Mejora y cambio permanente con visión a largo plazo
- Respeto por las personas relacionadas y compromiso por su éxito

#### **1.3.1.3 Propósito de la empresa**

Promover el desarrollo transformando recursos responsablemente. Futuro Visionario de la empresa: **MEGA**: llegar a ser una de las 10 organizaciones más importantes del mercado de endulzantes del mundo en el año 2030.

En el año 2015 llegar a ser una de las 5 organizaciones más importantes de Latinoamérica en el mercado de endulzantes. En el año 2012 cumplir las siguientes metas: Crecimiento, Rentabilidad y Diversificación Geográfica.

#### **1.3.1.4 Actividades de la empresa**

Producir azúcar de calidad para el mercado nacional e internacional durante el período de zafra.

- Generar energía eléctrica a partir del bagazo de la caña de azúcar y durante el tiempo de no zafra adquisición de Bunker para generar energía eléctrica.
- Producir melaza para consumo de ganado bovino.

- Producir alcohol, para la zafra 2008 – 2009

### **1.3.2 Marco Referencial**

#### **1.3.2.1 Departamento de Investigación historia y ubicación**

El departamento de investigación agrícola fue fundado entre el 10 y 15 de agosto de 1980 por los ingenieros Rogelio Gómez y Julio César Leal, con el único propósito de introducir la producción de agentes controladores biológicos para el combate de plagas y a la vez proporcionar un enfoque innovador para el buen manejo de las variedades del cultivo de la caña de azúcar. Así como también el tratamiento de semillas para el control de enfermedades.

La empresa está ubicada en la finca Pantaleón en el kilómetro 86.5 de la carretera al pacífico, en el municipio de Siquinalá, del departamento de Escuintla. Las oficinas se localizan en la misma finca. El laboratorio que es anexo de dicho departamento, se encuentra ubicado a 14° 19'' latitud norte y 90° 59'' longitud oeste, a una elevación de 420 metros sobre el nivel del mar.

#### **1.3.2.2 Zona de vida**

Las áreas en donde el Departamento de Investigación se encarga de administrar los diversos ensayos y experimentos, se encuentran básicamente en dos zonas ecológicas bien definidas, según la clasificación de Holdridge (1979), las cuales son:

- Bosque Húmedo Subtropical (Cálido): se caracteriza por una precipitación que varía entre 2,000 y 3,000 milímetros, con una biotemperatura menor de 24 grados centígrados.
- Bosque muy Húmedo Subtropical (Cálido). Caracterizada por una precipitación superior a los 4,000 y con una biotemperatura menor de 24 grados centígrados.

### 1.3.2.3 **Clima**

El clima es referido a los siguientes aspectos: Cálido con temperatura promedio de 24.80 °C y su precipitación pluvial de 4,000 milímetros al año distribuidos de Mayo a Octubre siendo Junio y Septiembre los meses más lluviosos. La humedad relativa es del 70.30% y la evaporación a la intemperie de 4.16 milímetros por día. Los vientos de las mañanas corren en dirección Noreste y por las tardes en una dirección Suroeste.

### 1.3.2.4 **Suelos**

En las áreas donde el Departamento realiza sus labores, según Simomns (1959), los suelos corresponden a la serie Guacalate y Siquinalá, los cuales tienen las siguientes características:

- Serie Guacalate: está desarrollada sobre un material original de ceniza volcánica, con una inclinación y drenaje interno moderado. El color es café oscuro de textura franca o franca arcillosa, el espesor aproximado es de 25 a 40 centímetros. El color del subsuelo es café y amarillento oscuro.
- Serie Siquinalá: está desarrollada sobre material de Toba, con relieve levemente inclinado, con drenaje rápido. Su coloración es gris oscuro y su textura franca, con un espesor de 25 a 40 centímetros. Estos suelos son poco profundos y son derivados a partir de un lodo volcánico conocido técnicamente como Lahar, el cual en ésta zona es mejor conocido como Talpetate. Este suelo tiene un pH que varía de 5 a 5.5 con fertilidad media y un alto contenido de materia orgánica de 4 a 7%.

### 1.3.2.5 **Estratos Altitudinales**

Según indica López (2008), la extensión territorial de la corporación Pantaleón Concepción S.A., se encuentra distribuida en cuatro estratos altitudinales:

- Estrato Alto: > de 300 msnm
- Estrato Medio: 100 a 300 msnm
- Estrato Bajo: 40 a 100 msnm
- Estrato Litoral: < de 40 msnm

En este sentido el Departamento de Investigación, se encuentra a una altura de 420 msnm situándose en el estrato alto.

#### 1.3.2.6 **Temperatura**

Según López (2008), en función a los estratos altitudinales, la temperatura media anual es la siguiente:

- Estrato Alto: la temperatura media anual es menor a los 25° centígrados.
- Estrato Medio: en este estrato la temperatura promedio es de 25° centígrados.
- Estrato Bajo: la temperatura promedio anual es mayor a los 25° centígrados.
- Estrato Litoral: la temperatura promedio anual es mayor a los 25° centígrados.

La variación en las magnitudes de temperatura es reducida, sin embargo está se presenta dependiendo de la época y el año, de manera que para las temperaturas se muestran los resultados de la estación meteorológica Mangalito, ubicada en la finca Pantaleón, la cual contiene información de los últimos tres años. Chajil, E. (2008)

Según el cuadro 1, las temperaturas medias máximas y mínimas mensuales varían entre 21°C y 30°C para el año 2008.

**Cuadro 1** Temperaturas Medias Máximas y Mínimas mensuales del año 2006 al 2008

Mes	2006		2007		2008	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Enero	32	24	31	17	31	20
Febrero	32	18	32	18	31	22
Marzo	31	20	33	19	31	22
Abril	32	20	33	20	31	21
Mayo	30	20	30	20	30	22
Junio	28	20	30	20	29	21
Julio	30	19	29	19	29	21
Agosto	30	19	30	19	29	21
Septiembre	29	19	29	19	29	21
Octubre	28	18	29	19	29	21
Noviembre	29	18	30	18	31	19
Diciembre	30	16	31	17	32	19
Total	361	231	367	225	362	251
Media	<b>30</b>	<b>19</b>	<b>31</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>21</b>

**Fuente:** Estación meteorológica Mangalito, finca Pantaleón

### 1.3.2.7 Precipitación

Según indica Gómez (2004), también en función a los estratos altitudinales, la precipitación media anual es la siguiente:

- Estrato Alto: la precipitación media anual es superior a los 3000mm.
- Estrato Medio: la precipitación media anual es de 1501 – 2999mm.
- Estrato Bajo: la precipitación promedio es menor a los 1500mm.

López (2008) indica que los meses más lluviosos en la zona son de Abril a Octubre, mientras que los más secos son de Noviembre a Marzo; por lo que la precipitación mensual anual promedio se presenta en el cuadro 2.

**Cuadro 2** Precipitación Media Anual del 2006 al 2008.

Mes	2006		2007		2008	
	Prec. (mm)	Hrs. Lluvia	Prec. (mm)	Hrs. Lluvia	Prec. (mm)	Hrs. Lluvia
Enero	0.75	0.85	7.5	0.85	20	2
Febrero	2.75	1.87	12.25	2.58	44	7
Marzo	45.25	10.03	149.25	10.03	109	10
Abril	196.25	18.19	123.5	15.47	394	30
Mayo	561	54.74	786.25	58.61	286	41
Junio	792.5	83.13	484.95	44.03	545	61
Julio	712.75	42.76	350.3	44.85	495	65
Agosto	809.5	53.25	563.75	39.78	754	70
Septiembre	785.75	53.71	978.25	76.84	1205	128
Octubre	723.75	47.96	841.25	66.22	462	73
Noviembre	354.75	20.23	46.75	4.76	45	6
Diciembre	0.25	0.17	84.5	3.4	16	2
<b>Total</b>	<b>4985.25</b>	<b>386.89</b>	<b>4428.5</b>	<b>367.42</b>	<b>4374</b>	<b>497</b>

**Fuente:** Estación Meteorológica Mangalito, finca Pantaleón.

#### 1.3.2.8 Humedad Relativa

Según indica López (2008), la humedad relativa varía dependiendo de la época del año, y es influenciada principalmente por la lluvia. En el cuadro 3 se muestran los datos de humedad relativa.



**Cuadro 3** Humedad Relativa Media Máxima y Mínima Mensual del año 2,006 al 2,008

Mes	2006		2007		2008	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Enero	93	33	60	83	86	42
Febrero	91	34	57	81	88	47
Marzo	91	36	55	81	88	48
Abril	92	39	53	79	90	51
Mayo	93	52	41	84	94	59
Junio	94	59	35	84	86	58
Julio	87	44	43	84	91	60
Agosto	83	40	43	83	98	68
Septiembre	83	45	38	83	79	63
Octubre	84	48	36	84	80	65
Noviembre	84	42	42	83	85	68
Diciembre	83	30	53	84	84	64
Total	1058	502	556	993	1051	693
<b>Media</b>	<b>88</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	<b>83</b>	<b>88</b>	<b>58</b>

**Fuente:** Estación meteorológica Mangalito, finca Pantaleón.

#### 1.3.2.9 Recursos Hídricos

Según Véliz (2008), la corporación Pantaleón Concepción S.A., cuenta con un gran recurso hídrico, el cual abastece los requerimientos de los diferentes sistemas de riego utilizados por el Departamento de Riegos y Drenajes.

En el cuadro 4 se presenta los principales afluentes de agua de ríos, según la base de datos del departamento de riegos elaborada por Cuadros (2005), de donde se obtiene este recurso para usar en los diferentes sistemas de riego

**Cuadro 4** Fuentes principales de agua para riego

<b>Nombre de Ríos o Fuente de Agua</b>		
Río el Gobernador	Río Agüerito	Río Naranja
Río Acome	Río Limones	Río La Chorrera
Río Lempas	Río Achiguate	Río Colorado
Río Coloiate	Río Cristóbal	Río Blanco
Río Mazate	Riachuelo Flor del Sitio	Río Mangales
Río Cenizas	Río El Pajal	Río Rivera
Río Platanares	Río Seco	Río de la Balastrea
Río Pantaleón	Río Madre Vieja	Río Lagarto
Río La Mora	Río El Juilin	Río Michatoya
Río Agüero	Río La Noria	Río Tuncuaco
Río Cabeza de Toro	Río Siguacan	Riachuelo Jaronu
Río Obispo	Río Nahualate	Río Maria Linda
Río Graciela	Río Aceituno	Río Helado
Río La Parida	Río Los Sietes	Río El Tigre

**Fuente:** Localización de Aforos 2,004 – 2,005. Departamento de Riegos y Drenajes.

## **1.4 METODOLOGÍA**

### **1.4.1.1 Definir el sistema**

El sistema a investigar fue el Departamento de Investigación, en este sentido los elementos fueron los factores que se relacionaron directa o indirectamente con el problema que interactúa y es parte del proceso. El sistema Departamento de Investigación es el sistema total y este a su vez se divide en otros subsistemas, los cuáles son los sistemas de los diferentes proyectos que tiene a su cargo el Departamento.

Ya definido el sistema y sus subsistemas, se inició a elaborar un listado de los elementos o variables que se puedan incluir en el diagnóstico.

### **1.4.1.2 Estudio de las variables o elementos**

Ya teniendo definido el sistema y delimitados sus elementos, se determinó la forma en cómo se iban a estudiar los elementos y/o variables. Estos elementos o variables se obtuvieron de información primaria y secundaria.

### **1.4.1.3 Interrelación de los elementos en cada sistema**

Ya establecidos los elementos, se procedió a establecer la importancia o relación que tiene cada uno de ellos y al mismo tiempo la importancia de la relación de estos con el Departamento de Investigación.

### **1.4.1.4 Definir en tiempo y espacio lo que es posible diagnosticar**

Se inició la fase del diagnóstico con el plan de diagnóstico, del departamento de Investigación, para así poder sistematizar la obtención de datos de cada una de las partes a investigar.

#### 1.4.1.5 **Detección del foco**

Fue la detección de problemas o posibles problemas que mantienen una relación negativa en las actividades que desempeña el Departamento de Investigación.

#### 1.4.1.6 **Determinar cuál o cuales son los principales problemas**

Se procedió a dialogar con el jefe del Departamento y con cada uno de los encargados de los sistemas, sobre cuales son los problemas que ellos creen que son los principales y sobre lo que se desea o se necesite desarrollar o investigar, para luego proceder a realizar observaciones en el campo para comparar dichos resultados.

#### 1.4.1.7 **Herramientas**

Las herramientas que se utilizaron para recolectar la información fueron entrevistas personales y el método de observación directa, ejecutándose tanto en el campo como en los campos experimentales y la oficina. Las subáreas que fueron consultadas para obtener la información requerida para elaborar el Diagnóstico del Departamento fueron: Gerencia Técnica, Recursos Humanos, Zonas Agrícolas y el mismo Departamento de investigación agrícola.

#### 1.4.1.8 **Entrevistas**

Este sistema se realizó con las personas que se encontraban en su oficina y que tenían tiempo para proporcionar los datos, sin ninguna información específica previamente establecida.

#### 1.4.1.9 **Observaciones**

Esto sirvió principalmente en la ampliación de las descripciones de las áreas, cuyo contenido se analizó mediante observaciones realizadas en cada una de las áreas del Departamento y de la Corporación, así como de las áreas en donde se ejecutarán los proyectos.

#### 1.4.1.10 **Consultas**

Estas se realizaron con los Jefes y el mismo personal de los departamentos de Investigación Agrícola, Recursos humanos y la Gerencia Técnica Agrícola, quienes en su tiempo libre proporcionaron cierta información en lo que concierne a su especialidad y los datos obtenidos serán principalmente de su organización, funciones, y actividades que desempeñan en la empresa.

#### 1.4.1.11 **Recursos**

Entre los recursos con los que se contaron para la realización del diagnóstico del Departamento de Investigación fueron:

- Recurso físico: dentro de los físicos con que se contó, fueron con galones de gasolina semanales para utilizar medio de transporte (pick up), para realizar recorridos en las áreas que están a cargo del Departamento. Para la elaboración del diagnóstico escrito se contó con una computadora en el área de oficinas del Departamento de Investigación.
- Recursos humanos: Durante la observación y sistematización del diagnóstico, se procedió a entrevistar y consultar al personal administrativo y operativo del Departamento de Investigación.

## **1.5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **1.5.1 Misión**

López (2008) indica que la misión del departamento es “Desarrollar e implementar técnicas de manejo del cultivo y estudio de nuevas variedades, que conlleven a aumentar la eficiencia y mejorar la producción del cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp*); logrando maximizar la rentabilidad del cultivo y por ende el de la organización.

### **1.5.2 Responsabilidades**

Según López (2008), entre las responsabilidades del departamento de Investigación están los siguientes:

- Establecimiento de ensayos sobre nuevas prácticas agrícolas
- Desarrollo del programa de fertilización
- Desarrollo de nuevas variedades en conjunto con CENGICAÑA

### **1.5.3 Metas y Objetivos**

Según López (2008), las metas y objetivos del departamento de Investigación son los siguientes:

- Propuesta de variedades promisorias.
- Realizar estudios de suelos, infiltraciones y calicatas por unidades de manejo
- Evaluación de las fórmulas de fertilizantes aplicados durante el Manejo de la plantación.
- Resultado de aplicaciones foliares como práctica agronómica
- Establecimiento de ensayos de nuevos madurantes no herbicidas.
- Establecer ensayos de diferentes láminas de riego.
- Comparación de semilleros tratados hidrotermicamente versus no tratados o meristemos.
- Evaluación de herbicidas para el control de malezas en caña de azúcar.

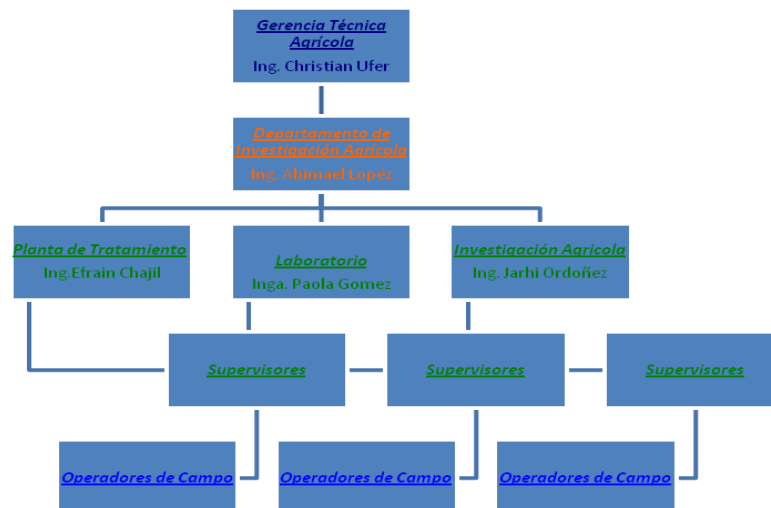
### 1.5.4 Actividades

López (2008), indica que las principales actividades que realiza el departamento de Investigación son las siguientes:

- Evaluación de distintos agroquímicos para evaluación de su eficiencia
- Evaluación aprovechamiento de sub-productos agroindustriales (vinaza, cachaza y otros)
- Evaluación de nuevas metodologías de riego para el mejor manejo del agua (riego por goteo)
- Evaluación de variedades de alto rendimiento en Producción de azúcar.
- Toma de registros meteorológicos en estación tipo B, Mangalito.
- Investigación agrícola (nuevas técnicas y ayuda a programas de fertilización.)
- Producción de semillas vegetativas de alta calidad mediante tratamiento térmico
- Producción de insectos benéficos y hongos entomopatógenos para el control biológico.

### 1.5.5 Estructura Organizacional y Funciones del Personal

En recursos físicos, esta área cuenta con aproximadamente 170 ha. Distribuidas en todas las administraciones de la organización Pantaleón-Concepción. El Departamento de Investigación Agrícola se encuentra organizado de acuerdo a sus funciones, y se encuentra jerárquicamente de la siguiente manera:



**Figura 2** Estructura Organizacional del Departamento de Investigación  
**Fuente:** Departamento de Recursos Humanos. Corporación Pantaleón Concepción S.A.

#### **1.5.5.1 Jefe del Departamento**

Tiene las funciones de programar, coordinar, supervisar, ejecutar y evaluar todos los trabajos que se realicen en el Departamento. También vela por el correcto cumplimiento de las normas administrativas establecidas por la empresa y el cumplimiento de todas las funciones del personal a su cargo.

#### **1.5.5.2 Encargado de Investigación Agrícola**

Programar, coordinar, supervisar y ejecutar todos los trabajos relacionados con este sistema. Es el responsable de la funcionalidad y eficiencia de la operación de los sistemas y del diseño de los Experimentos Agrícolas. Es el encargado de programar y requerir el personal necesario para las labores técnicas – agrícolas relacionadas con la funcionalidad y el correcto desempeño de estos experimentos.

#### **1.5.5.3 Encargado de la planta de tratamiento, semillero básico, semi-básico y manejo, cosecha de áreas experimentales**

Programar, coordinar, supervisar y ejecutar todos los trabajos relacionados con estos sistemas. Es el responsable de la funcionalidad y eficiencia de la operación de los sistemas. Es el encargado de programar y requerir el personal necesario para las labores técnicas – agrícolas relacionadas con la funcionalidad y el correcto desempeño de este sistema.

#### **1.5.5.4 Supervisores de Campo**

Distribuir tareas en el campo, supervisar el trabajo realizado por los colaboradores a su cargo, elaborar los reportes requeridos, velar porque el personal a su cargo cumpla con los horarios de trabajo que se establezcan, llevar registros de labores realizadas.

#### **1.5.6 Recursos que posee el Departamento**

Dentro del departamento se encuentran con diverso mobiliario, equipo de oficina y vehículos automotores, los cuales se desglosa a continuación:



- Escritorio completo de computación, silla reclinable
- Computadora e impresora
- Maquinaria pesada (hay propia y alquilada)
- Vehículo de doble tracción (pickups)
- Motocicletas
- Maquinaria agrícola

Las instalaciones se encuentran distribuidas en dos sectores diferentes, la ubicación de las oficinas centrales se encuentra en el ingenio Pantaleón y una bodega en la zona Pantaleón.

### **1.5.7 Área de planta de tratamiento térmico e investigación agrícola**

La actividad principal que se realiza dentro de la planta de tratamiento térmico es básicamente darle un tratamiento adecuado, que minimice el contagio y ayude a controlar la enfermedad de soca producida por la bacteria *Leifsonia xyli, Sub sp xyli*. A su vez la mayor responsabilidad, es la de producción de semillas de calidad, libre de plagas y enfermedades. A continuación se describen las metas y los objetivos del área:

- Proporcionar la cantidad de semilla necesaria para todas las administraciones según sus requerimientos anuales de variedad a usar según renovaciones por zona.
- Tener el 100% de semilleros libre de enfermedades del raquitismo de la soca.
- Obtener en el menor tiempo posible semilleros básicos libres de la enfermedad Escaldadura de la hoja.
- Contribuir al desarrollo e implementación de abonos verdes en la fertilización de cañales.
- Reducir los costos en el control de Malezas, ya sea usando nuevas dosis o formulaciones de herbicidas o intercalando el cultivo, con cultivos de cobertura.
- Desarrollar e investigar sobre nuevas alternativas de uso de los subproductos como la vinaza y cachaza.

#### 1.5.7.1 **Actividades para la obtención de semilla tratada**

Para la obtención de semillas, se colectan y se deshojan los tallos para obtener las yemas, se utilizan maquinas extractoras, las cuales se describen a continuación:

- Doble sierra de banco: eficiencia de 1,200 yemas/hora/hombre
- Tipo sacabocado: eficiencia de 700 yemas/hora/hombre

Durante este proceso se corta la caña de azúcar dejando de 2 a 4 yemas, durante este proceso se trasladan a un deposito de agua caliente a una temperatura de 51 °C durante una hora, con una capacidad de 12 canastas. Se obtienen al día 252 canastas de tollete.

El tratamiento químico se lleva a cabo después del tratamiento descrito anteriormente, se hace una inmersión durante 5 minutos, a continuación se describe:

- Solución 1: vitavax (fungicida 2%) + Raizal (foliar a base de P al 2%)
- Solución 2: biozyme (hormonal al 2%)

#### 1.5.7.2 **Actividades para la clasificación de semilleros**

Luego de realizar el tratamiento respectivo a la semilla, esta se siembra cada una a una distancia de 0.01 metros, el sustrato utilizado es cachaza la que se desinfecta con insecticida (Counter o Jade con dosis de 33 lb/ha), luego se aplica Byozime a una concentración del 2% paralelo a fertilizar con un producto fosforado. Uno de los cuidados es protegerlo en el invierno con Nylon negro. Al uniformizar la germinación se aplica nuevamente Rayzal y un fertilizante a base de un producto nitrogenado. A los 15 días se trasplantan a bandejas.

Para el trasplante es necesario podar la mitad de la hoja y se mete en inmersión con Rayzal al 2%, durante el verano se utiliza un sistema de riego por micro aspersion; dos riegos al día durante 15-20 minutos, las bandejas utilizadas tienen de 40 a 67 celdas.

Luego del proceso de trasplante a bandeja se clasifican los semilleros, dividiéndolos por cuatro clases, las cuales se describen a continuación:

- Semillero del mejorador: Esta es una semilla de cantidad limitada y es proporcionada por CENGICAÑA. Esta proviene de los nuevos híbridos que han pasado una serie de tamices de selección, incluyendo evaluaciones regionales.
- Semillero básico: Los semilleros básicos son establecidos con la semilla proveniente del semillero del mejorador o bien con semilla de las variedades seleccionadas en el programa de renovaciones. Toda la semilla utilizada en el semillero básico es tratada hidrotérmicamente y la cantidad de semilla básica a producir esta determinada de acuerdo al requerimiento anual que realiza cada zona de producción. El semillero básico debe presentar un 100% de pureza varietal
- Semillero registrado o semi-comercial: Se establece con la semilla proveniente de un semillero básico. El semillero registrado puede establecerse por medio del sistema de siembra convencional (10 a 12 yemas por metro lineal) o por el transporte de plántulas provenientes de yemas extraídas. La meta es sembrar todo el semillero registrado o semi-comercial con plántulas (pilones). En este semillero se debe producir semilla con 99 % de pureza varietal y con niveles bajos de enfermedades sistémicas.
- Semillero certificado o comercial: Este debe establecerse con la semilla proveniente del semillero registrado. En el semillero certificado la semilla deberá poseer al menos 98% de pureza varietal y debe contener niveles bajos de enfermedades sistémicas.

## **1.6 ANÁLISIS FODA**

Dentro de la metodología que se uso para poder llevar a cabo el análisis, estuvo como primer paso, la identificación de las Fortalezas, las cuales fueron las capacidades especiales con que cuenta el Departamento de Investigación y por lo que la ubica en una posición privilegiada dentro de la Corporación Pantaleón, las cuales van desde capacidades y habilidades que poseen sus integrantes, así como las actividades que en el Departamento se desarrollan positivamente, dichas fortalezas, se identificaron por medio de la observación y de encuestas realizadas con el personal del Departamento.

Posteriormente se identificaron las Oportunidades, las cuales básicamente son factores que resultan positivos, favorables o explotables para el Departamento, esta información se obtuvo e identificó en el entorno en que actúa el mismo.

Luego de identificar las oportunidades, se procedió a la identificación de las Debilidades, las cuales representan aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a otros Departamentos de la corporación Pantaleón, dicha información se obtuvo en base a encuestas con el personal, observación y análisis de documentos o literatura relacionada con el Departamento. Por último, se identificaron las Amenazas, que son aquellas situaciones que provienen del entorno del Departamento de Investigación y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia del mismo.

Posteriormente se realizó el análisis de la información obtenida, el cual es un concepto muy simple y claro, pero detrás de su simpleza residen conceptos fundamentales de la administración.

