

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

EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL CULTIVO DE CHIPILIN  
(*Crotalaria vitellina* Ker in Lindl.) POR EFECTO DE NITROGENO, FOSFORO Y  
POTASIO, EN UN SUELO Typic Dystrandeps, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.

TESIS

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

POR  
JUAN FRANCISCO HERNANDEZ MEJIA

En el acto de investidura como  
INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, noviembre de 1997.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Alejandro Arnoldo Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO:	Br. Estuardo Enrique Lira Prera
VOCAL QUINTO:	P. Agr. Edgar Danilo Juárez Quim
SECRETARIO:	Ing. Agr. Guillermo Méndez Beteta

Guatemala, noviembre de 1997.

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

Señores Representantes:

De acuerdo con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL CULTIVO DE CHIPILIN  
(Crotalaria vitellina Ker in Lindl.) POR EFECTO DE NITROGENO, FOSFORO Y  
POTASIO, EN UN SUELO Typic Dystrandeps, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.

Presentado como requisisto previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

En espera de que el presente trabajo llene los requisitos para su aprobación, agradezco su amable atención a la presente.

Atentamente,



Juan Francisco Hernández Mejía

ACTO QUE DEDICO

A: DIOS Creador supremo del universo.

MIS PADRES Juan Francisco Hernández Matute  
Gladys Victoria Mejía de Hernández  
como muestra de mi eterno agradecimiento por  
sus sacrificios y esfuerzos para mi superación.

MI ESPOSA Marta Isabel Quan de Hernández  
con mucho amor, por su apoyo en todo momento.

MI HIJO Juan Francisco Hernández Quan  
por ser la fuente de inspiración para mi  
superación.

MIS HERMANOS Juan Pablo, Juan Miguel y Juan José  
como estímulo para salir adelante.

MIS ABUELOS Juan Francisco Hernández Alvizúrez  
Angela Raquel Matute Franco (Q.E.P.D.)  
Victor Mejía (Q.E.P.D.)  
María Cristina Ordoñez vda. de Mejía  
por sus sabios consejos para guiarme por el  
camino del bien.

MIS TIOS Y PRIMOS Por los lazos fraternales que nos unen.

MIS SUEGROS Oscar Quan Ocaña y Victorina Álvarez  
con mucho aprecio y respeto.

MI CUÑADA Glenda Karina Quan  
con cariño fraternal.

TESIS QUE DEDICO

A:

Mi patria, Guatemala

Mi familia en general

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Mis amigos y compañeros de estudio

## AGRADECIMIENTOS

A: Todas las personas que con su apoyo permitieron la realización de este trabajo.

Mis asesores:     Ing. Agr. José Jesús Chonay  
                          Ing. Agr. Aníbal Sacbajá Galindo  
Por la orientación brindada en la ejecución de este trabajo.

El personal técnico, administrativo y de campo, del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, especialmente al Ing. Agr. Francisco Ibarra Cifuentes, por su gran apoyo en la realización de esta investigación.

Las familias Avilés González, España Miranda y Valladares Estrada, por su amistad y la ayuda brindada en la edición y realización de este trabajo.

odos los resultados obtenidos en la presente investigación fueron generados por el proyecto "Desarrollo de Prácticas Agronómicas de hortalizas Nativas o Tradicionales", promovido por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía y la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1. Marco conceptual	3
3.1.1. Clasificación taxonómica	3
3.1.2. Riqueza genética de <u>Crotalaria</u>	3
3.1.3. Erosión genética	4
3.1.4. Valor nutritivo	4
3.1.5. Usos del chipilín	6
3.1.6. Importancia de la fertilización	6
3.1.7. Funciones del nitrógeno, fósforo y potasio en la planta	6
3.1.8. Determinación de niveles críticos de P y K	8
3.1.9. Concentración de nutrientes en las plantas	8
3.2. Marco referencial	9
3.2.1. Descripción general del área	9
3.2.1.1. Localización y extensión	9
3.2.1.2. Características climáticas y zona de vida	9
3.2.1.3. Hidrografía	9
3.2.1.4. Suelos	9
3.2.2. Investigaciones sobre el chipilín	11
3.2.3. Material experimental	15
3.2.3.1. Fuentes de nutrientes	15
3.2.3.2. Material vegetal	15
4. OBJETIVOS	16
5. HIPOTESIS	16
6. METODOLOGIA	17
6.1. Muestreo de suelos	17
6.2. Análisis de suelos	17
6.3. Tratamientos	18
6.4. Diseño experimental	19
6.5. Variables de respuesta	19
6.5.1. Rendimiento de materia seca	19
6.5.2. Altura de Planta	19
6.5.3. Número de rebrotes	19
6.5.4. Extracción de nutrientes	20
6.6. Manejo del experimento	20
6.6.1. Preparación del terreno	20
6.6.2. Siembra	20





