

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE  
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN



EFFECTO DE DIFERENTES INTERVALOS DE SIEMBRA DE  
*Canavalia ensiformis*, EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum  
officinarum*), PARA EL CONTROL DE MALEZAS E  
INCORPORACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA AL SUELO, EN EL  
MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA

MARIO ROBELIO MILIÁN MILIÁN

COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE  
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EFEECTO DE DIFERENTES INTERVALOS DE SIEMBRA DE  
*Canavalia ensiformis*, EN CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum  
officinarum*), PARA EL CONTROL DE MALEZAS E  
INCORPORACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA AL SUELO, EN EL  
MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL NORTE

POR  
MARIO ROBELIO MILIÁN MILIÁN  
CARNÉ 200540086

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRONOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA

COBÁN, ALTA VERAPAZ, OCTUBRE DE 2017

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

### **RECTOR MAGNÍFICO**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

### **CONSEJO DIRECTIVO**

PRESIDENTE: Lic. Zoot. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales  
SECRETARIA: Lcda. T.S. Floricelda Chiquin Yoj  
REPRESENTANTE DOCENTES: Ing. Geól. César Fernando Monterroso Rey  
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES: Br. Fredy Enrique Gereda Milián  
PEM. César Oswaldo Bol Cú

### **COORDINADOR ACADÉMICO**

Ing. Ind. Francisco David Ruiz Herrera

### **COORDINADORA DE LA CARRERA**

Inga. Agr. M. Sc. Sandra Tello Coutiño

### **COMISIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

COORDINADOR: Ing. Agr. MAE David Salomón Fuentes Guillermo  
SECRETARIO: Ing. Agr. M. Sc. Ángel Arce Canahuí  
VOCAL: Ing. Agr. M. Sc. Edgar Armando Ruiz Cruz

### **REVISOR DE REDACCIÓN Y ESTILO**

Ing. Civil M. Sc. Julio Enrique Reynosa Mejía

### **REVISOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Ing. Agr. M. Sc. Gustavo Adolfo García Macz

### **ASESOR**

Ing. Agr. M. Sc. Edgar Armando Ruiz Cruz



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**  
Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.  
E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 17 de noviembre de 2015  
Ref.: 15-A-285/2017.

Ingeniero Agrónomo:  
David Salomón Fuentes Guillermo  
Presidente Terna Evaluadora  
Carrera de Agronomía  
Centro Universitario del Norte  
CUNOR - USAC

Respetable Ing. Fuentes:

Me dirijo a ustedes para informarles que he revisado el trabajo de graduación titulado “Efecto de diferentes intervalos de siembra de *Canavalia ensiformis*, en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), para el control de malezas e incorporación de materia orgánica al suelo, en el municipio de la Democracia, Escuintla”.

A mi criterio dicho trabajo cumple con las observaciones realizadas por la terna en la presentación oral de Seminario II, lo indicado en el acta que levantó la terna, así como las sugerencias y anotaciones que le hacen en los documentos que presentó.

En tal sentido, por este medio doy el aval al trabajo que he asesorado, para que continúe con el trámite respectivo.

Atentamente,

Id y enseñad a todos

Ing. Agr. MSc. Edgar Armando Ruiz Cruz  
Asesor Principal.





**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.  
E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 27 de septiembre de 2017.  
Ref.: 15-A-286/2017.

Señores:  
Miembros de la Comisión de Trabajos de Graduación  
Carrera de Agronomía  
Centro Universitario del Norte –CUNOR-

Señores:

Por este medio me permito informar que el T.U. Mario Robelio Milián Milián, si incorporó a su informe final de Trabajo de Graduación las correcciones y sugerencias que se le mandaron hacer en el documento y en la presentación del Seminario II.

Con base a lo anterior, se recomienda que dicho trabajo continúe con el trámite respectivo.

Atentamente,

Id y enseñad a todos

Ing. Agr. MSc. Gustavo Adolfo García Macz  
Revisor del Informe Final de Trabajos de Graduación y  
Presidente Terna Evaluadora Seminario II  
Carrera Agronomía



c.c. Archivo.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**

Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208

Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.

E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 02 de octubre de 2017.

Ref.: 15-A-287/2017.

Señores:


Miembros de la Comisión de Trabajos de Graduación  
Carrera de Agronomía  
Centro Universitario del Norte –CUNOR–

Señores Comisión de Trabajos de Graduación:

Por este medio me permito informar que he revisado el trabajo de graduación presentado por el T.U. Mario Robelio Milián Milián, titulado: “Efecto de diferentes intervalos de siembra de *Canavalia ensiformis*, en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), para el control de malezas e incorporación de materia orgánica al suelo, en el municipio de la Democracia, Escuintla”, y después de corroborar que se hicieron las observaciones formuladas, me permito dictaminar que dicho trabajo es satisfactorio en cuanto a las normas de redacción y estilo y puede continuar con el trámite respectivo.

Atentamente,

**Id y enseñad a todos**

  
Ing. MSc Julio Enrique Reynosa Mejía  
Revisor de Redacción y Estilo  
Comisión de Trabajos de Graduación  
Carrera de Agronomía  
CUNOR - USAC



c.c. archivo



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

**CENTRO UNIVESITARIO DEL  
NORTE – CUNOR –  
CARRERA AGRONOMÍA**  
Código Postal 16001 – Cobán, Alta Verapaz  
PBX 79 56 66 00 Ext. 208  
Finca Sachamach, Km. 110.5 Ruta Cobán, A.V.  
Guatemala, C. A.  
E-mail: [agrocunor@gmail.com](mailto:agrocunor@gmail.com)

Cobán, A.V., 03 de octubre de 2017.  
Ref.: 15-A-288/2017.

**Licenciado:**

**Erwin Gonzalo Eskenasy Morales**  
**Director del CUNOR**  
Edificio.

**Señor Director:**

Por este medio me permito informar que después de haber sido revisado y evaluado por el Asesor, el Revisor de Informes Finales y el Revisor de Redacción y Estilo, la Comisión de Trabajos de Graduación, emite su dictamen favorable para que el trabajo de graduación del T.U. Mario Robelio Milián Milián, titulado: “Efecto de diferentes intervalos de siembra de *Canavalia ensiformis*, en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), para el control de malezas e incorporación de materia orgánica al suelo, en el municipio de la Democracia, Escuintla”, siga el trámite correspondiente a efecto se autorice el Imprimase.

Atentamente,

**Id y enseñad a todos**

Ing. Agr. David Salomón Fuentes Guillermo  
Presidente Comisión Trabajos de Graduación  
Carrera Agronomía  
CUNOR- USAC



c.c. archivo

## HONORABLE COMITÉ EXAMINADOR

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el Informe Final del trabajo de Tesis, "Efecto de diferentes intervalos de siembra de *Canavalia ensiformis*, en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), para el control de malezas e incorporación de materia orgánica al suelo, en el municipio de La Democracia, Escuintla", como requisito previo a optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo.



Mario Robello Milián Milián  
Carné 200540086



## **RESPONSABILIDAD**

“La responsabilidad del contenido de los trabajos de graduación es: Del estudiante que opta al título, del asesor y del revisor; la Comisión de Redacción y Estilo de cada carrera, es la responsable de la estructura y la forma”.

Aprobado en punto SEGUNDO, inciso 2.4, subinciso 2.4.1 del Acta No. 17-2012 de Sesión Extraordinaria de Concejo Directivo, de fecha 18 de julio del año 2012.

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS A:**

### **DIOS:**

Quién por gracia me deja percibir en lo material la extensión ideal de bondad, fortaleza y sabiduría.

### **MIS PADRES:**

Papi Mario, porque es en quien tengo tan clara perspectiva de un ejemplo más que adecuado de imitar y me doy por entendido en su práctica de vida que no hay obstáculo que la vida presente que no se pueda sobrepasar. Mami Margarita, porque cada acto tuyo no deja de ser muestra de amor y entera entrega para con tu familia, por todas las oraciones que aquí me tienen. Papás: ¡Este logro es completamente suyo!

### **MIS HERMANOS:**

Santos, Aury, Walter, Miri, Lili y Carlitos; y sobrinos Ana Sofía y Jorge; por llegar a ser más que hermanos, mis amigos, en quienes sé que todo puede pasar, pero su soporte certeramente jamás fallará. ¡A ustedes, muchas gracias!

### **MI ESPOSA E HIJA:**

Keila, por unirse a mí en este camino de la vida, y ser la compañera idónea para salir adelante. María Margarita, hija mía, por ser lo más hermoso que Dios me ha regalado. ¡Las amo!

### **MIS AMIGOS:**

A ustedes que no es necesario mencionar sus nombres porque se deben sentir aludidos. ¡Gracias!

**USAC:**

Especialmente a todos los docentes de la Carrera de Agronomía del CUNOR, que día a día ponen su máximo esfuerzo, para entregar a sus estudiantes las herramientas necesarias para servirle como profesionales a nuestra bella patria Guatemala.

**INGENIO MAGDALENA, S.A.:**

Por darme la oportunidad de realizar esta investigación y desarrollarme como profesional, Dios bendiga a los accionistas de esta empresa; que beneficia con trabajo a muchas familias. A mis compañeros de trabajo, porque con ellos hemos logrado un ambiente laboral agradable. Gracias.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	v
RESUMEN	vii
INTRODUCCIÓN	1
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
JUSTIFICACIÓN	5
OBJETIVOS	7
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b>	
1.1. Antecedentes	9
1.2. El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala	10
1.2.1 Requerimientos climáticos	12
1.3 Variedad CG 98-78	12
1.4 <i>Canavalia ensiformis</i>	13
1.4.1 Clasificación taxonómica	14
1.4.2 Ecología	14
1.4.3 Usos de <i>Canavalia ensiformis</i>	15
1.5 Principales malezas en la zona cañera de Guatemala	18
HIPÓTESIS	21
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>METODOLOGÍA</b>	
2.1 Descripción general del área	23
2.1.1 Altitud	24
2.1.2 Temperatura	24
2.1.3 Precipitación pluvial	25
2.1.4 Zonas de vida	25
2.1.5 Material parental	25
2.1.6 Preparación del terreno	25
2.2 Descripción de la evaluación	26
2.3 Diseño experimental	28
2.4 Tratamientos a evaluar	30
2.5 Modelo estadístico	31
2.6 Variables respuesta	31
2.7 Análisis estadístico	32

## CAPÍTULO 3 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	55

### ÍNDICE DE FIGURAS

1. Fases de crecimiento de <i>Canavalia ensiformis</i>	15
2. Semilla de <i>Canavalia ensiformis</i>	17
3. Fisiología de la caña de azúcar	20
4. Ubicación de Ingenio Magdalena	23
5. Ubicación de finca Santa Elisa	24
6. Distribución de los tratamientos en campo	29
7. Área espacial del ensayo	30

### ÍNDICE DE CUADROS

1. Clasificación Taxonómica ( <i>Canavalia ensiformis</i> )	14
2. Principales malezas, según su orden de importancia en la agroindustria azucarera de Guatemala	19
3. Descripción de los tratamientos evaluados	31
4. Porcentaje de cobertura de malezas en el suelo	33
5. Análisis de varianza para el porcentaje de cobertura de malezas	34
6. Prueba de Lsd Fisher para la variable porcentaje de cobertura de malezas	34
7. Porcentaje de control de malezas	35
8. Análisis de varianza para la variable porcentaje de control de maleza	36
9. Prueba de Lsd Fisher para la variable porcentaje de control de malezas	36
10. Peso en kilogramos de materia seca incorporada al suelo	37
11. Análisis de varianza para la variable peso en kilogramos de materia seca incorporada al suelo	37
12. Prueba de Lsd Fisher para la variable peso en kilogramos de materia seca incorporada al suelo	38
13. Comportamiento del nitrógeno en el suelo	38
14. Análisis de varianza para la variable comportamiento del nitrógeno en el suelo	39

15. Prueba de Lsd Fisher para la variable comportamiento del nitrógeno en el suelo	40
16. Porcentaje de nitrógeno en el follaje	41
17. Análisis de varianza para la variable comportamiento del nitrógeno en el follaje	41
18. Prueba de Lsd Fisher para la variable comportamiento del nitrógeno en el follaje	42
19. Datos biométricos	42
20. Análisis de varianza para la variable índice biométrico	43
21. Prueba de Lsd Fisher para la variable índice biométrico	43
22. Rendimiento en paquetes de semilla por hectárea	44
23. Análisis de varianza para la variable paquetes de semilla por hectárea	45
24. Prueba de Lsd Fisher para la variable paquetes de semilla por hectárea	45
25. Rendimiento en toneladas de caña por hectárea	46
26. Análisis de varianza para la variable toneladas de caña por hectárea	47
27. Prueba de Lsd Fisher para la variable toneladas de caña por hectárea	47
28. Cronograma de actividades	56
29. Costos de producción por hectárea de la evaluación diferentes intervalos de siembra de <i>Canavalia ensiformis</i> , en caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ); T1: siembra de canavalia 10 días después de la siembra de caña	57
30. Costos de producción por hectárea de la evaluación diferentes intervalos de siembra de <i>Canavalia ensiformis</i> , en caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ); T2: siembra de canavalia 20 días después de la siembra de caña	58
31. Costos de producción por hectárea de la evaluación diferentes intervalos de siembra de <i>Canavalia ensiformis</i> , en caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ); T3: siembra de canavalia 30 días después de la siembra de caña	59
32. Costos de producción por hectárea de la evaluación diferentes intervalos de siembra de <i>Canavalia ensiformis</i> , en caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ); T4: siembra de canavalia 40 días después de la siembra de caña	60
33. costos de producción por hectárea de la evaluación diferentes intervalos de siembra de <i>Canavalia ensiformis</i> , en caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ); T5: siembra de canavalia 50 días después de la siembra de caña	61
34. Costos de producción por hectárea de la evaluación diferentes intervalos de siembra de <i>Canavalia ensiformis</i> , en caña de azúcar ( <i>Saccharum officinarum</i> ); T6: sin canavalia, control químico	62



## LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

<b>ATAGUA</b>	Asociación de técnicos azucareros de Guatemala
<b>AZASGUA</b>	Asociación de azucareros de Guatemala
<b>CENGICAÑA</b>	Centro guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar
<b>cm</b>	centímetro
<b>d</b>	días
<b>g</b>	gramo
<b>ha</b>	hectárea
<b>ISO</b>	<i>Internacional Sugar Organization</i>
<b>kg</b>	kilogramo
<b>L</b>	litro
<b>m</b>	metro
<b>mm</b>	milímetro
<b>msnm</b>	metros sobre el nivel del mar
<b>ppm</b>	partes por millón
<b>ton</b>	tonelada
<b>USAC</b>	Universidad de San Carlos de Guatemala





también se estableció que la mejor fertilidad la otorgó este mismo  
tratamiento, el mayor control de malezas fue con el control químico

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó durante los meses de febrero a septiembre del año 2016, en finca Santa Elisa, cuya altitud es de aproximadamente 70 msnm y se ubica en el municipio de La Democracia, Escuintla. Consistió en la evaluación del efecto de diferentes intervalos de siembra de *Canavalia ensiformis*, en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), para el control de malezas e incorporación de materia orgánica al suelo; el ensayo experimental se estableció en un arreglo de bloques completamente al azar, con ocho tratamientos por bloque y cuatro repeticiones.