Dicho análisis tuvo como objetivo, convertir los datos obtenidos del Departamento de Investigación, en información procesada y lista para así poder tomar decisiones estratégicas, a través de las cuales se identificaron los servicios que se prestaron durante el EPSA, así como también la investigación que se realizó en éste período. Según Grande (2004), al finalizar este análisis, se tiene en términos de sistema, un conjunto inicial de

datos (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas); un proceso (Servicios a realizar); y un producto (Información obtenida en la investigación que se va a realizar).

Los resultados obtenidos, después de ser analizados, se describen desglosados a continuación, en el cuadro cinco:

**Cuadro 5** Análisis FODA del Departamento de Investigación

<b>CUADRO FODA</b>			
<b>SUJETO:</b> Departamento de Investigación Agrícola, Corporación Pantaleón - Concepción			
<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil acceso</li> <li>• Instalaciones adecuadas (administrativas y experimentales)</li> <li>• Información actualizada sobre datos climáticos</li> <li>• Personal altamente calificados</li> <li>• Relaciones intrapersonales internas optimas de trabajo</li> <li>• Asesoría profesional</li> <li>• Laboratorio certificado de parasitoides</li> <li>• Comunicación entre departamentos adecuada</li> <li>• Biblioteca con documentación propia y relacionada al tema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de centro de capacitación y experimentación.</li> <li>• Producción de parasitoides para uso interno y externo</li> <li>• Iniciativa de desarrollo e implementación de nuevos programas de investigación</li> <li>• Crecimiento para expansión de área de cultivo</li> <li>• Especialización en las ramas de estudio</li> <li>• Asesoría nacional sujeto a demandas reales dentro del área</li> <li>• Parcelas de investigación de fácil acceso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal en campo sin capacitación.</li> <li>• Personal muy reducido</li> <li>• Falta comunicación administrativa para dar a conocer la realidad de deficiencias</li> <li>• Deficiencia en equipo de laboratorio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cumplimiento en normas de calidad nacionales e internacionales</li> <li>• Competitividad interna entre departamentos, en investigación y presupuesto</li> <li>• Reducción de recursos económicos</li> <li>• Implementación de nuevos departamentos dentro de la institución</li> </ul>

## **1.7 Jerarquización de problemas encontrados en el Departamento de Investigación**

En los últimos años la corporación Pantaleón Concepción, S.A. ha ampliado sus áreas de producción, obteniendo fincas localizadas en los cuatro estratos altitudinales; por tal razón se han presentado diversos problemas en el aprovechamiento, distribución, variedad a introducir, control de malezas, fertilización y sobre todo los recursos que siguen siendo los mismos, etc. De esta situación se derivaron diversos problemas para el departamento entre los cuales, los más importantes son:

### **1.7.1 Costo de Insumos caros**

Buscar alternativas para contrarrestar estos costos, ya que las producciones llevan una tendencia a la baja en ton/ha., del cultivo de caña.

### **1.7.2 Análisis de costos de Producción de Variedades nuevas**

Buscar variedades resistentes a enfermedades como la roya naranja (***Puccinia sp***) altas productoras de tonelaje y adaptadas a diferentes estratos esto llevara tiempo para conocer las condiciones adecuadas para la adaptación.

### **1.7.3 Alternativas de Uso de Abonos Verdes**

Implementación de nuevas tecnologías para aplicación y distribución de abonos verdes en sustitución de fertilizantes químicos por los costos de esto.

### **1.7.4 Innovación y tecnología**

Uso de los derivados de la destilería como la vinaza para sustitución de nitrógeno y riego de la misma:

- Utilización de alternativas de fertilización con fertilizantes gaseosos (Amoníaco anhidro)
- Utilización de cachaza concentrada
- Utilización de mulch de cosecha en verde para incrementar materia orgánica en campos y reducir costos.

### **1.7.5 Control y Análisis de Inversiones hechas por el Departamento de Investigación Agrícola**

Otro de los problemas identificados fue la falta de análisis de las inversiones hechas por el Departamento. La importancia de este análisis radica en que cada vez que se revisan las inversiones del Departamento se encuentran diferencias entre lo que verdaderamente es del Departamento y otros cargos que se le adjudican que no tienen nada que ver con el Departamento.

## 1.8 CONCLUSIONES

- El Departamento de Investigación Agrícola de la Corporación Pantaleón – Concepción S.A., realiza diversas funciones, entre las que están el diseño, la operación y la supervisión de sistemas de proyectos de investigación destinados a reducir costos y aumentar la producción.
- Para la identificación de la problemática existente se utilizó el análisis FODA, el cuál ayudo a describir las debilidades del departamento, las cuales en su mayoría, son la causa de la problemática existente.
- El Departamento de Investigación Agrícola, se encuentra estructurado de acuerdo a las actividades y funciones que realiza cada miembro del personal. Dividiendo sus funciones para un mejor manejo y control a nivel administrativo y técnico – operativo.
- Se realizó una Jerarquización de problemas en el Departamento de Investigación Agrícola, en la cual se identificaron los problemas más importantes: 1) optimizar y utilizar eficientemente los recursos químicos, 2) el análisis de los costos de operación de los sistemas de fertilización, 3) el análisis de las inversiones realizadas por el Departamento de Investigación Agrícola, y 4) Reemplazar los fertilizantes químicos por el de abonos verdes.



## 1.9 BIBLIOGRAFÍA

- 1) Acevedo, R. 2008. Distribución de áreas por administración (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón, Gerencia de Producción Agrícola.
- 2) CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2004. Informe anual 2003–2004. Guatemala. 75 p.
- 3) Chajil, E. 2008. Descripción de las actividades del área de investigación agrícola (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.
- 4) Chicas, F. 2008. Prestaciones laborales de los trabajadores del Departamento de Investigación Agrícola (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.
- 5) Cuadros, V. 2008. Datos climáticos y recursos hídricos del departamento de riegos y drenajes (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.
- 6) Gómez, P. 2004. Diagnóstico de los Departamentos de Investigación Agrícola y Agronomía, Ingenio Pantaleón S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 36 p.
- 7) Grande, J. 2004. Diagnóstico del Departamento de Investigación Agrícola, Ingenio La Unión S.A., Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla. Diagnóstico EPSA. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 28 p.
- 8) López, A. 2008. Descripción del Departamento de Investigación (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.

## 2 INVESTIGACIÓN

**CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES DE Crotalaria juncea y Canavalia ensiformis, EN EL APORTE DE NITRÓGENO EN CONDICIONES DE CULTIVO INTERCALADO EN CINCO Y SEIS DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN CAÑA DE AZÚCAR (Sacharum spp) EN FINCA LA HABANA, LA GOMERA, ESCUINTLA.**

**CHARACTERIZATION OF Crotalaria juncea y Canavalia ensiformis, SPECIES IN THE CONTRIBUTION OF NITROGEN IN INTERCROPPING CONDITIONS IN FIVE AND SIX DIFFERENT PLANTING DENSITIES IN SUGARCANE (Sacharum spp) IN FARM LA HABANA, LA GOMERA, ESCUINTLA.**

## 2.1 PRESENTACIÓN

Guatemala es uno de los principales exportadores de azúcar en el mundo, su producción comprende un área de más de 250,000 hectáreas ubicadas en cuatro departamentos de la costa sur del país, divididos en cuatro estratos altitudinales con fines de zonificación dentro de la zona cañera, el primer estrato denominado litoral 0 a 40 msnm; zona baja que oscila de los 40 a 100 msnm; zona media entre los 100 a 300 msnm y estrato denominado zona alta, mayor a 300 msnm. (CENGICAÑA 2007)

Una gran parte de esta área tiene que ser fertilizada, debido a los requerimientos del cultivo, y la escasez en el suelo de nutrientes esenciales para el crecimiento de la caña, por lo que se hace necesario la fertilización química, para suplir dichas necesidades y por ende aumentar la producción de toneladas por área de caña sembrada. Debido al alza de los precios de insumos para la elaboración de fertilizantes químicos, éstos han generado que se eleven los costos de esta actividad tan importante y esencial en el cultivo.

La Corporación Pantaleón Concepción S.A., ha implementado varios sistemas de fertilización en la caña de azúcar, que buscan ser más eficientes y mejorar la producción, entre estos sistemas se tienen: fertilización foliar aérea y terrestre, fertilización con gas (amoníaco anhidro), fertilización granulada aérea y terrestre, aplicación de vinaza vía sistema de riego gravedad aspersión y aplicación de cachaza. La Corporación tomó la decisión de innovar con fertilizantes inorgánicos y orgánicos (abonos verdes) como *Crotalaria juncea* y *Canavalia ensiformis*, por su fácil manejo y propagación y su contenido de materia seca y nitrógeno. (Pérez. 2008)

Los sistemas de fertilización actualmente utilizados en el cultivo de la caña de azúcar comprenden los sistemas mecanizados, terrestres y aéreos, así como incorporados por medio del agua de riego, las cuales son aplicaciones uniformes y precisas pero de alto costo por la maquinaria, insumos y mano de obra.

Cuando la Corporación Pantaleón Concepción S.A., decidió implementar este sistema de fertilización y protección de suelos mediante el uso de abonos verdes, se pensó que las condiciones para la siembra de estos cultivos no sería nada extraordinario pero dadas las

circunstancias y lo esencial de estos abonos y para su mejor aprovechamiento se pensó en hacer la siembra más tecnificada, por lo que nace como primeras interrogantes, cuanto de nitrógeno aportan, la etapa adecuada de incorporación, densidades de siembra y aporte de biomasa por área de siembra. Aunado a esto, también los costos de operación de la fertilización química mostraron un comportamiento elevado en comparación con los esperados o teóricos.

Esta tendencia irregular en los costos hizo que el Departamento de Investigación iniciara estudios sobre las causas que ocasionaban estas variaciones en los costos de operación.

Esta investigación consistió en identificar las etapas donde se produce más nitrógeno en las leguminosas a evaluar, determinando la mejor o mejores densidades de población, determinados por aportación de biomasa foliar y raíces.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco conceptual

#### 2.2.1.1 Descripción de la caña de azúcar

Buenaventura (1986), cita que la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) es una gramínea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz, en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio forma el azúcar. La sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis.

#### 2.2.1.2 Clasificación taxonómica de la caña de azúcar

Subiros (1995), indica que taxonómicamente la caña de azúcar tiene la siguiente clasificación, según se muestra en el cuadro 6.

**Cuadro 6** Clasificación Taxonómica de la Caña de Azúcar

<b>DOMINIO</b>	EUKARYA
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Fanerógamas
<b>Subdivisión</b>	Angiospermas
<b>Clase</b>	Monocotiledóneas
<b>Orden</b>	Glumíferas
<b>Familia</b>	Poaceae
<b>Subfamilia</b>	Panicoidea
<b>Tribu</b>	Andropogoneae
<b>Subtribu</b>	Sacarineae
<b>Género</b>	Saccharum
<b>Especie</b>	<i>Saccharum spp</i>

### 2.2.1.3 Abonos verdes

Según Pérez (2008) los abonos verdes son cultivos de vegetación rápida, que se cortan y dejan en el mismo lugar donde fueron sembrados y que están destinados a mejorar las propiedades físicas del suelo, al aporte de nutrientes minerales así como activar y restaurar la vida microbiana del suelo, proteger al suelo de la erosión y limitar el desarrollo de malezas.

Aunque hay varias especies que pueden ser utilizadas como abonos verdes, las leguminosas son las más empleadas debido a su capacidad de fijar grandes cantidades de nitrógeno de la atmósfera a través de la simbiosis leguminosa-bacteria fijadora de nitrógeno (*Rhizobium*).

En países como Australia, Sudáfrica y Fiji se ha determinado que uno de los factores responsables de la pérdida de productividad del cultivo de la caña de azúcar en el tiempo se debe al monocultivo (Bell, 2001; Wiseman and Morrison, 2005). Los factores asociados corresponden al declinamiento de la materia orgánica del suelo acelerado por el tráfico pesado y la excesiva labranza del suelo, al desarrollo de plagas específicas del cultivo y enfermedades de la raíz principalmente. (Pérez O. 2008)

De la misma manera, en Guatemala la caña de azúcar se basa en un sistema de monocultivo y hay áreas con más de 100 años cultivadas bajo este sistema.

Wiseman (2005) indica que para revertir la degradación y promover la salud del suelo se aconsejan tres prácticas complementarias: conservar los rastrojos, labranza mínima y el empleo de abonos verdes.

En Australia se han logrado incrementar los rendimientos de caña siguiente con la rotación y buen manejo de soya y maní obteniendo incrementos de 20 y 30 por ciento más con respecto al manejo convencional sin rotación. (Pérez 2008)

En Brasil se han evaluado especies como *Crotalaria juncea*, *Canavalia ensiformis* y *Mucuna deringiana* en rotación con el cultivo de la caña determinado que estas especies pueden fijar hasta un 50 por ciento de N total de la atmosfera que pueden ser aprovechados por el cultivo de caña de azúcar (Resende, 2000). De la misma manera en la Florida, EE.UU se han encontrado que *Crotalaria juncea* puede incorporar de 180-200 kg de nitrógeno al suelo (Muchovej, 1995).

A partir del año 2005 CENGICAÑA a estado motivando y promoviendo en los ingenios la investigación en abonos verdes y su incorporación al sistema de cultivo de caña de azúcar. (Pérez O.2008).

#### 2.2.1.4 El empleo de abonos verdes

Wiseman (2005) cita que la industria azucarera de Sudáfrica se basa en un sistema de monocultivo, siendo la caña de azúcar cultivada en algunas tierras en forma continua por más de 100 años. Bajo este sistema se crean condiciones ideales para el incremento de plagas y enfermedades específicas de este cultivo, muchas de las cuáles son acarreadas en el suelo. Es más, gran parte de la industria quema la caña a la cosecha, de manera que muy poca materia orgánica es devuelta al suelo. Como resultado, las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo son afectadas adversamente, lo que resulta en factores tales como compactación del suelo, menos infiltración, mayor erosión y deslaves, pérdida de materia orgánica, menor capacidad de retención de agua, menos retención y disponibilidad de nutrientes en el suelo y disminución en el rendimiento en caña.

El Instituto de Investigaciones sobre caña de azúcar en Sudáfrica, situado en Mount Edgecombe, cerca de Durban, dedica parte de sus esfuerzos de investigación a encontrar formas de mantener y mejorar la salud de los suelos. Para detener y revertir la degradación y promover la salud del suelo, se aconsejan tres prácticas complementarias: conservar los rastrojos, labranza mínima y el empleo de abonos verdes (Wiseman J.2005). Los cultivos usados como abono verde tienen el potencial de proveer los siguientes beneficios:

### **a) Mejorar la estructura y la porosidad del suelo**

Muchos de los cultivos utilizados como abono verde tienen sistemas radicales fibrosos y la capacidad de mejorar la estabilidad de los agregados del suelo, lo cual a su vez mejora la estructura del mismo. Además, a medida que los sistemas radicales mueren al incorporar o eliminar el cultivo de abono verde, la porosidad del suelo y las tasas de infiltración también aumentan. La adición de materia orgánica a partir de estos residuos del cultivo también contribuye a conglomerar el suelo a medida que las plantas se descomponen. Estos beneficios son notorios en la plantilla, aunque dejan de ser evidentes en los retoños. (Wiseman J.2005).

### **b) Suministrar nitrógeno**

Wiseman (2005) cita que el rápido crecimiento que tienen los cultivos utilizados como abono verde proporciona gran cantidad de N en el material foliar. A mayor cantidad de biomasa producida, mayor cantidad de N estará presente. A medida que las plantas se descomponen, el N en las hojas, tallos y raíces se vuelve disponible al cultivo de caña. Tanto los cultivos leguminosos como los no leguminosos suministran N, sin embargo los cultivos leguminosos tienen la ventaja de que son capaces de fijar N adicional de la atmósfera en forma disponible a la planta. Una gran cantidad de N estará entonces disponible al cultivo subsiguiente de caña.

En cierta ocasión una siembra de cáñamo produjo 5.5 toneladas de materia seca por hectárea, lo que aportó 88.8 kg de N/ha al siguiente ciclo de caña. Al calcular las aplicaciones de N para la siembra de caña subsiguiente, es recomendable reducir la aplicación de N y verificar vía el análisis foliar si se necesitará N más tarde en la estación.

### **c) Restaurar la biodiversidad del suelo**

Cuando se siembra otro cultivo en lugar de la caña de azúcar, los diferentes microorganismos son estimulados a multiplicarse y la biodiversidad del suelo aumenta. Esta mayor diversidad mejora la salud del suelo y el medio ambiente se vuelve más favorable para el crecimiento de las raíces. Las poblaciones de patógenos pueden ser reducidas por competencia o depredación y de esta manera mejora la salud del cultivo.



Otros beneficios adicionales se han evidenciado mediante la siembra de un espectro variado de abonos verdes. (Wiseman J.2005)

#### **d) Alelopatía.**

Comenta Wiseman (2005) que se ha observado que ciertos cultivos tienen un mecanismo de defensa mediante el cual exudan compuestos químicos tóxicos a plantas que compiten con la caña. Las avenas son un cultivo de este tipo y han mostrado resultados prometedores en relación a su efecto sobre *Digitaria abyssinica*. Esta gramínea es extremadamente resistente a los herbicidas y pueden invadir completamente los campos de caña. En una prueba realizada dicha maleza desapareció de los campos de caña a continuación de un programa de siembra de abono verde utilizando avenas.

Una ventaja adicional de las avenas es que producen gran cantidad de biomasa, atrapando el N y evitando que se deslave fuera del perfil del suelo. Este N es posteriormente regresado al suelo y a la siguiente siembra de caña, las avenas tienen ventaja adicional de que pueden también usarse para pastorear ganado.

#### **e) Efecto en los nemátodos**

En los suelos más pobres y arenosos de la industria azucarera los nemátodos pueden causar un daño extensivo a los sistemas radicales de la caña, resultando en pérdidas anuales en rendimiento estimadas en 7.5%. El control químico puede resultar costoso y en algunos ocasiones, en detrimento del ambiente.

Muchos cultivos han mostrado un efecto en las poblaciones de nemátodos y se está seleccionando una serie de abonos verdes comúnmente usados para evaluar su resistencia a los nemátodos, así como su potencial de modificar los balances de población de los nemátodos.

Pruebas preliminares indican que las avenas negras, los maníes forrajeros y las caléndulas son altamente resistentes a los nemátodos del nódulo de la raíz, y también aumentan la población de nemátodos libres (no patógenos) del suelo. (Wiseman J.2005)

Los variados beneficios que la siembra de cultivos de abono verde ofrece, puede resultar tanto en un mayor rendimiento de la plantilla, como una mejor salud del suelo. Sumado a buenas prácticas de manejo, estas mejoras permiten una empresa agrícola de caña de azúcar más sostenible. (Wiseman J.2005)

Ferrarotto Sirna, (2006) comenta que a nivel mundial existe una tendencia generalizada a la degradación de los ecosistemas, siendo los más frecuentes la baja fertilidad y la compactación. Las técnicas convencionales de labranzas, fertilización y manejo en general, producen efectos que disminuyen la calidad de las propiedades óptimas del suelo a nivel físico, químico y biológico, lo que incide directamente sobre el desarrollo de las plantas. Esto origina un problema de magnitud considerable, debido al papel fundamental que las especies vegetales juegan en la sobrevivencia de otros organismos vivientes y preservación de recursos naturales.

En el caso de la fertilidad, la aplicación de fertilizantes es una alternativa que en países en vía de desarrollo, puede significar un costo de producción considerable y generar contaminación por lixiviación, percolación o eutrofización. No obstante, la eficiencia de uso de fertilizantes nitrogenados por las plantas es de un 70%, aproximadamente. Es por ello que comprender la adaptación de algunas especies vegetales a la limitada suplencia de nutrimentos, redundará en una menor aplicación de fertilizantes y en consecuencia, una disminución de los costos de producción y en los riesgos de contaminación del ambiente.

Según Pérez (2008) “las leguminosas que se están estudiando actualmente, no presentan las características de adaptación como para ser reproducidas y ser usadas en caña, pero comenta que están siendo estudiadas en pequeñas parcelas ubicadas en las instalaciones de CENGICAÑA, por lo que al momento las únicas que han presentado características de adaptación y buen rendimiento de semillas son las especies que se describen a continuación las cuales se vienen estudiando desde el año 2005 en diferentes ingenios de la región”:

### 2.2.1.5 Canavalia ensiformis

Según Beyra (2004) son arbustos anuales o trepadores perennes de 1-2 m de altura. Tallos glabros o adpreso-pubescentes. Folíolos elípticos u ovado elípticos, de 5.7- 20 cm de longitud, 3.2-11.5 cm de ancho, obtusos, subagudos o brevemente acuminados, más o menos cuneados, ligeramente coriáceos, glabrescentes o con pubescencia esparcida y venación realzada, reticulada sobre ambas superficies. Pecíolo de 2.3-11 cm de longitud; raquis de 1-3-5 cm de longitud; pecíolos de 1-11 mm de longitud, cubiertos de pelos cortos blancos, moderadamente densos; estípulas tempranamente deciduas.

Inflorescencia con raquis de 5-12 cm de longitud, pedúnculo de 10-34 cm de longitud, recto, subtendiendo de 10-20 flores; pedicelos de 2-5 mm de longitud; bractéolas de 2mm de longitud, orbiculares, obtusas. Cáliz de 14-16 mm de longitud, tubular, pubescencia con pelos cortos blancos, esparcidos; labio superior ancho, marginado o truncado de 5 mm de longitud, más corto que el tubo, labio inferior de 4 mm de longitud, 3 lobado, costado superior del cáliz abruptamente constricto por detrás con ápice apiculado. Corola de hasta 3 cm de longitud, rosada, estandarte rosado a púrpura, redondeado de 2.75 cm de longitud emarginado.

Legumbre linear-oblonga, 15-35 cm de largo y 3-3.5 cm de ancho, lignificada, ligeramente incurva, estipitada, rostrada, con 15-20 semillas, espiralmente dehiscente, tostado pálida; cada valva con tres costillas longitudinales, 2 en cada sutura, y una costilla extra a 5 mm de la costilla ventral. Semillas oblongas, moderadamente comprimida, color marfil o blancas con una marca parduzca incospicua cerca del hilo, no boyantes o impermeable, las de mayores dimensiones de 1.45-2.1 X 1.5 cm, las dimensiones menores de 1-1-5 X 1.5 cm, teniendo un espesor de 0.7-1 cm; hilo de 5.5-9 mm de longitud.

- **Fenología:** Florea durante todo el año, de enero a diciembre (Beyra, A. 2004). La aleloquímica de la semilla como defensa química contra los herbívoros, ha sido descrita por (Johns 1994), quién señaló la presencia de canavanina, lectinas (concanavalina A), inhibidores de proteasa factor de flatulencia, alcaloides, saponinas, y polifenoles. (Beyra, A. 2004)

- **Hábitat:** Beyra (2004) comenta que la *Canavalia ensiformis* es nativa probablemente de América Tropical, ahora dispersa en todos los trópicos por introducción, es la especie más cultivada en África Tropical, India, Indonesia, Taiwán, Hawaii y en toda el área neotropical como fuente de proteína vegetal para la nutrición, abonos verdes, conservación de suelos, control biológico y también en la alimentación humana Sauer (1964) indicó que esta especie fue domesticada en el continente americano, en tiempos precolombinos (1300 AD) por pobladores de varios sitios del suroeste de los Estados Unidos para alimento humano, por sus semillas comestibles, por lo que todos los especímenes con datos del hábitat provienen de cultivos o han escapado a hábitats artificiales. Tolera un amplio rango de textura y fertilidad del suelo; crece bien en suelos de tierras bajas tropicales altamente lixiviadas, pobres en nutrientes y pedregosos, así como en suelos ácidos y salinos y en suelos arcillosos húmedos. Esta especie no es muy afectada por el anegamiento y la salinidad y es resistente a períodos de sequía por su profundo sistema radical, que le permite sobrevivir en la humedad almacenada en el suelo. Se desarrolla desde 0-800 m sobre el nivel del mar.
- **Distribución:** Estados Unidos; Antillas Mayores (Cuba, Jamaica, Haití, República Dominicana, Puerto Rico); Antillas Menores (Islas Vírgenes; Guadalupe, Dominica, Martinica, Santa Lucía, Barbados, Granada, Trinidad & Tobago); México, América Central (**Guatemala**, Honduras Británicas, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Panamá); América del Sur (Colombia, Venezuela, Perú, Argentina, Paraguay, Surinam, Brasil, Bolivia, Guayana Francesa); África (Senegal, Sierra Leona, Liberia, costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Camerún, Sao Thome, Congo, Angola, Egipto, Sudán, Ethiopia, Kenya, Tanganyika, Mozambique); Reunión; Mauricio; Asia (India, Burma, Malaya, Singapore, Indonesia, Borneo, Vietnam, China, Filipinas, Japón); Oceanía (Isla Mariana, Isla Carolina, Isla Hawaii, Nueva Guinea, Nueva Caledonia); Australia. En Cuba, en las provincias de La Habana, ciudad de la Habana y Villa Clara. (Beyra, A. 2004)

- **Otras especificaciones del cultivo de *Canavalia ensiformis*:** Según De Gouveia (1999) *Canavalia ensiformis* (L). DC., es una leguminosa nativa del trópico americano con gran potencial para su incorporación a la producción nacional, como fuente de proteínas para la alimentación de rumiantes, aves y cerdos. Aunque posee lectinas en hojas y semillas, como muchas otras leguminosas varias propuestas tecnológicas recientes y en particular la aplicación de calor seco permiten prever la solución de ese problema, lo cual haría posible aprovechar sus cualidades, como son: alta productividad, alto valor nutritivo en granos y follaje, gran capacidad de fijación del nitrógeno atmosférico, fácil germinación de las semillas, y resistencia al ataque de insectos. Un amplio intervalo de tolerancia ante variadas condiciones de textura y fertilidad del suelo así como su resistencia a la sequía, son importantes atributos adicionales. Según Beyra (2004) el género *Canavalia* tiene aproximadamente 60 especies pantropicales, con concentración neotropical, ya que alrededor de 37 especies se distribuyen en el área neotropical, y alrededor de 15 especies en el área peletropical, mayormente en el área oriental del Océano Índico y porción occidental del Océano Pacífico; unas pocas especies se distribuyen en Hawaii y solamente una especie, *C. rosea*, es pantropical, la cual constituye un elemento común en playas y vegetación litoral. Sin embargo, hay al menos 4 especies que se han cultivado como forraje y alimento en la etapa precolombina.
- **Fisiología:** Tallos rastreros o trepadores, robustos, mayormente pubescentes. Hojas alternas pecioladas, pinnado-trifoliadas, folíolos de 7-30 x 5-20 cm; lámina entera, cartácea o coriácea, completamente glabra en unas pocas especies, pero generalmente con pelos aplicados o ascendentes sobre ambas superficies foliares, más esparcidos sobre el ápice que sobre la porción basal, con lámina comúnmente ovada y acuminada, pero además elíptica, obovada, oblonga, lanceolada o combinaciones de éstas, así como oblongo-circulares, con nervadura pinnada; folíolos laterales a menudo ligeramente asimétricos; pecíolos más cortos o de igual longitud que el folíolo terminal; estípulas pequeñas, deciduas e inconspicuas, no estriadas, lanceoladas u oblongas, a veces espolonadas e hinchadas debajo,

estipelas pequeñas, deciduas; peciólulos de 5-7 mm de longitud, muy raramente glabros, generalmente con pelos ascendentes. (Beyra, A. 2004).

