

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**EVALUACION DE DISTANCIAS DE SIEMBRA SOBRE EL  
RENDIMIENTO DE BIOMASA DEL CULTIVO DE CHIPILIN  
(*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn) EN EL MUNICIPIO DE  
SAN ANTONIO SUCHITEPEQUEZ**

**ALEXEI ENRIQUE DOMINGUEZ VILLATORO**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 1997**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**EVALUACION DE DISTANCIAS DE SIEMBRA SOBRE EL  
RENDIMIENTO DE BIOMASA DEL CULTIVO DE CHIPILIN  
(*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn) EN EL MUNICIPIO DE  
SAN ANTONIO SUCHITEPEQUEZ**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**ALEXEI ENRIQUE DOMINGUEZ VILLATORO**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO INGENIERO AGRONOMO EN  
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 1997**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA****RECTOR****Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO****JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA****DECANO****VOCAL PRIMERO****VOCAL SEGUNDO****VOCAL TERCERO****VOCAL CUARTO****VOCAL QUINTO****SECRETARIO****Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio****Ing. Agr. Juan José Castillo Mont****Ing. Agr. William Roberto Escobar L.****Ing. Agr. Alejandro A. Hernández F.****Br. Estuardo Enrique Lira Prera****P. Agr. Edgar Danilo Juarez Quim****Ing. Agr. Guillermo E. Méndez Beteta**

Guatemala, Octubre de 1,997.

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

Señores Miembros:

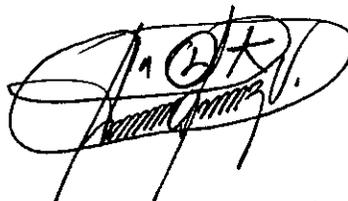
De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a la consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

**“EVALUACION DE DISTANCIAS DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA DEL CULTIVO DE CHIPILIN (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn) EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SUCHITEPEQUEZ”.**

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando contar con la aprobación del mismo, me suscribo.

Atentamente.



ALEXEI ENRIQUE DOMINGUEZ VILLATORO

# ACTO QUE DEDICO

A:

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| <b>DIOS</b>                          | <b>SUPREMO CREADOR DEL UNIVERSO</b>   |
| <b>MIS PADRES</b>                    | <b>AUGUSTO DOMINGUEZ DE LEON<br/>LUCI ETELVINA VILLATORO DE DOMINGUEZ</b><br>Agradecimiento infinito por forjar un sendero de esperanza.  |
| <b>MI ESPOSA</b>                     | <b>LILY ASTRID OROZCO DE DOMINGUEZ</b><br>Porque juntos sembramos amor dentro de nuestra familia.   |
| <b>MI HIJA</b>                       | <b>DIANA BEATRIZ DOMINGUEZ OROZCO</b><br>Por las bendiciones que traes de nuestro Supremo Creador.  |
| <b>MIS HERMANOS</b>                  | <b>Dra GEOVANNA DOMINGUEZ DE SOTO, CARLOS<br/>AUGUSTO, HERSON ANIBAL Y LUCIA ETELVINA</b><br>Porque forjemos siempre una gran familia.  |
| <b>MIS SOBRINOS</b>                  | <b>HERBERTH, PEDRO PABLO Y ALEJANDRA</b><br>Porque siempre seamos como hermanos.  |
| <b>MI CUÑADO</b>                     | <b>Dr. HERBERT SOTO ACEVEDO</b><br>Por su apoyo.  |
| <b>LA FAMILIA</b>                    | <b>OROZCO OROZCO en especial a mis suegros<br/>LILY ESTELA Y HUMBERTO AUGUSTO.</b>  |
| <b>LA FAMILIA</b>                    | <b>VELASQUEZ OROZCO</b>   |
| <b>MIS TIOS, PRIMOS</b>              |   |
| <b>MIS COMPAÑEROS<br/>DE LABORES</b> | <b>Ing. Agr. Ana Selena Carías, Ranferí Ampudia y Domingo<br/>Mendoza</b>   |
| <b>MIS AMIGOS</b>                    | <b>Jorge Barnéond, Sergio Solís, Gonzalo Barrientos, Benjamín de la<br/>Cruz, Hector Sánchez, Adolfo Díaz, Mynor Pimentel, Harold<br/>Sagastume, Erick España, Manuel Elías Carcamo, Maribel Girón,<br/>Edgar García Salas, Danilo Juárez, Rolando Godínez.</b> |

## **TESIS QUE DEDICO**

A: MI PAIS GUATEMALA  
MAZATENANGO LINDO  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
INSTITUTO ADOLFO V. HALL DEL SUR  
ESCUELA NACIONAL URBANA MIXTA COLONIA SAN  
ANDRES, MAZATENANGO SUCHITEPEQUEZ

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero patentizar mi más profundo agradecimiento a los Ingenieros Agrónomos José Jesús Chonay y Aníbal Sacbajá Galindo, por su orientación profesional, asesoramiento y sus consejos durante mi desarrollo académico y laboral.

A mi tío Jaime Domínguez de León por su desinteresada ayuda en la fase de campo de la investigación.

A mi amigo Sergio Amilcar Solís García por su valiosa colaboración en la elaboración del documento final.

El presente trabajo fue realizado en cooperación con el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía en el proyecto de “*Desarrollo de prácticas agronómicas para el cultivo de hortalizas nativas o tradicionales*” bajo el fondo de investigación de la Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

# CONTENIDO GENERAL

	página
<b>INDICE DE CUADROS</b>	ix
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	x
<b>RESUMEN</b>	xi
<b>1. INTRODUCCION</b>	1
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	3
<b>3. MARCO TEORICO</b>	5
<b>3.1 MARCO CONCEPTUAL</b>	5
3.1.1 Clasificación Sistemática	5
3.1.2 Descripción botánica	5
3.1.3 Recursos fitogénéticos	6
3.1.4 Riqueza genética del chipilín	7
3.1.5 Recolecciones obtenidas	8
3.1.6 Erosión genética	8
3.1.7 Valor nutricional	8
3.1.7.A Biodisponibilidad	10
3.1.8 Usos e Importancia	10
3.1.9 Aspectos Fisiológicos	10
3.1.9.A Patrones de desarrollo de la planta	11
3.1.9.B Fototropismo	11
3.1.9.C Competencia	11
3.1.9.D Efecto de la densidad vrs altura, ramificación y biomasa	12
<b>3.2 MARCO REFERENCIAL</b>	12
3.2.1 Investigaciones efectuadas en chipilín	12
3.2.2 Otras investigaciones	14
3.2.3 Descripción del área experimental	14
3.2.3.A Localización	14
3.2.3.B Condiciones edáficas	14
3.2.3.C Condiciones ecológicas	15
3.2.3.D Condiciones climáticas	15
<b>4. OBJETIVOS</b>	16

<b>5. HIPOTESIS</b>	<b>17</b>
<b>6. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>18</b>
<b>6.1 METODOLOGIA EXPERIMENTAL</b>	<b>18</b>
<b>6.2 MANEJO DEL EXPERIMENTO</b>	<b>19</b>
6.2.1 Preparación del terreno	19
6.2.2 Siembra	19
6.2.3 Fertilización	19
6.2.4 Control de malezas	20
6.2.5 Control fitosanitario	20
6.2.6 Cosecha	21
<b>VARIABLES DE RESPUESTA</b>	<b>21</b>
<b>6.3</b>	
6.3.1 Rendimiento de materia seca de planta, porción comestible y tallos	21
6.3.2 Altura de planta	22
6.3.3 Número de ramas laterales	22
<b>6.4 ANALISIS DE LA INFORMACION</b>	<b>23</b>
<b>7 RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>25</b>
7.1 Rendimiento de materia seca de planta, porción comestible y tallos	25
7.2 Análisis de correlación entre altura de planta, número de ramas laterales y los rendimientos acumulados de planta, porción comestible y tallos	33
7.3 Análisis de regresión entre distancias de siembra y rendimiento	34
<b>8 CONCLUSIONES</b>	<b>36</b>
<b>9 RECOMENDACIONES</b>	<b>37</b>
<b>10 BIBLIOGRAFIA</b>	<b>38</b>
<b>11 APENDICE</b>	<b>41</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	página
1 Composición bromatológica y próximal del chipilín	9
2 Tabla de composición alimenticia del chipilín	9
3 Tratamientos	18
4 Análisis químico de suelo, finca El Paraíso	19
5 Valor de F y la probabilidad asociada para el rendimiento de materia seca de planta por corte y el acumulado	25
6 Valor de F y la probabilidad asociada para el rendimiento de materia seca en porción comestible por corte y el acumulado	26
7 Valor de F y la probabilidad asociada para el rendimiento de materia seca de tallos por corte y el acumulado	26
8 Comparación de medias en la interacción entre distancias de siembra en el rendimiento de planta en tres cortes y el acumulado	28
9 Comparación de medias en la interacción entre distancias de siembra en el rendimiento de porción comestible en tres cortes y el acumulado	30
10 Correlación entre altura de planta, ramas laterales, sobre el rendimiento de materia seca de planta, porción comestible y tallos	32
11 Correlación entre altura de planta, ramas laterales, sobre el rendimiento de materia seca de planta, porción comestible y tallos	33
12 Resumen de análisis de varianza del modelo cuadrático entre distancias de siembra y rendimiento de materia seca de planta, porción comestible y tallos	34
13 A Rendimiento acumulado de materia seca por planta	45
14 A Registros climáticos, estación tipo B, Palo Gordo San Antonio Suchitepéquez	45
15 A Datos obtenidos en el experimento	46

## INDICE DE FIGURAS

Figura	página
1 A. Localización del área experimental	42
2 A. Climadiagrama de aldea Tonquín, municipio de San Antonio Suchitepéquez	43
3 A. Distribución de tratamientos en el campo	44

**EVALUACION DE DISTANCIAS DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA DEL CULTIVO DE CHIPILIN (Crotalaria longirostrata Hook & Arn.) EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA.**

**EVALUATION OF SOWING SPACING ON THE YIELD OF CHIPILIN CROP (Crotalaria longirostrata Hook & Arn.) IN THE VILLAGE OF SAN ANTONIO SUCHITEPEQUEZ.**

**RESUMEN**

La región mesoamericana es considerada como uno de los centros mundiales de origen de las plantas cultivadas más importantes del mundo, en ella existe una diversidad de especies vegetales que constituye la riqueza florística del área. El avance de la frontera agrícola y el incremento de tecnología en la agricultura crea un paulatino proceso de erosión genética en donde diferentes cultivares de especies nativas se encuentran en peligro de desaparecer sin que se conozcan todas sus características genéticas.