El efecto de los tratamientos se evaluó a través de las variables respuesta: peso de materia seca incorporada al suelo, cobertura de malezas presentes por cada tratamiento, porcentaje de maleza controlada en relación al testigo, rendimiento paquetes de semilla por hectárea, rendimiento en toneladas de caña por hectárea (TCH), índice biométrico (diámetro, tallos/m lineal y altura de la caña) por mes, comportamiento de nitrógeno en el suelo y comportamiento del nitrógeno en el follaje.

La recolección de los datos se inició con la lectura de malezas en los tratamientos a los 20 días después de la siembra, se tomaron datos de cobertura de malezas, desarrollo biométrico, comportamiento del Nitrógeno en el suelo, follaje y rendimiento al momento de la cosecha.

A través de esta investigación se determinó que los mejores rendimientos se obtuvieron con *Canavalia* sembrada 40 días después de la siembra de caña.



también se estableció que la mejor rentabilidad la ofreció este mismo tratamiento, el mayor control de malezas fue con control químico.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó durante los meses de febrero a septiembre del año 2016 en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad Agraria del Ecuador en el campo de La Democracia. Constató el efecto de los diferentes intervalos de siembra de Canavaja (Canavalia maritima) para el control de malezas en el cultivo de maíz (Zea mays) en las condiciones orgánicas y químicas del suelo. El estudio experimental se realizó en un diseño de bloques completamente al azar, con ocho tratamientos y tres repeticiones.

El efecto de los tratamientos se evaluó a través de las variables respuesta peso de malezas secas, altura de plantas, densidad de plantas por hectárea, rendimiento por hectárea y rendimiento por planta en toneladas de maíz por hectárea. Los resultados mostraron que el control químico de malezas en el cultivo de maíz (Zea mays) en las condiciones orgánicas y químicas del suelo, presentó un efecto significativo en el control de malezas y en el rendimiento por hectárea y por planta. El control químico de malezas en el cultivo de maíz (Zea mays) en las condiciones orgánicas y químicas del suelo, presentó un efecto significativo en el control de malezas y en el rendimiento por hectárea y por planta.

La recolección de los datos se realizó en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad Agraria del Ecuador en el campo de La Democracia. Los datos se analizaron mediante el análisis de varianza de un factor y se compararon los tratamientos a los 20 días después de la siembra. Los resultados mostraron que el control químico de malezas en el cultivo de maíz (Zea mays) en las condiciones orgánicas y químicas del suelo, presentó un efecto significativo en el control de malezas y en el rendimiento por hectárea y por planta.

A través de esta investigación se concluyó que el control químico de malezas en el cultivo de maíz (Zea mays) en las condiciones orgánicas y químicas del suelo, presentó un efecto significativo en el control de malezas y en el rendimiento por hectárea y por planta.



## INTRODUCCIÓN

Debido a sus condiciones climatológicas y ubicación geográfica, Guatemala es un país con alto potencial agrícola. La Costa Sur guatemalteca cuenta con condiciones ideales de clima, suelo y relieve para el desarrollo del cultivo de caña de azúcar, que es el más importante en la producción de endulzante en el mundo, además provee subproductos como el etanol para uso energético, generación de energía eléctrica y materia prima para alimentación de ganado.

El cultivo de caña de azúcar, de igual manera que un sin número de cultivos es susceptible a los daños ocasionados por las malezas, consideradas como uno de los factores más importantes que limitan el desarrollo del cultivo y posiblemente el más difícil de controlar. Hoy en día las malezas se han reportado con mayor incidencia en la zona cañera de la Costa Sur de Guatemala, y afectan considerablemente la producción.

Por tal razón en la finca Santa Elisa del Ingenio Magdalena S.A., se desarrolló una investigación en la búsqueda de alternativas de control que permita reducir el uso de herbicidas para el control de las malezas, utilizar un cultivo de cobertura como *Canavalia ensiformis*; y a la vez aprovechar las bondades del mismo en la incorporación de materia orgánica al suelo debido a que la actividad de producción agrícola es altamente extractiva de agua y nutrientes del suelo. Si estos ciclos se repiten permanentemente, sin descanso, ni suplementación, el suelo sufre agotamiento por sobre-uso y la manifestación de este estrés se va a reflejar en la nutrición, sanidad y productividad de los cultivos.



## INTRODUCCIÓN

Debido a sus condiciones climáticas y condiciones geográficas, Guatemala es un país con alto potencial agrícola. Sin embargo, la agricultura cuenta con condiciones ideales de clima y suelo, pero el desarrollo del cultivo de caña de azúcar, que es el más importante en la producción de energía en el mundo, además de ser un cultivo que requiere un alto nivel de uso energético, generación de energía eléctrica y otros factores, requiere un alto nivel de inversión.

El cultivo de caña de azúcar es uno de los más importantes en el mundo, pero es susceptible a los diferentes tipos de enfermedades, consideradas como uno de los factores más importantes que limitan el desarrollo del cultivo y posiblemente el más importante en el mundo. Hoy en día las enfermedades se han reportado con mayor frecuencia en el cultivo de caña de azúcar en Guatemala y afectan considerablemente la producción.

Por tal razón en la finca Santa Rosa del Ingeniero Magdalena S.A., se desarrolló una investigación en la finca Santa Rosa, Guatemala, con el control que permita reducir el uso de pesticidas en el control de las plagas, utilizar un cultivo de cobertura como *Crotalaria retusa* y a la vez aprovechar las propiedades del mismo en la incorporación de la materia orgánica al suelo debido a que la actividad de producción agrícola es altamente dependiente de agua y nutrientes del suelo. Si estos factores se manejan correctamente, sin desatender la implementación, el suelo será más fértil y la productividad de este estará en un nivel alto, lo que permitirá aumentar la productividad de los cultivos.



## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Las malezas tienen la capacidad de competir por recursos limitantes del medio, principalmente agua, luz y nutrientes, liberan sustancias alelopáticas, hospedan plagas y sobre todo, son la causa principal del bajo rendimiento y altos costos de producción en el cultivo de la caña de azúcar en Guatemala, con una diversidad que afectan su óptimo desarrollo.

Es un hecho comprobado que, la competencia de malezas en los cultivos merma significativamente su producción, de allí la necesidad de mantener un control efectivo a través de todo el ciclo y sobre todo en el periodo crítico que son las etapas iniciales; en caña de azúcar, el principal daño está en la competencia que ejercen las malezas al momento de la germinación y los tres meses subsiguientes, cuando el crecimiento es lento y el follaje del cultivo no logra cubrir las malezas.

Con el fin de lograr un buen desarrollo y mejorar la productividad en el cultivo de caña de azúcar, se practican distintos métodos de control tales como: preventivo, cultural, mecanizado y químico (pre-emergente y post-emergente), la aplicación de herbicidas post-emergentes provoca en el cultivo necrosis, clorosis foliar, atrofia y reducción de rendimiento de caña (TCH); por lo que encontrar una alternativa para eliminar este tipo de control puede ayudar a bajar pérdidas de toneladas de caña por hectárea.



El desarrollo extensivo de monocultivos, como es el caso de caña de azúcar, incrementa el uso de fertilizantes para la producción y productos químicos para el control de malezas, esto provoca un deterioro acelerado de las características físicas y químicas del suelo, lo que ocasiona que con el paso de los años este pierda su fertilidad.

Hay alternativas que pueden ser eficientes, tales como cultivos de cobertura, que necesitan ser evaluados en caña de azúcar en la región de interés. En este sentido, surge la pregunta ¿Puede la *Canavalia ensiformis* ser una alternativa de control eficiente que supere los resultados con productos químicos?

## JUSTIFICACIÓN

El control de malezas en caña de azúcar representa actualmente, cerca del 30 % de los costos de mantenimiento del cultivo en caña soca, lo que hace necesario disponer de un plan de manejo que ofrezca un buen control de ellas, para esto se necesita el desarrollo de los mismos, y así saber cuáles son los procedimientos y herramientas que se disponen para implementarlos.

El comportamiento que presentan las malezas en el cultivo de la caña es agresivo y afecta su desarrollo, esto motiva el desarrollo de alternativas a tomar en cuenta para el control de malezas en la caña de azúcar.

Con la implementación de *Canavalia ensiformis* se busca cubrir la superficie de suelo que la caña deja descubierta en sus primeras etapas de desarrollo, para evitar que las malezas tengan opción a desarrollarse libremente.

En la agroindustria azucarera de Guatemala, no se cuenta con este tipo de estudios, por ello, es necesario realizar esta investigación, con la cual se pretende encontrar una alternativa de control cultural de las malezas, mediante la utilización de *Canavalia ensiformis* como cultivo de cobertura, dicha tecnología también se considera como abono verde pues aporta altas cantidades de biomasa y materia orgánica al suelo.





### USAC - CUNOR

El control de malezas en el cultivo de caña de azúcar se realiza mediante el uso de herbicidas. El control de las malezas se realiza mediante el uso de herbicidas. El control de las malezas se realiza mediante el uso de herbicidas.

El comportamiento de las malezas en el cultivo de caña de azúcar se realiza mediante el uso de herbicidas. El control de las malezas se realiza mediante el uso de herbicidas.

Con la implementación de Cane Harvesting System se busca reducir la superficie de suelo que la caña deja desatendida en el momento de desarrollo. El control de las malezas se realiza mediante el uso de herbicidas.

En la agroindustria azucarera de la zona, no se cuenta con este tipo de estudios, por ello, es necesario realizar una investigación, con la cual se pretende encontrar una alternativa de control de las malezas, mediante la utilización de Cane Harvesting System. El control de las malezas se realiza mediante el uso de herbicidas.



## OBJETIVOS

### GENERAL

Generar información agronómica sobre una alternativa para el control de malezas mediante el uso de *Canavalia ensiformis*, en el cultivo caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el municipio de La Democracia, Escuintla.

### ESPECÍFICOS

- a) Determinar los beneficios y costos de producción en el control de malezas con *C. ensiformis*, comparado con el control químico (herbicidas).
- b) Establecer la época apropiada de siembra de *Canavalia ensiformis* para el control de malezas en caña de azúcar y el aporte de materia seca al suelo.
- c) Determinar la cantidad de materia seca que aportará cada tratamiento sembrado con *C. ensiformis*.



CONTENIDO

GENERAL

Generar información estadística sobre las áreas silvas para el control de  
malizas mediante el uso de la tecnología de punta en el cultivo de maíz de azúcar  
(Sistema oficial) en el territorio de la Secretaría de Agricultura.

ESPECIFICOS

- a) Determinar los beneficios de la tecnología de punta en el control de malizas  
con el sistema de cultivo de maíz de azúcar (verdad).
- b) Establecer la época oportuna para la siembra de maíz de azúcar para  
el control de malizas en el territorio de la Secretaría de Agricultura y el  
suelo.
- c) Determinar la cantidad de malizas que se reportará cada tratamiento  
siempre con el sistema.



## CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes

En el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar -CENGICAÑA-, se ha evaluado *Canavalia ensiformis* en diferentes asociaciones, dándole mayor importancia a su aporte nutricional al suelo.

Según Pérez (2008) los abonos verdes son cultivos de vegetación rápida, destinados a mejorar las propiedades físico-químicas del suelo y limitar el desarrollo de malezas. Se pueden utilizar diversas especies para un control de malezas por cobertura y aporte nutricional como las leguminosas, las cuales, 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*)<sup>1</sup>.

Países como Australia y Sudáfrica, han determinado que uno de los principales factores en la disminución de producción del cultivo de la caña de azúcar en el tiempo se debe al monocultivo (Bell, 2001; Wiseman and Morrison, 2005)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Pérez, O., Et. Al. *Strategies for the optimal use of nitrogen fertilisers in the sugarcane crop in Guatemala*. 2010

<sup>2</sup> Melgar, M., Et. Al. *El cultivo de caña de azúcar en Guatemala*. Guatemala: CENGICAÑA 2012



Según De Gouveia (1999) *Canavalia ensiformis*, es una leguminosa nativa del trópico americano con gran potencial para su incorporación a la producción, como fuente de proteínas para la alimentación de rumiantes, aves y cerdos. Aunque posee lectinas en hojas y semillas, presenta ventajas debido a que es altamente tolerante a condiciones de textura y fertilidad del suelo, así como su resistencia a la sequía, son importantes atributos adicionales<sup>3</sup>.

Según Beyra (2004) el género *Canavalia* tiene aproximadamente 60 especies pantropicales, con concentración neotropical, debido a 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<sup>4</sup>.