6.6.3.	Fertilización	20
6.6.4.	Control de malezas	21
6.6.5.	Control fitosanitario	21
6.6.6.	Riego	21
6.6.7.	Cosecha	21
6.7.	Análisis de la información	22
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	24
7.1.	Resultados de producción de materia seca	24
7.1.1.	Análisis del rendimiento de materia seca de 18 tratamientos con estructura factorial	25
7.1.2.	Análisis del rendimiento de materia seca de 18 tratamientos y un testigo	29
7.2	Análisis de correlación	31
7.3.	Análisis de tejido vegetal	31
7.4.	Análisis económico	32
8.	CONCLUSIONES	33
9.	RECOMENDACIONES	34
10.	BIBLIOGRAFIA	35
11.	ANEXOS	37

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Comparación de elementos nutritivos entre algunas hortalizas nativas y extranjeras.	5
2.	Análisis bromatológico de hojas y puntas de la planta de chipilín.	5
3.	Características físicas y químicas del suelo del área experimental, CATBUL, 1995.	17
4.	Factores y niveles de nitrógeno, fósforo y potasio evaluados, CATBUL, 1995.	18
5.	Tratamientos evaluados para el cultivo de chipilín, CATBUL, 1995.	18
6.	Rendimiento de materia seca de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ) de tres cortes y total, de 18 tratamientos y un testigo, CATBUL, 1996.	25
7.	Probabilidad de ocurrencia de valores mayores que F calculada para el rendimiento de materia seca de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ) en tres cortes y total, CATBUL, 1996.	26
8.	Comparación de medias del rendimiento de materia seca de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ), con tres niveles de fósforo y 18 tratamientos, CATBUL, 1996.	28
9.	Comparación de medias del rendimiento de materia seca de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ), con tres niveles de potasio y 18 tratamientos, CATBUL, 1996.	29
10.	Probabilidad de ocurrencia de valores mayores que F calculada para el rendimiento de materia seca del cultivo de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ) en tres cortes y total, con 18 tratamientos y un testigo, CATBUL, 1996.	29
11.	Comparación de medias de materia seca de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ), para el corte 1, con 18 tratamientos y un testigo. CATBUL, 1996.	31
12A.	Pesos frescos de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ) en Kg/parcela neta, CATBUL, 1996.	38

13A.	Pesos frescos totales (kg/ha) y número de manojos de tres cortes de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ), CATBUL, 1996.	39
14A.	Alturas (cm) y número de brotes promedio de tres cortes de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ), CATBUL, 1996.	40
15A.	Resumen de rendimientos promedio expresados en kg/ha.	40
16A.	Relaciones tallo-hoja de tres cortes de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ), CATBUL, 1996.	41
17A.	Costos de producción y rentabilidad del chipilín.	42
18A.	Presupuesto parcial del total acumulado de materia seca de tres cortes de chipilín (Q/ha).	43
19A.	Tasa de retorno marginal.	43
20A.	Acumulación de nutrientes y proteína de hojas y tallos de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ), del segundo y tercer cortes, CATBUL, 1996.	44
21A.	Extracción de nutrientes del suelo por el cultivo de chipilín ( <u>Crotalaria vitellina</u> ), en el segundo y tercer cortes, CATBUL, 1996.	45

## INDICE DE FIGURAS

1A.	Ubicación del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, en el departamento de Suchitepéquez.	46
-----	---	----

v

EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL CULTIVO DE CHIPILIN (Crotalaria vitellina Ker. in Lindl.) POR EFECTO DE NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO, EN UN SUELO Typic Dystrandeps, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.

YIELD EVALUATION OF DRY-MATTER ON CHIPILIN'S CROP (Crotalaria vitellina Ker. in Lindl.) UNDER THE EFFECT OF NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM, IN A Typic Dystrandeps SOIL, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ.

#### RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), ubicado en San Miguel Panán, Suchitepéquez, durante el período comprendido de diciembre de 1995 a mayo de 1996, y formó parte del proyecto "Desarrollo de Prácticas Agronómicas de Fertilizantes Nativas", apoyado por la Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía.