Ante esta situación la Dirección General de Investigación (DIGI) a través del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía realiza diferentes investigaciones con el propósito de generar y validar tecnología para el cultivo de especies nativas para transformarlas hacia un sistema productivo.

La presente investigación se realizó bajo las condiciones de la finca El Paraíso en la aldea Tonquín del municipio de San Antonio Suchitepéquez durante septiembre de 1994 a enero 1995, encaminada a determinar la distancia entre surcos y entre plantas que produzca mayor rendimiento de materia seca.

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con arreglo en franjas con 16 tratamientos y 3 repeticiones; las variables de respuesta fueron: rendimiento de materia seca de planta (tallos, hojas e inflorescencias), porción comestible (hojas, brotes tiernos apicales y laterales) y tallos; estas variables se cuantificaron en tres cortes (45, 90 y 135 días después de la siembra) y rendimiento acumulado; a los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza y comparación múltiple de medias. Las variables complementarias: altura de planta y número de ramas laterales se correlacionó con los rendimientos de materia seca de planta, porción comestible y tallos.

El mayor rendimiento experimental en el cultivo de chipilín se alcanzó con distancia de 0.3 m entre surcos y 0.1 m entre plantas con 9,085.8 kg/ha de materia seca de planta total y 5,075.2 kg/ha de porción comestible. La altura de planta y el número de ramas laterales no mostraron correlación con el rendimiento del cultivo.

Las funciones de producción para el rendimiento estimado de materia seca de planta es  $\hat{Y}_1 = 20209 - 30618 ds - 53399 dp + 19380 ds^2 + 57847 dp^2 + 24258 ds dp$  y para porción comestible  $\hat{Y}_2 = 10495 - 13022 ds - 28005 dp + 7515.5 ds^2 + 31471 dp^2 + 11512 ds dp$  (ds se refiere a distancias entre surcos y dp a distancias entre plantas).

# 1. INTRODUCCION

Guatemala por su posición geográfica se encuentra situada en el trópico de cáncer, la cual presenta alta variabilidad en altitud, condiciones climáticas y edáficas creando gran diversidad de flora y fauna para formar un reservorio genético al servicio de la humanidad.

Especies nativas como miltomate (Physalis philadelphica), hierba mora (Solanum spp), bledo (Amaranthus spp.), chipilín (Crotalaria spp) forman parte de la riqueza genética del país, que se presentan como alternativa alimenticia por su alto valor nutritivo y aceptación dentro de la población.

El chipilín genera grandes expectativas a nivel biológico, nutricional, socioeconómico y cultural; biológico porque permite mantener la biodiversidad existente; nutricional por su alto contenido de proteína, vitamina A, fósforo y calcio; socioeconómico porque representa una fuente alternativa de ingresos para el campesino a un bajo costo y cultural porque forma parte de la dieta de la población rural, mayoritaria en el país.

Por el tipo de agricultura predominante, el cultivo de chipilín se encuentra restringido a nivel de huerto familiar lo que trae como consecuencia erosión genética de cultivares valiosos; su rescate y posterior transformación hacia un sistema de agricultura intensiva conlleva el conocimiento de las siguientes características agronómicas:

variabilidad genética, requerimiento nutricional, respuesta a diversos niveles de fertilización, susceptibilidad a plagas, distancias de siembra y época de corte; factores que producen una mayor beneficio para el pequeño agricultor.

La presente investigación tuvo como finalidad seleccionar la distancia de siembra que produce mayor rendimiento de materia seca en planta total, porción comestible y tallos en el cultivo de chipilín.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La región mesoamericana es considerada como uno de los centros mundiales de origen y diversidad genética más importantes del mundo, encontrando numerosas especies vegetales nativas que constituyen la riqueza florística del área.

Las especies vegetales nativas se presentan como alternativa para el combate de plagas o bien una opción alimenticia para comunidades rurales, con fácil manejo y alto valor nutritivo; sin embargo, en la actualidad no se aprovecha todo su potencial debido a la presión del recurso suelo y al desconocimiento de sus bondades como cultivos alternativos; en donde especies como miltomate (Physalis philadelphica), hierba mora (Solanum sp), bledo (Amaranthus spp.), chipilín (Crotalaria spp.), chile chiltepe (Capsicum annum), chile chocolate (Capsicum sp), cucúrbitas (Cucurbita sp) se encuentran restringidas a estados silvestres dentro de matorrales consumidas por una mínima parte de la población, dejando escapar la oportunidad de convertirlos en cultivos comerciales en pequeñas áreas que representen beneficios económicos.

El proceso para integrar estas especies a sistemas productivos, conlleva técnicas y mecanismos definidos tendientes a conocer las características agronómicas y fisiológicas propias del cultivo, para optimizar el rendimiento por unidad de área; aspectos como distancias de siembra, control de plagas, aplicación de niveles específicos de nutrientes y

materia orgánica, determinación de laminas de agua, época oportuna de cosecha y asociación de cultivos entre otros.

Dentro del cultivo de chipilín existe diversidad de criterios en cuanto a densidad de plantas por unidad de área y su disposición sobre el terreno; la implementación obedece a tradiciones y costumbres de los diferentes grupos campesinos, siendo carente la investigación sobre este proceso, información que es definida por el distanciamiento de siembra en los cultivos por lo cual es necesario efectuar investigaciones para delimitar la distancia de siembra que produce mayor rendimiento para el cultivo.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 CLASIFICACION SISTEMATICA

El chipilín pertenece a la clase *magnoliopsida*, subclase *rosidae*, orden *fabales*, familia *fabaceae*, tribu *Genisteeae*, genero *Crotalaria* y el nombre científico de la especie investigada es *Crotalaria longirostrata*.

En plantas de chipilín se encuentran 200 especies en estado silvestre y como maleza tolerada, de las cuales la flora de Guatemala reporta 14 especies: *C. longirostrata* Hook & Arn, *C. vitellina* Der, *C. pumila* Ortega, *C. angulata* Mill, *C. maypurensis* HBK, *C. mucronata* Desv., *C. purshii* var. *plyphyla*, *C. sagitales* L., *C. verrucosa* L., *C. incana* L., *C. mollicula* HBK, *C. niten* HBK, *C. retusa* L., *C. tuerckeimii* Sann. (1, 2, 23).

Dentro de las especies más utilizadas y de mayor preferencia alimenticia entre la población se encuentran *C. longirostrata*, *C. vitellina* y *C. pumila*, (23).

##### 3.1.2 DESCRIPCION BOTANICA

La planta de chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn) es generalmente anual pero a menudo persistente por más de un año, delgadas, erectas, algunas veces ramificadas, su altura es de un metro o mas, los tallos estrigilosos o glabros,

frecuentemente verde-rojizos; estípulas pequeñas o ausentes; hojas largamente pecioladas, los tres folíolos oblongos a ovalados o elípticos; 1 a 3 cm de largo, redondeados en el ápice glabros en el haz, pálidos y estrigosos o sericeos en el envés; racimos terminales usualmente largos y con muchas flores; cáliz de 5 mm de largo, estrigoso, bilabiado, los lóbulos generalmente más corto que el tubo; corola amarillo brillante, larga de casi 1.5 cm de largo el estandarte glabro o con pelos cortos apresos a lo largo de la costa, el ápice del estandarte; largo y angosto, doblado en un ángulo recto vaina o legumbre de 2 cm de largo y 7-8 mm de ancho estrigilosa y usualmente densa (6, 23).

Especie importante en Guatemala y probablemente la especie de Crotalaria mas usada en alimentación (1, 23).

### 3.1.3 RECURSOS FITOGENETICOS

Bukasov (5) define como recursos fitogenéticos a las reservas naturales en beneficio del hombre ya sea como fuente de alimento o bien portadores de información genética para el mejoramiento de variedades o producción de nuevos híbridos; por lo cual las especies nativas representan un potencial de diversificación en los países de origen y se constituyen en resistencia al ataque de plagas en especies introducidas a nuevos ecosistemas, en donde los recursos son mayores en lugares de agricultura sin modernizar, conservado aún sistemas primitivos de explotación agrícola (1, 2).

La región mesoamericana, considerada como uno de los centros mundiales de origen de la agricultura y las plantas cultivadas, contiene 104 especies útiles al hombre y consideradas autóctonas de las cuales el 48% se encuentran en Guatemala y entre ellas el chipilín (Crotalaria spp (2)).

### 3.1.4 RIQUEZA GENETICA DEL CHIPILIN

Las especies de chipilín se encuentran en un rango altitudinal que varia desde 200 hasta 2,400 msnm situándose en toda la república de Guatemala a excepción de los departamentos de Izabal, San Marcos, Baja Verapaz y Quiché; que reporta 14 especies para el país siendo únicamente tres las especies de uso alimenticio (C. longirostrata, C. vitellina y C. pumila) restringidas a estados silvestres dentro de matorrales y/o bosques silvestres y a nivel de huerto familiar (2).

### 3.1.5 RECOLECCIONES OBTENIDAS

Especies de chipilín son poco frecuente en el oriente del país mientras en el altiplano central, municipios de Chimaltenango surten los mercados cantonales de Antigua Guatemala, Chimaltenango y la Ciudad Capital, cultivado dentro de surcos de crucíferas; en el Petén no hay producción del cultivo debido a factores climáticos como alta temperatura y humedad relativa; en la región de las verapaces su distribución está restringida a áreas por debajo a los 1,500 msnm en la franja transversal del norte; la región mas importante en germoplasma es la costa sur (1, 2).

### **3.1.6 EROSION GENETICA**

Las fuentes originales del chipilín son en estado de maleza tolerada, a nivel silvestre o en huertos familiares, los que son insuficientes para cubrir la demanda alimenticia del cultivo; actualmente los agricultores destinan pequeñas áreas para su explotación en forma restringida, perdiendo material genético en través del tiempo (23).

### **3.1.7 VALOR NUTRICIONAL**

Estudios del INCAP (15) sobre composición de alimentos para Centroamerica y Panamá, indica que el chipilín contiene 7.6 gr de proteína, 3.1 gr de vitamina A, 74 mg de fósforo y 287 mg de calcio, alimento de gran valor nutricional en comparación con otras hortalizas nativas y exóticas.