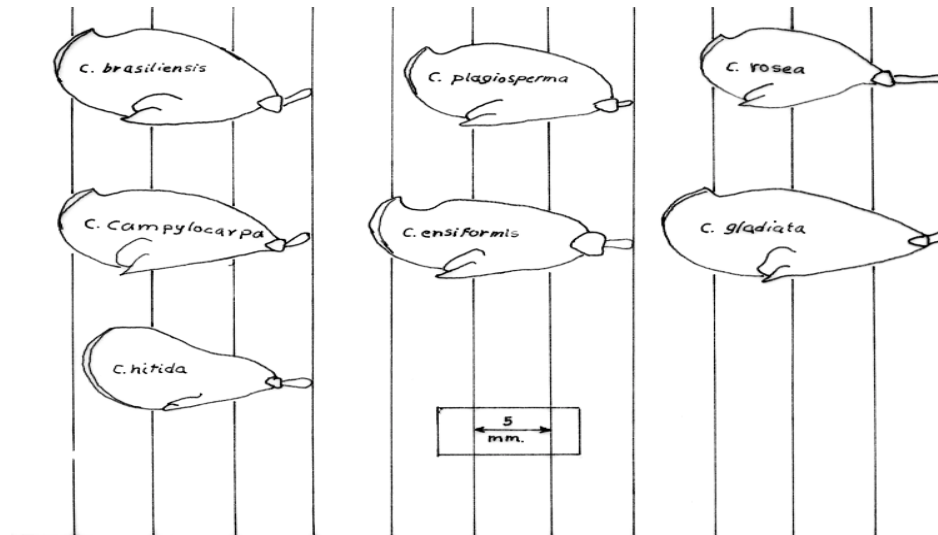
Inflorescencias axilares, racimosos, o flores en pares o en pequeños grupos a lo largo del raquis, el cual está engrosado en los puntos de inserción, portando 2 a 6 flores pediceladas, cada una con dos bractéolas deciduas en la base del cáliz; flores comúnmente resupinadas, mayormente grandes, a menudo más bien de textura gruesa con pétalos de 1.5-6.0 cm de longitud, vistosos, púrpura-violeta, a rosados o blancuzcos. Cáliz de 8-25 mm, tubular en la base, bilabiado, verde generalmente con manchas purpúreas, con escasos a densos pelos aplicados o ascendentes; labio inferior con tres lóbulos grandes unidos a lo largo del borde superior, a veces brevemente rostrado. (Beyra, A. 2004).

Estandarte obovado, reflexo, con un par de aurículas y callosidades a lo largo de la vena media en el subgénero *Canavalia*, alas libres, estrechas, ligulares, obtusas, auriculadas en la base arriba de la uña; quilla más ancha que las alas, incurva, obtusa o rostrada, auriculada, a menudo torcida. Estambres 10, generalmente monadelfos o pseudomonadelfos, con el estambre vexilar más o menos libre (el vexilar libre en la base y connado arriba con los demás, raramente completamente libre), los demás filamentos fusionados; anteras uniformes versátiles; ovario sésil puberulento, multiovulado; estilo delgado, incurvo, glabro; estigma pequeño terminal. (Beyra, A. 2004).

Legumbre de 10-40 cm de longitud y 1.5-5 cm de ancho, linear a oblonga, los costados paralelos o ligeramente a fuertemente incurvas, aplanadas o infladas, indehiscente o dehiscente, a veces con dehiscencia explosiva, 2-valvar, las valvas coriáceas, longitudinalmente acostillada a lo largo de ambas suturas y con costillas adicionales próxima a la costilla ventral, en la mayor parte de las especies (1-3 costillas extras situadas a 3-6 mm de la sutura ventral). (Beyra, A. 2004).

Semillas de 7-35 mm de longitud, en número de 4-15, enclavadas en un endocarpo papiráceo, forma de la semilla ovoide, elipsoidal o reniforme, comprimida, hilo linear de 4-35 mm de longitud, gris o negro, generalmente rodeado por un reborde pardo, con un apéndice funicular pequeño, papiráceo, persistente, testa de color blanco, pardo, (variegado con blanco), rojo, negro o verde. (Beyra, A. 2004)

- **Palinología:** Según Beyra (2004) y Ferguson & Skvarla (1981), caracterizaron el polen de *Canavalia* como heteropolar, oblato, con endexina gruesa, tectum casi entero, grueso, y estratificación de la pared no especializada dentro de la tribu como un todo. Como se muestra en la figura 3 Contorno del Cáliz.



**Figura 3** Contorno del cáliz en las especies cubanas de *Canavalia* (Beyra, A. 2004)

- **Tamaño y Distribución:** El género es pantropical con aproximadamente 60 especies.
- **El género *Canavalia* esta subdividido en 4 subgéneros:**
  1. Subgénero *Catodonia* propio del Nuevo Mundo
  2. Subgénero *Wenderotia* propio del Nuevo Mundo
  3. Subgénero *Maunaloa* endémico de Hawaii
  4. Subgénero *Canavalia* propio del Nuevo Mundo. Según (Beyra, A. 2004)

Comparación de los estadios fenológicos de *canavalia* (dds: días desde la siembra; V denota los estadios vegetativos y R los reproductivos. En la *canavalia* r se refiere al número de ramas en el eje principal). Según se muestra en el cuadro 7 Estadios fenológicos de la variedad *Canavalia ensiformis*.

**Cuadro 7** Estadios fenológicos de la variedad *Canavalia ensiformis*

Días después de la siembra	Canavalia
0-10	Vo
11-20	V1
21-30	V3-4
31-40	V5-6 (1-3r)
41-50	V7R0 (3-5r)
51-60	V9-14 (R1) (4-10r)
61-70	V11-14( R2) (7-10r)
71-80	V11-19 (R2-R3) (3-13r)
81-90	V14-25 (R2-R3) (6-15r)
91-100	V16-26 (R3) (6-16r)
101-110	V16-28 (R3) (5-13r)
111-120	V19-28 (R3) (7-15r)
121-140	V20-33 (R4-R5)6-18r)
141-150	V21-34 (R4-R5) (6-18r)

Fuente: De Gouveia, 1999.

Según Gouveia (1999) a los 14 dds se inició la expansión de los protófilos, y a los 24 se observaron diferentes fenofases dentro del mismo muestreo, pero con predominio del estadio V3 (dos hojas compuestas). Desde los 35 días se observó la formación de ramas en la canavalia, y ese proceso continuó sin interrupciones hasta el final del experimento, llegando a observarse en algunos casos hasta 18 ramas primarias por planta a los 133 días. En la figura 4, se muestra una planta de *Canavalia ensiformis* en estado adulto.

Y a los 44 días el proceso reproductivo se encontraba en marcha, puesto que había yemas florales en crecimiento (R0) en un 50% de las plantas; este dato es consistente con observaciones previas (16) en las cuales la fenofase R0 ocurrió a los 43 días, en plantas sembradas en Maracay entre el 15 de diciembre y el 15 de enero, cuando la duración del día oscilaba entre 11h 33 min y 11h 36 min.





**Figura 4** Planta de *Canavalia ensiformis*  
**Fuente:** De Gouveia, 1999

Dichos autores sostienen la influencia cuantitativa de los días cortos sobre la floración en *Canavalia ensiformis*. La fenofase R1 (inflorescencias en crecimiento) ocurrió a los 56 días cuando las plantas tenían de 9 a 14 nudos en su eje principal (V9 y V14), mientras que la antesis (R2) se inició a los 64 días en plantas con 11 a 14 nudos, algunas de las cuales ya tenían pequeñas legumbres verdes (R3). Sin embargo, el estadio R3 alcanzó su máxima manifestación solamente a partir de los 92 días, y se prolongó hasta los 120, ocurriendo el amarillamiento (R4) y secado (R5) de los frutos a partir de los 133 y 140 días respectivamente, aunque la maduración heterogénea de las legumbres determinó que las plantas fueran cosechadas en dos oportunidades. Si bien globalmente los eventos fenológicos observados en este experimento, coinciden con resultados publicados en trabajos previos (17, 24), la fase de llenado de granos en este ensayo se prolongó con respecto a esas observaciones, probablemente a causa del exceso de humedad ocasionado por las lluvias caídas desde la última semana de mayo.

**Cuadro 8** Resumen de las condiciones del cultivo de *Canavalia ensiformis*

<b>Descripción</b>	Familia	<b>Leguminosas</b>
	Cultivar	<b>Común</b>
	Vegetativo	<b>Anual</b>
	Forma crecimiento	<b>Herbácea / rastrera</b>
<b>Adaptación</b>	Tipo de suelo	<b>Todos bien drenados</b>
	Altitud	<b>Hasta 1.000 m</b>
	Precipitación anual	<b>900 / 1.500 mm</b>
<b>Resistencia</b>	Sequía	<b>Alta</b>
	Frío	<b>Mediana</b>
	Humedad	<b>Baja</b>
	Salivazo	<b>Alta</b>
	Sombreamiento	<b>Mediana</b>
<b>Indicación</b>	Pastoreo	<b>No</b>
	Heno	<b>No</b>
	Ensilaje	<b>No</b>
	Bco. de proteínas	<b>No</b>
	Asociación	<b>Café / Citrus y otras</b>
	Abonación verde	<b>Soltero / cultivos perennes</b>
<b>Exigencias</b>	Suelo(pH)	<b>Corregir acidez</b>
	Época	<b>Estación lluviosa</b>
	Fertilización	<b>Fosfatada en la siembra</b>
	Profundidad	<b>3.0 cm</b>
	Preparación del suelo	<b>Convencional, bien desterronado y nivelado</b>
<b>Producción</b>	Materia seca ha/año	<b>05 t</b>
	Proteína en la M.S	<b>12 / 20%</b>
	D.I.V. M.S.	<b>***</b>
	Palatabilidad	<b>***</b>
<b>Utilización /Manipulación</b>	Tiempo de formación	<b>120 días</b>
	Primer pastoreo	<b>***</b>
	Altura del corte	<b>***</b>
	Incorporación	<b>Al inicio de la floración</b>
	Nitrógeno fijado	<b>130/ha/año</b>

Fuente: De Gouveia, 1999

- **Clasificación taxonómica de *Canavalia*:**La canavalia pertenece a la familia fabacea, teniendo como característica de esta familia la presencia de las semillas cubiertas por una vaina. A continuación se presente la clasificación taxonómica de esta planta.

**Cuadro 9** Clasificación taxonómica (*Canavalia ensiformis*)

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Fabales
<b>Familia</b>	Fabaceae
<b>Genero</b>	Canavalia
<b>Especie</b>	<i>Canavalia ensiformis</i>

#### 2.2.1.6 ***Crotalaria* (*Crotalaria juncea*)**

Es un cultivo de crecimiento rápido que se utiliza para la producción de fibra en el Indo-Pakistán También es bueno para su uso como abono verde en muchas zonas tropicales y subtropicales en el mundo. Se usa como abono orgánico y fuente de nitrógeno. Suprime las malezas, frena la erosión del suelo, y reduce las poblaciones de nemátodos (ROTAR y Alegría, 1983)

Puede producir de 150 a 165 kg / ha de nitrógeno y de 7 t / ha de materia orgánica a los 60 días de crecimiento en condiciones favorables (ROTAR y Alegría, 1983) En el suroeste de Alabama, plantas cultivadas de 9 a 12 semanas produjeron 5,9 t / ha de materia seca y 126 kg N / ha (Reeves 1996). Dejando estos residuos sobre la superficie del suelo durante el invierno dio lugar a la puesta en libertad de 75 a 80 kg N / ha (Reeves 1996). Se producen semillas durante todo el año entre elevaciones que van desde 0 a 300 m, y en verano hasta 600 m.

Según Duke (1983) es una planta herbácea anual arbustiva, 1-3 m de altura, partes vegetativas cubierto con pelos cortos largos y fuertes, con muchas raíces bien

desarrolladas raíces laterales, mucho más numerosas y ramificadas, lobuladas nódulos de hasta 2,5 cm de diámetro. Tallos de 2 cm de diámetro.; hojas simples con estípulas; peciolo corto, aproximadamente 5 mm de largo con pulvinus, hojas lineales elípticas a oblongas, enteras, 4-12 cm de largo, 0.5-3 cm amplio, verde brillante; una inflorescencia abrir el racimo terminal a 25 cm de largo con muy pequeñas brácteas lineal; vistosas flores, los pequeños con 5 sépalos peludo, poco unidos en la base, los lóbulos, con 3 sépalos unidos inferior a las propinas, la separación en el sector de las frutas, pétalos de color amarillo profundo, aproximadamente 2,5 cm de diámetro., Redondeado, a veces púrpura sobre la superficie dorsal, las alas cortas y retorcidas quilla; estambres 10, casi sobre la base de 5, con filamentos de corto y largo y estrecho anteras y 5 de largo con filamentos y anteras pequeñas redondeadas; el sector de las frutas vaina de unos 3 cm de largo, 1 cm de ancho, acanalado a lo largo de la superficie superior, con un pico corto de color marrón claro cuando están maduras, varias semillas, peludo, suave; semillas numerosas, pequeñas, aplanadas, de color gris oscuro a negro, suelta en la vaina en la madurez, 33000 semillas por kg.

- **Clasificación taxonómica de *Crotalaria*:**La *Crotalaria* pertenece a la familia fabacea, teniendo esta como característica la presencia de las semillas cubiertas por una vaina. En el cuadro 10 se presente la clasificación taxonómica de esta planta.

**Cuadro 10** Clasificación taxonómica (*Crotalaria juncea*)

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Fabales
<b>Familia</b>	Fabaceae
<b>Tribú</b>	Crotalarieae
<b>Genero</b>	Crotalaria
<b>Especie</b>	<i>Crotalaria sp</i>

En el siguiente cuadro se describen las diferentes condiciones optimas que necesita este cultivo para su mejor aprovechamiento.

**Cuadro 11** Resumen de las condiciones del cultivo de *Crotalaria juncea*.

<b>Descripción</b>	Familia	<b>Leguminosas</b>
	Cultivar	<b>IAC – 1</b>
	Ciclo vegetativo	<b>Anual</b>
	Forma crecimiento	<b>Arbustivo</b>
<b>Adaptación</b>	Tipo de suelo	<b>Mediano / bien drenados</b>
	Altitud	<b>Hasta 1.000 m</b>
	Precipitación anual	<b>600 / 1.500 mm</b>
<b>Resistencia</b>	Sequía	<b>Mediana</b>
	Frío	<b>Mediana</b>
	Humedad	<b>Baja</b>
	Salivazo	<b>Alta</b>
	Sombreamiento	<b>Baja</b>
<b>Indicación</b>	Pastoreo	<b>No recomendado</b>
	Heno	<b>Producción de fibras</b>
	Ensilaje	<b>No</b>
	Bco. de proteínas	<b>No</b>
	Asociación	<b>Cultivos perennes</b>
	Abonación verde	<b>Rotación de cultivos</b>
<b>Exigencias</b>	Suelo(p.H.)	<b>Corregir acidez (encalado)</b>
	Época	<b>Estación lluviosa</b>
	Fertilización	<b>Fosfatada en la siembra</b>
	Profundidad	<b>2,0 cm</b>
	Preparación del suelo	<b>Convencional, bien desterronado y nivelado</b>
<b>Producción</b>	Materia seca ha/año	<b>06 / 07 t</b>
	Proteína en la M.S	<b>***</b>
	D.I.V. M.S	<b>***</b>
	Palatabilidad	<b>Tóxica a los animales</b>
<b>Utilización /Manipulación</b>	Tiempo de formación	<b>90 / 120 días</b>
	Primer pastoreo	<b>No</b>
	Altura del corte	<b>05 cm</b>
	Incorporación	<b>Al inicio de la floración</b>
	Nitrógeno fijado	<b>350/ha/año</b>

Fuente: De Gouveia, 1999

- **Distribución:** El origen es incierto, pero se cree que es nativo de la India y el Pakistán. Ahora cultivado en toda la India (a partir de las estribaciones del Himalaya a Ceilán), el Pakistán, en Uganda y Rhodesia, y, en el Hemisferio Occidental (por ejemplo Brasil) en el que se presentó a principios de siglo 19. (Duke J.1983)
- **Ecología:** Casi cualquier suelo bien drenado, es adecuado para el cultivo que va desde la etapa templado frío a muy seco tropical a través de bosque húmedo tropical, se informa a tolerar la precipitación anual de 4,9 a 42,9 dm (media de 29 casos = 14,9 dm), la temperatura media anual de 8,4 a 27,5 ° C (media de 29 casos = 22,5 ° C) y pH de 5,0 a 8,4 (media de 24 casos = 6,2). (Duke J. 1983)
- **Los rendimientos y economía:** Según Duke (1983) India crece alrededor de 360.000 hectáreas de sunnhemp año, la producción de entre 80.000 y 100.000 MT fibras, con alrededor de 20-30% que se exportan al Reino Unido, Estados Unidos, y Bélgica.La producción mundial de sunnhemp es MT 130000, producidos principalmente por la India, Brasil y Pakistán occidental  
El rendimiento de semillas van desde 500 a 1000 kg / ha (a 2470 kg / ha de acuerdo con ROTAR y Alegría, 1983). Aproximada de rendimiento de materia seca 2,5 toneladas / acre
- **Descripción de semillas:** Hay aproximadamente 15,000 semillas por libra (30000 - 35000/kg)Las semillas son de pizarra verde oscuro y alrededor de 1 / 4 de pulgada de largo (1 / 2 cm).
- **Contribución N:** N contenido aproximado de 51 lbs. / T de materia seca
- **Crotalaria como repelente:** Orozco (2006) cita que las plantas repelentes ocon utilidad insecticida son aquellas que han desarrollado sustancias denominadas aleloquímicos, como mecanismo de defensa frente al ataque de insectos. Estos compuestos se han desarrollado a través de la evolución mediante la activación de vías metabólicas secundarias, en las que se han creado compuestos químicos que

cumplen la función de mensajeros o infoquímicos entre las mismas y diferentes especies y que regulan defensivamente la presencia de los insectos rizófagos y fitófagos en las plantas en su constante búsqueda de refugio, alimento y sitios de oviposición óptimos. Estos compuestos pueden actuar como atrayentes, estimulantes, toxinas, repelentes o inhibidores de la alimentación y de la oviposición. La gran abundancia de estos compuestos en las plantas ofrece excelentes perspectivas para la identificación y uso como plaguicidas (Castañera, 1998).

Es importante destacar que el efecto de tales sustancias no es tan agresivo ni fulminante como los insecticidas organosintéticos, pues estos alteran el comportamiento y la fisiología al provocar repelencia, inhibición en el crecimiento, por lo que realmente deben ser llamados insectistáticos y no insecticidas en su mayoría (Rodríguez, 1998). Cabe señalar que el uso de sustancias vegetales para el control de plagas no debe considerar la erradicación total del organismo plaga, sino que debe procurar la restauración, preservación y la consolidación del balance de los ecosistemas. (Orozco M. 2006).

Según Orozco (2006) comenta que existen varios compuestos que poseen las plantas que tienen poder insecticida o de repelencia, como son los alcaloides, esteroides, terpenoides, fenoles, entre otros, los cuales afectan a los artrópodos plaga. Entre las plantas que se han utilizado para el control de plagas se encuentran el nim (*Azadirachta indica* A. Juss.), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), crotalaria (*C.juncea* L.), galactia (*Galactia striata* (Jacq.) Urb., citronela (*Cymbopogon nardus* L.), entre otras (Bernal y Correa, 1992; Soto, 1999; Gómez y Soto, 2002; Henao et al., 2002).

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 General

Caracterización de las especies de *Crotalaria juncea* y *Canavalia ensiformis* en el aporte de nitrógeno en condiciones de cultivo intercalado en cinco y seis diferentes densidades de siembra en caña de azúcar (*Sacharum spp*)

### 2.3.2 Especifico

- Describir el crecimiento de las especies *Crotalaria juncea* y *Canavalia ensiformis* bajo los diferentes distanciamientos de siembra, en asocio con caña de azúcar.
- Determinar la edad adecuada de la leguminosa en que pueda incorporarse en forma mecánica al cultivo caña de azúcar, sin causarle daño al mismo.
- Determinar la cantidad de nitrógeno en kilogramos por hectárea acumulado en el follaje y raíces de la leguminosas (*Canavalia ensiformis* y *Crotalaria juncea*) en los diferentes distanciamientos de siembra en asocio con caña de azúcar.



## 2.4 METODOLOGÍA

### 2.4.1 Descripción del área.

La presente investigación se realizó en el estrato III de la zona cañera de la costa sur de Guatemala que se encuentra entre los 40 a 100 msnm, correspondiente a la zona baja, específicamente en Finca La Habana, en el lote 0601 que se encuentra a 80 msnm, dentro de las coordenadas geográficas **latitud 14°13'07.82" norte y longitud 91°02'08.70" oeste** zona de Playa Grande ubicada entre los municipios de La Democracia y La Gomera; en el Departamento de Escuintla. En la figura 5 se indica la ubicación donde se realizó el ensayo.



**Figura 5** Imagen satelital de la zona Playa Grande.

**Fuente:** Departamento de Ingeniería Agrícola, Corporación Pantaleón Concepción, S.A.

#### 2.4.1.1 Condiciones climáticas.

En lo que respecta a la Finca La Habana zona de Producción Playa Grande, según el mapa climatológico de la república de Guatemala (Sistema Thornthwaite), el clima de esta zona se clasifica como A´a´Bi de donde:

A´ = Calido, a´ = sin estación fría bien definida, B = Húmedo, i = con invierno seco.

La estación de lluvias tiene una duración de 90 a 120 días por año, con una precipitación media anual de 2,000 a 3,000 mm, según Cuadro 12. Precipitación media anual.

**Cuadro 12** Precipitación media anual

Año 2008	Datos	
	Prec. (mm)	Hrs. Lluvia
Enero	20	2
Febrero	44	7
Marzo	109	10
Abril	394	30
Mayo	286	41
Junio	545	61
Julio	495	65
Agosto	754	70
Septiembre	1205	128
Octubre	462	73
Noviembre	45	6
Diciembre	16	2
<b>Total</b>	<b>4374</b>	<b>497</b>

**Fuente:** Estación meteorológica Mangalito, finca Pantaleón

Según Cruz, (1981) el sistema de clasificación de Holdrige, el área de la finca donde se montó el ensayo, pertenece al Bosque Húmedo Subtropical Cálido bh-S(c). Con un tipo de suelo de mollisol seco.

Las temperaturas medias para finca la Habana según los datos obtenidos de la estación meteorológica Mangalito, es de 24 a 28° C (media anual), 20° C mínima promedio y 30-35° C máxima promedio, como se puede observar en el cuadro 13. temperaturas máximas y mínimas, según Estación Meteorológica Mangalito, Finca Pantaleon

**Cuadro 13** Temperaturas máximas y mínimas.

Año 2008	Temperatura °C	
	Max	Min
Enero	31	20
Febrero	31	22
Marzo	31	22
Abril	31	21
Mayo	30	22
Junio	29	21
Julio	29	21
Agosto	29	21
Septiembre	29	21
Octubre	29	21
Noviembre	31	19
Diciembre	32	19
<b>Total</b>	<b>362</b>	<b>251</b>
<b>Media</b>	<b>30</b>	<b>21</b>

**Fuente:** Estación meteorológica Mangalito, finca Pantaleón

### 2.4.1.2 Suelo

Según el análisis físico-químico de los suelos donde se realizó el ensayo mostraron las siguientes características según cuadro 14.

Se realizó una Calicata de 1.50 x 1 x 3 m. para determinar la estructura del suelo, donde se procedió a tomar muestras de forma aleatorizada en el área de estudio, que constituyen 6 has en total del pante del lote y se procedió a tomar 1 muestra compuesta cada 3 hectáreas, la cual se analizó en CENGICANÑA para su análisis químico, en total serán 2 muestras, antes de la siembra. El suelo tiene una textura Franco Arenosa.