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto producido por la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el rendimiento de materia seca del cultivo de chipilín (Crotalaria vitellina Ker in Lindl.), en tres cortes.

La fertilización con fósforo y potasio se realizó en 100% al momento de la siembra, y el nitrógeno se fraccionó en un 33% al momento de la siembra, y 33% después del primer y segundo cortes, respectivamente.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 19 tratamientos y tres repeticiones.

Para analizar el efecto de los nutrientes aplicados sobre el rendimiento de materia seca, se realizó un análisis de varianza con estructura factorial, con un nivel de confianza del 95%.

El rendimiento de los tratamientos y un testigo sin aplicación de

fertilizantes se analizó por medio de un análisis de varianza. La presencia de significancia se analizó mediante una prueba de medias de Duncan al 5% de probabilidad.

Se realizó un análisis de correlación para medir el grado de asociación existente entre la altura de planta, el número de rebrotes y el peso seco.

Se determinó la extracción de nutrientes realizada por el cultivo, en base al producto de la concentración de los mismos, por el rendimiento de materia seca.

En base a los resultados, se concluye que hubo respuesta a la aplicación de fósforo en el primer corte y de potasio en el tercero, y que bajo las condiciones climáticas y edáficas del área estudiada, no hubo diferencias entre la aplicación de combinaciones de N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , y un tratamiento sin aplicación de fertilizantes, en la producción de materia seca total acumulada de tres cortes de chipilín.

Se determinó que el nitrógeno fue el elemento que el cultivo de chipilín extrajo del suelo en mayor cantidad.

No existió correlación entre la altura de planta, el número de rebrotes y el peso seco, ya que los coeficientes de correlación obtenidos, fueron menores de 0.8.

En un suelo Typic Dystrandepsts con un contenido de materia orgánica de 7.96%, 3.8 ug/ml de fósforo y 85 ug/ml de potasio, desde el punto de vista económico, no se recomienda aplicar los niveles de fertilización evaluados, ya que fueron muy bajos. Se recomienda evaluar aplicaciones de nitrógeno en niveles superiores a 43.2 kg/ha, que fue el promedio de nitrógeno extraído por el cultivo.

## 1. INTRODUCCION

Guatemala está ubicado en una región subtropical, lo que lo hace un país muy diverso en flora y fauna, y es uno de los centros de origen de las plantas que actualmente se cultivan. El chipilín (Crotalaria spp.), entre otras, se considera como una hortaliza nativa importante por su contenido de vitaminas y proteínas, utilizándose para el consumo humano y medicinal (9).

Azurdia (1) reporta que el rango altitudinal en el que se encuentra el género Crotalaria va desde 0 a 2,500 msnm., y se reportan en total 14 especies en todo el territorio nacional, siendo la costa sur de Guatemala la región más importante en germoplasma de Crotalaria.

Dado el valor nutritivo que este género presenta, las entidades dedicadas a la investigación agrícola se han interesado en generar información respecto al mencionado cultivo, por lo que este trabajo pretende contribuir con el aporte de información de un componente importante de las prácticas agronómicas del cultivo, como lo es la fertilización, ya que se determinó el efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre el rendimiento de materia seca del cultivo de chipilín (Crotalaria vitellina Ker in Lindl.), en tres cortes comerciales.

La presente investigación forma parte del proyecto "Desarrollo de Prácticas Agronómicas de Hortalizas Nativas", apoyado por la Dirección General de Investigación (DIGI) de la Universidad de San Carlos, conjuntamente con el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía (FAUSAC), y se llevó a cabo en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), ubicado en el municipio de San Miguel Panán del departamento de Suchitepéquez, durante el período de diciembre de 1995 a mayo de 1996.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El chipilín (Crotalaria spp.) es una hortaliza nativa de la región de Mesoamérica, a la cual pertenece Guatemala, y sirve como un importante complemento alimenticio para la dieta de la población, además de utilizarse en la medicina popular para el tratamiento de insomnio, anemia y alcoholismo (9).