**Cuadro 1. Composición bromatológica y proximal del chipilín.**

<b>1. Composición química (%)</b>	
Humedad	81.9
Proteína	7.6
Fibra cruda	1.8
Grasa	0.5
<b>2. Contenido de aminoácidos</b>	
Leucina	0.44
Isoleucina	0.33
Lisina	0.42
Metionina	0.03
Fenilalanina	0.20
Treonina	0.26
Valina	0.45
Nitrógeno (%)	4.59
<b>3. Evaluación de calidad (PER)</b>	
Chipilín	1.37
Chipilín + metionina	2.46
<b>4. Efecto suplementario a la dieta de maíz y frijol</b>	
Grupo control (gr peso/día)	4.3
Grupo control + 5% chipilín (gr peso/día)	5.6

Fuente: INCAP, 1960 (15).

**Cuadro 2. Tabla de composición alimenticia del chipilín<sup>1</sup>**

Agua	Calorías	Proteína	Grasa	Carbohidratos		Minerales				Tiamina	Niacina
				total	Fibra	Ceniza	Calcio	Fósforo	Hierro		
%	gramos					miligramos				miligramos	
81.8	57.0	7.1	1.0	8.7	1.9	1.4	248.0	74.0	4.90	0.33	2.02

Fuente: Spillary, 1983 (22).

<sup>1</sup> Valores en 100 gramos de peso neto.

### **3.1.7.A Biodisponibilidad**

Estudios recientes sobre el análisis químico proximal reportan valores medios de 5.5 gr de extracto etéreo, 49.2 gr de hidratos de carbono, 9.8 gr de fibra cruda, 32.2 gr de proteína, 6.9 g de cenizas, 1002.8 mg de Ca, 362.2 mg de P y 20.5 mg de Fe, lo cual correlaciona con los datos reportados para *Crotalaria longirostrata* Hook & Arn por el Instituto de Nutrición de Centroamerica y Panamá en los años 60 (14, 22).

Bressani (4) reporta que la biodisponibilidad del chipilín es de 71.26 % y la disponibilidad de las fuentes carotenoides es de 12.01 % siendo un cultivo de fácil asimilación en la ingesta de humanos.

### **3.1.8 USOS E IMPORTANCIA**

Dentro del uso se pueden mencionar como antiespasmodico, diurético somnífero y por ultimo como alimento. Tabarini (24) anota la carencia de efecto tóxico al utilizar dosis de 300 gr de hojas y flores secas/kg de peso durante 8 días en ratones y a partir de dosis de 10 gr/kg de peso se potencializa el tiempo de sueño aumentado en forma progresiva con respecto a la dosis.

Gálvez (11) utilizando material fresco en sujetos de experimentación (ratones blancos) indica que a partir de 100 mg/kg de peso acentúa progresivamente los efectos sedantes e hipnóticos; siendo potencializado el sueño a partir de 300 mg/kg en el extracto alcohólico a 200 mg/kg en el extracto acuoso.

### **3.1.9 ASPECTOS FISIOLÓGICOS**

#### ***3.1.9.A Patrones de desarrollo de la planta***

El cultivo de chipilín se rige por los mismos patrones de conducta de toda planta, en donde la germinación es inducida por las condiciones climáticas, edáficas y especialmente de humedad; generando las raíces y raicillas que mantendrán relación simbiótica con otros organismos, mientras la parte aérea estará regido por el meristemo apical que dará origen a órganos especializados como tallos, hojas, flores y frutos regulados por factores ambientales y controlados por fitohormonas (3).

#### ***3.1.9.B Fototropismo***

El cultivo de chipilín responde al mecanismo de reacción fototrópica debido a un desbalance en la producción de auxinas dentro de la planta, dando como resultado la elongación del tallo por la necesidad a cantidades adecuadas de energía lumínica (3)

### ***3.1.9.C Competencia***

La competencia es el resultado de la necesidad de las plantas por espacio físico para crecer, compitiendo por factores estrictamente nutricionales como: luz, bióxido de carbono, nutrimento y agua; al disminuir estos elementos las plantas deben desarrollar una mayor eficiencia en la captación de recursos y aumentar la tasa de conversión de energía en períodos de tiempo cortos (3).

### ***3.1.9.D Efecto de la densidad vrs altura, ramificación y biomasa.***

Según Bidwell (3), el número óptimo de plantas por área esta en función de la exigencia del cultivo a factores nutricionales presentes en el suelo (luz, agua, nutrimentos, bióxido de carbono); un menor número de plantas origina una pérdida de espacio físico vital mientras que un aumento descontrolado de plantas provoca competencia entre sí, aumento de auxinas produciendo elongación de nudos y entrenudos para alcanzar la energía lumínica de los rayos solares dando como resultado plantas más altas, menor número de estructuras foliares, débiles y con menor tasa de conversión de energía por planta.

## **3.2 MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1 INVESTIGACIONES EFECTUADAS EN CHIPILIN**

Azurdia (1) reporta en la recolección de germoplasma de cultivos nativos en Guatemala que la mayor cantidad de colectas se realizaron en la vertiente del pacífico en altitudes menores de 1,000 msnm.

Cobón (6), en la caracterización agronómica, morfológica y bromatológica de 27 cultivares de chipilín realizada en el Centro Agronómico Tropical Bulbuxya reporta que los cultivares presentaron variabilidad genética; además se pueden diferenciar en cultivares precoces y tardíos según su procedencia y caracteres particulares; utilizó distancias de 0.75 m entre surcos y 0.5 entre plantas colocando 3 semillas por postura y efectuando un raleo posterior, obteniendo rendimientos experimentales de 12,500 a 17,763 kg/ha. de peso fresco; 2,400 kg/ha de peso bruto (planta total) y 1,132.27 de peso neto (porción comestible).

Mejía (18) en la evaluación de dos sistemas de siembra en dos localidades de la cuenca del río achiguate utilizó distancias de 0.5 m entre surcos, 0.5 m entre plantas con rendimiento de 14,206.5 kg/ha de peso verde fresco y 3,114.5 kg/ha peso seco en sistema de postura; mientras que en distancias de 0.5 m entre surcos y al chorrillo obtuvo 4,180.5 kg/ha de peso verde fresco y 793.1 kg/ha en peso seco foliar.

Castillo (5) en la evaluación de cuatro frecuencias de corte (30, 45, 60, 50-90 días) utilizó distancias de 0.5 m entre surcos y 0.15 m entre plantas registró rendimientos de 19,608.2, 28,627.8, 32,683.2 y 19,608.2 kg/ha respectivamente y concluyó que los rendimientos de los tratamientos de 45, 60 y 50-90 días estadísticamente son iguales, recomendando efectuar 2 cortes comerciales cada 45 días a partir de la emergencia de las plantas.

### **3.2.2 Otras investigaciones**

Chavero (7) en el estudio de las densidades de población en diferentes arreglos topológicos en la producción de Huanzontle (*Chenopodium nuttaliae* Saff) utilizó 3 distancias entre surcos (0.6, 0.8, 1.0 m) y 3 distancias entre plantas (0.2, 0.4 y 0.6 m) con 1, 2 y 3 plantas por postura, encontrando que a mayor distancia y menor densidad la competencia por luz, agua y nutrientes es menor.

### **3.2.3 DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL**

#### **3.2.3.A Localización**

El experimento se realizó en la finca El Paraíso, en la aldea Tonquín, San Antonio Suchitepéquez; geográficamente se ubica sobre coordenadas 14° 31' 08" Latitud Norte y 91° 24' 25" Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, con una elevación de 400 msnm (ver figura 1A) (19).

### **3.2.3.B Condiciones edáficas**

Según Simmons, Tárano y Pinto (21), los suelos pertenecen a la serie de suelos Mazatenango, suelos profundos, bien drenados y desarrollados sobre material volcánico de color claro en un clima cálido húmedo-seco. Ocupan relieves suavemente inclinados a altitudes bajas en el sudoeste de Guatemala. Representan la transición del Pie de monte al Litoral Pacífico y están asociados con los suelos Chicolá, Ixtán, Tiquisate, Cutzán y otros; se distinguen por sus horizontes superficiales profundos de color oscuro y por la ligera diferencia entre el suelo superficial y subsuelo.

### **3.2.3.C Condiciones ecológicas**

Las condiciones del área presentan la biotemperatura promedio anual de 24°C, precipitación promedio anual de 2,500 mm y la evapotranspiración de 0.5 mm/día lo que corresponde a la zona de vida de bosque muy húmedo subtropical cálido (Bmh-s); que presenta dos estaciones bien definidas: lluviosa en los meses de mayo a octubre y la estación seca de noviembre a abril (13).

### **3.2.3.D Condiciones climáticas**

Según Thortwaite citado por Cobón (7) zona climática corresponde a una naturaleza cálida, sin estación fría bien definida, húmeda y con invierno seco; representado por la nomenclatura A'a B'i".

## **4. OBJETIVOS**

Determinar el efecto de cuatro distancias de siembra entre surcos y cuatro distancias entre planta sobre el rendimiento de materia seca de planta total, porción comestible y tallos en tres cortes y rendimiento acumulado.

Determinar la correlación existente entre la altura de planta y los rendimientos de materia seca de planta, porción comestible y tallos.

Determinar la correlación existente entre el número de ramas laterales y los rendimientos de materia seca de planta, porción comestible y tallos.

Cuantificar la relación entre distancias de siembra y los rendimientos acumulados de materia seca de planta, porción comestible y tallos.

## 5. HIPOTESIS

Existe al menos un distanciamiento de siembra que produce variación significativa en el rendimiento de materia seca planta, porción comestible y tallos, en tres cortes y rendimiento acumulado del cultivo de chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook y Arn).

Existe correlación significativa entre la altura de planta y el rendimiento de materia seca de planta, porción comestible y tallos en el cultivo de chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook y Arn).

Existe correlación significativa entre el número de ramas laterales y el rendimiento de materia seca de planta, porción comestible y tallos en el cultivo de chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook y Arn).

Los rendimientos acumulados de materia seca de planta, porción comestible y tallos mantienen relación con la distancia de siembra.

## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño experimental en bloques al azar con arreglo en franjas; su orientación fue Este-Oeste; los factores evaluados fueron distancia entre surcos y distancia entre plantas; las distancias entre surcos fueron 0.3, 0.45, 0.6 y 0.75 m y las distancias entre plantas 0.1, 0.2, 0.3 y 0.4 m. (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Tratamientos, distancias entre surcos, distancia entre plantas y densidades.