**Cuadro 14** Resultado análisis de suelo finca La Habana

Elemento	%	Meq/100g	ppm
Arcilla	8.10		
Limo	29.14		
Arena	62.76		
M.O	6		
Ca		11.82	
Mg		2.10	
K		0.43	
Na		0.17	
CIC		14.4	
P			10
Cu			2.6
Zn			2
Fe			2.1
Mn			13.85

Fuente: Laboratorio Agrilab

### 2.4.2 Descripción del material experimental

Se evaluaron las especies de *Crotalaria juncea* y *Canavalia ensiformis* debido a que estas leguminosas son las que más propagación de forma empírica han tenido para producción

de semillas, pero debido a esto se busca tecnificar la siembra y conocer la edad óptima a los 25, 35, 45, 55 y 65 días después de la siembra, dichas edades están basadas a investigaciones hechas en CENGICAÑA por Pérez (2008) cita que la edad adecuada para incorporar la leguminosa al suelo es de 65 días, pero debido al crecimiento acelerado de la variedad CP 88-1165 el jefe del departamento de Investigación decidió tomar esa edad como límite e intercalar cada 10 días hasta 25 días como mínimo, determinar la mejor densidad de siembra y conocer el nitrógeno aportado en cada una de las especies a evaluar.

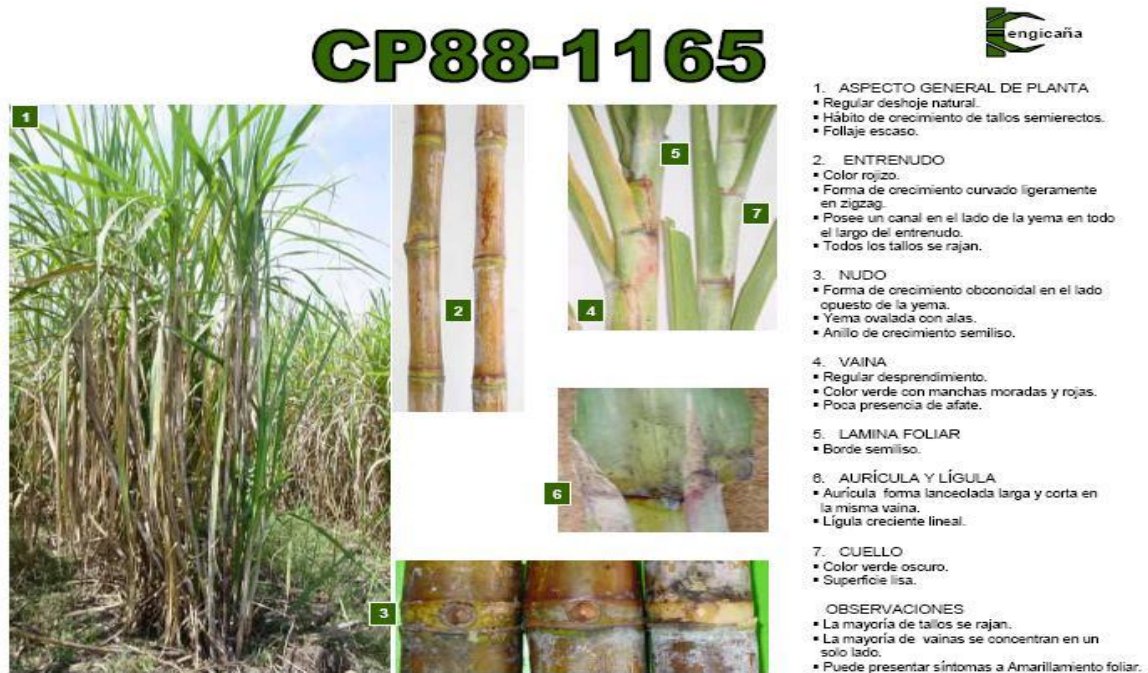
#### **2.4.2.1 Características para la selección de las áreas**

Se utilizó una plantación que se fuera a sembrar en los meses de octubre y noviembre, debido a que estas son las últimas siembras las cuáles se usarán como semilleros para la siguiente época, por lo que la siembra de las leguminosas se tiene que realizar en igual tiempo con la caña para evaluar las siguientes variables: edad de la leguminosa y competencia con la caña de azúcar, el área se fertilizó con lo tradicional al momento de la siembra del cultivo de la caña que son 80 Kg de fósforo por hectárea según (Montepeque 2008), la fertilización de complemento no se realizó, debido a que es en forma mecanizada fertilizante en la mesa y se hace a los 35 días después de la siembra de la caña lo cual afectaría la leguminosa sembrada en la mesa de la caña de azúcar.

#### **2.4.2.2 Descripción de la variedad CP 88-1165**

Esta variedad se caracteriza por no florear y sus altas producciones que van desde 90 hasta 120 ton de caña por hectárea, se han reportado producciones de hasta 140 ton/has. dependiendo del manejo que se le de y las condiciones del suelo, se adapta mejor a suelos franco-arenosos y especialmente en las zonas bajas que van desde 0 hasta 100 msnm, se adapta a cualquier tipo de suelo y elevaciones que van desde 0 a 300 msnm pero su productividad tiende a bajar, según se muestra las características en la figura 6. Otra característica de esta variedad en la zona cañera es su rápido crecimiento; y que esta desplazando a la variedad CP 72-2086 ya que esta variedad es afectada por la enfermedad Roya Naranja descubierta recientemente. Actualmente el área sembrada con

esta variedad es de 60% en la zona de Playa Grande con un área de 8500 has. (Lopez 2008)



**Figura 6** Descripción del material experimental, según manual de variedades, CENGICAÑA.  
**Fuente:** Manual de CENGICAÑA

### 2.4.3 Manejo del ensayo

Al momento de la siembra del cultivo de caña de azúcar con la variedad CP 88-1165 se fertilizó con fuente de Fósforo a razón de 80 kg/has en el surco, luego se procedió a la siembra de forma comercial que consiste en sembrar esquejes a cadena doble aproximadamente 740 paquetes por hectárea, cada paquete consto de 30 cañas de 60 cm de longitud, el distanciamiento fue de 1.75 mts entre surcos. Se aplicó herbicida estrictamente pre emergente tanto al cultivo como a la maleza, despues de aplicado el herbicida entre los 8 y 15 días aproximadamente se sembró la leguminosa, esto para no romper el sello del herbicida.

#### 2.4.4 Variables de respuesta

Para cumplir con el objetivo de determinar el comportamiento fenológico de las especies *Crotalaria júncea* y *Canavalia ensiformis* bajo los diferentes distanciamientos de siembra, en asocio con caña de azúcar, se siguió la siguiente metodología:

Se realizaron lecturas cada 5 días para observar los cambios fisiológicos en las edades de las leguminosas, tomando lecturas de cotiledones, primeras hojas verdaderas, desarrollo vegetativo, desarrollo reproductivo hasta floración y formación de vainas. Tabulando la información en base a la boleta de recolección de datos por medio de un esquema final.

La determinación de la edad adecuada de la leguminosa en que pueda incorporarse en forma mecánica al cultivo sin causarle daño al mismo, se realizó en base a:

- Mediciones de la altura de la caña a la primer lígula visible, al momento de cada lectura de materia verde de la leguminosa.
- Para determinar la cantidad de nitrógeno en kilogramos por hectárea acumulado en el follaje y raíces de las leguminosas *Canavalia ensiformis* y *Crotalaria júncea* en los diferentes distanciamientos de siembra en asocio con caña de azúcar, se procedió de la siguiente forma.

##### 2.4.4.1 Muestreo de biomasa

Cada parcela tubo un tamaño de 31.5 m<sup>2</sup>, la cual se cosechó en su totalidad en cada lectura de follaje y raíces de las plantas que se encuentren en el área de la parcela, estas se pesaron en verde tanto hojas como raíz, para luego trasladarlas al laboratorio de CENGICAÑA para ser secadas y analizadas para tomar el peso en seco y realizar los cálculos de N en kg por unidad de área, las lecturas se realizaron a los 25, 35, 45, 55, y 65 días después de la siembra de las leguminosas, se incluyó altura de la caña y la leguminosa a los días indicados, para conocer la etapa crítica de altura de la caña para tomar en cuenta la incorporación de la leguminosa y por ende la comparación de aporte de N de la leguminosa en cada lectura a realizar.

#### 2.4.4.2 Variables

Las variables utilizadas fueron las siguientes

**Cuadro 15** Variables, unidad de medida e indicadores

VARIABLE	DIMENSIÓN
Biomasa foliar y de raíces en verde	Peso en k
Biomasa foliar y de raíces en seco	Peso en k
Densidades	Plantas por unidad de área
% de Nitrógeno	K
Etapas fisiológicas de las leguminosas	Días

##### A. Variables primarias

- Biomasa de follaje en k en verde
- Biomasa de follaje en k en seco
- Biomasa de raíces en k en verde
- Biomasa de raíces en k en seco
- Densidades de siembra
- % de Nitrógeno
- Etapas fisiológicas de las leguminosas
- Altura en metros de la caña en cada lectura

##### B. Variables derivadas

- Peso de las biomاسas
- Densidades
- Contenido de N. por cada edad de la leguminosa

##### C. Peso Fresco Inicial

- Dado por la formula  $Pf = \text{peso fresco (k)}$

##### D. Contenido de Humedad

- $C.H = (\text{peso fresco} - \text{peso seco}) / \text{peso fresco}$



### **E. Materia Seca**

Se registrará el peso antes y después del secado, dando como resultado el peso seco final, por lo que la materia seca esta dada según la siguiente ecuación  $\%MS=PS/PH$ .

### **F. Biomasa**

La conversión de la biomasa (k) estará dada por la siguiente ecuación

$$B=PHc \times MS$$

Donde:

B: Biomasa (k)

PHc: peso húmedo total registrado en campo (k)

MS: materia seca de la muestra

### **G. Nitrógeno**

$$kN=\%MS*\text{Peso Biomasa}/100 * N \text{ promedio}/100$$

## **2.4.5 Análisis de la información**

### **2.4.5.1 Fase de campo**

- **Mediciones:** Las mediciones de cada una de las variables detalladas se realizaron de las siguiente forma:

#### **A. Medición de biomasa**

Se cortaron las leguminosas tanto en follaje como raíces y se pesaron en verde a los 25, 35,45, 55 y 65 días después de la siembra luego se llevaron al laboratorio para su secado y peso en seco, realizándose para cada parcela.

#### **B. Medición de densidades**

De acuerdo a la cantidad de biomasa y número de plantas por densidad existente en cada una de las especies y los tratamientos.

### C. Medición de altura de caña

Estas se realizaron cada 5 días hasta los 65 días después de la siembra y se tomo como base la primer ligula visible de la caña de azúcar.

### D. Aporte de nitrógeno

Para calcular los k de nitrógeno por hectárea se realizaron los siguientes cálculos: en base a % de humedad menos 100 se obtuvo el % de materia seca la cual se multiplicó por Peso biomasa en kg dividido 100, luego dicho resultado se multiplicó por el resultado obtenido del % promedio de nitrógeno/fecha (dado por el laboratorio de CENGICAÑA) dividido 100, obteniendo el resultado en kg y luego para trasladarlo a k/h se dividió entre el resultado obtenido entre el tamaño de la parcela multiplicado por 3.

$$\text{Fórmulas: } \frac{\%MS \times \text{Peso Biomasa}}{100} \times \frac{\%N \text{ promedio/fecha}}{100} = k \text{ N}$$

$$\underline{kN} \quad \times 10,000 = \text{Kg N/h}$$

Tamaño parcela x #repeticiones

## 2.5 RESULTADOS

### 2.5.1 Etapas de crecimiento de Canavalia (*Canavalia ensiformis*)

Se realizaron lecturas cada cinco días para conocer el tamaño y comportamiento fenológico de la leguminosa los datos se presentan en el Cuadro 16. En las figuras 7, 8 y 9 se muestra el crecimiento del cultivo.

**Cuadro 16** Etapas fenológicas de (*Canavalia ensiformis*)

Dds	Etapa	Altura (m)
5	Cotiledones Vo	0.025
10	Desarrollo de Cotiledones Vo	0.08
15	Aparición hojas verdaderas V1	0.10
20	Desarrollo hojas verdaderas V2	0.15
25	Desarrollo hojas verdaderas V3	0.21
30	Formación de ramas V4Ror1	0.32
35	Aparición de yemas florales V5R1r2	0.38
40	Aparición de yemas florales V6R1r2	0.43
45	Yemas florales V6R2r2	0.45
50	Inflorescencia en crecimiento V7R2r3	0.47
55	Inflorescencia en crecimiento V7R2r3	0.48
60	Aparición de vainas V8R3r4	0.50
65	Desarrollo de vainas V8R3r5	0.52

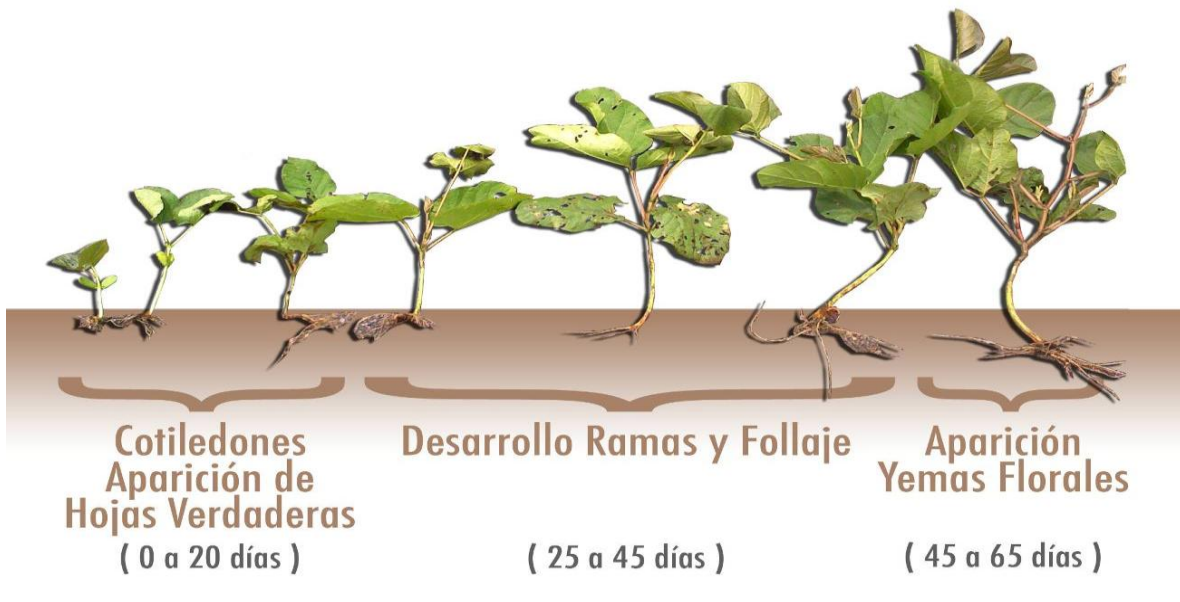
Donde: Beyra, A. denota: etapas fenológicas, R reproductivos y r números de ramas



**Figura 7** Etapa fenológica V1 (de 10 a 15 días) de Canavalia (*Canavalia ensiformis*)



**Figura 8** Etapa fenológica V5 (de 30 a 40 días) de Canavalia (*Canavalia ensiformis*)



**Figura 9** Fases de crecimiento de Canavalia (*Canavalia ensiformis*)

### 2.5.2 Fases de Crecimiento de Crotalaria (*Crotalaria juncea*)

Esta leguminosa presentó un crecimiento mayor comparado con *Canavalia*, los datos se presentan en el Cuadro 17, fases de crecimiento de Crotalaria (*Crotalaria juncea*). En las figuras 10, 11, 12 y 13 se muestra el crecimiento durante las distintas etapas fenológicas.

**Cuadro 17** Etapas fenológicas de (*Crotalaria juncea*)

dds	Etapas	Altura (m)
5	Aparición de cotiledones Vo	0.05
10	Desarrollo de cotiledones Vo	0.1
15	Aparición par de hojas verdaderas V1	0.19
20	Elongación tallo V2	0.21
25	Formación y aparición de hojas V3	0.27
30	Crecimiento y formación hojas V3	0.36
35	Crecimiento y formación hojas V4	0.45
40	Crecimiento y formación hojas V4	0.58
45	Crecimiento y formación hojas V4Ro	0.66
50	Crecimiento y formación hojas V5Ro	0.75
55	Crecimiento y formación hojas V6Ro	0.93
60	Aparición de Inflorescencia V7R1	0.94
65	Aparición de Inflorescencia V7R1	0.98

De donde: V denota etapas fenológicas, R reproductivos y r números de ramas



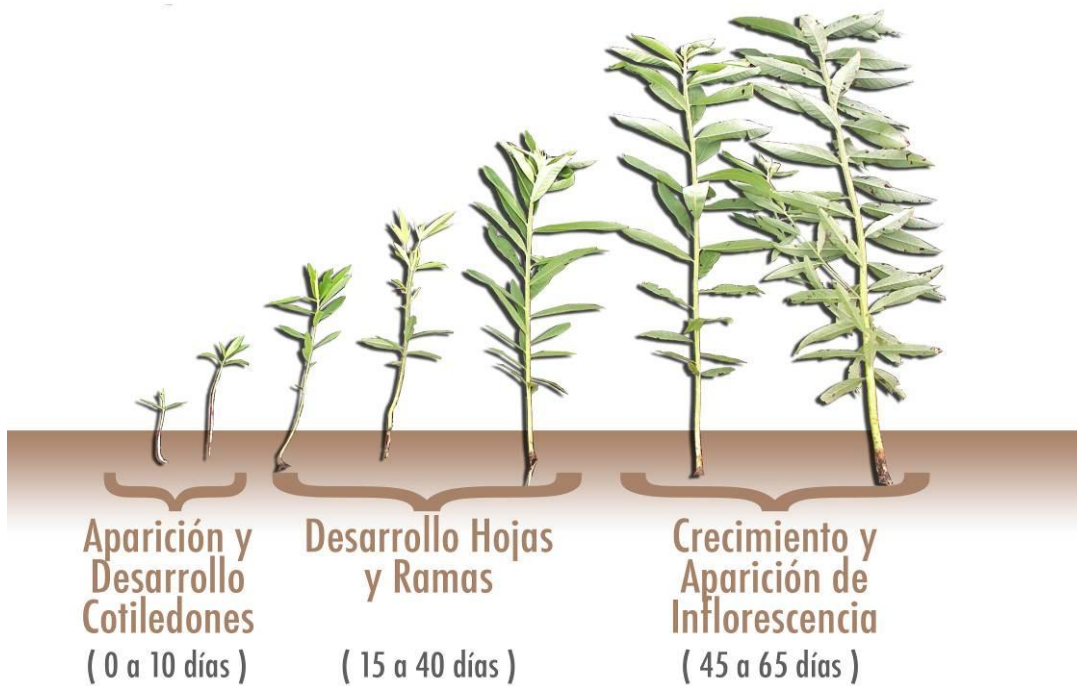
**Figura 10** Etapa fenológica V1 (de 5 a 15 días), de *Crotalaria juncea* año 2008



**Figura 11** Etapa fenológica V3 (de 15 a 25 días) de *Crotalaria juncea*, año 2008



**Figura 12** Etapa fenológica V6 (de 35 a 60 días) de *Crotalaria juncea*, año 2008



**Figura 13** Fases de crecimiento de *Crotalaria juncea*

### 2.5.3 Análisis de Costos

Se identificaron los costos relevantes para la evaluación, es decir los costos que varían, estos son los fertilizantes foliares, y el nitrato de amonio.

En la actualidad la fertilización mecanizada en la zona baja tiene un costo aproximado de \$102.00/h, este costo hace referencia a fertilizante, jornales, transporte y otros. Por lo tanto se hizo un análisis de costo parcial, para determinar el beneficio de la implementación de los tratamientos.

**Cuadro 18** Beneficio neto de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Rend. (Kg.N/ha)	Rend aj. (Kg.N/ha.)	Beneficio Bruto (Q/ha.)	Costos que varían ha.	Beneficio Neto (Q.)
T1	69.32	58.92	22,212.28	320.76	21,891.52
T2	82.08	69.76	26,300.91	801.89	25,499.02
T3	80.03	68.02	25,645.85	1603.79	24,042.06
T4	84.59	71.86	27,090.56	481.14	26,609.42
T5	89.48	76.05	28,672.39	1202.84	27,469.55
T6	84.81	72.08	27,175.38	2405.68	24,769.70
T7	88.41	75.14	28,328.88	209.65	28,119.23
T8	101.90	86.61	32,651.61	471.72	32,179.89
T9	101.92	86.62	32,657.00	314.48	32,342.52
T10	88.39	75.13	28,322.59	419.30	27,903.29
T11	82.13	69.81	26,317.95	524.13	25,793.82

El cuadro 18 muestra el resultado de los rendimientos ajustados de la producción obtenida, y el beneficio neto en Q. al cual se le aplicó un análisis de dominancia, para seleccionar el o los tratamientos que en términos de ganancias tengan la posibilidad de ser seleccionados para ser recomendado.

**Cuadro 19** Análisis de Dominancia de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Costos Variables	Beneficio Neto	Observación	Comportamiento
T7	209.65	28,119.23		No Dominado
T9	314.48	32,342.52	De t7 a t9	No Dominado
T1	320.76	21,891.52	De t9 a t1	Dominado
T10	419.30	27,903.29	De t9 a t10	Dominado
T8	471.72	32,179.89	De t9 a t8	Dominado
T4	481.14	26,609.42	De t9 a t4	Dominado
T11	524.13	25,793.82	De t9 a t11	Dominado
T2	801.89	25,499.02	De t9 a t2	Dominado
T5	1202.84	27,469.55	De t9 a t5	Dominado
T3	1603.79	24,042.06	De t9 a t3	Dominado
T6	2405.68	24,769.70	De t9 a t6	Dominado



En el cuadro 19 se muestra el análisis de dominancia aplicado a los tratamientos, T7 y T9, fueron los tratamientos no dominados, obteniendo posteriormente la tasa de retorno marginal para el análisis final.

**Cuadro 20** Tasa marginal de retorno aplicado a tratamientos no dominados.

Trat.	Beneficio Neto	Costo Variable	Cambio Neto	Beneficio	Cambio Costo Variable	TRM. (%)
T7	28,119.23	209.65				
T9	32,342.52	314.48	4,223.29		104.83	4,028.70

El cuadro 20 muestra la tasa marginal de retorno de los tratamientos no dominados del cuadro 19, el tratamiento nueve (T9) que es el de 80 semillas por m<sup>2</sup> y el de la leguminosa *Crotalaria juncea*, muestra la mayor tasa de retorno marginal, lo cual indica que es el tratamiento económicamente más rentable de los tratamientos evaluados.

**Cuadro 21** Análisis de residuos de tratamientos no dominados.

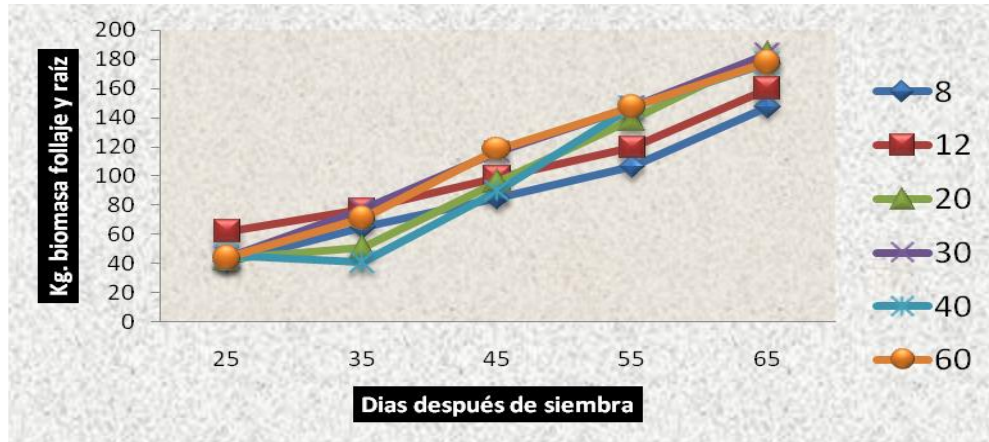
Trat.	Costo Variable	Beneficio Neto	Costo de oportunidad de CV.	Residuo
T7	209.65	28,119.23	209.65	27,909.58
T9	314.48	32,342.52	314.48	32,028.04

En el cuadro 21 se muestra el análisis de residuos de los tratamientos no dominados, esta herramienta fortalece los resultados del cuadro 19. Por regla general el tratamiento más rentable es el que acusa los mayores residuos.

#### 2.5.4 Biomasa follaje y raíz para la especie *Canavalia* (*Canavalia ensiformis*).

Para la variable Biomasa se obtuvieron los siguientes datos tanto de follaje como de raíz como se muestra en la Figura 14, el mayor porcentaje en peso lo obtuvo el follaje casi en un 97%, debido al comportamiento de crecimiento del cultivo de caña de azúcar evaluada, la mejor edad para incorporarla sería entre los 35 a 45 días después de la siembra o sea con 77.07 k con 30 semillas por metro lineal y 118.46 k con 60 semillas por metro lineal

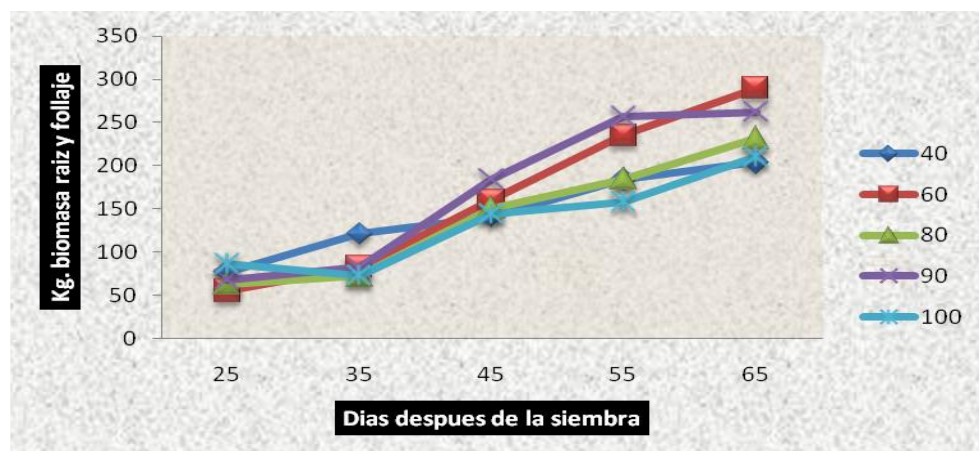
respectivamente, aunque a mayor edad la tendencia sigue en aumento pero para fines de esta investigación los mejores días serían entre los mencionados anteriormente.