## 1.2 El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala

El cultivo de la caña de azúcar inició en Guatemala en el año de 1536, los primeros trapiches se fundaron en el valle central de Guatemala y en el valle de Salamá en el siglo XVI, pero fue hasta a mediados del siglo XIX, que el país comenzó a exportar azúcar en cantidades menores<sup>5</sup>.

<sup>3</sup> Zea, J. L. *Efectos de intercalar leguminosas a diferentes fechas de siembra y dosis de fosforo sobre el rendimiento de maíz, Zea mays L.* 1990

<sup>4</sup> Balañá, P., *Et. Al. Crotalaria juncea, Canavalia ensiformis and Mucuna sp. As Possible Nitrogen Sources for Fertilisation in Sugarcane Commercial Nurseries.* Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 2010

<sup>5</sup> Melgar, M., *Et. Al. El cultivo de caña de azúcar en Guatemala.* Guatemala: CENICCAÑA. 2012



En el año 1957, se fundó la Asociación de Azucareros de Guatemala, ASAZGUA, al ver que las exportaciones de azúcar de Guatemala comenzaron a desarrollar una serie de proyectos y estrategias, que fueron los impulsores de la Agroindustria Azucarera Nacional. En el año de 1971 se fundó la Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala (ATAGUA), con el fin de fomentar el intercambio de experiencias y tecnología y la difusión de conocimientos técnicos para impulsar el desarrollo de la agroindustria azucarera<sup>6</sup>.

A partir de 1990, la agroindustria azucarera guatemalteca comienza a posicionarse entre los diez primeros lugares a nivel mundial en cuanto a volúmenes de exportación, hoy en día, Guatemala se ubica en el quinto lugar a nivel mundial, según la *International Sugar Organization (ISO)* y en productividad según la *LMC International*, donde Guatemala ocupa el tercer lugar a nivel Mundial<sup>7</sup>.

El componente tecnológico, ha tenido un rol importante en el desarrollo de esta agroindustria, es por tal razón que CENGICAÑA ha conformado un sistema de investigación y desarrollo tecnológico para la caña de azúcar, también ha desarrollado investigación aplicada al cultivo de la caña de azúcar en diversos factores del sistema agronómico para incrementar la productividad.

El azúcar en Guatemala es el segundo producto agrícola en generación de divisas, constituyéndose en una importante contribución a la economía nacional.

---

<sup>6</sup>Melgar, M., Et. Al. *El cultivo de caña de azúcar en Guatemala*. Guatemala: CENGICAÑA. 2012

<sup>7</sup>Ibíd., 6



### 1.2.1 Requerimientos climáticos

#### a. Altitud

La caña de azúcar se desarrolla a una altitud menor a los 800 msnm.

#### b. Precipitación

La caña requiere de abundante agua. Su periodo de crecimiento varía entre 11 masas y 13 meses, depende de la variedad de caña y de la zona que se siembre; las zonas de la agroindustria cañera de Guatemala en la Costa Sur se dividen en, zona alta (300 msnm a 800 msnm), la zona media (100 msnm a 300 msnm) y la zona baja (menor a 100 msnm)<sup>8</sup>.

#### c. Temperatura

Las temperaturas apropiadas para el desarrollo la caña de azúcar varía de 22 °C a 37 °C, aunque se pueden desarrollar fuera de esos rangos, pero esto puede inferir de una manera negativa en la producción de azúcares<sup>9</sup>.

<sup>8</sup>Balañá, P., *Et. Al. Crotalaria juncea, Canavalia ensiformis and Mucuna sp. As Possible Nitrogen Sources for Fertilisation in Sugarcane Commercial Nurseries*. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 2010

<sup>9</sup>Ibid., 8



### 1.3 Variedad CG 98-78

La variedad CG 98-78, fue desarrollada en Guatemala por CENGICAÑA. Esta variedad es de ciclo tardío, varía su cosecha de 12 meses a 14 meses. Se desarrolla en óptimas condiciones en las zonas baja y media, no obstante, puede producir y ser cultivada en las zonas altas con una ligera disminución de su capacidad productiva. Es por ello que, se recomienda tener en cuenta los requerimientos, no solo de ésta, si no de todas las variedades a sembrar. Dicha variedad no deshoja naturalmente, presenta un follaje intermedio, en el entrenudo se presenta poca presencia de cera y es de color amarillo verdoso con manchas negras, la yema es triángulo ovalada con anillo de crecimiento semi-liso. Es una variedad susceptible a escaldadura foliar en zona baja y litoral (zona de estudio).

### 1.4 *Canavalia ensiformis*

La *Canavalia ensiformis* es un arbusto anual o trepador perenne de 1 m -2 m de altura. Tallos glabros o adpreso-pubescentes. Folíolos elípticos u ovado elípticos, de 5,7 cm - 20 cm de longitud, 3,2 cm – 11,5 cm de ancho, obtusos, subagudos o brevemente acuminados, pecíolo de 2.3-11 cm de longitud, raquis de 1.3-5 cm de longitud; pecíolos de 1 mm - 11 mm de longitud, cubiertos de pelos cortos blancos, moderadamente densos; estípulas tempranamente deciduas. Es una planta herbácea a leñosa, erecta a enredaderas, anual o perenne. Su origen es Centroamérica y las Antillas. Es una planta de cobertura o desarrollo de forraje rápido, el ciclo vegetativo es variable desde las 14 semanas hasta 6 meses. La inflorescencia es de color blanco y normalmente aparece a los 2 meses o 3 meses después de la siembra.





Es una planta de día corto, pero se vuelve perenne en zonas más húmedas y puede sobrevivir 2 años - 4 años. Posee la capacidad de rebrote después del corte, lo que permite producir más de una cosecha<sup>10</sup>.

*Canavalia ensiformis* es una especie semi-perenne, robusta, los granos son grandes, lisos y blancos; su crecimiento vegetativo continúa después de la floración y la formación de vainas; una vez establecido resiste a la sequía y encharcamiento en todo tipo de suelo.

#### 1.4.1 Clasificación taxonómica

La *Canavalia ensiformis* pertenece a la familia leguminosa, característica de esta familia la presencia de las semillas cubiertas por una vaina. A continuación, se presente la clasificación taxonómica de esta planta<sup>11</sup>.

**CUADRO 1**  
**CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA (*Canavalia ensiformis*)**

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

Fuente: Balaña Et Al. 2010.

<sup>10</sup> Balaña, P., Et. Al. *Crotalaria juncea*, *Canavalia ensiformis* and *Mucuna sp.* As Possible Nitrogen Sources for Fertilisation in Sugarcane Commercial Nurseries. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 2010

<sup>11</sup> Balaña, P., Et. Al. *Crotalaria juncea*, *Canavalia ensiformis* and *Mucuna sp.* As Possible Nitrogen Sources for Fertilisation in Sugarcane Commercial Nurseries. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 2010

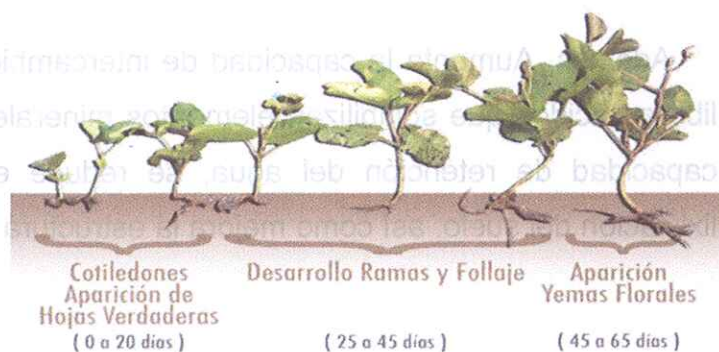


### 1.4.2 Ecología

*Canavalia ensiformis* es una especie tolerante a un amplio rango de textura y fertilidad del suelo; crece bien en suelos de tierras bajas tropicales altamente lixiviados, pobres en nutrientes y pedregosos, así como en suelos ácidos y salinos con un rango de pH entre 4,3 a 8; al igual que en suelos arcillosos y húmedos<sup>12</sup>.

Esta especie es resistente a periodos de sequía por su profundo sistema radicular, que le permite sobrevivir con la humedad almacenada en el suelo; Se desarrolla bien en sitios donde la pluviosidad oscila entre 700 mm y 4 200 mm; y resiste temperaturas (donde el promedio anual oscila entre 14 °C y 27 °C. Aunque requiere iluminación completa para su desarrollo óptimo, crece bien a la sombra. Esta especie se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 1800 msnm<sup>13</sup>.

**FIGURA 1**  
**FASES DE CRECIMIENTO DE *Canavalia ensiformis***



Fuente: Balaña *Et Al.* 2010.

<sup>12</sup> Balaña, P., *Et. Al.* *Crotalaria juncea, Canavalia ensiformis and Mucuna sp.* As Possible Nitrogen Sources for Fertilisation in Sugarcane Commercial Nurseries. Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol. 2010

<sup>13</sup> *Ibíd.*, 12

### 1.4.3 Usos de *Canavalia ensiformis*

La *Canavalia ensiformis* principalmente ha sido utilizada como abono verde y forraje para animales. También se conoce su uso en las poblaciones precolombinas, desde esta época era utilizada como fuente nutritiva para el humano.

#### a. *Canavalia* como abono verde

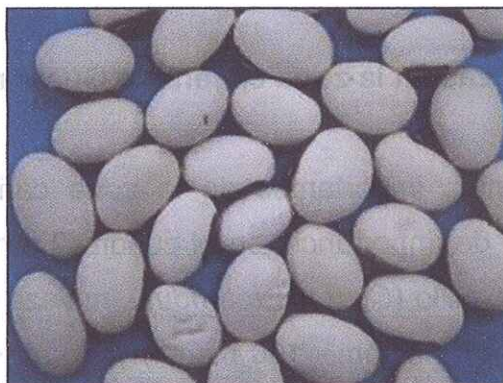
*Canavalia ensiformis* es una buena alternativa para suelos pobres y pedregosos, además que es resistente a la sequía, es poco sensible a plagas y enfermedades; esta planta resulta muy eficaz para control de las babosas del campo (*limaco*), la semilla actúa como repelente y otorga adecuada protección a los cultivos. El abono verde aumenta la cantidad de materia orgánica en el suelo, eleva el contenido de nitrógeno, reduce las pérdidas de nitrógeno por lavado del suelo, influye favorablemente sobre el fósforo en la relación suelo-planta y favorece la aireación del suelo<sup>14</sup>.

Además, Aumenta la capacidad de intercambio catiónico, se liberan ácidos que solubilizan elementos minerales, aumenta la capacidad de retención del agua, se reduce el lavado y la lixiviación del suelo, así como mejora la estructura del suelo.



<sup>14</sup> Melgar, M.; Et. Al. *El cultivo de caña de azúcar en Guatemala*. 2012.

**FIGURA 2**  
**SEMILLA DE CANAVALLIA ENSIFORMIS**



Fuente: Balaña Et Al. 2010.

#### **b. Control cultural de plagas y malezas**

Se ha empleado *Canavalia ensiformis*, como control de maleza; eficazmente con *Cyperus rotundos*, principal maleza que afecta a la agroindustria azucarera, control realizado por reducción de la luz que incide sobre la Cyperaceae, con las siguientes conclusiones:

La siembra de *Canavalia ensiformis* a distancia de 0,5 m de calle por 0,2 m entre postura con 2-3 semillas por postura permite que únicamente el 1 % - 1,5 % de la luz solar llegue al suelo dada esta cobertura es indudable que es muy eficaz en el control de malezas<sup>15</sup>.

*Canavalia ensiformis* resulta muy eficaz para el control de las babosas (*limaco*) en el campo ya que la semilla actúa como

<sup>15</sup> Leonardo, A. Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en la caña de azúcar en Guatemala. 1998

repelente especialmente si se trata de material vegetal tierno, como es el caso de plántulas<sup>16</sup>.

### 1.5 Principales malezas en la zona cañera de Guatemala

Las malezas más importantes de la zona cañera de Guatemala se indican en orden de importancia en el cuadro 2, encontrándose de mayor importancia el Coyolillo (*Cyperus rotundus*), maleza de mayor presencia en los estratos bajos (40 msnm - 100 msnm) y litoral (< 40 msnm) predomina en suelos de textura franco a franco arenosa. La caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*) es la maleza que ocupa el segundo lugar en importancia y es una de las malezas más difíciles de controlar debido a su biología y su alta competencia con la caña y su rápido crecimiento. Las malezas presentes en la agroindustria azucarera, no solo afectan en los primeros días de crecimiento del cultivo, sino que, algunas como las de la familia *Convulvulaceae* (*Ipomea* y *Merremia*), por su tipo de crecimiento, invaden los tallos de caña al final de su ciclo y causan problemas al momento de la cosecha con pérdidas en la eficiencia en el corte del cultivo<sup>17</sup>.

En los últimos años, se ha observado un difícil control de dos especies de malezas presentes en toda la zona cañera: *Momordica charantia* y *Croton lobatus*, y que hasta el momento se desconoce si poseen algún tipo de tolerancia a ciertos herbicidas utilizados en Guatemala. Por último, existen algunas gramíneas difíciles de controlar debido a su sistema de reproducción como es el caso de *Sorghum halepense* y *Panicum maximum*<sup>18</sup>.