No	Tratamiento <sup>2</sup>	Distancia entre surcos	Distancia entre plantas	Densidad
1	A1B1	0.30	0.10	333,333
2	A1B2	0.30	0.20	166,667
3	A1B3	0.30	0.30	111,111
4	A1B4	0.30	0.40	83,333
5	A2B1	0.45	0.10	222,222
6	A2B2	0.45	0.20	111,111
7	A2B3	0.45	0.30	74,074
8	A2B4	0.45	0.40	55,556
9	A3B1	0.60	0.10	166,667
10	A3B2	0.60	0.20	83,333
11	A3B3	0.60	0.30	55,556
12	A3B4	0.60	0.40	41,667
13	A4B1	0.75	0.10	133,333
14	A4B2	0.75	0.20	66,667
15	A4B3	0.75	0.30	44,444
16	A4B4	0.75	0.40	33,333

La unidad experimental se conformó por 30 plantas en la parcela bruta y 12 plantas en la neta; 5 surcos por unidad experimental y 6 plantas por surco. Los distanciamientos y el tamaño de la unidad experimental obedeció al diseño en franjas. (ver fig 3A.)

<sup>2</sup> letra "A" equivale a distancia entre surcos y "B" distancia entre plantas

## 6.2 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 6.2.1 PREPARACION DEL TERRENO

6.2.2 Se realizó la habilitación del terreno con el corte de cacao (*Theobroma cacao* L), descombramiento de raíces, barbecho y rastrillado del suelo para obtener una cama uniforme de suelo; se utilizó Phoxim en dosis de 23 kg/ha para la desinfección del suelo.

### 6.2.2 SIEMBRA

Se colocó de 5 a 10 semillas por postura a profundidad de 5 cm efectuando entresaque, dejando una planta por postura. Se colocó distracciones (cintas) dentro del ensayo para prevenir el ataque de aves durante la germinación de las semillas.

### 6.2.3 FERTILIZACION

En el cuadro 4, se presenta el análisis químico de suelo del sitio experimental, en el que se observa la reacción de suelo ligeramente ácida, el fósforo bajo según los niveles críticos establecidos por ICTA (9 - 12 ppm), el potasio, calcio y magnesio en niveles adecuados y las relaciones Ca/Mg, Mg/K, Ca+Mg/K balanceadas (14).

**CUADRO 4. Análisis químico de suelo, finca El Paraíso.**

pH	microgramos/ml		mg/100 ml de suelo		microgramos/ml				Relaciones		
	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
6.4	0.2	383	14.03	1.75	0.5	2.0	4.0	2.0	8:1	1:8:1	16:1

Fuente: Laboratorio de análisis de suelo-agua-planta "Salvador Castillo Orellana", FAUSAC.

Tomando como base el análisis químico fue necesario aplicar nitrógeno y fósforo para el desarrollo del cultivo en la fase de campo. Los niveles utilizados de fertilización fueron 40 kg N/ha y 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha; se aplicó el 50% de fertilizante nitrogenado en forma de urea y el 100% de fertilizante fosforado en forma de triple superfosfato al momento de la siembra en el fondo de los surcos; la segunda aplicación de nitrógeno en forma de urea (50%) se efectuó a los 30 días después de la emergencia de las plantas.

### **6.3.5 CONTROL DE MALEZAS**

Se efectuó dos limpiezas en forma manual, la primera se efectuó a los 30 días después de la emergencia de las plantas y la segunda a los 15 días después del primer corte comercial (60 días después de la siembra).

### **6.2.5 CONTROL FITOSANITARIO**

Para el control del ataque de zompopo (*Atta* spp) se efectuó control de troneras con cebo peletizado (Attamix) a razón de 75 cm<sup>3</sup> en el orificio de las troneras al atardecer donde la plaga intensifica su modo de operación. Adicionalmente se aplicó Diazinon 25 (Diazinon) en la base de la planta por su acción repelente.

Además, se aplicó insecticida de tipo piretroide (Deltametrina) con dosis de 1 lt/ha. para evitar el ataque de estados inmaduros de lepidópteros.

Debido al mayor número de plantas en los distanciamientos de 0.3 m entre surcos y 0.1 - 0.2 m entre plantas, se observó apareamiento de Roya (Puccinia sp.) en el tercer corte en leve intensidad lo cual afecta la calidad del rendimiento foliar; para su control se utilizó un fungicida a base de cobre (Hidróxido de Cobre) a razón 2 kg/ha.

### **6.2.6 COSECHA**

Se efectuaron 3 cortes a los 45, 90 y 135 días después de la emergencia de las plantas, a una altura de 15 cm. sobre el suelo en el primer corte y a 10 cm. de la base del retoño en el segundo y tercer corte. La cosecha se efectuó en cada parcela neta, constituida por 12 plantas.

## **6.3 VARIABLES RESPUESTA**

### **6.3.1 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DE PLANTA, PORCION**

#### **COMESTIBLE Y TALLOS**

El rendimiento de biomasa de cualquier especie vegetal se puede expresar en materia fresca o seca según los propósitos de la investigación; en la presente se tomó el rendimiento de biomasa expresado en materia seca a 65°C (3, 5).

Para cuantificar el rendimiento de materia seca producido por el cultivo de chipilín (Crotalaria longirostrata) se dividió en planta (constituida por hojas, tallos, inflorescencias,

brotos tiernos apicales y laterales), porción comestible (constituido por folíolos y brotes tiernos apicales y laterales) y tallos.

En cada corte se cosechó la parcela neta de cada unidad experimental para obtener el rendimiento de materia fresca; luego se tomó una submuestra de 200 gramos de la cual se separó la porción comestible y tallos obteniéndose el peso fresco; luego se seco el tejido vegetal a 65°C hasta alcanzar peso constante en un horno de convección forzada, para luego convertir el peso fresco a peso seco.

### **6.3.2 ALTURA DE PLANTA**

Se seleccionó 5 plantas al azar en cada unidad experimental, etiquetándose debidamente para tomar lecturas en cada corte; la medición de altura desde el cuello de la raíz hasta el meristemo apical se realizó al momento de cada corte 45, 90 y 135 días después de la emergencia de las plantas.

### **6.3.3 NUMERO DE RAMAS LATERALES**

En las plantas seleccionadas para altura de planta, se tomó el número de ramas laterales con el propósito de asociar las ramas laterales y el rendimiento en cada corte y rendimientos acumulados de planta, porción comestible y tallos.

## 6.4 ANALISIS DE LA INFORMACION

Para el rendimiento de materia seca a 65°C de planta, porción comestible y tallos, se realizó el análisis de varianza, para determinar el efecto de los diferentes distanciamientos de siembra sobre las variables respuesta.

El modelo estadístico para este análisis es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \alpha_j + (\alpha\tau)_{ji} + \beta_k + (\beta\tau)_{ki} + (\alpha\beta)_{jk} + (\tau\alpha\beta)_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta de la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

$\mu$  = Media general.

$\tau_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo bloque.

$\alpha_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima distancia entre surcos.

$(\alpha\tau)_{ji}$  = Error A (interacción entre la  $j$ -ésima distancia entre surcos y el  $i$ -ésimo bloque).

$\beta_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima distancia entre plantas.

$(\beta\tau)_{ki}$  = Error B (interacción entre la  $k$ -ésima distancia entre surcos y el  $i$ -ésimo bloques.

$(\alpha\beta)_{jk}$  = Efecto de interacción entre la  $j$ -ésima distancia entre surcos y la  $k$ -ésima distancia entre plantas.

$(\tau\alpha\beta)_{ijk}$  = Error C (interacción entre la  $j$ -ésima distancia entre surcos, la  $k$ -ésima distancia entre plantas y el  $i$ -ésimo bloque) (19).

Adicionalmente, se realizó la comparación múltiple de medias por medio de la prueba de Tuckey a una significancia de 0.05 en las fuentes de variación con diferencia estadística significativa.

Se calculó el coeficiente de correlación entre las variables complementarias (altura de planta y número de ramas laterales) y los rendimientos acumulados de materia seca en planta total, porción comestible y tallos utilizando análisis multivariado (MANOVA) para extraer la variación del diseño experimental.

Se estimó la ecuación de regresión para predecir los rendimientos de materia seca de planta, porción comestible y tallos en función de la distancia entre surcos y entre plantas para estimar el distanciamiento óptimo en el cultivo.

El modelo para determinar la regresión que más se ajusta a las variables de interés es el siguiente:

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_1^2 + \beta_4 x_2^2 + \beta_5 x_3 + \varepsilon_i$$

donde:

$\hat{Y}$  = Rendimiento óptimo estimado.

$\beta_0$  = Intercepto de la ecuación de regresión.

$x_1$  = Distancia entre surcos.

$x_2$  = Distancia entre plantas.

$x_3$  = Distancia entre surcos x Distancia entre plantas

$\varepsilon_i$  = Error experimental (19).

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presenta el resumen de los análisis de varianza y comparación múltiple de medias de los rendimientos de materia seca en planta total, porción comestible y tallos en tres cortes y rendimiento acumulado.

### 7.1 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA EN PLANTA TOTAL, PORCION COMESTIBLE Y TALLOS

Sobre los resultados de rendimientos obtenidos se realizó análisis de varianza para la materia seca de planta, porción comestible y tallos en cada corte y rendimiento acumulado en el cultivo de chipilín (*Crotalaria longirostrata*); ver el resumen de los Cuadros 5, 6 y 7.

**Cuadro 5. Valor de F y la probabilidad asociada para el rendimiento de materia seca de planta por corte y acumulado.**

F. V.	GL	Primer Corte		Segundo Corte		Tercer Corte		Rendimiento acumulado	
		F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F
Repeticiones	2	2.20	0.1395	0.18	0.8355	0.87	0.4347	1.04	0.3749
DS	3	59.57	0.0001	298.20	0.0001	317.47	0.0001	391.45	0.0001
DP	3	279.9	0.0001	570.41	0.0001	392.52	0.0001	1036.83	0.0001
DS * DP	9	17.82	0.0001	83.63	0.0001	56.70	0.0001	68.64	0.0001
Error C	18								
Totales	47								
C. V. (%)		7.52		6.14		7.64		4.25	

DS = Distancia entre surcos

DP = Distancia entre plantas

CV = Coeficiente de variación

F. V.	GL	Primer Corte		Segundo Corte		Tercer Corte		Rendimiento acumulado	
		F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F
Repeticiones	2	1.76	0.2005	0.79	0.4708	0.14	0.8687	1.97	0.1683
DS	3	14.35	0.0001	53.76	0.0001	256.11	0.0001	92.77	0.0001
DP	3	43.66	0.0001	161.55	0.0001	452.58	0.0001	293.19	0.0001
DS * DP	9	8.83	0.0001	12.37	0.0001	46.93	0.0001	15.06	0.0001
Error C	18								
Totales	47								
C. V. (%)		11.97		10.24		6.96		6.42	

DS = Distancia entre surcos  
 DP = Distancia entre plantas  
 CV = Coeficiente de variación

**Cuadro 7. Valor de F y la probabilidad asociada para el rendimiento de materia seca de tallos por corte y acumulado.**

F. V.	GL	Primer Corte		Segundo Corte		Tercer Corte		Rendimiento acumulado	
		F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F	Fc	Pr>F
Repeticiones	2	0.34	0.7174	1.47	0.2573	0.47	0.6304	1.2	0.3246
DS	3	13.69	0.0001	85.11	0.0001	61.82	0.0001	76.48	0.0001
DP	3	78.12	0.0001	78.46	0.0001	54.85	0.0001	166.96	0.0001
DS * DP	9	5.97	0.0007	46.68	0.0001	21.04	0.0001	22.53	0.0001
Error C	18								
Totales	47								
C. V. (%)		24.91		20.91		23.86		15.07	

DS = Distancia entre surcos  
 DP = Distancia entre plantas  
 CV = Coeficiente de variación

En los Cuadros 5, 6 y 7 se observa que existe diferencias significativas por efecto de las distancias de siembra entre surcos, entre plantas e interacción entre ambos factores sobre el rendimiento de materia seca de planta total, porción comestible y tallos en cada corte y rendimiento acumulado.