**Figura 14** Comportamiento de la Biomasa en Follaje y Raíz (*Canavalia ensiformis*) en condiciones de cultivo intercalado. 2008

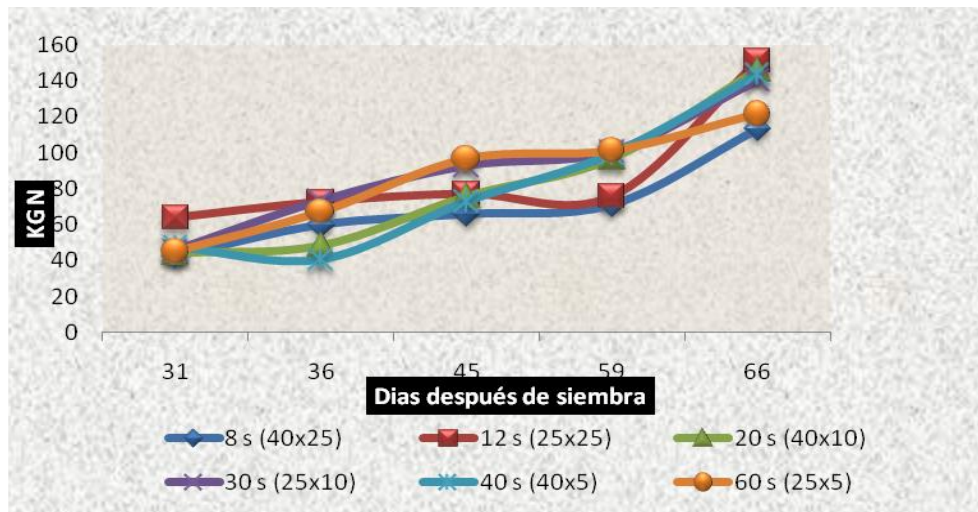
### 2.5.5 Biomasa follaje y raíz para la especie *Crotalaria juncea*.

En la especie de *Crotalaria juncea* como se muestra en la Figura 15, la tendencia es al aumento al igual que *Canavalia*, pero para fines de este estudio el límite fue de 65 días, la mayor producción de Biomasa entre los rangos de 35 a 45 días después de la siembra fueron los siguientes datos para el Tratamiento I que fue de 40 semillas por metro lineal, el mayor peso fue de 121.15 k de biomasa follaje y raíz superado a los 45 días por el tratamiento II de 90 semillas por metro lineal con 184.46 k de biomasa, superando los valores de la leguminosa *Canavalia*.



**Figura 15** Comportamiento de la Biomasa en Follaje y Raíz de (*Crotalaria juncea*) en condiciones de cultivo intercalado. 2008

La Figura 16 la mayor acumulación de nitrógeno en k para está especie es a los 65 días (último día de lectura para este ensayo) después de la siembra, para los diferentes distanciamientos que se evaluaron, pero para los fines del cultivo de la caña de azúcar y la variedad CP 88 1165 la incorporación se tiene que realizar aproximadamente entre los 35 y 45 días después de la siembra, ya que dicha leguminosa se siembra a los 2 o 4 días después de cosechada o sembrada la caña, por lo que el cultivo a los 45 días su crecimiento es de aproximadamente entre 0.5 m y 1.0 m de altura en promedio de 0.65 m, condición adecuada para la incorporación de la leguminosa de forma mecanizada.

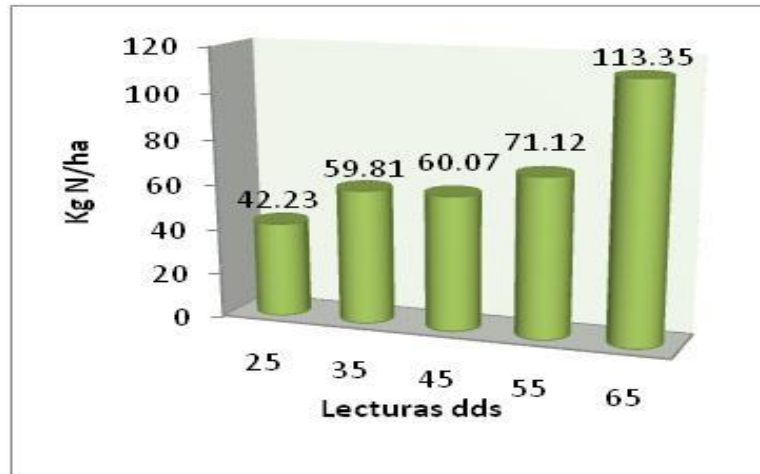


**Figura 16** Curva de Acumulación de nitrógeno follaje y raíz de (*Canavalia ensiformis*) en condiciones de cultivo intercalado. 2008

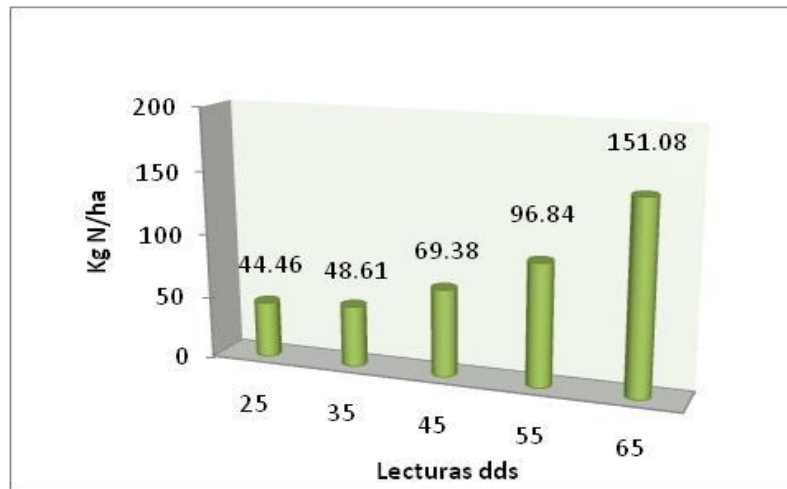
Del resultado se puede inferir que para la leguminosa en estudio *Canavalia* (*Canavalia ensiformis*) el distanciamiento de 60 semillas por metro lineal (80 semillas por m<sup>2</sup>) y a los 45 dds obtuvo un promedio de 96.63 k de nitrógeno, siguiéndole el tratamiento de 30 semillas por metro lineal (40 semillas por m<sup>2</sup>) con un promedio de Kg. de nitrógeno de 92.59 así el tratamiento de 12 semillas por metro lineal (16 semillas por m<sup>2</sup>) dio un resultado de 77.15 k de nitrógeno.

A los 35 días con 30 semillas por metro lineal se obtuvieron 73.13 k de nitrógeno, siguiéndole el tratamiento de 12 semillas por metro lineal con 72.64 k de nitrógeno.

En las siguientes figuras 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27 se muestra la tendencia de cada uno de los distanciamientos evaluados y lecturas realizadas en los días mencionados.



**Figura 17** Tratamiento 1 donde se colocaron 10.6 semillas/m<sup>2</sup> de *Canavalia ensiformis*.



**Figura 18** Tratamiento 2 donde se colocaron 26.66 semillas/m<sup>2</sup> de *Canavalia ensiformis*

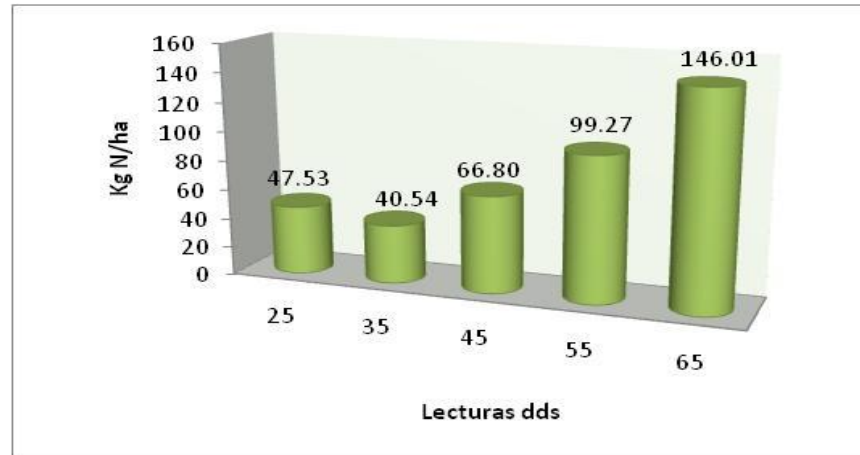


Figura 19 Tratamiento 3 donde se colocaron 30 semillas/m<sup>2</sup> de *Canavalia ensiformis*.

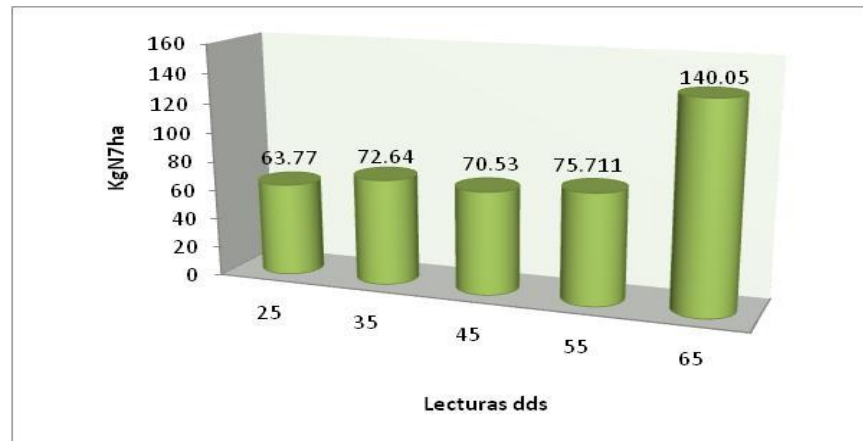


Figura 20 Tratamiento 4 se colocaron 16 semillas/m<sup>2</sup> de *Canavalia ensiformis*

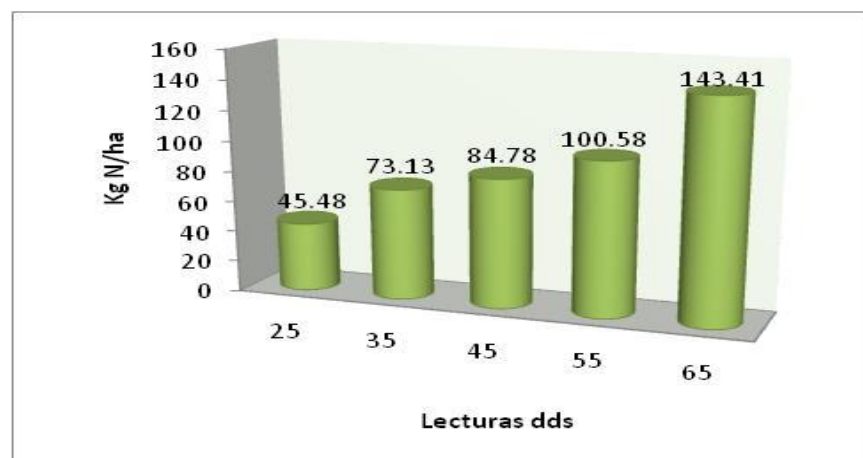


Figura 21 Tratamiento 5 donde se colocaron 40 semillas/m<sup>2</sup> de *Canavalia ensiformis*

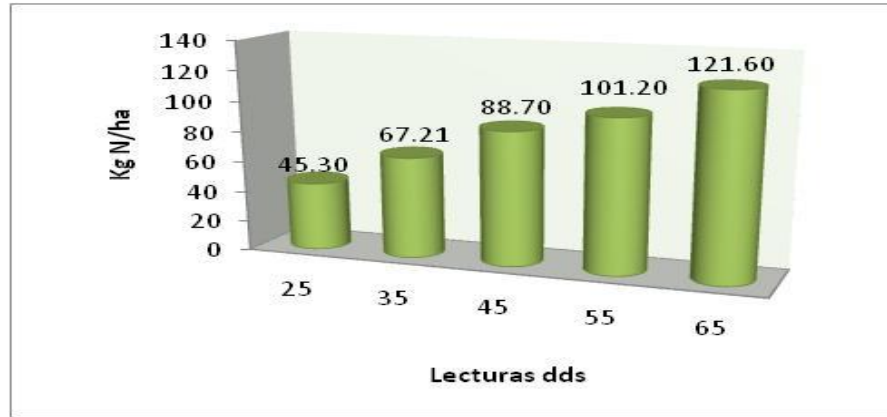


Figura 22 Tratamiento 6 donde se colocaron 80 semillas/m<sup>2</sup> de *Canavalia ensiformis*

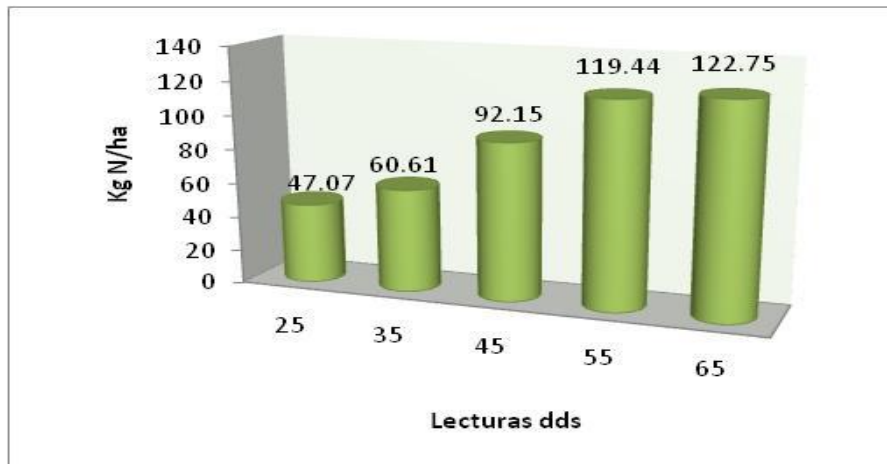


Figura 23 Tratamiento 7 se colocaron 53.33 semillas/m<sup>2</sup> de *Crotalaria juncea*.

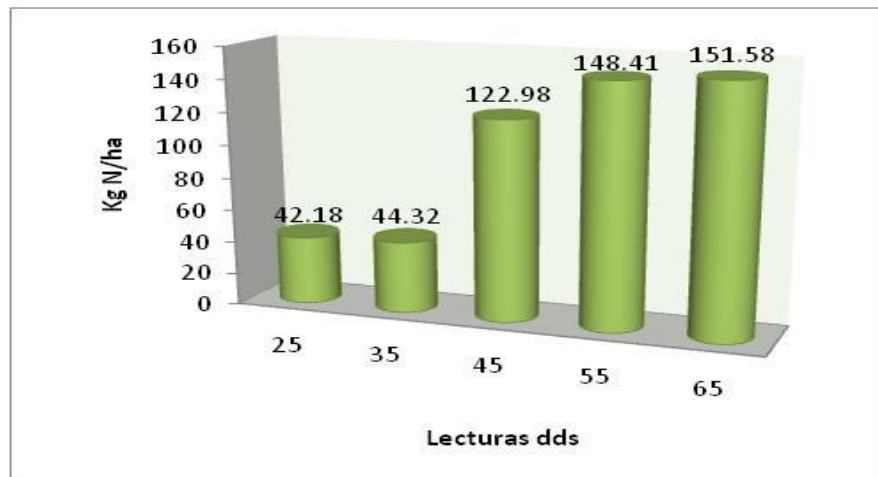
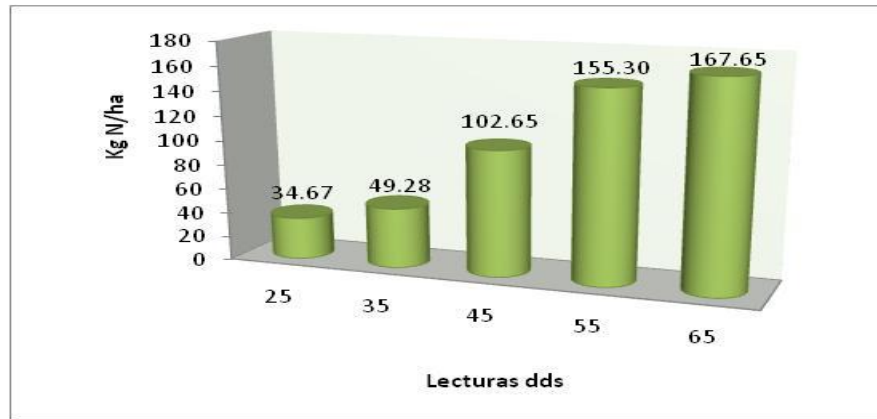
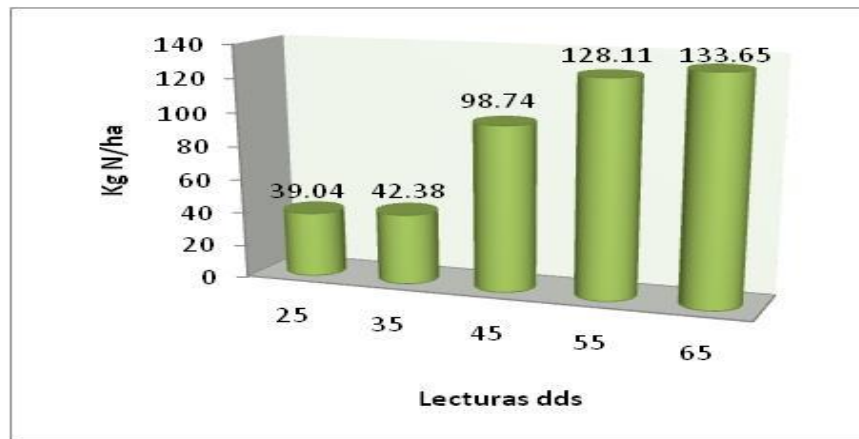


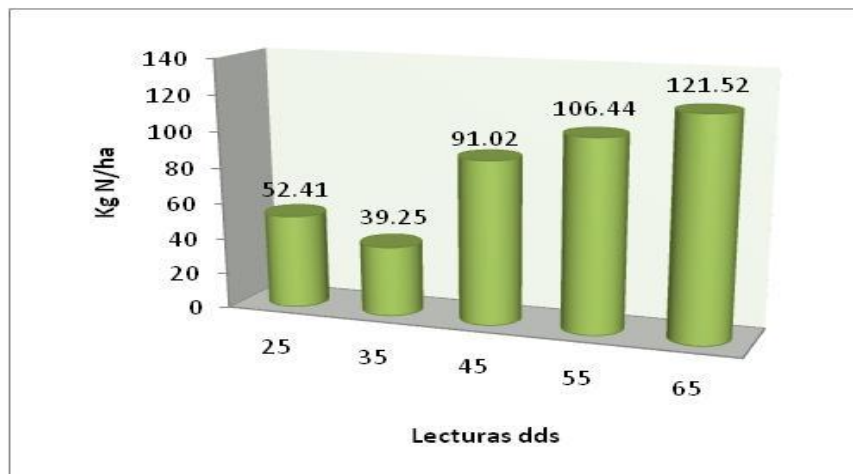
Figura 24 Tratamiento 8 se colocaron 120 semillas/m<sup>2</sup> de *Crotalaria juncea*



**Figura 25** Tratamiento 9 se colocaron 80 semillas/m<sup>2</sup> de *Crotalaria juncea*.

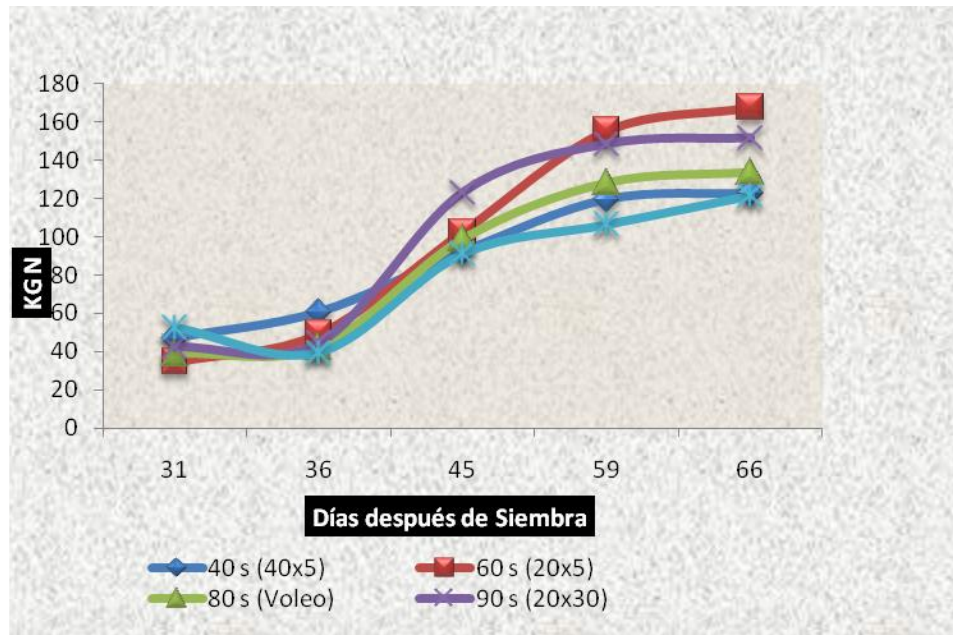


**Figura 26** Tratamiento 10 con una densidad de 80 semillas al voleo de *Crotalaria juncea*



**Figura 27** Tratamiento 11 con una densidad de 100 semillas al voleo/m lineal de *Crotalaria juncea*

Para la especie de *Crotalaria juncea* los resultados se pueden observar en la Figura 28 Curva de Acumulación de Nitrógeno en kg.



**Figura 28** Curva de Acumulación de nitrógeno follaje y raíz de *Crotalaria juncea* en condiciones de cultivo intercalado. 2008

En la figura 28 se puede observar el mismo comportamiento que en la especie de (*Canavalia ensiformis*), que a medida que los días pasan la acumulación de nitrógeno es mayor, pero en el cultivo en estudio en este caso caña de azúcar de la variedad CP 88 1165 la edad recomendable es entre 35 y 45 días después de la siembra para incorporar la leguminosa, mostrando el mayor rendimiento en kg de nitrógeno el tratamiento de 90 semillas/metro lineal ( $120 \text{ semillas/m}^2$ ) a los 45 dds con 122.98 kg, mostrando el mejor valor comparado con *Canavalia* que fue de 96.63 kg. Seguido del tratamiento de 60 semillas/metro lineal ( $80 \text{ semillas/m}^2$ ) con un valor de 102.65 kg de nitrógeno a los 45 dds y luego el tratamiento de 80 semillas al voleo con 98.74 kg. a los 45 dds, para las lecturas de 35 dds fue el tratamiento de 40 semillas por metro lineal con 60.61 kg.



## 2.6 Conclusiones

El comportamiento fenológico de las especies en estudio como *Canavalia ensiformis* y *Crotalaria juncea* muestran un crecimiento acelerado, en el caso de *Crotalaria juncea* su crecimiento es más rápido que el de la caña, en el caso de *Canavalia ensiformis* su crecimiento es rastrero con hojas compuestas anchas lo que provoca mayor sombra en el suelo lo que hace que haya menos plantas no deseadas en el cultivo de caña, los distanciamientos que se usaron en las dos especies 8, 20, 40, 12, 30, 60 semillas por metro lineal para *Canavalia ensiformis* y 40, 90, 60, 80 y 100 semillas por metro lineal para *Crotalaria juncea*, estos distanciamientos no mostraron ningún problema para las leguminosas en estudio ya que hubo buena germinación en un 95%.

La mejor edad para incorporar la leguminosa al suelo intercalado con el cultivo de la caña de azúcar debe de realizarse entre los 35 y 45 días después de la siembra, aunque las leguminosas en estudio mostraron una tendencia lineal tanto de biomasa como de kilogramos de nitrógeno por hectárea hasta los 65 días después de la siembra, además que a partir de los 65 días después de la siembra empieza a formar flores y en caso de la *Crotalaria juncea* se va lignificando.

Para la leguminosa *Canavalia ensiformis* aunque muestra una tendencia lineal en cuanto a kg de nitrógeno en el rango de 0 a 65 días después de la siembra tanto para raíz como para follaje los mejores resultados son en el rango de 35 y 45 dds, a los 35 días después de la siembra con 30 semillas por metro lineal se obtuvo 73.13 kg de nitrógeno por hectárea y con 12 semillas 72.64 kg de nitrógeno/hectárea, a los 45 días y con 60 semillas 96.63 kg de nitrógeno y el tratamiento de 30 semillas con 92.59 kg de nitrógeno.

La leguminosa *Crotalaria juncea* mostró mejores resultados que *Canavalia ensiformis* siendo estos para 35 días después de la siembra y el tratamiento de 40 semillas por metro lineal con 60.61 kg de nitrógeno por hectárea, para 45 días después de la siembra el mejor resultado fue para el tratamiento de 90 semillas por metro lineal con 122.98 kg de nitrógeno por hectárea, siguiéndole el tratamiento de 60 semillas por metro lineal con 102.65 kg de nitrógeno por hectárea.

## 2.7 Recomendaciones

- Para trabajos futuros alargar las lecturas a por lo menos 100 días o más después de la siembra.
- Para áreas improductivas sembrar *Crotalaria juncea* 60 semillas por metro lineal porque según tendencia y análisis esta aporta mas nitrógeno en comparación con *Canavalia ensiformis*.
- Para áreas que van a ser semilleros sembrar 3 meses antes la especie *Crotalaria juncea*, por su rápido crecimiento y abundante follaje lo que provocaría menos daño por maleza y protección de suelos, ya que estos semilleros se dejan para su siembra para épocas lluviosas.