<sup>16</sup> *Ibíd.*, 15

<sup>17</sup> Espinoza, G., *Et. Al. Manual de malezas y catálogo de herbicidas para el cultivo de caña de azúcar en Guatemala*. 2013

<sup>18</sup> *Ibíd.*, 17



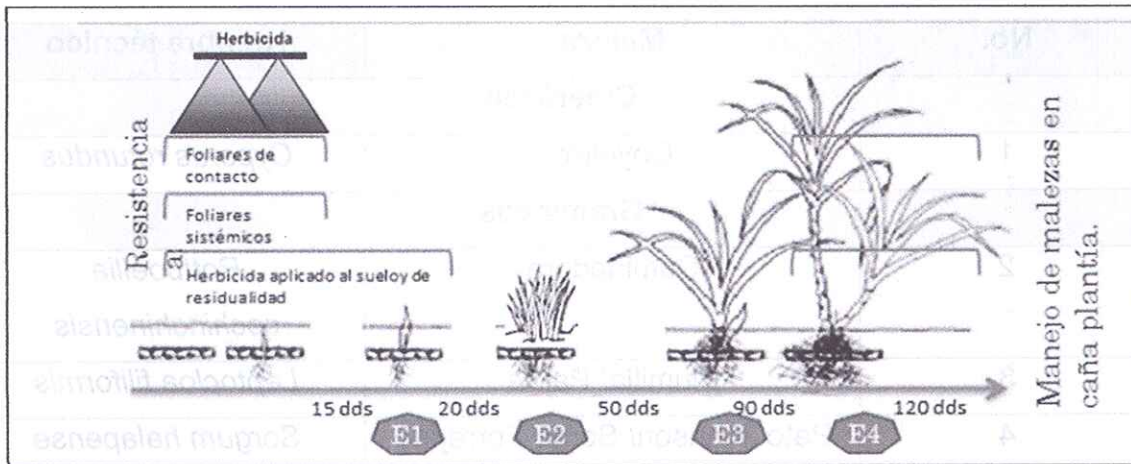
**CUADRO 2**  
**PRINCIPALES MALEZAS, SEGÚN SU ORDEN DE IMPORTANCIA EN LA**  
**AGROINDUSTRIA AZUCARERA DE GUATEMALA**

No.	Maleza	Nombre técnico
<b>Ciperácea</b>		
1	Coyolillo	<i>Cyperus rotundus</i>
<b>Gramíneas</b>		
2	Caminadora	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>
3	Plumilla/ Pajilla	<i>Leptocloa filiformis</i>
4	Pato Johnson/ Sorgo Forrajero	<i>Sorghum halapense</i>
5	Zacatón/ Guinea/ Zacate jamaica	<i>Panicum maximun</i>
6	Bermuda	<i>Cyodon dactylon</i>
<b>Hoja ancha</b>		
7	Bejuco peludo	<i>Merremia quinquefolia</i>
8	Campanilla/ Lavaplato/ Quiebracajetes	<i>Ipomoea nil</i>
9	Campanilla/ Quimamul/ Bejuco	<i>Ipomoea triloba</i>
10	Jaibilla /Melón Amargo	<i>Momordica charantia</i>
11	Papayita/ Manita Crotón	<i>Croton lobatus</i>
12	Falsa Verdolaga	<i>Trianthema portulacastrum</i>
13	Verdolaga / Portulaca	<i>Portulaca oleraceae</i>
14	Verdolaga de playa	<i>Kallstroemia maxima</i>

Fuente: Espinoza G. 2013.



**FIGURA 3**  
**FISIOLOGÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR (ROCHECOUSE, 1967).**



Fuente: Espinoza G. 2013.

**a. E1**

Gran espesura de la cutícula, el herbicida no alcanza hojas internas. Tolerante a malezas, en caña soca esta fase es más rápida. Se consideran productos con residualidad<sup>19</sup>.

**b. E2**

Presencia de dos a tres hojas en la planta, pérdida de raíces falsas de la semilla, etapa susceptible, en soca existe mayor cantidad de raíces, lo que la planta resiste más a productos solubles<sup>20</sup>.

**c. E3**

Raíces verdaderas establecidas, competencia severa con la maleza y afectan ahijamiento<sup>21</sup>.

**d. E4**

En esta etapa ya se ha establecido el número de tallos totales, resistente a las aplicaciones, si se presenta daño no afecta a la producción final<sup>22</sup>.

<sup>19</sup> Espinoza, G., *Et. Al. Manual de malezas y catálogo de herbicidas para el cultivo de caña de azúcar en Guatemala*. 2013

*Ibid.*, 19

*Ibid.*, 19

*Ibid.*, 19

## HIPÓTESIS

El control de maleza de al menos uno de los cinco tratamientos con *Canavalia ensiformis* superará al control convencional, en condiciones edafoclimáticas de La Democracia, Escuintla, debido a que canavalia tiene un hábito de crecimiento acelerado y se espera que su follaje cubra el área que no logre la caña antes que esta área sea ocupada por las malezas.





### HIPÓTESIS

El control de maleza en el cultivo de maíz en los tipos de siembras con  
Canales profundas supone el control de malezas en condiciones  
edafológicas de la zona. El control de malezas en las canchales tiene un  
hábito de crecimiento acelerado y se controla mejor. El hábito de  
lograr la caña antes que en las canchales y en las malezas.



## CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

### 2.1. Descripción general del área

La evaluación se realizó en la finca Santa Elisa del Ingenio Magdalena. La región se ubica en el sur de la República de Guatemala, en el municipio de La Democracia, departamento de Escuintla. A una distancia de 8 km de la cabecera municipal, a 51 km de la cabecera departamental y a 92 km de la ciudad capital. Dicho lugar se encuentra ubicado geográficamente en longitud  $-2076453950577,63$  y latitud  $397339,78$ ; a 70 msnm. Colinda al norte con la finca Santa Matilde, al este con la finca Santa Marta, al sur con la finca Santa Cristina, y al oeste con la aldea Ceiba Amelia, todas del municipio de La Democracia.

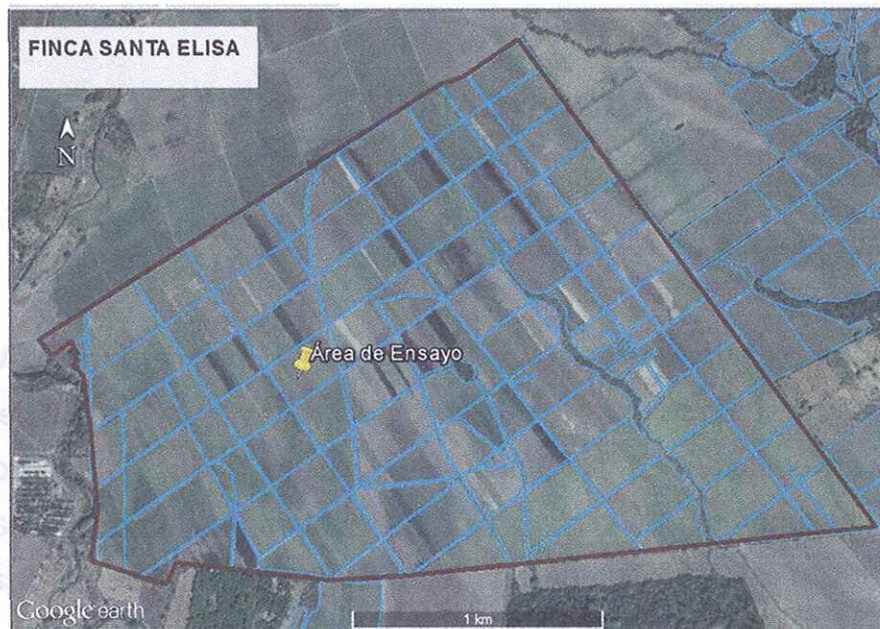
**FIGURA 4**  
**UBICACIÓN DE INGENIO MAGDALENA**



Fuente: Elaboración propia. 2016.



**FIGURA 5**  
**UBICACIÓN DE FINCA SANTA ELISA**



Fuente: Elaboración propia. Año 2016.

### 2.1.1. Altitud

El área del Ingenio Magdalena sembrada con caña de azúcar está dividida en 12 administraciones y finca Santa Elisa pertenece a la administración Velázquez, ubicada al norte del Ingenio Magdalena; a una altitud de 70 msnm.

### 2.1.2. Temperatura

La temperatura promedio de la zona es de 30 °C con un índice de humedad anual que asciende a 84 %. Es la zona la más fértil por la humedad que concentra<sup>23</sup>.



### 2.1.3. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial en la zona está distribuida en dos estaciones: la primera entre los meses de mayo a octubre y la segunda de junio a septiembre, existe un periodo de canícula de 15 d entre julio y agosto. La época de verano se marca entre octubre y mayo, coincide con el periodo de zafra<sup>24</sup>.

### 2.1.4. Zonas de vida

Bosque húmedo tropical cálido y bosque muy húmedo subtropical cálido se encuentra en la parte sur de la llanura costera del Pacífico, es una región regularmente plana, comprendida entre la línea costera y el macizo montañoso. Actualmente constituyen una región de intenso uso agropecuario y agroindustrial, destinado fundamentalmente al cultivo<sup>25</sup>.

### 2.1.5. Material parental

El material sobre el cual se han desarrollado los suelos de la región cañera esta principalmente constituido por cenizas, lapilli, pómez y otros materiales piroclásticos, derivados de las erupciones volcánicas ocurridas en diferentes épocas<sup>26</sup>.

<sup>24</sup> CENGICAÑA. *Grupos de Manejo de Suelos de la Zona Cañera de Guatemala*. In: Informe Anual 2001-2002. 2002

<sup>25</sup> *Ibíd.*, 24

<sup>26</sup> *Ibíd.*, 24



### 2.1.6. Preparación del terreno

Previo a la siembra de plántula de caña se realizaron las labores mecánicas para preparación de terreno que fueron dos pasos de *rome plaw*, un paso de rastra pulidora y finalmente el surqueo se realizó con un implemento graduado a 1,80 m entre surco, una vez terminado el surqueo 4 d antes de la siembra de plántula se hizo una aplicación química con una mezcla de herbicidas pre-emergentes (ametrina 2 L/ha, hexaxinona 1 kg/ha, pendimentalina 3,5 L/ha), en toda el área de la evaluación para homogenizar la presencia de maleza.

### 2.2. Descripción de la evaluación

Todos los tratamientos dentro del ensayo se evaluaron bajo las mismas condiciones edafoclimáticas, cada parcela estuvo formada de cinco de diez metros de largo, la plántula fue sembrada en banda al tres bolillo con una separación de 1,20 m entre postura y 0,30 m el ancho de la banda, que totalizan 18 posturas por surco y 90 posturas por tratamiento; entre cada parcela se dejó un surco sin siembra por efecto de orilla, en la división de los tabloncillos, calles de cinco metros cada una y calles de espalda de dos metros entre cada repetición, la cosecha se realizó a los siete meses de edad del cultivo y la semilla fue utilizada para abastecer un área nueva de renovación.

La siembra de la *Canavalia ensiformis*, se realizó a los 10 d de establecido el cultivo de caña el primer tratamiento y luego se dejaron lapsos de 10 d después de la siembra del primer tratamiento hasta que la caña tuvo 50 d de sembrada, con lo cual se cumplieron las cinco épocas de siembra propuestas para la evaluación de *Canavalia ensiformis*. La forma de siembra de *Canavalia ensiformis* fue: dos granos por postura con un



distanciamiento de 0,80 m entre hilera y 0,20 m entre postura a una profundidad de 0,02 m- 0.03 m.

La toma de datos de malezas se realizó la primera 10 d después de la siembra del primer tratamiento con *Canavalia*, luego en lapsos de 15 d para un total de cinco muestreos con el método del metro cuadrado, que consistió en medir el área cuadrada dentro de cada parcela de 1 m de cada lado, se midió el porcentaje de área que en cada tratamiento estaba cubierto por maleza, esta medición fue hecha en los surcos 2 y 3 de los ocho tratamientos y en las cuatro repeticiones de la evaluación.

La *Canavalia* se incorporó al suelo por medio de doble paso de cultivo, esta labor se llevó a cabo 90 d después del establecimiento del cultivo, momento en que las plantas del primer tratamiento tenían 80 d de sembradas; previo a la incorporación se arrancaron 10 plantas completas con todo y raíz en un metro cuadrado, estas plantas fueron secadas al sol; luego se pesaron con el fin de obtener el dato de materia seca incorporada al suelo, este proceso se realizó para todos los tratamientos, debido a que todos fueron incorporados el mismo día.

Con la finalidad de determinar el comportamiento del nitrógeno en el suelo se realizaron muestreos de suelo en todos los tratamientos antes de sembrar el cultivo, y a los veinte días después de cortada la caña.

Para determinar la presencia de nitrógeno en el follaje, se realizaron mediciones de clorofila en la hoja TDV (primera hoja con lígula visible) a los cuatro, cinco y seis meses de edad del cultivo, con un clorofilómetro *spad-502*, luego mediante la ecuación logarítmica propuesta para determinar el porcentaje de nitrógeno presente en las hojas de caña de azúcar  $Y = 2,405\ln(x) - 7,282$  donde  $x$  = dato de clorofila, y con un  $R^2 = 0,927$  se determinó el nitrógeno en las diferentes épocas de muestreo.



Con el fin de obtener el índice biométrico de la caña se tomaron datos de diámetro (en cm), población en tallos por metro lineal y altura (en m) en todos los tratamientos, posteriormente al multiplicar estas tres variables se obtuvo el Índice Biométrico.