Los coeficientes de variación en los rendimientos acumulados de planta total registran un intervalo de 4.25 - 15.07 %, indicativo de un buen manejo agronómico en el chipilín, cultivo que junto a otras hortalizas nativas como bledo (Amaranthus spp), hierba mora (Solanum spp) y miltomate (Physalis philadelphica) registran altos coeficiente de variación en investigaciones anteriores, probablemente como consecuencia de la alta variabilidad genética entre colectas.

En los cuadros 8, 9 y 10 se presenta la comparación de medias en la interacción entre factores (distancia entre surcos y distancia entre plantas) sobre el rendimiento de materia seca de planta total, porción comestible y tallos en tres cortes y rendimiento acumulado.

El mayor rendimiento acumulado de materia seca de planta (cuadro 8) se alcanzó con una distancia de 0.3 m entre surcos y 0.1 m entre planta con rendimiento de 9,085.8 kg/ha, seguido del tratamiento 9 con distancia de 0.6 m entre surcos y 0.1 m entre plantas que produce 6,906.7 kg/ha, el cual junto con el tratamiento 2 con distancia de 0.3 m entre surcos y 0.2 m entre plantas (6,368.9 kg/ha) se pueden recomendar como alternativas de distancias para la siembra.

El menor rendimiento de materia seca en planta en el segundo, tercero y acumulado se obtiene en el tratamiento 12 con distancia de 0.6 m entre surcos y 0.4 m entre planta con una producción de materia seca de 2,557.7 kg/ha respectivamente.

**Cuadro 8. Comparación de medias en la interacción entre distancias de siembra en el rendimiento de planta en tres cortes y acumulado.**

T	1er. corte	T	2do. corte	T	3er. corte	T	Rend Acumulado
1	3467.1 A	9	3418.65 A	1	2477.91 A	1	9085.8 A
13	2356.5 B	1	3140.74 AB	3	1170.76 B	9	6906.7 B
9	2335.2 B	2	3056.42 B	9	1152.82 B	2	6368.9 B
2	2294.8 B	5	2031.33 C	5	1061.75 B	5	5378.1 C
5	2285.0 B	13	1448.61 D	13	1042.25 B	13	4847.4 C
16	1634.9 C	3	1442.82 D	2	1017.59 B	3	3888.5 D
14	1622.9 C	4	1424.07 D	6	998.71 B	6	3650.3 DE
15	1504.5 CD	10	1388.60 D	4	768.75 C	4	3499.3 DEF
12	1430.2 CD	6	1360.03 D	7	719.44 CD	14	3337.4 DEFG
10	1386.3 CD	7	1278.07 DE	8	698.87 CD	10	3203.5 FGHI
4	1306.5 CDE	14	1169.16 DEF	11	585.26 CDE	16	3185.1 EFGH
6	1291.6 CDE	16	987.71 EFG	16	562.45 DE	7	2933.1 FGHI
3	1274.9 CDE	11	969.85 FG	14	545.28 DE	15	2829.3 GHI
8	1165.3 DE	15	873.02 G	15	451.77 EF	8	2720.9 HI
11	1159.3 DE	8	856.79 G	10	428.65 EF	11	2714.4 HI
7	935.6 E	12	841.75 G	12	285.76 F	12	2557.7 I

Rend acumulado = Rendimiento acumulado en tres cortes comerciales

El menor rendimiento de materia seca en planta en el segundo, tercero y acumulado se obtiene en el tratamiento 12 con distancia de 0.6 m entre surcos y 0.4 m entre planta con una producción de materia seca de 2,557.7 kg/ha respectivamente.

Los rendimientos acumulados de materia seca en planta total de los 16 tratamientos evaluados, superan el rendimiento reportado por Cobón (5) (2,400 kg/ha) en la caracterización de cultivares utilizando una distancia de 0.75 m entre surcos y al chorrillo.

La mayor tasa de conversión de energía expresada en materia seca en planta total se produce con distancias de 0.75 m entre surcos y 0.4 m entre plantas con 95.55 gr/planta lo que contrasta con distancias cerradas como 0.45 m entre surcos y 0.1 m entre plantas que produce 24.2 gr/planta seguido de 0.3 m entre surcos y 0.1 m entre plantas que produce 27.25 gr/planta; esto indica que el mayor aprovechamiento de los nutrientes existentes en el suelo se produce con distancias mayores por su conversión de agua y nutrientes en biomasa al tener mas superficie de captación de energía lumínica y menor competencia entre plantas (cuadro 13A).

Se observo que los rendimientos de materia seca de planta total disminuyen su producción en el tercer corte por el cierre de la estación lluviosa agotando la humedad del suelo, que afecta la producción y acumulación de material vegetativo (ver fig. 2A).

El cuadro 9 presenta la comparación de medias practicada al rendimiento de materia seca de porción comestible en cada corte comercial y rendimiento acumulado en los distanciamientos evaluados.

**Cuadro 9. Comparación de medias en la interacción entre distancias de siembra en el rendimiento de porción comestible; en tres cortes y acumulado.**

T	1er. corte	T	2do. corte	T	3er. Corte	T	Rend Acumulado
1	1783.57 A	1	1915.0 A	1	1376.65 A	1	5075.2 A
9	1563.72 A	9	1867.4 B	3	972.74 B	9	4315.1 B
2	1485.47 AB	5	1833.9 A	9	884.0 BC	5	3732.4 BC
13	1456.22 AB	2	1595.1 A	13	760.82 CD	2	3691.2 C
16	1192.18 BC	10	1195.4 B	5	718.52 DE	13	3305.5 CD
5	1179.79 BC	6	1151.8 B	6	658.38 DEF	3	3057.8 D
15	1169.25 BC	3	1099.0 B	2	610.69 C	6	2736.9 DE
12	1166.23 BC	13	1088.5 BC	7	539.52 FGH	16	2367.6 EF
3	986.1 CD	4	1043.0 BCD	8	461.27 GHI	10	2364.3 EF
6	926.75 CD	7	919.9 BCDE	4	445.66 HIJ	4	2357.1 EF
11	918.89 CD	16	865.9 BCDE	11	443.22 HIJ	7	2193.7 EF
4	868.43 CD	14	711.3 CDE	14	442.81 HIJ	15	2115.4 F
8	859.04 CD	12	660.2 DE	10	324.54 IJ	12	1969.7 F
10	844.41 CD	15	643.4 E	16	309.57 J	11	1940.0 F
7	734.28 D	11	577.9 E	15	302.69 J	8	1885.9 F
14	719.66 D	8	565.6 E	12	143.26 K	14	1873.8 F

Rend acumulado = Rendimiento acumulado en tres cortes comerciales

Los mayores rendimientos de materia seca en porción comestible por corte y rendimiento acumulado se obtuvo con distancias de 0.3 m entre surcos y 0.1 m entre plantas con 5,075.2 kg/ha, debido al mayor número de plantas por área; produciendo 15.22 gr/planta seguido del tratamiento 9 con distancia de 0.6 m entre surcos de 0.6 m y 0.1 entre plantas con rendimiento de 4,315.1 kg/ha de materia seca y 25.89 gr/planta; el tratamiento 5 con distancia de 0.45 entre surcos y 0.1 m entre plantas produjo un rendimiento de 3,732.4 kg/ha con 16.75 gr/planta. Los menores rendimientos se obtienen con los tratamientos 8, 11, 12, 14 y 15 con rendimientos menores de 2,200 kg/ha (cuadro 9, 13a).

La producción de materia seca por planta en porción comestible mantiene relación directa con la distancia; a medida que aumenta el espacio físico se obtiene el mayor rendimiento de materia seca por planta (cuadro 13a).

Los mayores rendimientos de materia seca en porción comestible se obtienen en tratamientos con distancias de plantas de 0.1 m lo cual indica que el espacio físico entre surcos no determina un óptimo de producción siendo la distancia entre plantas el factor determinante en los mayores rendimientos por unidad de área.

Se observó que existe ataque de roya (Puccinia spp.) sobre la porción comestible en las distancias de 0.3 m entre surcos y 0.1 m entre plantas y 0.3 m entre surcos y 0.2 m entre plantas lo que reduce la aceptación en el mercado de la producción de porción comestible; esto indica que la mejor distancia estará en función del manejo agronómico más adecuado que represente un ahorro de tiempo, esfuerzo y recursos en la persecución del mayor rendimiento de material foliar.

Relacionando investigaciones anteriores, se observa que los rendimientos de materia seca en porción comestible obtenidos en las distancias entre surcos (0.3, 0.45, 0.6 y 0.75 m.) y distancia entre plantas de 0.1 m son mayores que los reportados en el ensayo de Cobón (5) reportando 1,132 kg/ha de hojas (porción comestible) y Mejía (11) en la

evaluación de dos sistemas de siembra en dos localidades de la cuenca del río achíguate reporta rendimientos de 793.1 y 3,114.5 kg/ha de hojas (porción comestible).

El cuadro 10 presenta la comparación de medias para los rendimientos de materia seca de tallos en tres cortes comerciales y rendimiento acumulado.