## 2.8 BIBLIOGRAFÍA

1. ASAZGUA (Asociación de Azucareros de Guatemala, GT). 2006. Informe anual 2006-2007. Guatemala. 55 p.
2. Bernal, H; Correa, JE. 1992. Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello. España, Ministerio de Educación y Ciencia. p. 188-198.
3. Beyra, AG; Reyes, L. 2004. Revisión taxonómica del género *Canavalia* DL (Leguminosae-Papilionoideae) en Cuba (en línea). Cuba, Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Consultado 2 oct 2008. Disponible en <http://www.accefyn.org.co/PubliAcad/Periodicos/volumen28/107/157-175.pdf>
4. Buenaventura, C. 1986. El cultivo de la caña de azúcar. Cali, Colombia, TECNICAÑA. 146 p.
5. Castañera, P. 1998. Protección natural de plantas contra plagas: metabolitos secundarios. *In* Simposio nacional sobre sustancia, vegetales y minerales en el combate de plagas (4, 1998, Acapulco, MX). Memorias. México. 120 p.
6. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco para la Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2007. Informe de resultados zafra 2007, memoria zafra 2006-2007. Guatemala. 232 p.
7. Chen, J. 1991. Manual del azúcar de caña. México, Limusa. 23 p.
8. Cruz S, JR De la. 1981. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento: sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
9. De Gouveia M, D; Marin, C. 1999. Una comparación agroecológica de canavalia, *Canavalia ensiformis* (L) DC y soya *Glycine max* (L) Merr., sometidas a dos frecuencias de riego: I. fenología y crecimiento (en línea). Revista Facultad de Agronomía Universidad del Zulia 1999. Consultado 4 oct 2008. Disponible en [http://www.revfacagronluz.org.ue/v16\\_3/v163z002.html](http://www.revfacagronluz.org.ue/v16_3/v163z002.html)
10. Duke, J. 1983. *Crotalaria juncea* (en línea). US, Purdue University, Department of Horticulture & Landscape Architecture. Consultado 5 oct 2008. Disponible en [http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Crotalaria\\_juncea.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Crotalaria_juncea.html)
11. Ferguson, IK; Skvarla, JJ. 1981. The pollen morphology of the subfamily Papilionoideae (leguminosae) in advances in legume systematics: part. 2. Ed. by R. Mo Polhil and PH. Raven. Kew, UK, Royal Botanic Gardens. p. 859-896.
12. Ferrarotto Sirna, MS. 2006. Morfología del sistema radical de *Crotalaria juncea* L. efecto del nitrógeno y capacidad de solubilización de fósforo en condiciones de suplencia limitada (en línea). Venezuela, Fundacite Aragua. Consultado 8 oct 2008.

Disponible en [http://www.fundacite.org.gov.ve/proyectos/imprime\\_proyecto.shtml?codigo=2447&print=true](http://www.fundacite.org.gov.ve/proyectos/imprime_proyecto.shtml?codigo=2447&print=true)

13. Flores, S. 1976. Manual de caña de azúcar. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. 172 p.
14. García, J. 1997. Efecto del riego por goteo sobre el establecimiento y macollamiento de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) bajo las condiciones de la finca Monte Alegre, La Gomera, Escuintla. EPSA Investigación Inferencial. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 39 p.
15. Gómez, C; Soto, A. 2002. Evaluación de extractos vegetales para el manejo del picudo negro del plátano *Cosmopolites sordidus* GERMAR. Manizales, Caldas, Venezuela, Universidad de Caldas. Boletín Fitotecnia no. 65, 86 p.
16. Henao, D; Soto, A; Florez, L. 2002. Evaluación de extractos vegetales para el manejo de la mosca blanca de invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en tomate. Manizales, Caldas, Venezuela, Revista Universidad de Caldas 20:9-18.
17. Hernández, B. 1998. Clasificación de costos en la administración de empresas (en línea). Costa Rica, INCAE. Consultado 10 oct 2008. Disponible en [http://conocimiento.incae.edu/ES/biblioteca/basesdedatos/ver\\_reg.phtml?reg=12078&colects=a%253A1%253A%257Bi%253A0%253Bs%253A5%253A%2522admin%2522%253B%257D](http://conocimiento.incae.edu/ES/biblioteca/basesdedatos/ver_reg.phtml?reg=12078&colects=a%253A1%253A%257Bi%253A0%253Bs%253A5%253A%2522admin%2522%253B%257D).
18. López, A. 2008. Descripción del Departamento de Investigación en el Ingenio Pantaleón (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.
19. Montepeque, R. 2008. Departamento de Servicios Técnicos del Ingenio Pantaleón (entrevista). Escuintla, Guatemala, Ingenio Pantaleón.
20. Orozco, H; Soto, G; Pérez, O; Ventura, R; Recinos, M. 1995. Estratificación preliminar de la zona cañera de Guatemala. (*Saccharum officinarum* L.), en Guatemala con fines de investigación. Escuintla, Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar. 33 p. (Documento Técnico no. 6).
21. Orozco, M. 2006. Efecto de repelencia de *Crotalaria juncea*, *Galactia striata* y *Cymbopogon nardus* para el manejo de *Cyrtomenus bergi* (hemíptera: Cydnidae) (en línea). Brasil, Universidade Estadual Da Paraiba. Consultado 8 oct 2009. Disponible en <http://www.educp.uepd.edu.br/rbct/sumarios/pdf/efectorepelencia.pdf>
22. Pérez, O. 2008. Departamento de Fertilidad CENGICAÑA (entrevista). Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla, Guatemala, CENGICAÑA.

23. Pérez, O *et al.* 2008. El uso de abonos verdes como alternativa para mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo de la caña de azúcar. *Sugar Journal* 70(9):14-19.
24. Ramírez, M. 1987. Administración de empresas. Costa Rica, INCAE. 135 p.
25. Reeves, P. 1996. Potencial para el uso de cáñamo Sunn como fuente de biomasa y nitrógeno: sudeste de los EE.UU. (en línea). US. Consultado 9 oct 2008. Disponible en <http://www.agron.scijournals.org/cgi/content/full/99/6/1448#BIB19>
26. Rotar y Alegria, VE. 1983. Memoria y cuenta 2004 (en línea). Aragua, Venezuela, Fundacite. Consultado 10 oct 2008. Disponible en <http://www.fundacite-aragua.gob.ve/archivos/memoria2004.pdf>
27. Saravia R, ME. 1990. Cultivos tradicionales de exportación. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. p. 81-90.
28. Soto, A. 1999. Evaluación de insecticidas no convencionales para el manejo del barrenador del tallo de la yuca *Chilomina clarke*; Amsel. Manizales, Caldas, Venezuela, Universidad de Caldos, Boletín Fitotecnia no. 33. 90 p.
29. Subiros R, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica, EUNED. 15 p.
30. Wang, KH *et al.* 2003. *Crotalaria juncea* para el control de nematodos (en línea). California, US, Universidad La Florida, UF / IFAS. Consultado 5 oct 2008. Disponible en <http://www.agroecology.ifas.ufl.edu/sunn%20hemp.htm>
31. Wiseman, J. 2005. El empleo de abonos verdes. *Sugar Journal* 67(121):7 y 12.

### **3CAPÍTULO III**

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA  
DE LA CORPORACIÓN PANTALEÓN CONCEPCIÓN S.A, ESCUINTLA.**

### **3.1 EVALUACIÓN DEL ÁCIDO INDOL 3-BUTÍRICO, COMO ENRAIZADOR EN DIFERENTES CONCENTRACIONES PARA USO EN PILONES DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*)**

#### **3.1.1 PRESENTACIÓN**

En la actualidad la Industria Azucarera ha desarrollado nueva tecnología para mejorar la calidad de su producto y obtener la mayor producción de las plantaciones cañeras. Para obtener plantaciones con buenas condiciones, es necesario contar con semilla sana y viable para su buen desarrollo en el campo; lo cual se logra con el desarrollo de los semilleros básicos y semi-básicos. El proceso de semilleros inicia con la propagación de plántulas por el método de pilón, para lo cual se utilizan las yemas de la caña de azúcar.

Para que una plántula en pilón pueda desarrollarse en el campo es necesario que posea una raíz bien desarrollada, que pueda adaptarse rápidamente y tenga la capacidad de absorción de agua y nutrientes del suelo. La tecnología que se ha generado en el campo de la producción de pilones ha sido principalmente en la producción de hortalizas, la cual indica que para promover el desarrollo radicular de la plántula es necesario aplicar productos que realicen esta función, tal es el caso de los enraizadores, los cuales no son más que hormonas de crecimiento dentro de las cuales encontramos, las auxinas, giberelinas, etc.

En Pantaleón la producción de pilones es desarrollada por un proceso muy complejo el cual contempla el uso de un producto promotor del desarrollo radicular el cual es el Raizal, este es utilizado desde antes de la siembra hasta la fase de desarrollo del pilón. El presente trabajo presenta los resultados de la evaluación del enraizador conocido como Radix, y que su ingrediente activo es el ácido indol 3 – butírico, el cual se puso a prueba en distintas concentraciones y usando como testigo comercial el Raizal, utilizado como lo indica el instructivo para la producción de pilones de caña de azúcar y un testigo absoluto al cual no se aplicó ningún producto. El objetivo de esta evaluación fue conocer otra alternativa de elección, que pueda ayudar a mejorar la calidad de los pilones y disminuya los costos en esta actividad.

### **3.1.2 OBJETIVOS**

#### **3.1.2.1 General**

Determinar la concentración adecuada del producto para lograr el máximo número de raíces y enraizamiento de las plántulas en caña de azúcar.

#### **3.1.2.2 Específicos**

Determinar el producto y la concentración que presente una mayor germinación de las yemas.

Determinar el producto y la concentración que presente una mayor altura de plántulas.

Determinar el producto y la concentración que presente el mayor grosor de diámetro en las plántulas.

Determinar el producto y la concentración que presente la mayor densidad de raíces por plántula.

Determinar el producto y la concentración que presente el mayor peso de raíces y follaje por plántulas.



### 3.1.3 MARCO TEÓRICO

#### 3.1.3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### **Descripción de la tecnología o producto Radix 35 % TB:**

Es un producto “enraizador” en tabletas solubles en agua, cuyo ingrediente activo es un regulador del crecimiento vegetal, que induce, promueve y acelera la formación de raíces en los vegetales.

El ingrediente activo del “enraizador” **RADIX 35% BT** es el **Ácido Indol-3-Butírico**, auxinas sintéticas específica para estimular la formación y desarrollo del sistema radical de las plantas, que actúa en forma más efectiva que su homólogo natural al ácido Indol-3-Acético, induciendo la formación de nuevas raíces y acelerando su crecimiento.

Todas las plantas tienen la facultad de regenerar los tejidos y órganos faltantes, así pueden formar nuevas raíces a partir de las existentes incrementando la masa radical, o formar nuevas desde el tejido no diferenciando como es el caso de la propagación por enraizado de esquejes o acodos.

En la práctica comercial, los agricultores utilizan el enraizador **Ácido Indol-3-Butírico** para propagar plantas ornamentales, hortalizas y árboles frutales o forestales. **Ácido Indol-3-Butírico** induce y acelera la formación de nuevas raíces, adelantando la respuesta natural del vegetal, con lo que se consigue una mejor formación estructural del sistema radical, más sano y vigoroso, ramificado y desarrollado y en un menor período de tiempo, asegurando un mayor rendimiento y calidad.

### 3.1.4 METODOLOGÍA

#### 3.1.4.1 Método de Aplicación:

Se aplicó la solución de Ácido Indol-3-Butírico, a la concentración apropiada, por aspersion sobre la base de los esquejes. Se dejó unos minutos de reposo para que se absorbiera la solución en el corte del esqueje y se plantó en un medio de cultivo adecuado. No es recomendable introducir los esquejes dentro de la solución de Ácido Indol-3-Butírico, para evitar que se contamine toda la solución y pueda perder efectividad.

#### 3.1.4.2 Descripción de los tratamientos:

En el cuadro 22 se presentan los tratamientos evaluados.

**Cuadro 22** Tratamientos utilizados

TRAT 1	TRAT 2	TRAT 3	TRAT 4	TRAT 5	TRAT 6
<b>Raizal 160 ppm</b>	<b>Radix 100 ppm</b>	<b>Radix 120 ppm</b>	<b>Radix 140 ppm</b>	<b>Radix 160 ppm</b>	<b>Testigo Absoluto</b>
400 gr PC	5.74 gr PC	6.88 gr. PC	8.00 gr PC	9.12 gr. PC	0
0.4 Kg.	0.667 lt.	0.88 lt.	0.93 lt.	1.06 lt.	0
20 Lts	20 Lts	20 Lts	20 Lts	20 Lts	0
Solución	Solución	Solución	Solución	Solución	
Vitavax-200	Vitavax-200	Vitavax-200	Vitavax-200	Vitavax-200	0
Fungicida	Fungicida	Fungicida	Fungicida	Fungicida	0
0.40 lt Pc	0.40 lt Pc	0.40 lt Pc	0.40 lt Pc	0.40 lt Pc	0
Biozyme TF	Biozyme TF	Biozyme TF	Biozyme TF	Biozyme TF	0
0.40 lt Pc	0.40 lt Pc	0.40 lt Pc	0.40 lt Pc	0.40 lt Pc	0

Se utilizaron 200 yemas por tratamiento

Para obtener ppm de Radix 35 % se procedio a disolver 1 tableta pequeña en 1000 ml de agua, obteniendo por diferencias de concentración la cantidad en ml a utilizar por tratamiento, siendo las siguientes:

Las pastillas Radix de 35 gr. fueron disueltas en un litro de agua para tener una concentración de 3010 ppm, después se diluyeron los distintos volúmenes en 20 litros de agua para obtener las concentraciones o volúmenes requeridos.

**V1 = 160 ppm de Raizal.**

El tratamiento de Raizal 400 lleva 20 lts de solución, con 400 gr PC de Raizal + 0.4 lt Biozyme + 0.4 lt Vitavax

**V2 = 100 ppm de Ácido Indol-3-Butírico.**

$V2 = (20 \text{ lt} * 100 \text{ ppm}) / 3010 \text{ ppm} = 0.667 \text{ lt}$  a utilizar para Tratamiento 2, con 100 ppm de Radix

**V3 = 120 ppm de Ácido Indol-3-Butírico.**

$V3 = (20 \text{ lt} * 120 \text{ ppm}) / 3010 \text{ ppm} = V1 = 0.80 \text{ lt}$  a utilizar para Tratamiento 3, con 120 ppm de Radix

**V4 = 140 ppm de Ácido Indol-3-Butírico.**  $V4 = (20 \text{ lt} * 140 \text{ ppm}) / 3010 \text{ ppm} = V1 = 0.93 \text{ lt}$  a utilizar para Tratamiento 4, con 140 ppm de Radix

**V5 = 160 ppm Ácido de Indol-3-Butírico.**  $V5 = (20 \text{ lt} * 160 \text{ ppm}) / 3010 \text{ ppm} = V1 = 1.06 \text{ lt}$  a utilizar para Tratamiento 5, con 160 ppm de Radix

**V6 = Sin aplicar.**

**3.1.4.3 Procedimiento a utilizar**

Las cañas de la variedad PGM 89-968 fueron transportadas del campo a la planta de tratamiento del ingenio.

Se deshojaron y se extrajeron las yemas con las máquinas extractoras de yemas.

Para cada tratamiento se contó con cubetas plásticas agujereadas por los lados, con 200 yemas de caña.

Las cubetas con las yemas fueron sometidas a tratamiento hidrotérmico, sumergiéndolas en agua a 51 °C por 60 minutos.

Cada cubeta con un contenido de 200 yemas por tratamiento pasó por un baño de inmersión en cada solución de la siguiente forma:

- Cada uno de los tratamientos se sumergió 5 minutos en primera instancia en la solución de 20 lts con Biozyme, que contiene 0.40 lts. de producto comercial.
- Se escurrió brevemente, se sumergió en segunda instancia en la solución de 20 lts con Vitavax, que contiene 0.40 lt de producto comercial.
- Luego se escurrió y se sumergió cada bote con yemas en cada uno de las 5 tratamientos que le corresponden en una solución de 20 lts por 5 minutos
- La cubeta con la semilla curada de los diferentes tratamientos, estará lista para pasar a la germinación.

Después de la siembra de caña se tapó con una ligera capa de sustrato de tierra y se aplicó con bomba de mochila una solución de Biozyme, utilizando 20 cc por litro de agua, preparando 5 litros en total de dicha solución.

Se colocó nylon negro para tapar a media luz el área de germinación, para evitar que la lluvia erosione el área plantada con yemas. Cada tratamiento quedó debidamente identificado con su etiqueta.

A los 8 a 10 días después de sembrado se aplicó con bomba de mochila una solución de Raizal o Radix a una concentración de 136 (Raizal 170 gr./10litros, Radix 451 cc/10litros). A los 11 a 12 días se aplicó una solución de FOLTRON Plus, fertilizantes foliar con dosis de 10 cc por litro de agua, siempre se prepararon como mínimo 5 litros en la bomba de mochila.

- FOLTRON Plus, tiene el siguiente contenido:

N Amoniacal	8.6 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13.5 %
K <sub>2</sub> O	3.25 %
Fe	0.00485 %
Zn	0.035 %
Mg	0.03 %

A los 25 días después de la siembra se realizaron los diferentes muestreos.

#### 3.1.4.4 VARIABLE RESPUESTA

Encontrar una solución en la cual se logre el máximo enraizamiento de las plántulas de caña de azúcar (*Saccharum spp*).

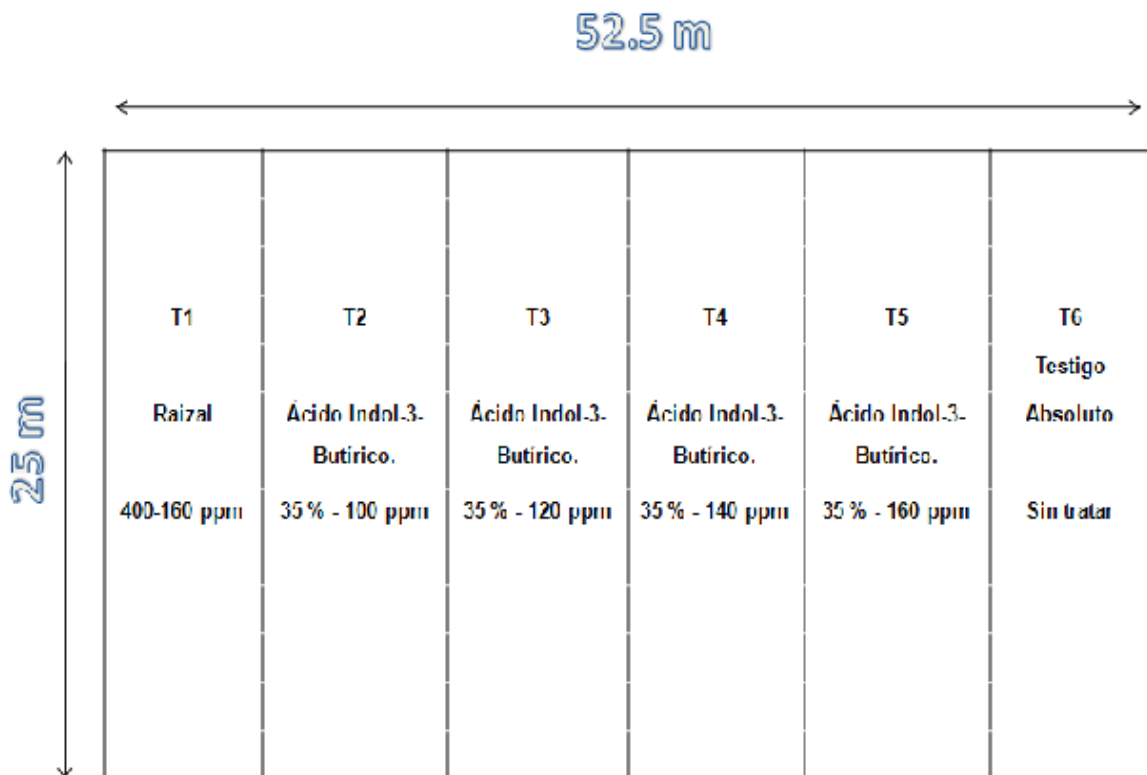


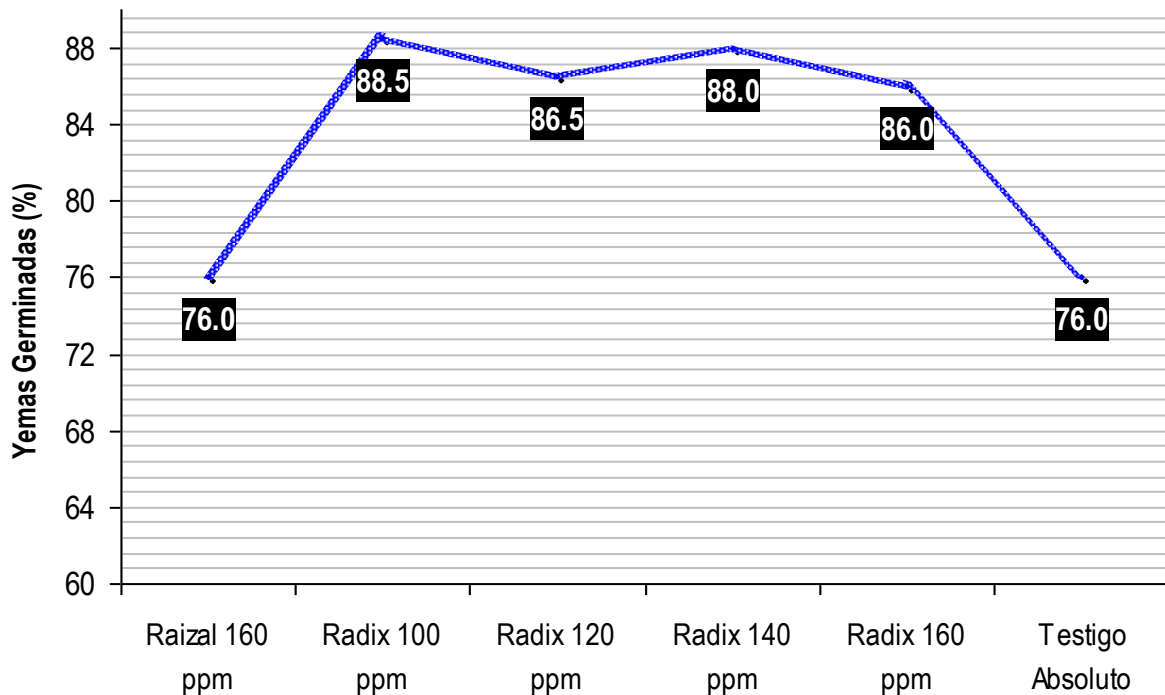
Figura 29 Croquis del ensayo

### 3.1.5 RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a la germinación de las yemas, la altura, el diámetro, la densidad de raíz, el largo de raíz, el peso del follaje y el peso de la raíz con los diferentes productos y concentraciones evaluadas.

#### 3.1.5.1 Germinación

La germinación esta dada en la capacidad de las yemas que lograron emerger después de ser tratadas con los diferentes tratamientos evaluados utilizando un total de 200 yemas por cada uno, ver figura 30.



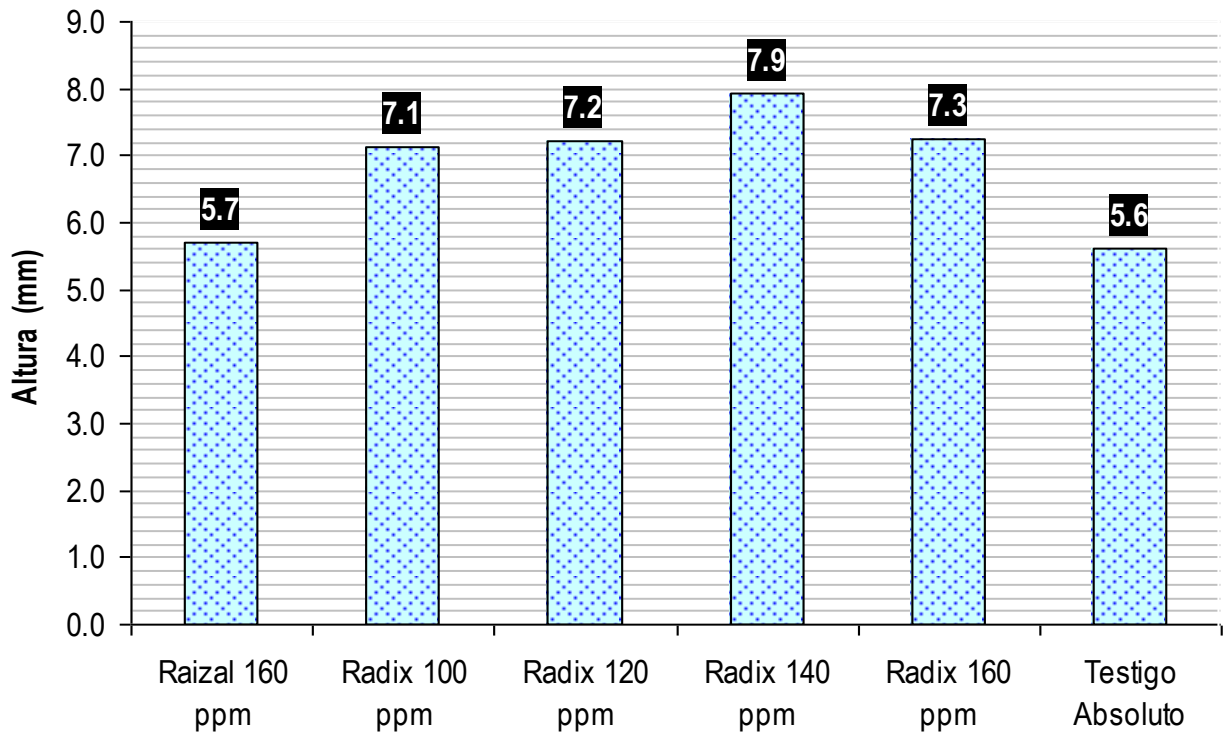
**Figura 30** Curva de germinación

El tratamiento con mayor porcentaje de germinación es el Ácido Indol-3-Butírico 100 partes por millón (ppm) con un diferencial positivo de 12.5 % de germinación, y muy similar el tratamiento Ácido Indol-3-Butírico 140 ppm respecto a la germinación del mejor tratamiento.