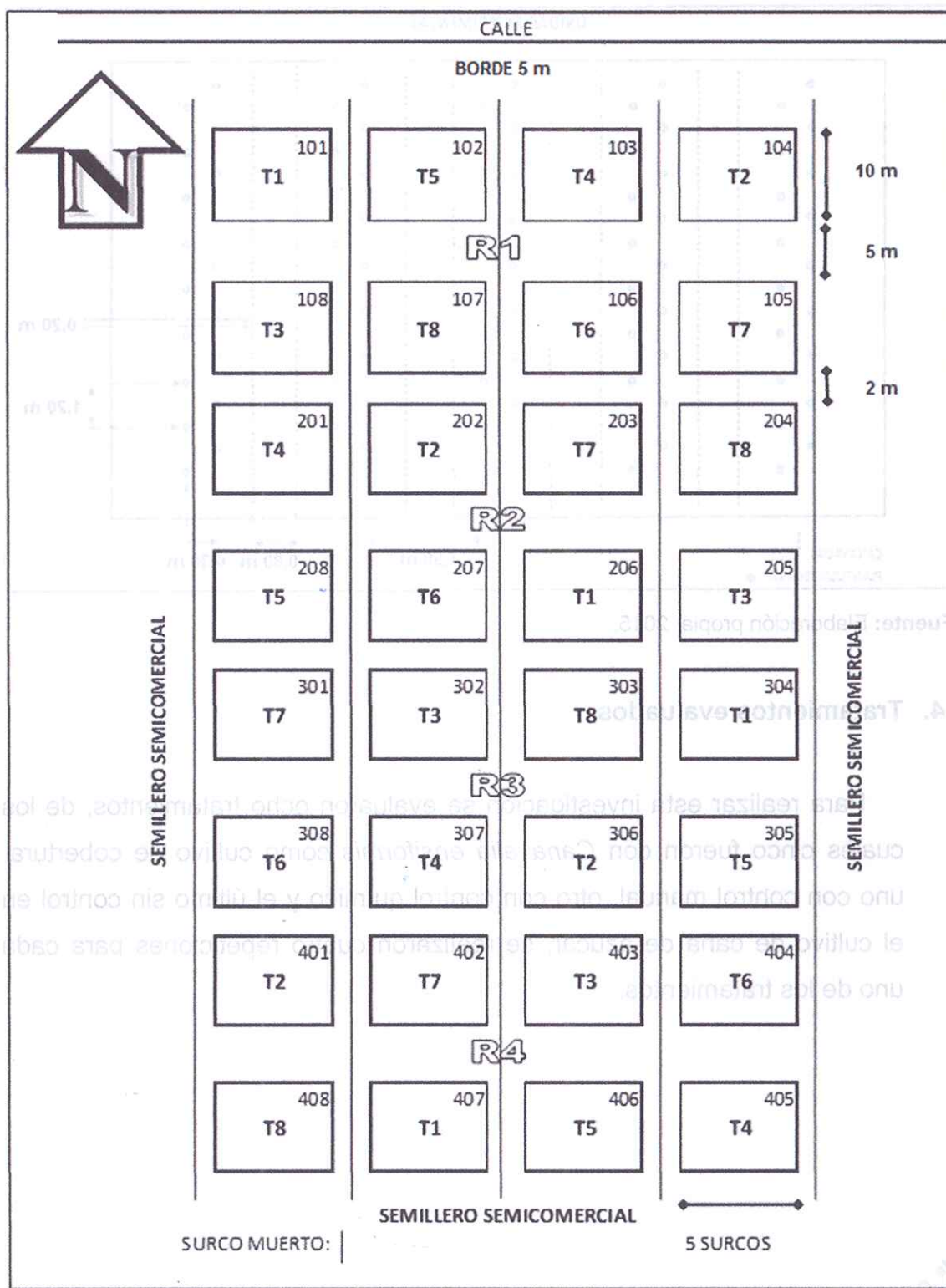
Para el tratamiento con control químico se realizaron dos aplicaciones de post-emergente (trifloxisulfuron 2 kg/ha, diuron 2.5 kg/ha y metsulfuron metil 20 g/ha), dicha mezcla es la que se utiliza convencionalmente.

La cosecha de la caña se realizó a los siete meses de edad, con lo que se obtuvieron los datos para la variable: paquetes de semilla por hectárea, luego se pesaron todos los paquetes que dio cada tratamiento para poder obtener las toneladas de caña por hectárea para cada uno de los tratamientos.

### 2.3. Diseño experimental

El ensayo experimental se estableció en un arreglo de bloques completamente al azar, con ocho tratamientos por bloque y cuatro repeticiones, con un área total de 0,4 ha distribuidas en 32 parcelas experimentales.

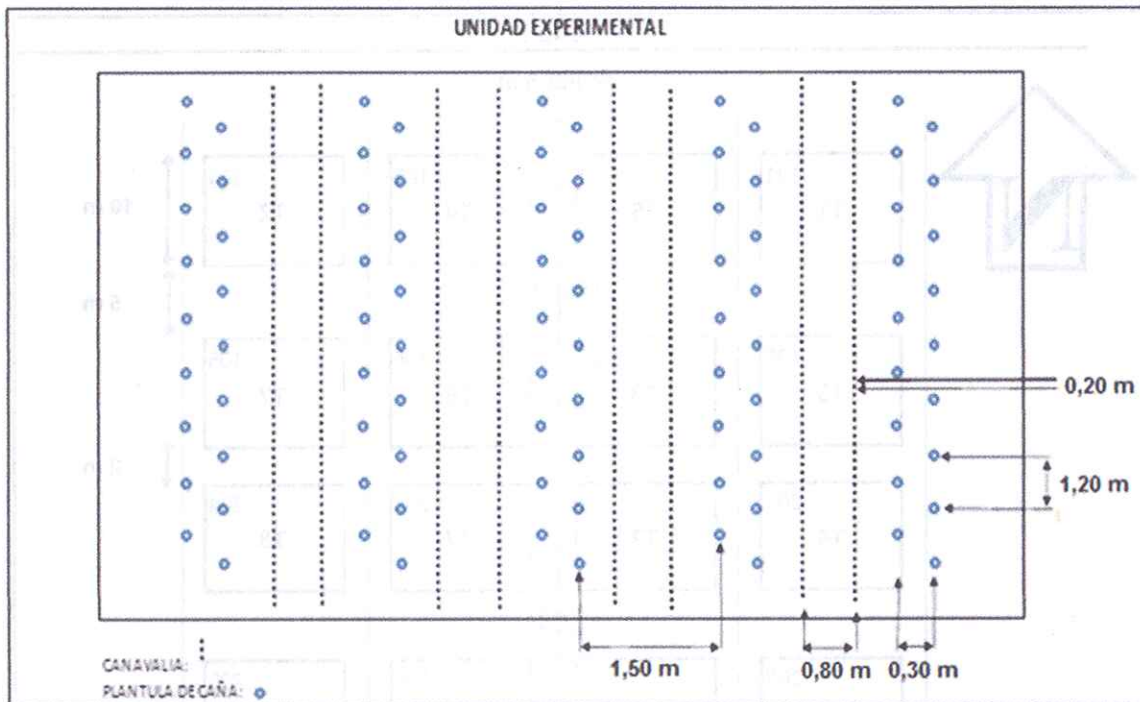
**FIGURA 6**  
**DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN CAMPO**



Fuente: Elaboración propia. 2015.



FIGURA 7  
ÁREA ESPACIAL DEL ENSAYO



Fuente: Elaboración propia. 2015.

## 2.4. Tratamientos evaluados

Para realizar esta investigación se evaluaron ocho tratamientos, de los cuales cinco fueron con *Canavalia ensiformis* como cultivo de cobertura, uno con control manual, otro con control químico y el último sin control en el cultivo de caña de azúcar, se realizaron cuatro repeticiones para cada uno de los tratamientos.

### CUADRO 3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

TRATAMIENTO	DESCRIPCIÓN
T 1	Siembra de canavalia 10 d después de la siembra de caña
T 2	Siembra de canavalia 20 d después de la siembra de caña
T 3	Siembra de canavalia 30 d después de la siembra de caña
T 4	Siembra de canavalia 40 d después de la siembra de caña
T 5	Siembra de canavalia 50 d después de la siembra de caña
T 6	Sin canavalia (control químico)
T 7	Sin canavalia (control manual)
T 8	Testigo absoluto (sin control)

Fuente: Elaboración propia. 2015.

#### 2.5. Modelo estadístico

El ensayo de campo se instaló empleando un diseño de bloques al azar (DBCA), con ocho tratamientos y cuatro repeticiones.

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + B_j + \epsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Porcentaje de cobertura de malezas en el cultivo.

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del i – ésimo tratamiento

$B_j$  = Efecto del j – ésimo bloque

$\epsilon_{ijk}$  = Error experimental



## 2.6. Variables de respuesta

a. Peso de materia seca incorporada al suelo	T1
b. Cobertura de malezas presentes por cada tratamiento	T2
c. Porcentaje de maleza controlada, en relación al testigo	T3
d. Rendimiento paquetes de semilla por hectárea	T4
e. Rendimiento en toneladas de caña por hectárea (TCH)	T5
f. Índice biométrico (diámetro, tallos/m lineal y altura de la caña) por mes	T6
g. Comportamiento de N en el suelo	T7
h. Comportamiento del N en la hoja TVD a los 4, 5 y 6 meses	T8

## 2.7. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, de cada variable respuesta se hizo un Análisis de Varianza ANDEVA, con un nivel de significancia del  $\alpha = 0,05$ , debido a que para todas las variables se encontró diferencia estadística entre los tratamientos se procedió a realizar una comparación de medias Lsd Fisher.

### CAPÍTULO 3 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los datos tomados en campo fueron analizados para poder darle explicación a las variables y cumplir con los objetivos de la presente evaluación.

**CUADRO 4  
PORCENTAJE DE COBERTURA DE MALEZAS EN EL SUELO**

TRATAMIENTO	MUESTREO I 20 DDS	MUESTREO II 35 DDS	MUESTREO III 50 DDS	MUESTREO IV 65 DDS	MUESTREO V 80 DDS	MEDIA
T 1: 10 DDS	2	10,5	15	14	14	11,1
T 2: 20 DDS	4,5	11,5	19,5	21,5	25	16,4
T 3: 30 DDS	3	14	19,5	25,5	28,5	18,1
T 4: 40 DDS	3,5	15,5	21	26	20,5	17,3
T 5: 50 DDS	3,5	14	23,5	55	42,5	27,7
T 6: CONTROL QUÍMICO	3,5	9	8	7,5	7,5	7,1
T 7: CONTROL MANUAL	3	11,5	17,5	10,5	11,5	10,8
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	4,5	13,5	41,5	87,5	88	47

Fuente: Investigación de campo. 2016.

Según Ovidio Pérez en el año 2008, los abonos verdes son cultivos de vegetación rápida, destinados a mejorar las propiedades físico químicas del suelo y limitar el desarrollo de malezas, en el cuadro 4 se muestran los promedios del porcentaje de cobertura que ocuparon las malezas en cada tratamiento.

Se resalta que a 80 d después de sembrado el cultivo, la presión de malezas es mayor en donde no se realizó algún tipo de control, con un 88 % del área de suelo cubierta, lo que provocó competencia por nutrientes con la caña e hizo tener un pobre desarrollo vegetativo, mientras que el tratamiento con canavalia sembrado 10 d después de la siembra de caña tiene la maleza un 14 % de área



cubierta, lo cual demuestra el agresivo crecimiento que tiene canavalia que impide que las malezas se desarrollen.

**CUADRO 5**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PORCENTAJE DE COBERTURA DE**  
**MALEZAS**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20100,79	11	1827,34	12,24	<0,0001
Tratamiento	11398,79	7	1628,4	10,91	<0,0001
Muestreo	8702	4	2175,5	14,57	<0,0001
Error	10152,9	68	149,31		
Total	30253,69	79			

Fuente: Investigación de campo. 2016.

**CUADRO 6**  
**PRUEBA DE LSD FISHER PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE**  
**COBERTURA DE MALEZAS**

TRATAMIENTO	MEDIAS	AGRUPACIÓN LSD FISHER			
T 6: CONTROL QUÍMICO	7,1	A			
T 7: CONTROL MANUAL	10,8	A	B		
T 1: 10 DDS	11,1	A	B		
T 2: 20 DDS	16,4	A	B		
T 4: 40 DDS	17,3	A	B	C	
T 3: 30 DDS	18,1		B	C	
T 5: 50 DDS	27,7			C	
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	47				D

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

Fuente: Investigación de campo. 2016.

Luego de hacer el análisis de varianza se determinó que, existía diferencia significativa entre los tratamientos en el porcentaje de área cubierta por malezas, en el cuadro 6 se muestran que hay diferencia estadística; el tratamiento con control químico muestra menor porcentaje de área cubierta por malezas en promedio de todo el ciclo de desarrollo de canavalia, seguido del tratamiento con control manual y el tratamiento con *Canavalia ensiformis* sembrada a los 10 días después de establecido el cultivo, que durante su desarrollo cubrió las zonas

críticas para el crecimiento de la caña, lo que impidió la libre proliferación de malezas.

**CUADRO 7**  
**PORCENTAJE DE CONTROL DE MALEZAS**

TRATAMIENTO	MUESTREO I 20 DDS	MUESTREO II 35 DDS	MUESTREO III 50 DDS	MUESTREO IV 65 DDS	MUESTREO V 80 DDS	MEDIA
T 1: 10 DDS	56	22	64	84	84	76
T 2: 20 DDS	0	15	53	75	72	65
T 3: 30 DDS	33	-4	53	71	68	61
T 4: 40 DDS	22	-15	49	70	77	63
T 5: 50 DDS	22	-4	43	37	52	41
T 6: CONTROL QUÍMICO	22	33	81	91	91	85
T 7: CONTROL MANUAL	33	15	58	88	87	77
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	0	0	0	0	0	0

Fuente: Investigación de campo. 2016.

Se pueden utilizar diversas especies de leguminosas, para un control de malezas por cobertura afirmó Ovidio Pérez en el 2008, en su estudio de uso de abonos verdes como alternativa para mejorar la sostenibilidad del cultivo de caña de azúcar; y según los datos obtenidos en la presente evaluación, es importante resaltar que en promedio durante todo el ciclo del cultivo el control de malezas con canavalia sembrada 10 d después de la siembra de caña tuvo resultados altos con un 76 % de control, solamente 9 % menos del mejor control que fue el tratamiento con control químico, y a los 80 días de establecido el cultivo cuando la presión de malezas estaba en un 88 % canavalia fue capaz de controlarla en un 84 % por cobertura, con lo que se verifica lo dicho por Pérez, y darle lugar a los cultivos de cobertura para mejorar las propiedades físico químicas del suelo y limitar el desarrollo de malezas.