**Cuadro 10. Comparación de medias en la interacción entre distancias de siembra en el rendimiento de tallos; en tres cortes y acumulado.**

T	1er. Corte	T	2do. corte	T	3er. corte	T	Rend. Acumulado
1	1683.6 A	9	1551.28 A	1	1101.26 A	1	4010.6 A
5	1105.1 B	2	1461.36 A	2	406.84 B	2	2677.6 B
13	903.3 BC	1	1225.77 A	5	343.24 BC	9	2591.6 B
14	900.3 BC	14	457.86 B	6	340.33 BC	5	1645.7 C
2	809.4 BCD	11	391.91 B	4	323.09 BCD	13	1541.8 CD
9	771.5 BCDE	4	381.06 B	13	281.43 BCD	14	1463.6 CDE
10	541.9 CDEF	13	360.11 B	9	268.82 BCD	4	1142.4 CDEF
16	442.7 DEF	7	358.17 B	16	252.89 BCD	6	913.4 DEF
4	438.1 DEF	3	343.85 B	8	237.60 BCD	10	839.2 EF
6	364.8 DEF	8	291.18 B	3	198.02 BCD	8	835.0 EF
15	335.3 EF	15	229.58 B	7	179.93 CD	3	830.7 EF
8	306.2 F	6	208.22 B	15	149.08 CD	16	817.5 EF
3	288.8 F	5	197.38 B	12	142.50 CD	11	774.4 F
12	264.4 F	10	193.23 B	11	142.04 CD	7	739.4 F
11	240.4 F	12	181.59 B	10	104.11 D	15	714.0 F
7	201.3 F	16	121.85 B	14	102.46 D	12	588.1 F

Rend acumulado = Rendimiento acumulado

Los menores rendimientos acumulados de materia seca de tallos se obtuvo con los tratamientos 7, 11, 12 y 15 con producción menor de 800 kg/ha; la distancia de 0.45 m entre surcos y 0.1 m entre plantas obtuvo la menor tasa de acumulación de biomasa de tallos con una producción de 7.41 g/planta debido al gran número de plantas en poco

espacio (222,222 plantas/ha) lo que produce tallos de aspecto tierno y elongado. Es importante evaluar el rendimientos de tallos para conocer el rechazo que produce el cultivo al ser sometido a procesos de industrialización, puesto que los tallos no son utilizados en la dieta alimenticia de la población.

## 7.2 Análisis de correlación entre altura de planta, número de ramas laterales y los rendimientos acumulados de planta total, porción comestible y tallos.

El cuadro 11 presenta las correlaciones entre altura de planta, número de ramas laterales y los rendimientos acumulados de materia seca en planta, porción comestible y tallos con eliminación del efecto de bloques y tratamientos.

**Cuadro 11. Correlación entre altura de planta, número de ramas laterales sobre el rendimiento de materia seca de planta, porción comestible y tallos.**

VARIABLES		PORCIÓN COMESTIBLE	TALLOS	ALTURA	RAMAS LATERALES
PLANTA	F	0.9018	0.7385	-.2025	-0.2174
	Pr>F	0.0001	0.0001	0.016	0.0096
PORCIÓN COMESTIBLE	F		0.4042	-.3086	-0.2691
	Pr>F		0.0001	0.0002	0.0013
TALLOS	F			0.0183	-0.0494
	Pr>F			0.8295	0.5607
ALTURA DE PLANTA	F				0.3896
	Pr>F				0.0001

Las variables complementarias (altura de planta y número de ramas laterales) presentan una poca correlación con los rendimientos de materia seca de planta, porción comestible y tallos; la altura de planta y número de ramas laterales depende directamente del espacio disponible, plantas con distancias de siembra amplias desarrollan mayor

número de ramas laterales, mientras que distancias de siembra cerradas obtienen mayor altura de planta.

Se observa que existe asociación entre la producción de materia seca de planta total con la producción de materia seca en porción comestible y en menor grado con la producción de materia seca de tallos.

### 7.3 Análisis de regresión entre distancias de siembra y rendimiento

Se estimó la superficie de respuesta producida en los rendimientos de materia seca de planta, porción comestible y tallos en función de la distancia entre surcos y entre plantas para estimar el distanciamiento óptimo en el cultivo.

En el cuadro 12 se presenta el análisis de varianza del modelo de regresión cuadrático, el cual se ajusta a los rendimientos de materia seca de planta total y porción comestible en función del distanciamiento de siembra.

**Cuadro 12. Análisis de varianza del modelo de regresión cuadrático entre distancia de siembra y rendimiento de materia seca de planta, porción comestible y tallos.**

F.V.	G.L.	PLANTA		PORCIÓN COMESTIBLE		TALLOS	
		F	P<F	F	P<F	F	P<F
MODELO	2	77.453	0.0001	67.318	0.0001	30.059	0.3809
ERROR	42						
TOTALES	47						
CV (%)		14.42		12.03		33.83	
R <sup>2</sup>		0.9022		0.889		0.7801	

Las funciones de producción estimadas para el rendimiento de planta y porción comestible según el modelo cuadrático son las siguientes.

$$\hat{Y}_1 = 20209 - 30618 ds - 53399 dp + 19380 ds^2 + 57847 dp^2 + 24258 ds dp$$

$$\hat{Y}_2 = 10495 - 13022 ds - 28005 dp + 7515.5 ds^2 + 31471 dp^2 + 11512 ds dp$$

Donde:

$\hat{Y}_1$  = Rendimiento estimado de materia seca en planta expresado en kg/ha.

$\hat{Y}_2$  = Rendimiento estimado de materia seca en porción comestible expresado en kg/ha.

ds = distancia entre surcos expresado en metros.

dp = distancia entre plantas expresado en metros.

## 8. CONCLUSIONES

1. El mayor rendimiento de materia seca en planta total y porción comestible se obtiene con distancias entre surcos de 0.3 m y 0.1 m. entre plantas, con rendimientos acumulados de 9,085.8 kg/ha y 5,075.2 kg/ha respectivamente.
2. La altura de planta y número de ramas laterales mantiene poca asociación estadística con el rendimiento de materia seca de planta total, porción comestible y tallos.
3. Las funciones de producción para el rendimiento estimado de materia seca de planta es  $\hat{Y}_1 = 20209 - 30618 ds - 53399 dp + 19380 ds^2 + 57847 dp^2 + 24258 dsdp$  y para porción comestible es  $\hat{Y}_2 = 10495 - 13022 ds - 28005 dp + 7515.5 ds^2 + 31471 dp^2 + 11512 ds dp$ .

## 9. RECOMENDACION

1. Para el cultivo de chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook & Arn) bajo condiciones de la finca el Paraíso, San Antonio Suchitepéquez se recomienda efectuar la siembra con una distancia entre surcos de 0.3 m. y distancia entre plantas de 0.1 m.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. AZURDIA, C. 1983. Propuesta para la conservación y evaluación de los recursos genéticos de Guatemala. *Tikalía (Gua.)* 2(2): 5-16.
2. AZURDIA, C.; GONZALES, M. 1986. Informe final del proyecto de la recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía/Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola; Comité Internacional de Recursos Fitogenéticos. p. 185-192
3. BIDWELL, R. G. S. 1979. Fisiología vegetal. Trad. por Guadalupe Geronimo Cano. México. AGT. 784 p.
4. BRESSANI, R. 1990. Factores que afectan la biodisponibilidad de los nutrientes, análisis y estrategias para su desarrollo; memorias de alimentación y nutrición en Centroamérica y Panamá. Guatemala, INCAP. 244 p.
5. BUKASOV, S. 1981. Las plantas cultivadas en México, Guatemala y Colombia. Trad. por Jorge León. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p. 116-117.
6. CASTILLO, M. 1991. Efecto de 4 frecuencias de corte en el cultivo de chipilín (*Crotalaria longirostrata* Hook y Arn) sobre el rendimiento foliar y de proteína. Tesis Ing. Agr, Guatemala, Universidad San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
7. COBON, N. 1988. Caracterización agronómica, morfológica y bromatológica de 27 cultivares de chipilín (*Crotalaria* spp.) nativos de Guatemala, en San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 56 p.
8. CHAVERO A. C.; Fernández Ordoñez, V. M. 1994. Efecto de las densidades de población en diferentes arreglos topológicos en la producción de Huauzontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.) en Chapingo, México. *Chapingo (Mex.)* 1(2):115-118.
9. CHIQUIN, J. 1993. Evaluación del efecto de 16 distancias de siembra en el cultivo de miltomate (*Phisalis philadelphica*) bajo condiciones del Centro Experimental Docente de Agronomía. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 56 p.

10. CRUZ, J. R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
11. GALVEZ, S. L. 1982. Contribución al estudio fitoquímico y farmacológico del chipilín (*Crotalaria guatemalensis* Benth Ex Oerst). Tesis Química Farmacéutica. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 46 p.
12. ESTRADA, R. 1993. Evaluación del efecto de 16 distancias de siembra sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de chile chocolate (*Capsicum* spp.) en el valle central de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 48 p.
13. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1970. Diccionario Geográfico Nacional. Guatemala, ed José Pineda Ibarra, tomo III. 348 p.
14. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. 1982. Guía de interpretación de análisis de suelos. Guatemala, ed José Pineda Ibarra. 45 p.
15. INSTITUTO DE NUTRICION PARA CENTROAMERICA Y PANAMA. (Gua.). 1960. Tabla de composición de alimentos. Guatemala. INCAP. p 6.
16. HOLDRIGE, L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. 159 p.
17. MEJIA, A. 1989. Evaluación agronómica de diez cultivares de chipilín (*Crotalaria* spp.) bajo dos sistemas de siembra en dos localidades de la cuenca del río achiguate, Escuintla. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
18. OBIOLS, R. 1975. Mapa Climatológico preliminar de la república de Guatemala. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. Esc. 1:1000,000. Color.
19. REYES, P. 1987. Diseño de experimentos aplicados a la agricultura. México, Trillas. 348 p.

20. SANCHEZ del CASTILLO, F.; Corona Saenz T. 1994. Evaluación de cuatro variedades de jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo un sistema hidropónico a base de dispersantes y altas densidades. Chapingo (Mex.) 1(2):109-114.
21. SIMMONS, CH; TARANO, J.; PINTO, J. 1959. Descripción de series de suelos enumerados en la clasificación de reconocimiento de la república de Guatemala. Guatemala, ed José Pineda Ibarra. s.p.
22. SPILLARY, F. María. 1983. Composición química de diferentes cultivares de hierba mora (*Solanum* sp.), chipilín (*Crotalaria* spp.) y bleo (*Amaranthus* spp.). Tesis técnico universitario. Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Fitotecnia con orientación en cultivos. 42 p.
23. STANDLEY, P; STEYEMARCK, J. 1946. Flora de Guatemala. Chicago, USA Chicago Natural History Musseum, Fieldiana Botany. v 24, pte 5. p. 193-201.
24. TABARINI T. de DE LA VEGA M. 1981. Contribución al estudio farmacológico de la *Crotalaria guatemalensis* Benth Ex Oerst (chipilín). Tesis Química Farmacéutica. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 48 p.