Al igual que los anteriores los tratamientos Ácido Indol-3-Butírico 120 ppm y Ácido Indol-3-Butírico 160 ppm presentaron porcentajes de germinación superior al 80 %, mientras que Raizal 160 ppm y el testigo absoluto (sin enraizador) presentaron el mismo porcentaje de germinación.

### 3.1.5.2 Altura de plántulas:

La toma de lecturas para la variable altura esta dada en milímetros, las plántulas muestreadas presentan sus resultados sobre los tratamientos evaluados en diferentes concentraciones, ver figura 31.



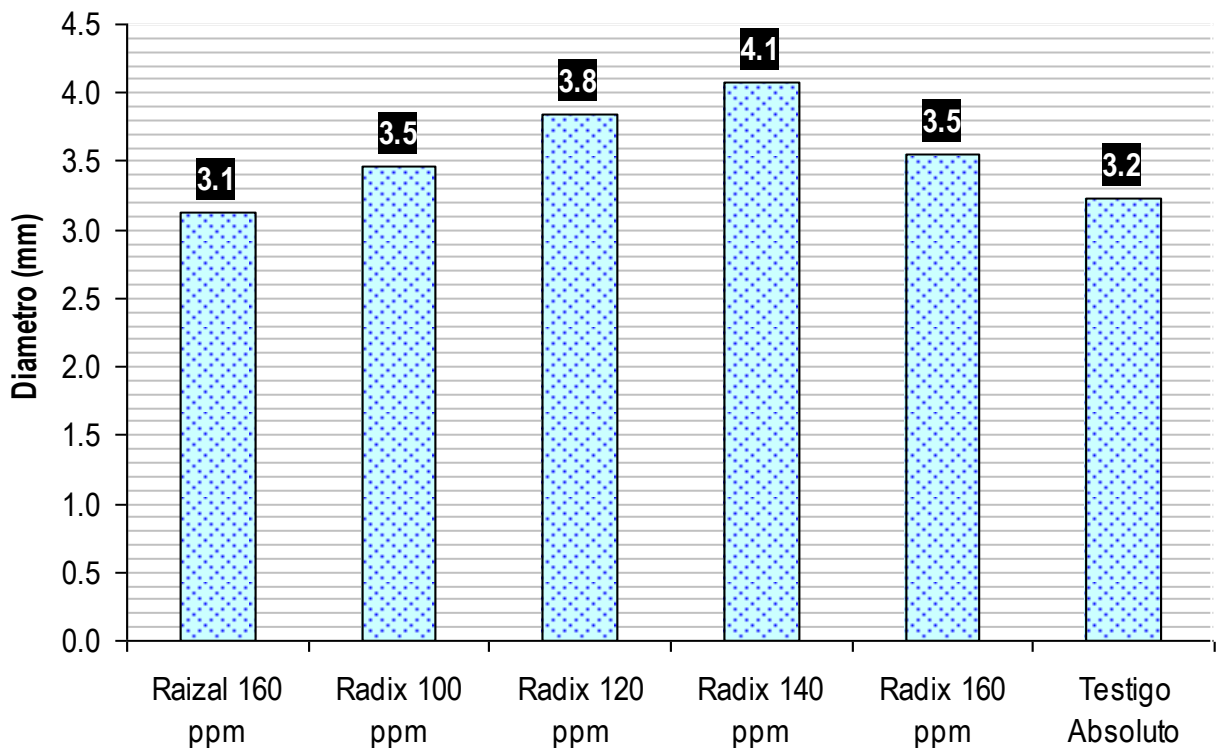
**Figura 31** Altura de las plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico, Corporación Pantaleón S.A.

El tratamiento con mayor altura promedio es el Ácido Indol-3-Butírico 140 ppm obteniendo un diferencial positivo de 2.3 milímetros de altura, en el caso de los tratamientos Ácido Indol-3-Butírico 100 ppm, Ácido Indol-3-Butírico 120 ppm y Ácido Indol-3-Butírico 160 ppm presentaron alturas promedios arriba de los 7.0 milímetros.

Mientras que en el tratamiento Raizal 160 ppm el cual presenta un crecimiento similar respecto al testigo absoluto (sin enraizador) con un diferencial positivo de tan solo 0.1 milímetro de crecimiento.

### 3.1.5.3 Diámetro de Plántulas

El diámetro implica el grosor de tallos presentados en las plántulas evaluadas por tratamiento las cuales se grafican sus resultados como se muestran en la Figura 32.



**Figura 32** Diámetro de plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico, Corporación Pantaleón S.A.

Para la variable diámetro, el tratamiento con mayor grosor promedio es Radix 140 ppm, con un diferencial positivo de 0.9 milímetro de diámetro, respecto al testigo absoluto (sin enraizador).

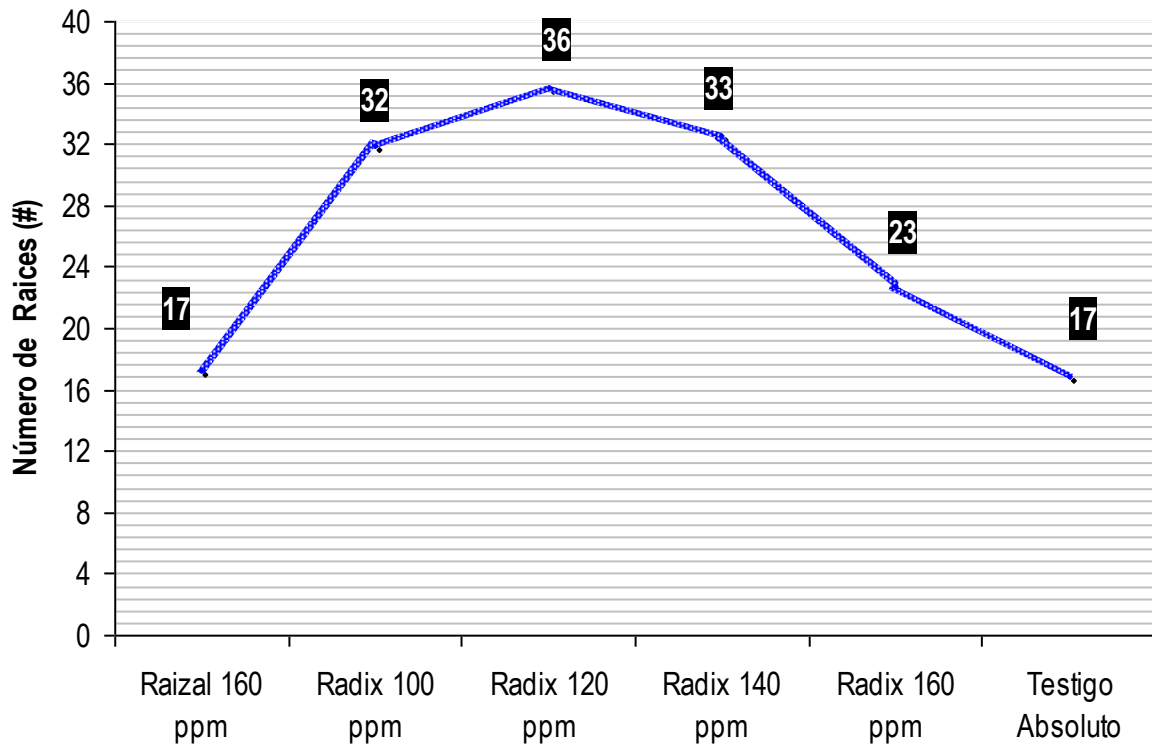
En el caso de los tratamientos Radix 100 ppm, Radix 120 ppm y Radix 160 ppm presentaron un grosor no menor a 3.5 milímetros de diámetro, mientras que el tratamiento



Raizal 160 ppm es el que menor diámetro presentó con un diferencial de 0.1 milímetros de diámetro respecto al testigo absoluto (sin enraizador).

#### 3.1.5.4 Densidad de Raíz

Esta variable comprende el total de raíces encontradas en las plantas muestreadas después de aplicar los diferentes productos con sus respectivas concentraciones, ver Figura 33.



**Figura 33** Densidad de raíz en plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico.

**Fuente:** Datos de muestreo.

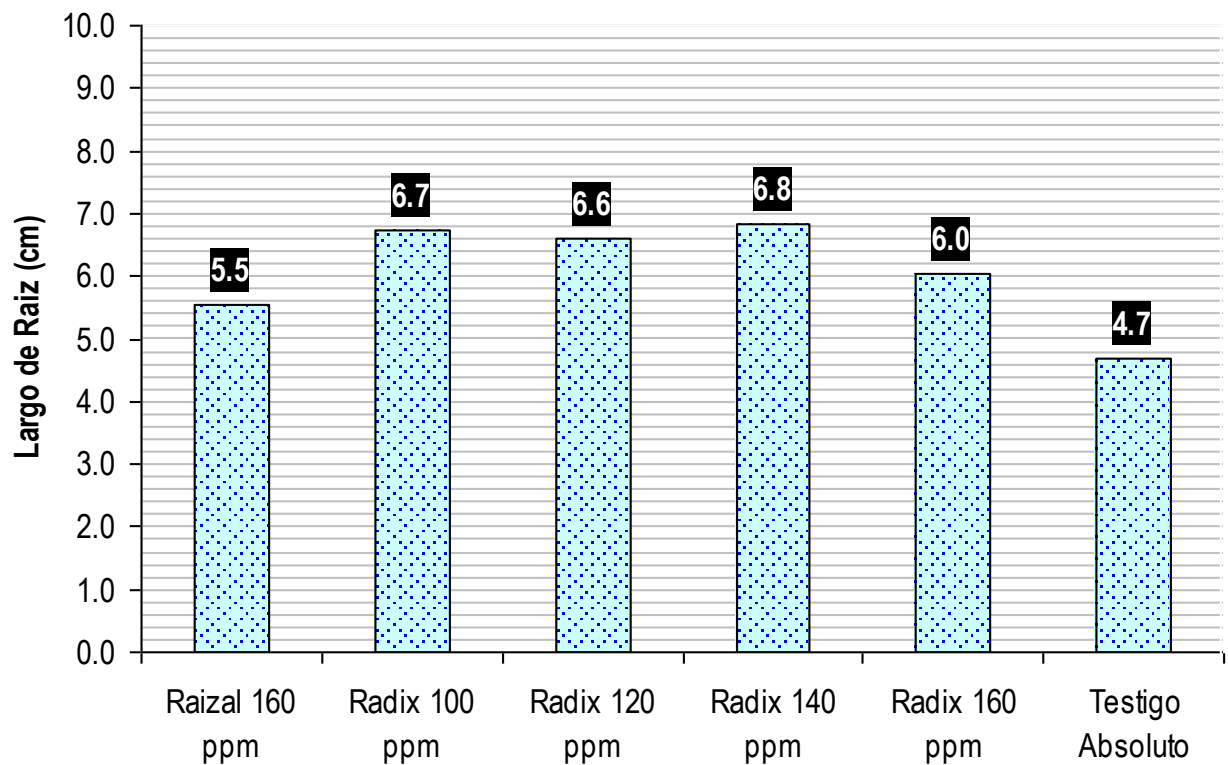
Los valores promedios de densidad de raíz presentan que el tratamiento Ácido Indol-3-Butírico 120 ppm, es el que mayor densidad obtuvo seguido por el tratamiento Ácido Indol-3-Butírico 140 ppm.

Los tratamientos correspondientes a Ácido Indol-3-Butírico 120 ppm y Ácido Indol-3-Butírico 160 ppm densidades mayores a las 20 raíces, mientras que en el caso del

tratamiento Raizal 160 ppm presentó la misma densidad que la del testigo absoluto (sin enraizador) con un valor de 17 raíces por plántula.

### 3.1.5.5 Largo de Raíz

Esta variable es fundamental en esta evaluación ya que el largo de la raíz en una planta permite tener un mejor sostén en el suelo y evitar los acame en las plantaciones de caña principalmente cuando son cosechadas de forma mecanizada, ver figura 34.



**Figura 34** Largo de raíz de plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico.

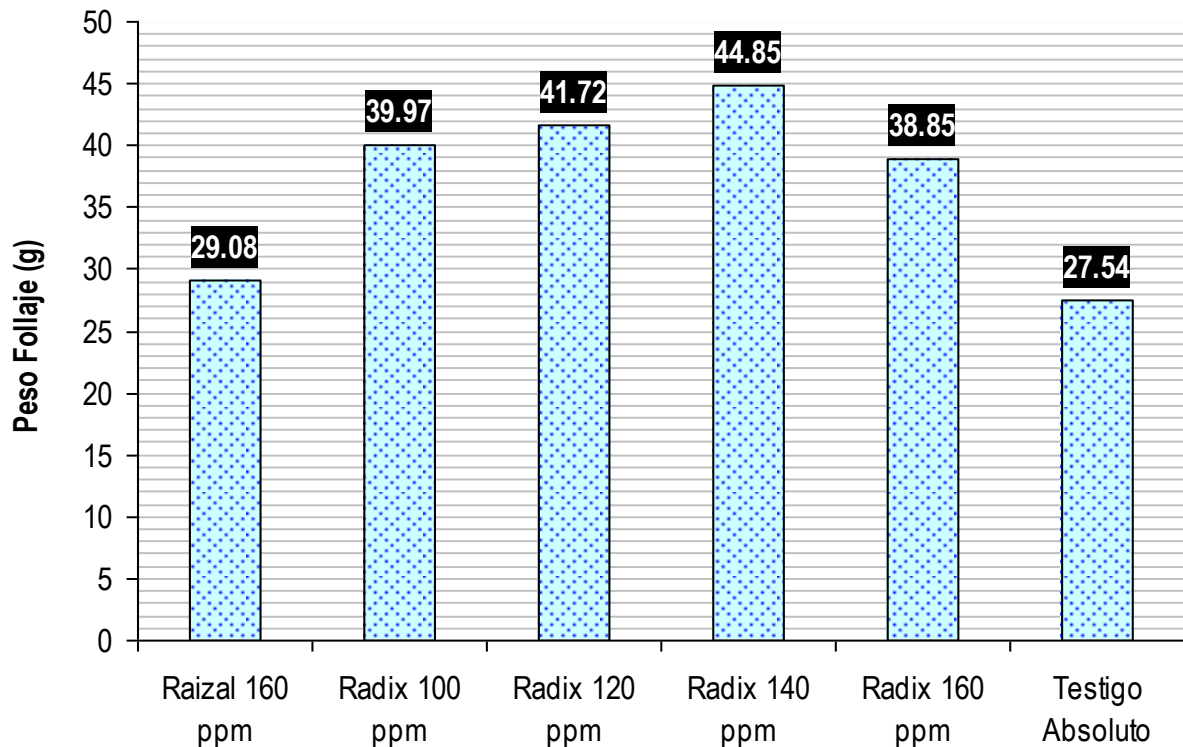
Gráficamente los tratamientos correspondientes a Ácido Indol-3-Butírico 100 ppm, Ácido Indol-3-Butírico 120 ppm, y Ácido Indol-3-Butírico 140 ppm son los de prolongación de raíces presentando diferenciales positivos de 2.0, 1.9 y 2.1 centímetros de largo respecto al testigo absoluto (sin enraizador).

Aún el tratamiento correspondiente a Ácido Indol-3-Butírico 160 ppm presenta una mayor efectividad sobre el largo de raíz respecto al Raizal 160 ppm, con un diferencial positivo de

0.5 centímetros de largo, mientras que el testigo absoluto (sin enraizador) fue el que menos largo logró obtener.

### 3.1.5.6 Peso Follaje

Esta variable es la que refleja el vigor de toda planta desde temprana edad siempre y cuando se le de el manejo adecuado durante toda la fase de plantación, los resultados sobre el peso del follaje esta dado en gramos donde se presentan los resultados en la figura 35.



**Figura 35** Peso del follaje en plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico.

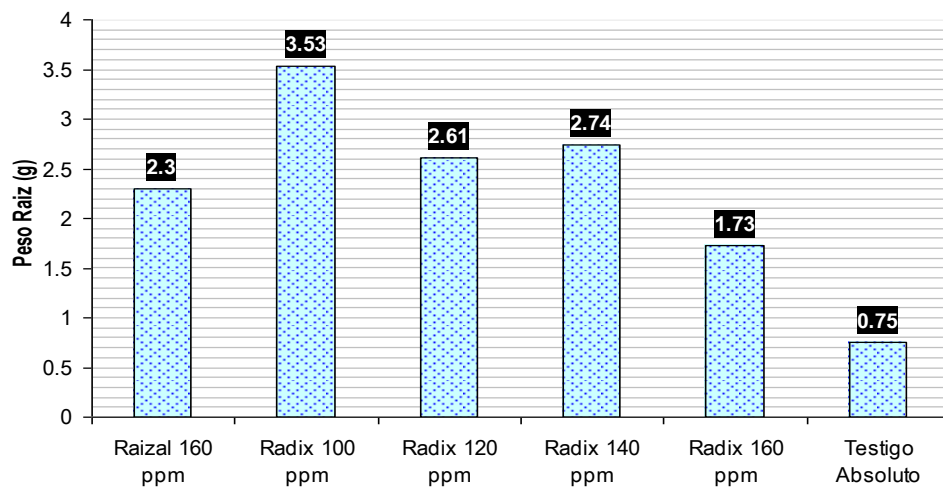
En la figura anterior se grafican los resultados en la variable peso del follaje en la evaluación de diferentes enraizadores, siendo el tratamiento Radix 140 ppm, el que mayor peso presentó con un diferencial positivo de 3.13 gramos respecto al segundo tratamiento con mayor peso en follaje siendo Radix 120 ppm.

El tercer mejor tratamiento es el Radix 100 ppm seguido por el tratamiento Radix 160 ppm con diferenciales de 1.12 gramos de peso entre ambos tratamientos.

Mientras que en el caso del tratamiento Raizal 160 ppm es el que menos peso del follaje logró obtener de los tratamientos tratados con enraizador superando únicamente al testigo con un diferencial positivo de 1.54 gramos de peso.

### 3.1.5.7 Peso Raíz

Una variable de importancia es el peso de la raíz, ya que a través de esta tiene un mayor anclaje la planta siendo resistente al acame causado por condiciones edafoclimáticas (aire, erosión de suelo, lavado de suelo, etc.) observándose sus resultados en la figura 36.



**Figura 36** Peso de la raíz en plántulas de caña de azúcar utilizando diferentes productos enraizadores y concentraciones en la Planta de Tratamiento Hidrotérmico.

En la figura anterior se puede interpretar los resultados obtenidos sobre el peso de la raíz en la cuál el tratamiento Radix 100 ppm es el que mayor peso en gramos obtuvo, siendo el único tratamiento que supera los 3 gramos de peso en dicha variable, a la vez se observa que el resto de tratamientos con el producto enraizador proporcionan mejor peso de raíces por plántula respecto al valor del testigo absoluto (sin enraizador, 0.75 g).

### 3.1.6 CONCLUSIONES

- En la variable germinación en porcentaje el tratamiento Ácido Indol-3-Butírico 100 ppm es de mayor efectividad con un 88.5 % de germinación de yemas de caña de azúcar.
- En el caso de la altura en milímetros el tratamiento Ácido Indol-3-Butírico 140 ppm es de mayor efectividad sobre el crecimiento de las plántulas con un valor de 7.9 milímetros de altura.
- En el diámetro del tallo el tratamiento Ácido Indol-3-Butírico 140 ppm es el que mayor grosor de tallo proporcionó con una valor promedio de 4.1 milímetros de diámetro.
- En la variable densidad de raíz el tratamiento Ácido Indol-3-Butírico 120 ppm es el de mayor efectividad con un promedio de 36 raíces por planta.
- En el caso del largo de raíz el tratamiento con mayor promedio es el Ácido Indol-3-Butírico 140 ppm con un valor de 6.8 centímetros.
- En la variable peso de follaje el tratamiento correspondiente a Ácido Indol-3-Butírico 140 ppm es de mayor peso con un promedio de 44.85 gramos.
- En la variable peso de la raíz el tratamiento Ácido Indol-3-Butírico 100 ppm es el de mayor valor promedio con 3.53 gramos de peso raíz.
- En la mayoría de las variables evaluadas los tratamientos que mejor desempeño tiene son Ácido Indol-3-Butírico con concentraciones entre los 120 y 140 ppm.
- El producto Ácido Indol-3-Butírico muestra buen comportamiento respecto a las variables evaluadas.

## **3.2 EVALUACIÓN SOBRE LA EFECTIVIDAD DE CONTROL DE COYOLILLO (*Cyperus rotundus*) CON DIFERENTES PRODUCTOS EN PRE-EMERGENCIA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp.*)**

### **3.2.1 PRESENTACIÓN**

Gran parte del área cultivada con caña de azúcar, se ve afectada por la incidencia de malezas como el coyolillo (*Cyperus rotundus*), que reducen el rendimiento del cultivo y elevan los costos de producción.

Las malezas compiten con el cultivo por agua, luz, espacio y nutrientes, logrando muchas veces dominar en el campo y además pueden ser hospederos de plagas y enfermedades que atacan al cultivo.

La presencia de malezas es quizá el principal factor que reduce el rendimiento, tanto en caña de azúcar como en otros cultivos, inclusive afecta más que las plagas y las enfermedades, por lo que el combate de malezas debe estar dentro de las actividades prioritarias. De hecho en condiciones de libre competencia la merma en rendimiento puede alcanzar hasta un 60 % e inclusive más. Subiros (1995)

Por hechos como el anterior es que han diseñado estrategias de combate, buscando que el cultivo permanezca libre de malezas. En términos generales se considera que un combate efectivo de malezas es aquel que deja el campo limpio completamente o desde un punto de vista más real mantiene los terrenos con una población de malezas que no causen daño al cultivo. El combate químico es el método más utilizado, porque permite eliminar o al menos retrasar el crecimiento de las malezas, durante un período significativo de tiempo, sin producir daños significativos a la plantación. Los mejores resultados se obtienen cuando este control es efectuado en el momento oportuno.

Con este servicio se evaluó la efectividad de control de coyolillo (*Cyperus rotundus*), con diferentes productos en pre-emergencia en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), el cual abarcará aspectos como residualidad y fototoxicidad de los herbicidas.

## 3.2.2 OBJETIVOS

### 3.2.2.1 GENERAL

Evaluar la efectividad del control de malezas con diferentes herbicidas en pre-emergencia en el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp*).

### 3.2.2.2 ESPECIFICOS:

- Determinar la eficacia de los diferentes herbicidas para el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar en pre-emergencia.
- Evaluar la selectividad del herbicida al cultivo de la caña de azúcar en pre-emergencia.
- Evaluar la residualidad de los herbicidas en el cultivo de la caña de azúcar.
- Evaluar la densidad de malezas que emergen después de las aplicaciones con los diferentes herbicidas.
- Evaluar las principales malezas que emergen después de aplicados los herbicidas.
- Determinar el costo/día de control de los diferentes herbicidas.

### 3.2.3 MARCO CONCEPTUAL

#### 3.2.3.1 Malezas evaluadas

- Ciperáceas: poseen tallos de sección cilíndrica, generalmente huecos en su madurez, hojas alternas. La mayoría de estas plantas prefieren suelos muy húmedos y sometidos a laboreo intenso. Las especies agrupadas en esta familia poseen hojas largamente lineares, presentan una roseta basal de hojas seguida por un entrenudo extremadamente alargado que en su ápice muestra un penacho de hojas y las inflorescencias. Esta familia es fácilmente reconocible por sus tallos macizos de sección triangular, las flores son desnudas y adaptadas a la polinización por el viento.
- *Cyperus rotundus*, también conocido como coquito, coyolillo, corocillo, cebollin o cebolleta, es una ciperacea perenne que posee un extenso sistema de rizomas y tubérculos, de donde emergen brotes erectos de hasta alrededor de 30 cm de altura. Los brotes comprenden hojas verde-oscuras y un tallo de sección triangular, donde aparece una inflorescencia carmelita o violaceae. Aunque las plantas pueden producir semillas viables, son los tubérculos la fuente principal de las infestaciones de *C. rotundus*. Su crecimiento, desarrollo y producción han sido extensamente estudiados. Nuevos tubérculos no se forman después de la germinación durante varias semanas, pero el número de bulbos basales se eleva cinco veces. La brotación de los tubérculos tiene lugar a temperaturas entre 10 y 45 grados centígrados, las óptimas se encuentran entre 30 y 35 grados centígrados. Usualmente un tubérculo solo emite uno o dos rizomas, que se desarrollan próximos a la superficie del suelo. El bulbo basal normalmente se forma cerca de la superficie del suelo, pero puede formarse hasta profundidades de 20 cm y es el encargado de emitir las raíces y los rizomas. Los primeros 30 cm de rizomas crecen horizontalmente, luego sus extremos giran hacia arriba para formar nuevos brotes aéreos, que portan un nuevo bulbo basal. También el rizoma puede permanecer en el suelo y formar un tubérculo, a partir del cual se desarrollara un nuevo rizoma lateralmente. Todo esto provoca la formación de cadenas de tubérculos, algunas de



las cuales se pueden hallar a 40 cm de profundidad del suelo. No obstante a esto, del 80 al 90% de los tubérculos se forman en los primeros 15 cm del suelo.