**CUADRO 8**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE**  
**CONTROL DE MALEZA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	12219	7	1745,57	436,39	<0,0001
<b>Tratamiento</b>	12219	7	1745,57	436,39	<0,0001
<b>Error</b>	32	8	4		
<b>Total</b>	12251	15			

Fuente: Investigación de campo. 2016.

**CUADRO 9**  
**PRUEBA DE LSD FISHER PARA LA VARIABLE PORCENTAJE DE**  
**CONTROL DE MALEZAS**

TRATAMIENTO	MEDIAS	AGRUPACIÓN LSD FISHER				
<b>T 6: CONTROL QUÍMICO</b>	91,5	A				
<b>T 7: CONTROL MANUAL</b>	87	A	B			
<b>T 1: 10 DDS</b>	84		B			
<b>T 4: 40 DDS</b>	76,5			C		
<b>T 2: 20 DDS</b>	71,5				D	
<b>T 3: 30 DDS</b>	67,5				D	
<b>T 5: 50 DDS</b>	52					E
<b>T 8: TESTIGO ABSOLUTO</b>	0					F

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

Fuente: Investigación de campo. 2016.

En la comparación de medias para la variable control de malezas a los 80 d después de la siembra el mejor control se obtuvo con el control químico con 91,5 % de control, con diferencia estadística al control manual con 87 % de control, el mejor tratamiento con canavalia para control de malezas 80 d después de la siembra de caña es el tratamiento sembrado 10 d después de la siembra de caña, como referencia que en el testigo absoluto se tuvo 0 % de control.

**CUADRO 10**  
**PESO EN KILOGRAMOS DE MATERIA SECA INCORPORADA AL SUELO**

TRATAMIENTO	PESO FRESCO/HECTÁREA	PESO SECO/HECTÁREA
T 1: 10 DDS	635,8	273,3
T 2: 20 DDS	479,4	197,8
T 3: 30 DDS	216,7	76,7
T 4: 40 DDS	132,8	47,2
T 5: 50 DDS	111,7	41,1

Fuente: Investigación de campo. 2016.

Una de las propiedades de los cultivos de cobertura, es su capacidad de aportar grandes cantidades de materia seca al suelo, para la retención de humedad y mejoramiento de las propiedades físicas y químicas, para comprobar esto, previo a incorporar la canavalia al suelo se arrancaron 10 plantas por tratamiento en las cuatro repeticiones de la evaluación para determinar la cantidad de materia seca incorporada, en lo que se observa que después de secarse la canavalia se pesó y el tratamiento con canavalia sembrada a los 10 d de establecido el cultivo de caña puede aportar 273,3 kg/ha de materia seca en el suelo, ayuda así a recuperar las características físicas del suelo y mejora la fertilidad para las próximas producciones.

**CUADRO 11**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO EN KILOGRAMOS DE MATERIA SECA INCORPORADA AL SUELO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	170774,21	4	42693,55	24,8	<0,0001
Tratamiento	170774,21	4	42693,55	24,8	<0,0001
Error	25820,22	15	1721,35		
Total	196594,43	19			

Fuente: Investigación de campo. 2016.





**CUADRO 12**  
**PRUEBA DE LSD FISHER PARA LA VARIABLE PESO EN KILOGRAMOS DE**  
**MATERIA SECA INCORPORADA AL SUELO**

TRATAMIENTO	MEDIAS	AGRUPACIÓN LSD FISHER		
T 1: 10 DDS	273,33	A		
T 2: 20 DDS	197,78		B	
T 3: 30 DDS	76,65			C
T 4: 40 DDS	47,23			C
T 5: 50 DDS	41,13			C

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

**Fuente:** Investigación de campo. 2016.

Se puede observar en el cuadro 12, que existe diferencia significativa en cuanto al aporte de materia seca al suelo en las diferentes épocas de siembra de canavalia, se obtuvieron mejores resultados con el tratamiento sembrado 10 d después de la siembra de caña; que es donde se da el mayor aporte de materia seca por hectárea con 273 kg /ha a una edad de 75 d; hay una diferencia significativa con el resto de los tratamientos, mientras que una edad de 25 d se tiene un aporte de 41 ton/ha de materia seca añadida al suelo.

**CUADRO 13**  
**COMPORTAMIENTO DEL NITRÓGENO EN EL SUELO**

TRATAMIENTO	NO <sub>3</sub> EN PARTES POR MILLÓN	
	ANTES DE LA SIEMBRA	20 DÍAS DESPUÉS DE COSECHA
T 1: 10 DDS	5,20	21,63
T 2: 20 DDS	5,15	19,75
T 3: 30 DDS	5,17	18,88
T 4: 40 DDS	5,06	18,50
T 5: 50 DDS	5,01	16,00
T 6: CONTROL QUÍMICO	5,06	7,88
T 7: CONTROL MANUAL	5,01	10,25
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	5,15	8,38

**Fuente:** Investigación de campo. 2016.

Como cultivo de cobertura, 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*), previo al establecimiento del cultivo según el análisis de suelo. Se verificó que las condiciones de nitrógeno en el suelo fueron muy similares para todos los tratamientos con 5,10 partes por millón en promedio.

20 d después del corte de caña se realizó un segundo análisis de suelo para cada tratamiento en las cuatro repeticiones, lo que evidenció un incremento en el contenido de nitrógeno en el suelo con 21,63 partes por millón de  $\text{NO}_3$  en promedio, con el tratamiento de canavalia sembrado a los 10 d después de la siembra de caña, mientras que el dato más bajo de  $\text{NO}_3$  fue en el tratamiento con control químico con 7,88 partes por millón, lo que indica que el control químico de malezas tiene consecuencias en un deterioro lento de la fertilidad de los suelos, con lo que queda evidenciada la capacidad de canavalia de fijar nitrógeno al suelo que será aprovechado positivamente por próximas producciones.

**CUADRO 14**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE COMPORTAMIENTO DEL**  
**NITRÓGENO EN EL SUELO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	846,97	7	121	75,92	<0,0001
Tratamiento	846,97	7	121	75,92	<0,0001
Error	38,25	24	1,59		
Total	885,22	31			

Fuente: Investigación de campo. 2016.



**CUADRO 15**  
**PRUEBA DE LSD FISHER PARA LA VARIABLE COMPORTAMIENTO DEL**  
**NITRÓGENO EN EL SUELO**

TRATAMIENTO	MEDIAS	AGRUPACIÓN LSD FISHER				
T1 10 DDS	21,63	A				
T2 20 DDS	19,75		B			
T3 30 DDS	18,88		B			
T4 40 DDS	18,5		B			
T5 50 DDS	16			C		
T7 CONTROL MANUAL	10,25				D	
T8 SIN CONTROL	8,38					E
T6 CONTROL QUÍMICO	7,88					E

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

Fuente: Investigación de campo. 2016.

En el cuadro 15, se observa que la mayor expresión de nitrógeno en el suelo se dio en el tratamiento de canavalia sembrada a los 10 d, con diferencia significativa del resto de los tratamientos con canavalia; se observa una diferencia considerable entre el tratamiento con control manual y el tratamiento sin control, esto debido a que al destruirse la maleza cada 15 d parte de esta se descompuso y se incorporó al suelo para formar parte de la materia orgánica, mientras que el tratamiento sin control tuvo el segundo valor más bajo de aporte de nitrógeno y por dejar que la maleza se desarrollara se tendrán consecuencias negativas para próximas producciones porque el banco de semillas se incrementó.

**CUADRO 16**  
**PORCENTAJE DE NITRÓGENO EN EL FOLLAJE**

TRATAMIENTO	4 MESES	5 MESES	6 MESES	MEDIA
T 1: 10 DDS	1,6	1,8	1,5	1,6
T 2: 20 DDS	1,7	1,6	1,5	1,6
T 3: 30 DDS	1,5	1,6	1,5	1,6
T 4: 40 DDS	1,4	1,4	1,4	1,4
T 5: 50 DDS	1,6	1,4	1,5	1,5
T 6: CONTROL QUÍMICO	1,5	1,3	1,3	1,4
T 7: CONTROL MANUAL	1,6	1,4	1,5	1,5
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	1,4	1,3	1,3	1,3

Fuente: Investigación de campo. Año 2016.

La expresión del nitrógeno en el follaje tomada por medio de datos de clorofila después de 4 meses de sembrado el cultivo de caña, presentó comportamientos similares, esto se debe a que el nitrógeno que se concentra en el suelo por medio de la canavalia no es asimilado inmediatamente por la planta de caña, sino que es nitrógeno que será aprovechado en las próximas generaciones de caña que se planten en el área.

**CUADRO 17**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE COMPORTAMIENTO DEL NITRÓGENO EN EL FOLLAJE**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,22	7	0,6	7,72	<0,0001
Tratamiento	4,22	7	0,6	7,72	<0,0001
Error	26,88	344	0,08		
Total	31,1	351			

Fuente: Investigación de campo. 2016.



**CUADRO 18**  
**PRUEBA DE LSD FISHER PARA LA VARIABLE COMPORTAMIENTO DEL**  
**NITRÓGENO EN EL FOLLAJE**

TRATAMIENTO	MEDIAS	AGRUPACIÓN LSD FISHER					
T 2: 20 DDS	1,64	A					
T 1: 10 DDS	1,63	A	B				
T 3: 30 DDS	1,57	A	B	C			
T 7: CONTROL MANUAL	1,52		B	C	D		
T 5: 50 DDS	1,49			C	D	E	
T 4: 40 DDS	1,41				D	E	F
T 6: CONTROL QUÍMICO	1,4					E	F
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	1,32						F

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

Fuente: Investigación de campo. 2016.

En el cuadro 18, se observa poca diferencia entre los tratamientos, esta diferencia se debe a que, el nitrógeno aportado por canavalia no pudo ser asimilado por la caña de azúcar establecida, sino que será aprovechada en próximas producciones, debido a que el nitrógeno en el follaje tuvo comportamiento similar en todos los tratamientos durante las etapas de desarrollo del cultivo.

**CUADRO 19**  
**DATOS BIOMÉTRICOS**

TRATAMIENTO	ÍNDICE BIOMÉTRICO	DIÁMETRO(cm)	POBLACIÓN (tallos/m)	ALTURA (m)
T 1: 10 DDS	32,7	2,3	9,3	1,5
T 2: 20 DDS	36,1	2,4	9,0	1,7
T 3: 30 DDS	45,7	2,3	11,5	1,7
T 4: 40 DDS	70,3	2,5	15,3	1,8
T 5: 50 DDS	34,7	2,3	8,8	1,7
T 6: CONTROL QUÍMICO	53,0	2,2	14,0	1,8
T 7: CONTROL MANUAL	32,4	2,2	8,3	1,8
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	34,0	2,1	10,3	1,5

Fuente: Investigación de campo. 2016.

El mayor índice biométrico, lo muestra el tratamiento con canavalia sembrado 40 d después de la siembra de caña, que es una combinación de tener una alta población, mayor diámetro y altura; mientras que los tratamientos con



canavalia sembrada 10 d después de establecido el cultivo de caña, control manual y sin control presentaron los índices biométricos más bajos, lo que indica que la canavalia al igual que las malezas pueden llegar a competir con el cultivo de interés que en este caso fue caña de azúcar y así mostrar debilidades en el desarrollo del cultivo; mientras que en el control manual no se permite el desarrollo del cultivo por daños mecánicos al momento de controlar las malezas.

**CUADRO 20**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ÍNDICE BIOMÉTRICO**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5054,73	7	722,1	7,64	0,0001
Tratamiento	5054,73	7	722,1	7,64	0,0001
Error	2268,67	24	94,53		
Total	7323,4	31			

Fuente: Investigación de campo. 2016.

**CUADRO 21**  
**PRUEBA DE LSD FISHER PARA LA VARIABLE ÍNDICE BIOMÉTRICO**

TRATAMIENTO	MEDIAS	AGRUPACIÓN LSD FISHER		
T 4: 40 DDS	70,28	A		
T 6: CONTROL QUÍMICO	53,03		B	
T 3: 30 DDS	45,68		B	C
T 2: 20 DDS	36,05			C
T 5: 50 DDS	34,75			C
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	34,03			C
T 1: 10 DDS	32,68			C
T 7: CONTROL MANUAL	32,43			C

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

Fuente: Investigación de campo. 2016.

Para la variable índice biométrico, se observa diferencia significativa entre el tratamiento con canavalia sembrada 40 d después de establecido el cultivo y el resto de tratamientos; superó en desarrollo vegetativo la caña aun al tratamiento convencional de manejo de malezas que se hace con el manejo de productos



químicos, lo que indica que en este tratamiento con canavalia se tuvieron las condiciones óptimas para un desarrollo adecuado del cultivo.

**CUADRO 22**  
**RENDIMIENTO EN PAQUETES DE SEMILLA POR HECTÁREA**

TRATAMIENTO	PAQUETES POR HECTÁREA
T 1: 10 DDS	5 083
T 2: 20 DDS	5 389
T 3: 30 DDS	5 556
T 4: 40 DDS	7 639
T 5: 50 DDS	4 889
T 6: CONTROL QUÍMICO	6 083
T 7: CONTROL MANUAL	4 056
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	4 389

Fuente: Investigación de campo. 2016.

Sembrar canavalia en asocio con el cultivo de caña de azúcar, puede tener consecuencias negativas si no se siembra en la época adecuada, como se refleja en el cuadro 22, en el cual se observa que, si se siembra canavalia 10 d después de la siembra de caña, debido su agresivo crecimiento, canavalia cubre también el cultivo de interés; no permite así que la caña se desarrolle bien y afecta la productividad. Si se siembra canavalia 50 d después de la siembra de caña, las malezas ya han afectado el desarrollo del cultivo y canavalia no logra hacer su labor de cobertura sobre las malezas y se obtienen datos bajos en la productividad; mientras que en el tratamiento con canavalia sembrada 40 d después de establecido el cultivo de caña se obtuvieron los mejores promedios de paquetes de caña por hectárea, aun por arriba del control químico. Este dato indica que en caña, se tienen mermas en el desarrollo por el efecto de los herbicidas utilizados para el control de malezas, con una diferencia de 1 556 paquetes por hectárea menos con el control químico.