Vo B°



## **11. APENDICE**

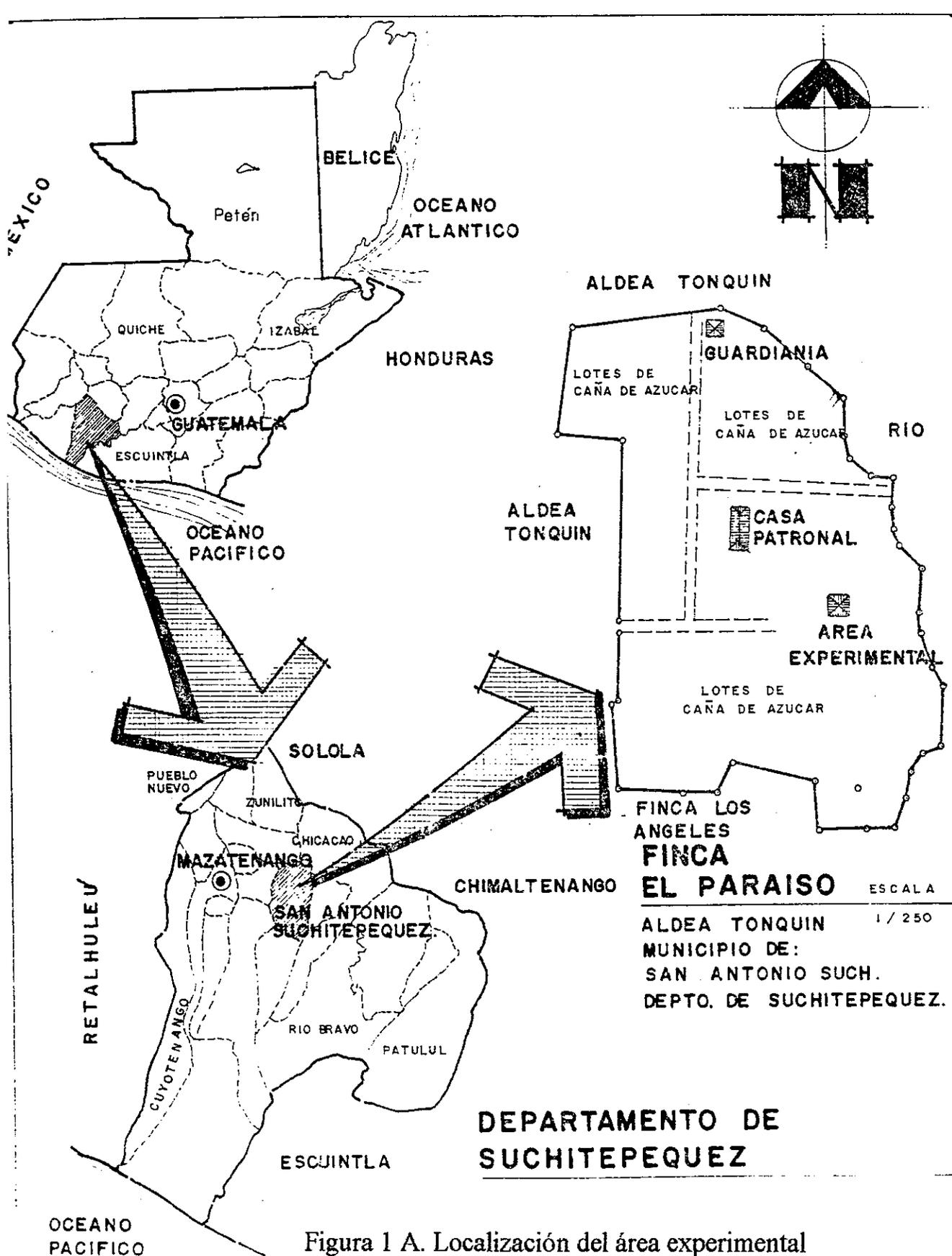


Figura 1 A. Localización del área experimental

DATOS GENERALES	
Estación	tipo B
Localización	Ingenio Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez
Coordenadas	Latitud 14° 31' 15" Norte; Longitud 91° 24' 32" Oeste
Temperatura máxima	33.6 grados centígrados
Temperatura mínima	15.3 grados centígrados

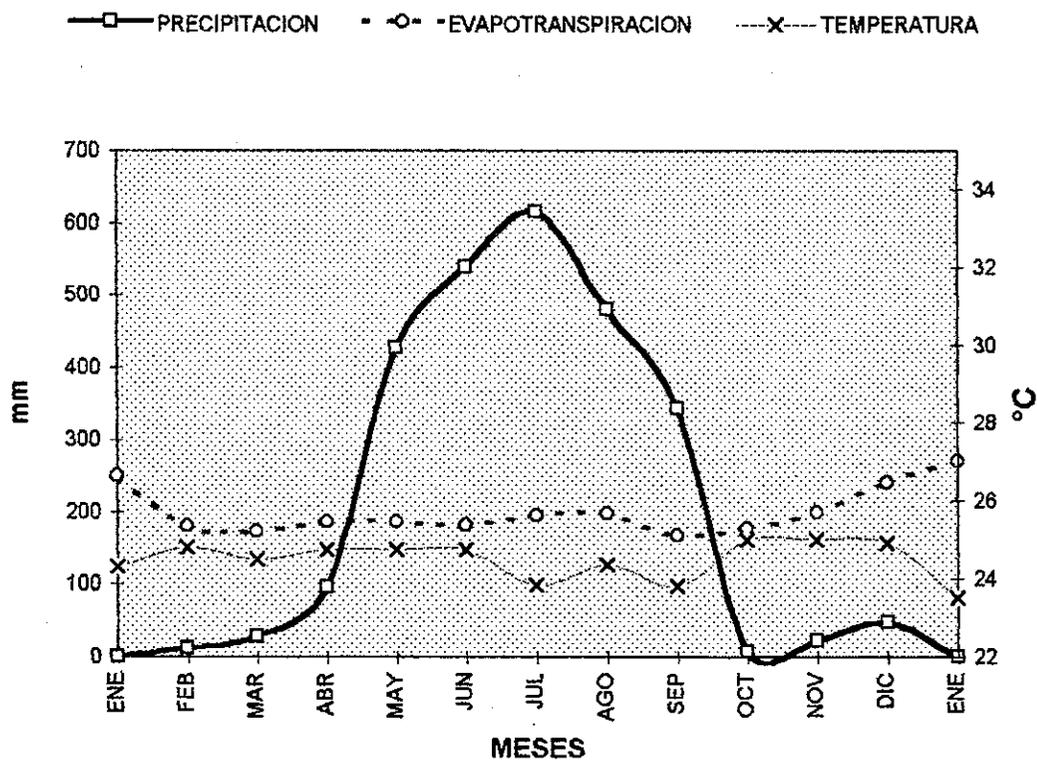


Figura 2A. Climadiagrama de la Finca El Paraiso 1994-1995

## BLOQUE I

A3B3	A3B2	A3B1	A3B4
A1B3	A1B2	A1B1	A1B4
A2B3	A2B2	A2B1	A2B4
A4B3	A4B2	A4B1	A4B4

## BLOQUE II

A1B4	A1B3	A1B2	A1B1
A4B4	A4B3	A4B2	A4B1
A3B4	A3B3	A3B2	A3B1
A2B4	A2B3	A2B2	A2B1

## BLOQUE III

A4B1	A4B4	A4B2	A4B3
A3B1	A3B4	A3B2	A3B3
A1B1	A1B4	A1B2	A1B3
A3B1	A3B4	A3B2	A3B3

Figura 3a. Distribución de tratamientos en el campo.

**Cuadro 13a. Rendimiento acumulado de materia seca por planta**

Trat	D. surco	D. planta	Densidad	Rendimiento Acumulado (gr/planta)		
				Planta total	Porción Comestible	Tallos
1	0.30	0.10	333,333	27.25	15.22	12.03
2	0.30	0.20	166,667	38.21	22.15	16.06
3	0.30	0.30	111,111	34.99	27.52	7.47
4	0.30	0.40	83,333	41.99	28.29	13.71
5	0.45	0.10	222,222	24.20	16.75	7.41
6	0.45	0.20	111,111	32.85	24.63	8.22
7	0.45	0.30	74,074	39.60	29.61	9.98
8	0.45	0.40	55,556	48.98	33.95	15.03
9	0.60	0.10	166,667	41.44	25.89	15.54
10	0.60	0.20	83,333	38.44	28.37	10.07
11	0.60	0.30	55,556	48.85	34.92	13.94
12	0.60	0.40	41,667	61.38	47.27	14.12
13	0.75	0.10	133,333	36.35	24.79	11.56
14	0.75	0.20	66,667	50.06	28.10	21.54
15	0.75	0.30	44,444	63.66	47.60	16.06
16	0.75	0.40	33,333	95.55	71.03	24.53

Fuente. Datos de campo

**Cuadro 14a. Registros Climaticos, Estación tipo B, Palo Gordo, San Antonio Suchitepéquez.**

Meses	Temperatura			Precipitación		Rad. extra* 14.519 gra	ETP mm/me
	T max	T min	T media	mm	días		
Enero	32.7	15.9	24.30	0	0	11.48	141.23
Febrero	33.6	16.0	24.80	11.2	2	13.58	156.30
Marzo	32.1	16.8	24.45	28.5	3	14.87	172.43
Abril	32.8	16.7	24.75	96.0	5	15.76	185.86
Mayo	32.1	17.4	24.75	427.2	10	15.98	185.88
Junio	32.3	17.2	24.75	539.6	16	15.94	181.85
Julio	32.4	15.3	23.85	616.1	13	15.92	195.50
Agosto	33.1	15.6	24.35	479.9	15	15.91	197.65
Septiembre	32.2	15.4	23.80	342.7	15	15.35	166.62
Octubre	32.2	17.9	25.05	7.4	3	14.13	176.94
Noviembre	32.0	18.0	25.00	22.3	6	12.70	140.33
Diciembre	32.3	17.5	24.90	47.9	9	12.01	140.67
Enero	32.1	14.9	23.5	0	0	11.48	140.20

Fuente. Estación tipo B, Palo Gordo Suchitepéquez; Instituto de Sismología, Vulcanología, Metereología e Hidrología (INSIVUMEH).