La producción de tubérculos por planta es aproximadamente de uno diario por planta durante los primeros 90 a 140 días. Esto se traduce en poblaciones increíbles de tubérculos en un corto periodo de tiempo. Estudios realizados en Israel han mostrado que un solo tubérculo plantado en un campo puede extenderse en 90 cm en dos meses, mientras que dos estaciones después, la maleza produjo un incremento promedio de área de 2.8 m cuadrados / mes. Las poblaciones de tubérculos alcanzaron un equivalente de 10,130,000/ ha. Los tubérculos permanecen viables en el suelo durante varios años. La “latencia” de los tubérculos es realmente un ejemplo de dominancia apical, que se expresa de dos formas.

En tubérculos individuales, una ( a veces dos) yema apical brota primero. Si el brote inicial es eliminado, otras yemas brotarán. La segunda forma de dominancia se expresa entre tubérculos interconectados. Las cadenas de tubérculos producidas en un año deben ser consideradas como una sola unidad, ya que el tubérculo terminal muestra dominancia. En una cadena de tubérculos, las yemas en el tubérculo terminal (el mas joven) generalmente brotan primero y esto evita que las yemas del resto de los tubérculos broten. Esta dominancia se pierde cuando se corta el rizoma que forma la cadena. Esta es la razón por la cual labores intensas de labranza a veces producen altas poblaciones de *C. rotundus*.

#### 3.2.3.2 **Herbicidas evaluados**

Harness, es una molécula de la familia acetanilidas, específica para el control preemergente de malezas del género *Cyperus*. Según resultados de aplicaciones en el cultivo de maíz proporciona una excelente residualidad durante los primeros 45 días de cultivo, aplicándolo en total preemergencia y con humedad a capacidad de campo.

De preferencia se recomienda incorporarlo con una rastra liviana o cultivadora cuya labor se adapta perfectamente para socas, sin ocasionar un efecto negativo en cuanto a desempeño del producto se refiere. Desde mediados del año 2004 se iniciaron las

evaluaciones del producto en el cultivo de maíz en el área del parcelamiento La Máquina Mazatenango y producciones tecnificadas en Tiquisate, obteniendo excelentes resultados de control preemergente a dosis que oscilan entre 2 y 3 litros por hectárea en volúmenes de hasta 200 litros de mezcla.

Tordon 12.4 SL, momento de aplicación preemergencia o postemergencia, el pH adecuado del agua menos de 7, libre de coloides de suelo, su modo de acción altera el balance hormonal y formación de proteínas, provocando un desarrollo anormal en la planta, una sobredosis causa envolvimiento de las hojas de caña.

Krismat WG es un herbicida que contiene Trifloxysulfuron + Ametrina. El Trifloxysulfuron pertenece a la clase química de las sulfonilúreas con un amplio espectro de control de gramíneas, ciperáceas y dicotiledóneas. La ametrina es una atrazina bien conocida en caña de azúcar, esto hace que KRISMAT 75 WG sea un producto de alta eficacia contra una amplia gama de malezas, incluídas dos de las más nocivas como son *Roottboellia exaltata* y *Cyperus rotundus*.

KRISMAT 75 WG presenta la ventaja de tener doble sistemicidad (ascendente y descendente). El Trifloxysulfuron es rápidamente tomado por los nuevos brotes y raíces de las malezas, dentro de las cuales es muy bien translocado. Después de una aplicación de Trifloxysulfuron, el crecimiento en las malezas susceptibles es inhibido, luego de unos pocos días las hojas se tornan amarillas o rojizas hasta la muerte total de la planta en 1 a 3 semanas.

### 3.2.4 METODOLOGÍA

El ensayo se implementó en un área comercial, específicamente en la finca El Para, ubicada en el municipio de la Gomera, departamento de Escuintla. El cuál presenta alta incidencia de coyolillo (*Cyperus rotundus*).

Posterior a la siembra se realizó el estaquillado del ensayo para delimitar los tratamientos e identificar la unidad experimental.

#### 3.2.4.1 Tratamientos

Los tratamientos a evaluar, estuvieron constituidos por:

- |   |                  |              |
|---|------------------|--------------|
| 1 | Tezon            | 2 lts/ha.    |
| 2 | Krismat          | 2 kg/ha.     |
| 3 | Tordon           | 3 lts/ha.    |
| 4 | Harness          | 2.50 Lts/Ha. |
| 5 | Testigo absoluto |              |

#### 3.2.4.2 Época de aplicación

La aplicación de los herbicidas se realizó en total Pre-emergencia al cultivo y post-emergencia a la maleza.

#### 3.2.4.3 Forma de aplicación

La aplicación de los herbicidas se realizó en forma manual, utilizando bombas de mochila (16 lts).

#### 3.2.4.4 Número de aplicaciones

Se realizó una sola aplicación, a los dos días después de la siembra.

#### 3.2.4.5 Variedad

El ensayo se implementó, en área comercial cultivada con la variedad de caña de azúcar CP-881508.

#### 3.2.4.6 Variables evaluadas

- Eficacia del herbicida: mediante el conteo de malezas antes (si existiera la necesidad) y después de la aplicación, para estimar el % de control.
- Establecimiento a los 60 días después de la aplicación las principales malezas presentes, así como el peso existente en cada metro cuadrado de evaluación, de las diferentes especies.
- Evaluación de la fitotoxicidad mediante una estimación visual del grado de daño observado en las plantas tratadas con herbicidas en comparación a un testigo no aplicado, esta evaluación se hará 8 y 15 días después de la aplicación.
- Determinación de la densidad de malezas mediante un marco de 50 X 50 cm que se colocara 5 veces dentro de cada parcela o tratamiento estos conteos se realizaran a los 8, 15 y 40 días después de la aplicación.
- Evaluación la residualidad: mediante la contabilidad de los días que ejercen control los herbicidas sobre las malezas.

#### 3.2.4.7 Tamaño de la parcela

La parcela correspondiente a cada tratamiento era de 42 metros cuadrados (6x7m).

#### 3.2.4.8 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, por la existencia de heterogeneidad en el área del ensayo, los datos de la evaluación se analizaron mediante programa estadístico. Se realizó análisis de varianza y medias con un grado de confiabilidad del 95 %.

3.2.4.9 Repeticiones

El número de repeticiones del ensayo fue de Cuatro.

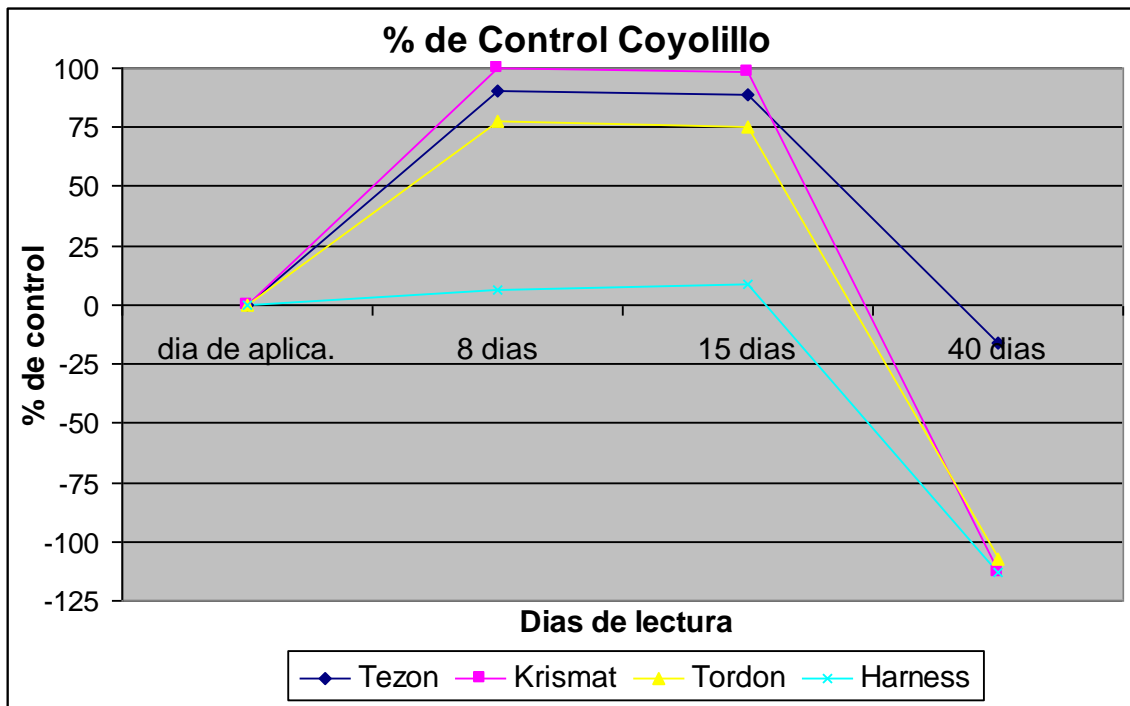
3.2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.2.5.1 Variable de porcentaje del control de coyolillo

Los herbicidas aplicados en post-emergencia, reflejan su efecto sobre la maleza por el daño que provocan en estas, lo cual se puede cuantificar por medio del % de control ver Cuadro 23.

**Cuadro 23** Medias del porcentaje de control existente en los tratamientos de acuerdo a los días después de aplicación, en post- emergencia.

D D A	MEDIA DE LOS TRATAMIENTOS			
	Tezon	Krismat	Tordon	Harness
8	90.42	99.74	77.43	6.192
15	88.91	98.5	75.43	8.637



**Figura 37** Comportamiento del control de coyolillo (*Cyperus rotundus*) por tratamiento a lo largo del tiempo.

Según análisis de varianza realizado para la variable % de control a los 8 días después de la aplicación, sí existió diferencia significativa entre los tratamientos. El mayor % de control lo presentó, el tratamiento 2 (Krismat 2 kg/ ha.) con una media de 99.74 por ciento, le sigue los tratamientos 1 (Tezon 2 lts/ha.) con una media de 90.42 por ciento y 3 (Tordon 3 lts./ha.) con un promedio de 77.43 por ciento. Mientras que el tratamiento 4 (Harness 2.5 lts/ha.) presentó el menor porcentaje de control con un promedio de 6.19 por ciento.

En base a análisis de varianza realizado para la variable % de control a los 15 días después de la aplicación, si existió diferencia significativa entre los tratamientos. El mayor porcentaje de control lo siguió presentando el tratamiento 2 (Krismat 2 kg/ha) con un promedio de 98.5 por ciento, lo cual significa una reducción en el control de 1 por ciento a través de 7 días transcurridos desde la primera lectura post-aplicación; nuevamente le sigue los tratamientos 1 (Tezon 2 lts/ha) con una media de 88.91 por ciento y 3 (Tordon 3 lts/ha) con 75.43 por ciento promedio, esto refleja una reducción máxima de 2 por ciento de control (en el tratamiento 3).

El tratamiento 4 (Harness 2.5 lts/ha) presentó de nuevo el menor porcentaje promedio de control con 8.64 por ciento, sin embargo este tratamiento fue el único cuyo porcentaje de control a través de 7 días transcurridos desde la primera lectura post-aplicación, reflejo un aumento, cercano a 2.5 por ciento.

No existió diferencia significativa para la variable % de control a los 40 días después de la aplicación, esto según análisis de varianza. Cabe mencionar que los porcentajes promedio están constituidos por cantidades negativas, esto significa la inexistencia de control y un % de cobertura superior a la cuantificada del día de la aplicación, esto se comprenderá mejor en el análisis realizado a la variable porcentaje de cobertura.

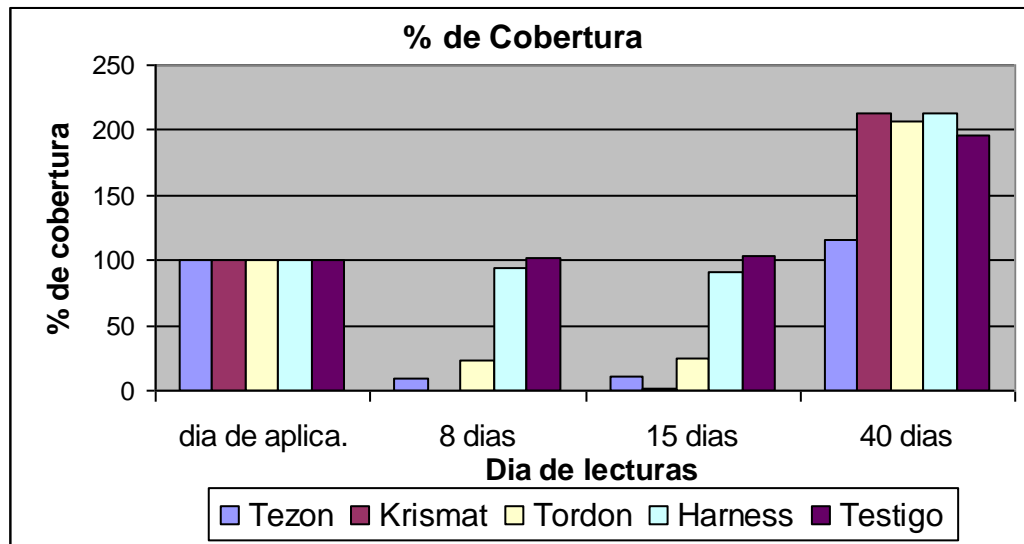
#### 3.2.5.2 Variable porcentaje de cobertura Coyolillo

El control de malezas mediante herbicidas aplicados en post emergencia puede establecerse cuantificando la reducción del número de malezas por un área determinada

(cobertura). Con un 100 por ciento de porcentaje de cobertura se estableció para el día de la aplicación a las distintas unidades experimentales.

**Cuadro 24** Medias de porcentaje de cobertura existente en los tratamientos de acuerdo a los días después de la aplicación, en post-emergencia.

D D A	MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS				
	Tezon	Krismat	Tordon	Harness	Testigo
8	9.58	0.26	22.57	93.81	101.59
15	11.1	1.5	24.56	91.36	103.48
40	116.49	212.69	207.14	213.15	196.7



**Figura 38** Porcentaje de cobertura por tratamiento

Según análisis de varianza realizado para la variable % de cobertura a los 8 días después de la aplicación, si existió diferencia significativa entre los tratamientos. El menor % de cobertura lo presentó el tratamiento 2 (Krismat 2 kg/ ha.) con una media de 0.26 por ciento, le sigue los tratamientos 1 (Tezon 2 lts/ha.) y 3 (Tordon 3 lts/ha.) con una media de 9.58 y 24.56 por ciento, respectivamente. Mientras que el tratamiento 4 (Harness 2.5 lts/ha.) presentó el mayor porcentaje de cobertura cercano al 100 por ciento con un promedio de 93.81 por ciento.

En cuanto al testigo este se ubico con un porcentaje superior al 100 por ciento, con un valor promedio de 101.59 por ciento, lo que significa que el No. de coyolillos por unidad de área se incremento luego de 7 días transcurridos.

En base a análisis de varianza realizado para la variable % de cobertura a los 15 días después de la aplicación, si existió diferencia significativa entre los tratamientos. El menor porcentaje de cobertura lo siguió presentando el tratamiento 2 (Krismat 2 kg/ha) con un promedio de 1.5 por ciento; nuevamente le sigue los tratamientos 1 (Tezon 2 lts/ha) con una media de 11.1 por ciento y 3 (Tordon 3 lts/ha) con 24.56 por ciento promedio, esto refleja un incremento en el no. de coyolillos por unidad de área luego de transcurridos 15 días desde la aplicación.

El tratamiento 4 (Harness 2.5 lts/ha) presento de nuevo el mayor porcentaje promedio de cobertura con 91.36 por ciento, sin embargo este tratamiento fue el único cuyo porcentaje de cobertura a través de 7 días transcurridos desde la primera lectura post-aplicación, reflejo una disminución cerca de 2.5 por ciento. El testigo se ubicó con un porcentaje promedio de cobertura de 103.48 por ciento.

No existió diferencia significativa para la variable % de cobertura a los 40 días después de la aplicación, esto según análisis de varianza. Es necesario mencionar que los porcentajes promedio están constituidos por cantidades superiores al 100 por ciento, lo cuál significa un incremento en el número de coyolillos por unidad de área respecto a la cuantificada el día de la aplicación. El porcentaje promedio de cobertura en el testigo fue inferior a los tratamientos 2, 3 y 4, esto puede deberse aun incremento en el No. de otras especies de malezas, lo cual generó una competencia interespecífica.

### 3.2.5.3 **Lecturas visuales**

Lectura visual constituye una forma eficaz de evaluar la eficiencia de los productos Agroquímicos, herbicidas, en este caso.



Según observación realizada a los 30 días después de la aplicación se pudo establecer lo siguiente:

- Para el tratamiento 1 (Tezon 2 lts/ha.), la presencia de coyolillos en el surco fue de 30 %, como porcentaje de cobertura aproximada, las plantas de coyolillo presentaban una altura equivalente a la mitad del tamaño de las plantas de caña y una nula floración.
- Para el tratamiento 2 (Krismat 2 kg/ha), la presencia de coyolillos en el surco fue baja, un 20 % aproximadamente, las plantas de coyolillo presentaban una altura equivalente a la mitad de tamaño de las plantas de caña.
- Para el tratamiento 3 (Tordon 3 lts/ha), la presencia de coyolillos en el surco fue superior a las presentadas por los tratamientos 1 y 2, sin embargo la supresión del tamaño de las plantas de coyolillo y de su floración, indican un control equivalente a los primeros.
- Para el tratamiento 4 (Harness 2.5 lts/ha.), la presencia de coyolillos en el surco fue ligeramente inferior a la existente en la mesa, sin embargo su porcentaje de control comparado con los demás tratamientos fue sumamente bajo. En cuanto al tamaño de las plantas de coyolillo, estas presentaban un tamaño equivalente a las del cultivo y en su mayoría floreadas.
- Para el testigo, la presencia de coyolillos (hasta un 100 % de cobertura) fue superior a la existente en los distintos tratamientos, un tamaño de maleza equivalente al del cultivo y en su totalidad floreadas.

#### 3.2.5.4 Variable del número de malezas no cyperáceas por metro cuadrado.

Las principales malezas germinadas en las parcelas de los distintos tratamientos y repeticiones, y que no pertenecen a la familia de las Cyperaceas, son:

- Verdolaga,

- Golondrina,
- Bejuco acorazonado,
- Gramineas (caminadora, pajilla, plumilla, etc)
- Flor escondida

**Cuadro 25** Medias del número de Malezas no Cyperaceas por cada metro cuadrado, en los distintos tratamientos y en función a los días después de la aplicación.

D D A	Medias de los tratamientos				
	Tezon	Krismat	Tordon	Harness	Testigo
0	2.8	1.6	9.4	9.2	13.0
8	0.40	0.00	1.2	2.6	6.6
15	0.8	0.2	0.6	3.8	10.8
40	6.4	2.6	3.6	3.4	11.925

Según análisis de varianza realizado a la variable No. de malezas no Cyperaceas por metro cuadrado en el día de la aplicación, si existió diferencia significativa entre las parcelas- tratamientos, no así entre la parcela testigo, tratamiento 3 (tordon) y tratamiento 4 (Harness), mostrando además los valores mayores promedio de cobertura con 13.00, 9.4 y 9.2 malezas por metro cuadrado, respectivamente. Mientras los menores valores de cobertura lo presentó la parcela tratamiento 2 y 1, con 1.6 y 2.8 malezas por metro cuadrado, respectivamente, las cuales entre si, no mostraron diferencia significativa (ver anexos). Cuantificar estos valores es de importancia para establecer la disminución en la cobertura, producto de los distintos tratamientos.

Según análisis de varianza, realizado a la variable No. de malezas no Cyperaceas por metro cuadrado a los 8 días después de la aplicación, si existió diferencia significativa entre tratamientos, mostrando los valores menores de cobertura los tratamientos 2 (Krismta 2 kg/ha) y 1 (Tezon 2 lts/ha.), con 0.00 y 0.4 maleza / mt. cuadrado, respectivamente; esto nos indica que el tratamiento 2 provocó daño al total de las malezas presentes, cuantificándose como un 100 % de control.

Los tratamientos 3 (Tordon 3 lts/ha) y 4 (Harness 2.5 lts/ha.) mostraron valores promedio de cobertura de 1.2 y 2.6 malezas/ mt cuadrado, respectivamente. Mientras que el testigo presentó el mayor valor promedio de cobertura con 6.6 malezas/mt. cuadrado.

En la variable No. de malezas no Cyperaceas por metro cuadrado a los 15 días después de la aplicación, si existió diferencia significativa, según análisis de varianza, mostrando los menores valores promedio de cobertura los tratamientos 2 (Krismat 2 kg/ha), 3 (Tordon 3 lts/ha.) y 1 (Tezon 2 ltd/ha); con 0.2, 0.6 y 0.8 malezas / mt. cuadrado, respectivamente, el tratamiento 4 (Harness 2.5 lts/ha.) presentó una media de cobertura de 3.8. El testigo continuo con el mayor valor medio de cobertura con 10.8 malezas / mt. cuadrado.

A los 40 días después de la aplicación, los tratamientos que presentaron los menores valores promedio de cobertura fueron el 2 (Krismat 2 kg/ha), 4 (Harness 2.5 lts/ha.) y 3 (Tordon 3 lts/ha), con 2.6, 3.4 y 3.6 malezas / mt. cuadrado, respectivamente; es interesante observar el valor de cobertura del tratamiento 4, el cual nos permite deducir un control constante a lo largo de 40 DDA. Para el caso del tratamiento 1 (Tezon 2 lts/ha), este mostró un valor promedio de cobertura de 6.4, constituyendo un incremento superior al resto de tratamientos. Sin embargo el testigo fue quien mostró el mayor valor promedio de cobertura con 11.92 malezas / mt. cuadrado.

### 3.2.5.5 Variable peso (gr) de Coyolillo por metro cuadrado.

Otra forma de establecer la eficiencia de un producto herbicida, lo constituye la medición de la biomasa de las malezas a un determinado lapso de tiempo post-aplicación, para lo cual puede pesarse las malezas.

**Cuadro 26** Medias del peso (gr.) / metro cuadrado de coyolillo, en los distintos tratamientos y en función a los 60 días después de la aplicación.

D D A	Medias de los tratamientos				
	Tezon	Krismat	Tordon	Harness	Testigo
60	424.75	494.75	716.00	649.25	594.00

Sí existió diferencia significativa entre tratamientos, para el variable peso (gr) de coyolillo por metro cuadrado a los 60 días post-aplicación, esto según análisis de varianza. Los tratamientos 1 (Tezon 2 lts/ha) y 2 (Krismat 2 kg/ha), fueron los que mostraron los menores pesos promedio con 424.8 y 494.8 gr/mt cuadrado, respectivamente. Lo cual viene a reforzar lo establecido en la lectura visual, ya que según esta, los mejores tratamientos para el control de coyolillo fueron el 2, 1 y 3, en orden de importancia.

### 3.2.5.6 Variable peso (gr) de malezas no Cyperáceas por metro cuadrado.

**Cuadro 27** Medias del peso (gr.) / metro cuadrado de malezas no Cyperaceas, en los distintos tratamientos y en función a los 60 días despajes de la aplicación.

D D A	Medias de los tratamientos				
	Tezon	Krismat	Tordon	Harness	Testigo
60	287.00	123.00	13.00	173.5	168.5

El menor valor promedio de peso (gr) de malezas no Cyperáceas por metro cuadrado a los 60 días post-aplicación, lo presentó el tratamiento 3 (Tordon 3 lts/ha.) con 13.00, el cual es un valor muy por debajo de lo presentado por el resto de tratamientos y el testigo.

### 3.2.5.7 Variable costos/ días control

Tomando un 70 % de control de malezas como umbral aceptable, se determinó los días control ejercidos por cada herbicida (ver anexos) y en función al precio de los productos se estableció el costo / día de control.

**Cuadro 28** Días / control de los herbicidas

	Tezon	Krismat	Tordon
<b>Días / control</b>	20	19	16

**Cuadro 29** Precio de los productos

<b>Productos</b>	<b>UM</b>	<b>Valor costo unitario en Q</b>
Tezon	Litro	89.36
Krismat	Kilo	122.63
Tordon	Litro	75.90

**Cuadro 30** Costo / día control / ha. Incluyendo únicamente el precio de los productos.

	<b>Tezon</b>	<b>Krismat</b>	<b>Tordon</b>
<b>Costo/ día control / ha.</b>	8.94	12.91	14.23

\*se incluyó únicamente el precio de los productos, ya que el costo de la mano obra y equipo, es constante.

### 3.2.6 CONCLUSIONES

En base al análisis de varianza se concluye que los mejores tratamientos fueron el 2 (Krismat 2 kg/ha) y 1 (2 lts/ha), en orden de importancia.

En base a la observación realizada a los 30 días post-aplicación se concluye que los tratamientos 2 (Krismat 2 kg/ha), 1 (2 lts/ha) y 3 (Tordon 3 lts), generaron similar efecto en el control de coyolillo.

En base al establecimiento del costo por cada día de control, se concluye que el tratamiento 1 (Tezon 2 lts/ha.), es quien presenta un menor costo por cada día de control de coyolillo.

### 3.3 BIBLIOGRAFÍA

1. ASAZGUA (Agroindustria Azucarera de Guatemala, GT). 1999. Participación de la agroindustria azucarera dentro de la economía nacional informe anual. Guatemala. 26 p.
2. CENGICAÑA (Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar, GT). 2000. Informe annual 1999–2000. Guatemala. 51 p.
3. \_\_\_\_\_. 2003. Informe anual 2002–2003. Guatemala. 75 p.
4. CENGICAÑA, Departamento de Investigación Agrícola, Guatemala. 1998. Manual de aplicación de herbicidas. Guatemala. 142 p.
5. Subirós R, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia. p. 11, 19-32.