**CUADRO 23**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PAQUETES DE SEMILLA**  
**POR HECTÁREA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34821759	10	3482176	33,77	<0,0001
Tratamiento	34774306	7	4967758	48,17	<0,0001
Repetición	47453,7	3	15817,9	0,15	0,9263
Error	2165509	21	103119,5		
Total	36987269	31			

Fuente: Investigación de campo. 2016.

**CUADRO 24**  
**PRUEBA DE LSD FISHER PARA LA VARIABLE PAQUETES DE SEMILLA**  
**POR HECTÁREA**

TRATAMIENTO	MEDIAS	AGRUPACIÓN LSD FISHER				
T 4: 40 DDS	7638,89	A				
T 6: CONTROL QUÍMICO	6083,33	B				
T 3: 30 DDS	5555,56		C			
T 2: 20 DDS	5388,89		C	D		
T 1: 10 DDS	5083,33			D	E	
T 5: 50 DDS	4888,89				E	
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	4388,89					F
T 7: CONTROL MANUAL	4055,56					F

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

Fuente: Investigación de campo. 2016.

En el cuadro 24, se observa que existió diferencia significativa en paquetes de semilla por hectárea entre el tratamiento con canavalia sembrada 40 d después de establecido el cultivo de caña y el resto de los tratamientos; los peores rendimientos fueron en los tratamientos con control manual y sin control, mientras que el tratamiento con canavalia sembrado 50 d después de la siembra de caña se obtuvieron 2 750 paquetes por hectárea menos que en el tratamiento con canavalia sembrado a los 40 d, lo que indica que la maleza se desarrolló libremente e impidió las condiciones óptimas para la caña.



**CUADRO 25**  
**RENDIMIENTO EN TONELADAS DE CAÑA POR HECTÁREA**

TRATAMIENTO	TONELADAS POR HECTÁREA
T 1: 10 DDS	47,9
T 2: 20 DDS	53,9
T 3: 30 DDS	53,0
T 4: 40 DDS	75,1
T 5: 50 DDS	45,9
T 6: CONTROL QUÍMICO	57,8
T 7: CONTROL MANUAL	38,1
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	40,9

Fuente: Investigación de campo. 2016.

Al multiplicar el dato de paquetes obtenidos en una hectárea por el peso promedio de paquetes se obtiene el dato de toneladas de caña por hectárea, lo que indica que, paquetes de caña por hectárea y toneladas de caña por hectárea están directamente relacionados y se observa que el mayor tonelaje se obtuvo en el tratamiento con canavalia sembrado 40 d después de establecido el cultivo de caña con una diferencia de 37 ton/ha más que el tratamiento con control manual que presentó los datos más bajos de peso. Al considerar que la cosecha de caña se realizó a los 7 meses, se observa que el mejor tratamiento logró un desarrollo de 10,73 ton/mes y el control químico desarrollo 8,26 ton/mes, lo que indica que el control químico puede mermar en un 23 % el óptimo desarrollo de caña de azúcar bajo las condiciones evaluadas; este dato sirve para reducir el uso de químicos y aumentar la implementación de cultivos de cobertura para controlar malezas en caña de azúcar.

**CUADRO 26**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE TONELADAS DE CAÑA POR HECTÁREA**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3766,81	10	376,68	26,29	<0,0001
Tratamiento	3733,47	7	533,35	37,22	<0,0001
Repetición	33,34	3	11,11	0,78	0,5206
Error	300,91	21	14,33		
Total	4067,72	31			

Fuente: Investigación de campo. 2016.

**CUADRO 27**  
**PRUEBA DE LSD FISHER PARA LA VARIABLE TONELADAS DE CAÑA POR HECTÁREA**

TRATAMIENTO	MEDIAS	AGRUPACIÓN LSD FISHER					
T 4: 40 DDS	75	A					
T 6: CONTROL QUÍMICO	57,75		B				
T 2: 20 DDS	54		B				
T 3: 30 DDS	53		B	C			
T 1: 10 DDS	48			C	D		
T 5: 50 DDS	46				D	E	
T 8: TESTIGO ABSOLUTO	40,75					E	F
T 7: CONTROL MANUAL	38,25						F

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

Fuente: Investigación de campo. 2016

Estadísticamente, se encontró diferencia significativa para la variable toneladas de caña por hectárea entre el tratamiento con canavalia sembrada 40 d después de establecido el cultivo de caña y el resto de los tratamientos, se puede observar un comportamiento muy similar entre los tratamientos con control químico y canavalia sembrada 20 d y 30 d después de establecido el cultivo de caña, sin diferencia significativa entre ellos, mientras que el control manual da los valores más bajos por los daños mecánicos provocados a la caña durante su desarrollo.



ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LAS TONELADAS DE CAÑA POR  
TRATAMIENTOS

F.V.	Grados de libertad	Valor F	Valor P
Modelo	1	100.00	0.0001
Tratamiento	4	10.00	0.0001
Repeticiones	12	0.50	0.2500
Error	48		
Total	65		

Fuente: Investigador de la UCR

PRUEBA DE LSD PARA LA VARIABLE TONELADAS DE CAÑA  
POR HECTÁREA

TRATAMIENTO	MEDIA	LETRA
T4: 40 DGS	40.5	A
T6: CONTROL QUÍMICO	38.5	B
T3: 30 DGS	37.5	C
T1: 10 DGS	36.5	D
T2: 20 DGS	35.5	E
T5: TESTICO ABSOLUTO	34.5	F
T7: CONTROL MANUAL	33.5	G

Médis con una letra común no son significativamente diferentes (p < 0.05)  
Fuente: Investigador de la UCR

Estadísticamente en el mismo grupo de diferencias significativas para la variable toneladas de caña por hectárea están el testigo y los tratamientos 40 DGS después de establecido el cultivo de caña y el resto de los tratamientos, se puede observar un comportamiento muy similar entre los tratamientos con control químico y canavial sembrado 20 y 30 DGS después de establecido el cultivo de caña, en relación a los otros tratamientos, mientras que el control manual de caña, en relación a los otros tratamientos, proporciona a la caña durante su desarrollo.



## CONCLUSIONES

- a) Al controlar las malezas en el cultivo de caña con el mejor tratamiento que fue canavalia establecida 40 d después de la siembra de caña los costos de producción incrementaron 2 461,00 Q/ha en relación al control químico de malezas, pero la rentabilidad obtenida fue 2 % mejor en el tratamiento con canavalia en la evaluación, lo que indica que a pesar que los costos de producción incrementen los beneficios de un control cultural de malezas se obtienen al no ocasionar mermas en el desarrollo del cultivo y obtener mayor rendimiento.
- b) Los tratamientos que presentaron los mejores rendimientos bajo las condiciones en que se realizó esta evaluación fueron: el tratamiento con canavalia sembrada 40 d después de la siembra de caña con 7 639 paquetes de caña por hectárea con 75,1 ton/ha, superó en productividad al manejo convencional de malezas que es con control químico en el que se obtuvieron 6 083 paquetes de caña por hectárea y 57,8 ton/ha.
- c) El tratamiento que presentó la mayor rentabilidad fue con canavalia sembrada 40 d después de la siembra de caña con 85 %, seguido del control químico con 83 %, luego se encuentra el tratamiento sin control que obtuvo una rentabilidad del 76 % pero con rendimientos de productividad bajos; lo que significa que no se aprovecha al máximo el potencial productivo de los suelos según los datos obtenidos en las condiciones donde se desarrolló la evaluación.



- d) A los 80 d de sembrada la caña, cuando la presión de malezas se encontraba a un 88 % del área, el mayor control se obtuvo en el tratamiento con químico con un 91 % del mismo, seguido del manual con 87 % y luego se tiene el tratamiento con canavalia sembrada 10 d después de la siembra de caña con 84 %, por lo que se rechaza la hipótesis debido a que ninguno de los cinco tratamientos evaluados con canavalia superó el control de malezas al manejo convencional que es químico, bajo las condiciones en que se desarrolló la evaluación.
- e) El mayor aporte de materia seca al suelo se obtuvo en el tratamiento con canavalia sembrada 10 d después de la siembra de caña con 273 kg/ha, seguido del tratamiento con canavalia sembrada 20 d después de la siembra de caña con aporte de 198 kg/ha de materia seca.
- f) En el tratamiento sin control se obtuvo una rentabilidad de 76 %, solamente 9 % menos de la mejor rentabilidad que la aportó el tratamiento con canavalia sembrada 40 d después de la siembra de caña; a pesar de obtener una alta rentabilidad el porcentaje de malezas es también alto, con 88 % de cobertura, lo que significa que el banco de semillas en el suelo en este caso se incrementará y la presión de malezas en próximas cosechas no permitirá un adecuado desarrollo del cultivo.
- g) El mayor aporte de nitrógeno al suelo se obtuvo en el tratamiento con canavalia sembrada 10 d después de la siembra de caña, con un incremento de 16,43 partes por millón de  $\text{NO}_3$ ; mientras que el comportamiento del nitrógeno en las hojas es similar durante el ciclo del cultivo, lo cual significa que el aporte hecho por canavalia será aprovechado en las próximas producciones que se realicen.



## RECOMENDACIONES

- a) Con el fin de reducir el uso de productos químicos para el control de malezas y mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo se recomienda sembrar canavalia 40 d después de la siembra de caña para el control cultural de malezas y obtener buenos rendimientos de caña por hectárea.
  
- b) Para las áreas que van a ser designadas como semilleros, debido a que pasan tiempo en descanso, es conveniente sembrar canavalia 3 meses antes de la siembra de caña, con lo que se obtendrán beneficios como disminución del daño por malezas, capacidad de fijar nitrógeno de la atmosfera y protección de los suelos.
  
- c) Evaluar la siembra de canavalia y otros abonos verdes como Crotalaria para hacer comparaciones en caña soca con el fin de explorar los beneficios que estos cultivos de cobertura tienen y establecer como abono verde el que aporte los mejores beneficios.





## BIBLIOGRAFÍA

- Balañá, P. Et.Al. "Crotalaria juncea, Canavalia ensiformis and Mucuna sp. As Possible Nitrogen Sources for Fertilisation in Sugarcane Commercial Nurseries". *Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.* 27. (febrero, 2010.): 43-51
- Centro guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar -CENGICAÑA- *Grupos de manejo de suelos de la zona cañera de Guatemala. In: Informe Anual 2001-2002.* Guatemala: CENGICAÑA., 2002.
- Espinoza, G. Et.Al. *Manual de malezas y catálogo de herbicidas para el cultivo de caña de azúcar en Guatemala.* Guatemala: Centro guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar, 2013.
- Leonardo, A. *Manual para la identificación y manejo de las principales malezas en la caña de azúcar en Guatemala.* Guatemala: Centro guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar, 1998.
- Marafon, Anderson Carlos. "Análisis cuantitativo de crecimiento de la caña de azúcar". Brasil: *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria.* 168 (diciembre, 2012.): 11-22
- Melgar, M. Et.Al. *El cultivo de caña de azúcar en Guatemala.* Guatemala: Centro guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar, 2012.
- Morales, J. Et.Al. *Comportamiento morfofisiológico y eficiencia varietal en la acumulación de biomasa.* Guatemala, Centro guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar, 2016.
- Pérez, O. Et.Al. *Strategies for the optimal use of nitrogen fertilisers in the sugarcane crop in Guatemala.* México: Sugar Cane Technol, 2010.
- Romero, R. "Emergencia y crecimiento inicial de la caña de azúcar en diferentes épocas de plantación". *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán.* 21. (noviembre, 2005.): 35-38





Tasistro, A. S. "Métodos para evaluar efectividad en el control de malezas".  
*Revista Mexicana de la Ciencia de la Maleza*. 6. (febrero, 2000.): 25-35.

Zea, J. L. *Efectos de intercalar leguminosas a diferentes fechas de siembra y dosis de fosforo sobre el rendimiento de maíz, Zea mays L., Centroamérica 1989*. Guatemala: Programa Regional de Maíz para Centro América, Panamá y el Caribe, 1990.



V.º B.º  
*[Handwritten signature]*

Adán García Véliz  
Licenciado en Pedagogía e Investigación Educativa  
Bibliotecario







**CUADRO 29**  
**COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE LA EVALUACIÓN**  
**DIFERENTES INTERVALOS DE SIEMBRA DE *Canavalia ensiformis*, EN**  
**CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*); T1: SIEMBRA DE CANAVALLIA**  
**10 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA DE CAÑA**

				COSTO EN QUETZALES	
CONCEPTO	DIMENSIONAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>					1 300,00
Siembra de caña	Jomal	5	86		430,00
Aplicación pre-emergente	Jomal	1	86		86,00
Aplicación post-emergente	Jomal	0	86		-
Aplicación cierre	Jomal	0	86		-
Primera limpia manual	Jomal	0	86		-
Segunda limpia manual	Jomal	0	86		-
Tercera limpia manual	Jomal	0	86		-
Cuarta limpia manual	Jomal	0	86		-
Siembra de canavalia	Jomal	6	86		516,00
Corte de semilla	Jomal	41	86		3 526,00
<b>INSUMOS</b>					
Ametrina 50 SC	Litro	2	32,97		65,94
Hexaxinona 75 WP	Kilogramo	1	105,86		105,86
Pendimentalina 45.5 SC	Litro	3,5	61,09		213,85
Trifloxisulfuron + Ametrina 75 wg	Kilogramo	0	64,66		-
Diuron 80 WG	Kilogramo	0	24,21		-
Metsulfuron metil 75 WG	Gramo	0	3,24		-
Canavalia	Kilogramo	200	7		1 400,00
<b>Análisis de suelos AS2</b>	-----	3	115		345,00
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>					<b>6 688,65</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Gastos de Administración (5 % C.D.)</b>					334,43
<b>Imprevistos (10 % C.D.)</b>					668,86
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>1 003,29</b>
<b>TOTAL DE COSTOS</b>					<b>7 691,91</b>
<b>INGRESO BRUTO</b>	TONELADA	47,9	275		13 172,50

INGRESO NETO	5 480,59
RENTABILIDAD	71%

Fuente: Investigación de campo. 2016.