T max = temperatura máxima

T min = temperatura mínima

Rad ext = Radiación extraterrestre

ETP = Evapotranspiración

Cuadro 16A. Resultados originales del ensayo experimental expresados en materia seca a 65 grados centígrados

T	R DS	DP	DEN	PLANTA TOTAL			PORCION COMESTIBLE			TALLOS			Alt	RL				
				1er corte	2do corte	3er corte	R. auo	1er corte	2do corte	3er corte	R. auo	1er corte			2do corte	3er corte	R. auo	
1	1	0.30	0.10	333333	3337.50	3125.00	2394.44	8656.94	1780.00	1967.59	1333.33	5080.93	1557.50	1157.41	1061.11	3776.02	50.73	3
2	1	0.30	0.20	166667	2113.19	3000.00	988.69	6102.08	1455.90	1728.89	540.74	3725.53	657.29	1271.11	448.15	2376.55	50.33	4
3	1	0.30	0.30	111111	1232.87	1373.61	1177.78	3784.26	675.93	1018.33	1008.04	2902.90	356.94	355.28	169.14	881.36	63.27	7
4	1	0.30	0.40	83333	1175.00	1374.48	765.63	3315.10	915.00	667.29	411.69	2193.96	260.00	507.19	353.94	1121.12	58.93	7
5	1	0.45	0.10	222222	2261.11	2216.67	1056.79	5534.57	911.11	1922.84	600.32	3494.27	1350.00	293.63	396.47	2040.30	50.90	4
6	1	0.45	0.20	111111	1298.15	1346.53	923.46	3558.13	942.17	1161.11	670.37	2773.65	355.98	185.42	253.09	794.49	54.93	5
7	1	0.45	0.30	74074	926.54	1243.06	624.69	2794.29	711.85	968.89	602.16	2262.90	214.09	274.17	22.53	511.39	56.67	7
8	1	0.45	0.40	55555	1176.50	938.60	730.25	2645.35	887.50	609.98	469.49	1966.97	289.00	328.62	200.76	878.38	53.77	8
9	1	0.60	0.10	166667	2429.17	3362.73	1038.89	6830.79	1688.90	1859.47	856.94	4405.31	740.27	1503.26	181.94	2425.47	52.83	7
10	1	0.60	0.20	83333	1539.76	1265.54	412.50	3217.80	877.53	1021.60	312.50	2211.62	662.23	243.94	100.00	1006.17	50.77	7
11	1	0.60	0.30	55555	1041.20	1041.84	561.11	2644.16	889.44	577.89	502.22	1969.56	151.76	463.95	58.89	674.00	57.17	8
12	1	0.60	0.40	41667	1148.70	844.68	282.03	2275.61	895.73	657.70	148.96	1702.38	252.97	187.16	133.07	573.22	63.33	8
13	1	0.75	0.10	133333	2337.78	1599.03	1162.22	5099.03	1691.56	1253.74	748.60	3693.89	946.22	345.29	413.02	1405.14	57.70	7
14	1	0.75	0.20	66667	1887.50	1163.54	564.44	3615.49	892.67	801.67	419.56	2073.89	1034.63	361.88	144.89	1541.60	52.67	6
15	1	0.75	0.30	44444	1420.09	902.73	431.85	2754.68	1179.63	709.57	323.85	2213.05	240.46	193.16	108.00	541.63	54.90	6
16	1	0.75	0.40	33333	1574.76	985.00	563.75	3143.51	1134.11	857.04	316.57	2309.72	440.65	127.96	265.18	833.79	55.17	6
1	2	0.30	0.10	333333	3616.67	3116.67	2525.00	9258.34	1800.00	1872.22	1363.29	5035.51	1816.67	1244.45	1161.72	4222.83	86.97	5
2	2	0.30	0.20	166667	2533.85	3033.85	1047.22	6614.93	1527.78	1737.36	660.08	3925.22	1006.08	293.45	387.14	2089.71	80.50	4
3	2	0.30	0.30	111111	1347.45	1547.45	1095.00	3969.91	1160.49	1328.28	925.00	3413.78	186.96	492.53	170.00	576.13	82.80	7
4	2	0.30	0.40	83333	1377.26	1477.26	790.63	3645.14	884.72	1199.24	478.70	2562.67	492.53	278.01	311.92	1082.47	81.47	6
5	2	0.45	0.10	222222	2282.87	1682.87	1022.22	5167.96	1351.85	1728.79	758.33	3838.97	931.02	154.08	263.89	1348.99	83.40	6
6	2	0.45	0.20	111111	1239.61	1239.61	1014.61	3494.44	1010.80	1041.09	617.28	2069.16	229.01	195.74	307.53	825.28	90.07	7
7	2	0.45	0.30	74074	1027.16	1227.16	799.38	3053.70	775.00	652.67	510.84	2138.51	252.16	374.49	288.55	915.19	80.30	8
8	2	0.45	0.40	55555	1227.78	827.78	646.77	2704.32	843.06	576.30	436.77	1650.12	384.72	251.48	218.00	854.20	90.77	9
9	2	0.60	0.10	166667	2476.56	3476.56	1207.41	7160.93	1590.07	1862.08	819.75	4280.91	877.49	1014.46	367.65	2879.62	79.83	6
10	2	0.60	0.20	83333	1377.08	1477.08	440.10	3294.27	828.47	1209.72	325.00	2363.19	548.61	267.36	115.10	931.08	84.50	9

CONTINUACION...

T	R	D	S	DP	DEN	PLANTA TOTAL				PORCION COMESTIBLE				TALLOS				Alt	RL
						1er corte	2do corte	3er corte	R. acu	1er corte	2do corte	3er corte	R. acu	1er corte	2do corte	3er corte	R. acu		
11	2	0.60	0.30	55555	1295.14	995.14	618.75	2900.03	969.44	526.77	413.89	1910.10	325.69	468.37	204.86	998.93	74.37	10	
12	2	0.60	0.40	41667	1625.26	825.26	300.00	2750.52	1287.81	653.60	156.25	2097.66	337.45	171.66	143.75	652.86	77.47	9	
13	2	0.75	0.10	133333	2385.14	1385.14	910.37	4880.65	1321.11	1058.67	804.71	3184.48	1064.03	326.47	105.66	1496.17	80.87	9	
14	2	0.75	0.20	66667	1449.58	1287.50	610.00	3347.08	785.66	836.67	536.67	2158.99	683.93	450.83	73.33	1188.09	77.77	11	
15	2	0.75	0.30	44444	1409.07	709.07	482.22	2600.37	1203.22	606.50	314.77	2124.50	205.85	102.57	167.45	475.87	75.00	11	
16	2	0.75	0.40	33333	1654.69	985.00	502.92	3142.60	1262.64	856.94	290.29	2429.88	372.05	128.06	212.62	712.73	75.17	9	
1	3	0.30	0.10	333333	3447.22	3180.56	2514.29	9142.06	1770.71	1905.09	1433.33	5109.13	1878.52	1275.46	1080.95	4032.93	101.20	7	
2	3	0.30	0.20	166667	2237.50	3135.42	1016.67	6389.58	1472.73	1318.94	631.25	3422.92	764.77	1816.48	385.42	2966.67	100.20	7	
3	3	0.30	0.30	111111	1244.44	1407.41	1239.51	3891.36	921.89	950.31	984.57	2856.76	322.56	457.10	254.94	1034.60	92.10	8	
4	3	0.30	0.40	83333	1367.19	1420.49	750.00	3537.68	805.56	1062.50	446.58	2314.64	581.64	357.99	393.42	1223.04	89.43	8	
5	3	0.45	0.10	222222	2311.11	1994.44	1106.25	5411.81	1276.77	1850.22	736.90	3663.90	1034.34	144.22	389.35	1547.91	86.13	7	
6	3	0.45	0.20	111111	1336.81	1493.75	1057.87	3888.43	827.27	1253.25	687.50	2768.02	509.53	240.50	370.37	1120.41	89.50	7	
7	3	0.45	0.30	74074	852.99	1363.99	734.26	2951.25	716.00	938.09	505.56	2159.64	137.00	425.91	228.70	791.61	86.87	10	
8	3	0.45	0.40	55555	1091.55	803.99	717.59	2613.14	846.57	510.56	483.55	1840.68	244.98	293.44	234.05	772.46	98.90	9	
9	3	0.60	0.10	166667	2100.00	3416.67	1212.17	6728.83	1403.17	1880.56	975.31	4259.04	696.83	1538.11	236.86	2469.80	87.17	6	
10	3	0.60	0.20	83333	1242.06	1423.18	433.33	3098.57	827.22	1354.79	336.11	2518.13	414.84	68.39	97.22	580.45	89.17	9	
11	3	0.60	0.30	55555	1141.67	872.57	575.93	2590.16	897.78	629.17	413.54	1940.49	243.89	243.40	162.38	649.68	88.47	11	
12	3	0.60	0.40	41667	1516.67	855.12	275.26	2847.05	1315.15	669.20	124.58	2108.94	201.52	185.92	150.68	536.11	83.83	10	
13	3	0.75	0.10	133333	2346.67	1361.67	1054.17	4782.50	1356.00	953.10	729.17	3038.26	990.67	408.57	325.00	1724.24	87.93	10	
14	3	0.75	0.20	66667	1531.67	1056.44	461.39	3043.50	520.67	495.58	372.22	1388.47	1011.00	560.86	89.17	1661.03	89.17	14	
15	3	0.75	0.30	44444	1684.44	1007.27	441.23	3132.95	1124.89	614.26	269.43	2008.58	559.56	393.01	171.80	1124.37	81.67	16	
16	3	0.75	0.40	33333	1675.28	993.13	600.69	3268.10	1159.78	883.58	319.84	2363.20	515.50	109.55	280.85	905.90	81.73	14	

T = Tratamientos evaluados  
 R = Repeticiones  
 DS = Distancia entre surcos  
 DP = Distancia entre plantas

DEN = Densidad  
 R. acu = Rendimiento acumulado  
 Alt = Altura  
 R.L = Numero de ramas laterales



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE AGRONOMIA  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES  
 AGRONOMICAS

Sem. 035-97

LA TESIS TITULADA: EVALUACION DE DISTANCIAS DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA DEL CULTIVO DE CHIPILIN (Crotalaria longirostrata Hook & Arn) EN EL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO SUCHITEPEQUEZ

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: ALEXEI E. DOMINGUEZ VILLATORO

Carnet No: 87-13240

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Marino Barrientos García  
 Ing. Agr. Francisco Vasquez V.  
 Licda. Olga Leticia Mena

Los asesores y las autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. José Jesus Chonay

ASESOR

Ing. Agr. Anibal Sacbajá G.

ASESOR

Ing. Agr. Fernando Rodríguez R.  
 DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E

Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio  
 D E C A N O



c.c. Control Académico

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770