**CUADRO 30**  
**COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE LA EVALUACIÓN**  
**DIFERENTES INTERVALOS DE SIEMBRA DE *Canavalia ensiformis*, EN**  
**CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*); T2: SIEMBRA DE CANAVALLIA**  
**20 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA DE CAÑA**

				COSTO EN QUETZALES	
CONCEPTO	DIMENSIONAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>					1 300,00
Siembra de caña	Jomal	5	86		430,00
Aplicación pre-emergente	Jomal	1	86		86,00
Aplicación post-emergente	Jomal	0	86		-
Aplicación cierre	Jomal	0	86		-
Primera limpia manual	Jomal	0	86		-
Segunda limpia manual	Jomal	0	86		-
Tercera limpia manual	Jomal	0	86		-
Cuarta limpia manual	Jomal	0	86		-
Siembra de canavalia	Jomal	6	86		516,00
Corte de semilla	Jomal	43	86		3 698,00
<b>INSUMOS</b>					
Ametrina 50 SC	Litro	2	32,97		65,94
Hexaxinona 75 WP	Kilogramo	1	105,86		105,86
Pendimentalina 45.5 SC	Litro	3,5	61,09		213,85
Trifloxisulfuron + Ametrina 75 wg	Kilogramo	0	64,66		-
Diuron 80 WG	Kilogramo	0	24,21		-
Metsulfuron metil 75 WG	Gramo	0	3,24		-
Canavalia	Kilogramo	200	7		1 400,00
Análisis de suelos AS2	-----	3	115		345,00
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>					<b>8 160,65</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Gastos de Administración (5 % C.D.)</b>					408,03
<b>Imprevistos (10 % C.D.)</b>					816,06
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>1 224,09</b>
<b>TOTAL DE COSTOS</b>					<b>9 384,71</b>
<b>INGRESO BRUTO</b>	<b>TONELADA</b>	<b>53,9</b>	<b>275</b>		<b>14 822,50</b>
<b>INGRESO NETO</b>					<b>5 437,75</b>
<b>RENTABILIDAD</b>					<b>58 %</b>

Fuente: Investigación de campo. 2016.



**CUADRO 31**  
**COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE LA EVALUACIÓN**  
**DIFERENTES INTERVALOS DE SIEMBRA DE *Canavalia ensiformis*, EN**  
**CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*); T3: SIEMBRA DE CANAVALLIA**  
**30 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA DE CAÑA**

				COSTO EN QUETZALES	
CONCEPTO	DIMENSIONAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>				1 300,00	
Siembra de caña	Jornal	5	86	430,00	
Aplicación pre-emergente	Jornal	1	86	86,00	
Aplicación post-emergente	Jornal	0	86	-	
Aplicación cierre	Jornal	0	86	-	
Primera limpia manual	Jornal	0	86	-	
Segunda limpia manual	Jornal	0	86	-	
Tercera limpia manual	Jornal	0	86	-	
Cuarta limpia manual	Jornal	0	86	-	
Siembra de canavalia	Jornal	6	86	516,00	
Corte de semilla	Jornal	44	86	3 784,00	
<b>INSUMOS</b>					
Ametrina 50 SC	Litro	2	32,97	65,94	
Hexaxinona 75 WP	Kilogramo	1	105,86	105,86	
Pendimentalina 45.5 SC	Litro	3,5	61,09	213,85	
Trifloxisulfuron + Ametrina 75 wg	Kilogramo	0	64,66	-	
Diuron 80 WG	Kilogramo	0	24,21	-	
Metsulfuron metil 75 WG	Gramo	0	3,24	-	
Canavalia	Kilogramo	200	7	1 400,00	
Análisis de suelos AS2	----	3	115	345,00	
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>8 246,65</b>	
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
Gastos de Administración (5 % C.D.)				412,33	
Imprevistos (10 % C.D.)				824,66	
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1 236,99</b>	
<b>TOTAL DE COSTOS</b>				<b>9 483,65</b>	
<b>INGRESO BRUTO</b>	<b>TONELADA</b>	<b>53</b>	<b>275</b>	<b>14 575,00</b>	
<b>INGRESO NETO</b>				<b>5 091,75</b>	
<b>RENTABILIDAD</b>				<b>54 %</b>	

Fuente: Investigación de campo. 2016.



**CUADRO 32**  
**COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE LA EVALUACIÓN**  
**DIFERENTES INTERVALOS DE SIEMBRA DE *Canavalia ensiformis*, EN**  
**CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*); T4: SIEMBRA DE CANAVALLIA**  
**40 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA DE CAÑA**

				COSTO EN QUETZALES	
CONCEPTO	DIMENSIONAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>				1 300,00	
Siembra de caña	Jornal	5	86	430,00	
Aplicación pre-emergente	Jornal	1	86	86,00	
Aplicación post-emergente	Jornal	0	86	-	
Aplicación cierre	Jornal	0	86	-	
Primera limpia manual	Jornal	0	86	-	
Segunda limpia manual	Jornal	0	86	-	
Tercera limpia manual	Jornal	0	86	-	
Cuarta limpia manual	Jornal	0	86	-	
Siembra de canavalia	Jornal	6	86	516,00	
Corte de semilla	Jornal	61	86	5 246,00	
<b>INSUMOS</b>					
Ametrina 50 SC	Litro	2	32,97	65,94	
Hexaxinona 75 WP	Kilogramo	1	105,86	105,86	
Pendimentalina 45.5 SC	Litro	3,5	61,09	213,85	
Trifloxisulfuron + Ametrina 75 wg	Kilogramo	0	64,66	-	
Diuron 80 WG	Kilogramo	0	24,21	-	
Metsulfuron metil 75 WG	Gramo	0	3,24	-	
Canavalia	Kilogramo	200	7	1 400,00	
Análisis de suelos AS2	----	3	115	345,00	
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>9 708,61</b>	
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
Gastos de Administración (5 % C.D.)				485,43	
Imprevistos (10 % C.D.)				970,86	
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1 456,25</b>	
<b>TOTAL DE COSTOS</b>				<b>11 164,91</b>	
<b>INGRESO BRUTO</b>	TONELADA	75,1	275	<b>20 652,50</b>	
<b>INGRESO NETO</b>				<b>9 487,55</b>	
<b>RENTABILIDAD</b>				<b>86 %</b>	

Fuente: Investigación de campo. 2016.







**CUADRO 34**  
**COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE LA EVALUACIÓN**  
**DIFERENTES INTERVALOS DE SIEMBRA DE *Canavalia ensiformis*, EN**  
**CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*); T6: SIN CANAVALIA,**  
**CONTROL QUÍMICO**

				COSTO EN QUETZALES	
CONCEPTO	DIMENSIONAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>				1 300,00	
Siembra de caña	Jomal	5	86	430,00	
Aplicación pre-emergente	Jomal	1	86	86,00	
Aplicación post-emergente	Jomal	1	86	86,00	
Aplicación cierre	Jomal	1	86	86,00	
Primera limpia manual	Jomal	0	86	-	
Segunda limpia manual	Jomal	0	86	-	
Tercera limpia manual	Jomal	0	86	-	
Cuarta limpia manual	Jomal	0	86	-	
Siembra de canavalia	Jomal	0	86	-	
Corte de semilla	Jomal	49	86	4 214,00	
<b>INSUMOS</b>					
Ametrina 50 SC	Litro	2	32,97	65,94	
Hexaxinona 75 WP	Kilogramo	2.5	105,86	264,65	
Pendimentalina 45.5 SC	Litro	3,5	61,09	213,81	
Trifloxisulfuron + Ametrina 75 wg	Kilogramo	3,5	64,66	226,31	
Diuron 80 WG	Kilogramo	5	24,21	121,05	
Metsulfuron metil 75 WG	Gramo	40	3,24	129,60	
Canavalia	Kilogramo	0	7	-	
Análisis de suelos AS2	—	3	115	345,00	
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>7 568,36</b>	
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Gastos de Administración (5 % C.D.)</b>				378.42	
<b>Imprevistos (10 % C.D.)</b>				756.84	
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1 135,25</b>	
<b>TOTAL DE COSTOS</b>				<b>8 703,61</b>	
<b>INGRESO BRUTO</b>	<b>TONELADA</b>	<b>57,8</b>	<b>275</b>	<b>15 895,00</b>	
<b>INGRESO NETO</b>				<b>7 191,38</b>	
<b>RENTABILIDAD</b>				<b>83 %</b>	

Fuente: Investigación de campo. 2016.



**CUADRO 35**  
**COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE LA EVALUACIÓN**  
**DIFERENTES INTERVALOS DE SIEMBRA DE *Canavalia ensiformis*, EN**  
**CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*); T7: SIN CANAVALLIA,**  
**CONTROL MANUAL**

				COSTO EN QUETZALES	
CONCEPTO	DIMENSIONAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>					1 300,00
Siembra de caña	Jomal	5	86		430,00
Aplicación pre-emergente	Jomal	1	86		86,00
Aplicación post-emergente	Jomal	0	86		-
Aplicación cierre	Jomal	0	86		-
Primera limpia manual	Jomal	10	86		860,00
Segunda limpia manual	Jomal	10	86		860,00
Tercera limpia manual	Jomal	8	86		688,00
Cuarta limpia manual	Jomal	6	86		516,00
Siembra de canavalia	Jomal	0	86		-
Corte de semilla	Jomal	32	86		2 752,00
<b>INSUMOS</b>					
Ametrina 50 SC	Litro	2	32,97		65,94
Hexaxinona 75 WP	Kilogramo	1	105,86		105,86
Pendimentalina 45.5 SC	Litro	3,5	61,09		213,81
Trifloxisulfuron + Ametrina 75 wg	Kilogramo	0	64,66		-
Diuron 80 WG	Kilogramo	0	24,21		-
Metsulfuron metil 75 WG	Gramo	0	3,24		-
Canavalia	Kilogramo	0	7		-
<b>Análisis de suelos AS2</b>	-----	3	115		345,00
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>					<b>8 222,61</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Gastos de Administración (5 % C.D.)</b>					411,13
<b>Imprevistos (10 % C.D.)</b>					822,26
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>1 233,39</b>
<b>TOTAL DE COSTOS</b>					<b>9 456,01</b>
<b>INGRESO BRUTO</b>	TONELADA	38,1	275		<b>10 477,50</b>
<b>INGRESO NETO</b>					<b>1 021,49</b>
<b>RENTABILIDAD</b>					<b>11,5%</b>

Fuente: Investigación de campo. 2016.



**CUADRO 36**  
**COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE LA EVALUACIÓN**  
**DIFERENTES INTERVALOS DE SIEMBRA DE *Canavalia ensiformis*, EN**  
**CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*); T8: SIN CONTROL, TESTIGO**  
**ABSOLUTO**

				COSTO EN QUETZALES	
CONCEPTO	DIMENSIONAL	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	
<b>COSTOS DIRECTOS</b>					
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>				1 300,00	
Siembra de caña	Jomal	5	86	430,00	
Aplicación pre-emergente	Jomal	1	86	86,00	
Aplicación post-emergente	Jomal	0	86	-	
Aplicación cierre	Jomal	0	86	-	
Primera limpia manual	Jomal	0	86	-	
Segunda limpia manual	Jomal	0	86	-	
Tercera limpia manual	Jomal	0	86	-	
Cuarta limpia manual	Jomal	0	86	-	
Siembra de canavalia	Jomal	0	86	-	
Corte de semilla	Jomal	35	86	3 010,00	
<b>INSUMOS</b>					
Ametrina 50 SC	Litro	2	32,97	65,94	
Hexaxinona 75 WP	Kilogramo	1	105,86	105,86	
Pendimentalina 45.5 SC	Litro	3,5	61,09	213,81	
Trifloxisulfuron + Ametrina 75 wg	Kilogramo	0	64,66	-	
Diuron 80 WG	Kilogramo	0	24,21	-	
Metsulfuron metil 75 WG	Gramo	0	3,24	-	
Canavalia	Kilogramo	0	7	-	
Análisis de suelos AS2	-----	3	115	345,00	
<b>TOTAL DE COSTOS DIRECTOS</b>				<b>5 556,61</b>	
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>					
<b>Gastos de Administración (5 % C.D.)</b>				277,83	
<b>Imprevistos (10 % C.D.)</b>				555,66	
<b>TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>833,49</b>	
<b>TOTAL DE COSTOS</b>				<b>6 390,11</b>	
<b>INGRESO BRUTO</b>	<b>TONELADA</b>	<b>40,9</b>	<b>275</b>	<b>11 247,50</b>	
<b>INGRESO NETO</b>				<b>4 857,39</b>	
<b>RENTABILIDAD</b>				<b>76 %</b>	

Fuente: Investigación de campo. 2016.



No. 220-2017

**USAC  
CUNOR**

Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario del Norte



El Director del Centro Universitario del Norte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer los dictámenes de la Comisión de Trabajos de Graduación de la carrera de:

**INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Al trabajo titulado:

**EFECTO DE DIFERENTES INTERVALOS DE SIEMBRA DE *Canavalia ensiformis*, EN CAÑA DE AZUCAR (*Saccharum officinarum*), PARA EL CONTROL DE MALEZAS E INCORPORACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA AL SUELO, EN EL MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA**

Presentado por el (la) estudiante:

**MARIO ROBELIO MILIÁN MILIÁN**

Autoriza el

**IMPRIMASE**

Cobán, Alta Verapaz 05 de Octubre de 2017.

Lic. Erwin Gonzalo Eskenasy Morales  
DIRECTOR