La costa sur de Guatemala es la región del país más diversa en germoplasma de chipilín, según Azurdia (1), pero debido a los cultivos extensivos presentes en el área (caña de azúcar, café, algodón, hule, etc.) se han eliminado gran parte de las poblaciones silvestres de éste, al considerarlo como una maleza, lo que limita su cultivo a comunidades agrícolas a un nivel de huerto familiar, pero debido al auge que está tomando actualmente el rescate, conservación, caracterización y utilización de los cultivos nativos de Guatemala, se necesita generar y/o validar tecnología para elaborar un paquete tecnológico que abarque el manejo del cultivo, con el fin de incrementar los rendimientos de éste.

La fertilización es un componente importante de las prácticas de manejo del cultivo, ya que esta actividad ejerce una influencia directa en el incremento de la producción, por lo que es muy importante conocer los niveles adecuados de fertilizante a utilizar, para no subutilizar los insumos o manejar inadecuadamente los recursos económicos.

La presente investigación forma parte de una serie de trabajos que se realizan en diferentes localidades del país, con el objeto de realizar las evaluaciones bajo distintas condiciones climáticas y de cultivo.

### 3. MARCO TEORICO

#### 3.1. Marco conceptual

##### 3.1.1. Clasificación taxonómica

Según Standley (14), la clasificación taxonómica del chipilín es la siguiente:

Reino: Plantae

Sub-reino: Embryobionta

División: Magnoliophita

Clase: Magnoliopsida

Sub-clase: Rosiidae

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Tribu: Genisteae

Género: *Crotalaria*.

##### 3.1.2. Riqueza genética de Crotalaria

Azurdia (1) menciona que en Guatemala se reportan 14 especies de Crotalaria, de las cuales tres de ellas son utilizadas como hortalizas para el consumo humano. En orden de preferencia, estas tres especies son: Crotalaria longirostrata Hook & Arn., C. vitellina Ker in Lindl. y C. pumila Ortega. Las especies de Crotalaria se encuentran distribuidas dentro de un rango altitudinal que varía de 0 a 2,500 msnm.; las tres especies se encuentran en áreas por debajo de los 1,900 msnm.



### 3.1.3. Erosión genética

Según Azurdia (1), antes del establecimiento de cultivos extensivo en el país, el chipilín ocupaba grandes áreas del mismo, pero en la actualidad es considerado como maleza en los cañales, cafetales, huleras fincas ganaderas, etc., por lo que se restringe a pequeñas extensiones en las que es cultivado con fines comerciales, ya que las fuentes originales (estado silvestre y maleza tolerada) no son suficientes para cubrir la demanda que tiene en el mercado local.

### 3.1.4 Valor nutritivo del chipilín

El alto valor nutricional del chipilín solo es comparable con el de otras hortalizas nativas como la hierbamora (Solanum americanum), el bledo (Amaranthus spp.), el güicoy (Cucurbita spp.), y es superior a la mayoría de hortalizas introducidas, como se aprecia en el cuadro 1.

En el cuadro 2 se aprecian las características bromatológicas que presenta la planta de chipilín, en virtud de las cuales se considera una planta con un gran potencial para formar parte de la dieta alimenticia de la población, ya que posee un alto valor energético y un alto contenido de vitaminas y minerales.

CUADRO 1. Comparación de elementos nutritivos entre algunas hortalizas nativas y extranjeras (Base Húmeda).

	Proteínas %	Vit. "A" mcg	Fósforo mg	Calcio mg
Hortalizas Nativas:				
<u>Crotalaria longirostrata</u>	7	3,065	72	287
<u>Solanum americanum</u>	5.1	1,883	74	226
<u>Amaranthus spp.</u>	3.7	1,600	74	313
<u>Cucurbita pepo</u> var.aurantia	0.6	920	19	22
<u>Erythrina spp.</u>	4.4	110	80	108
Hortalizas Extranjeras:				
<u>Raphanus sativus</u>	0.9	--	30	26
<u>Beta vulgaris</u> var.cicla	1.6	875	29	110
<u>Lactuca sativa</u>	1.3	260	34	43
<u>Dacus carota</u>	0.8	3,530	26	34
<u>Brassica oleraceae</u> var.botritis	4.5	560	81	116
<u>Brassica oleraceae</u> var.capitata	1.7	30	36	43

Fuente: INCAP (8)

CUADRO 2. Análisis bromatológico de hojas y puntas de la planta de chipilín.

Humedad en fresco (%)	81.6
Valor energético (Ca)	56.0
Proteína (g)	7.0
Grasa (g)	0.8
Hidratos de carbono	
- Gramos totales	9.1
- Fibra cruda (g)	2.0
Cenizas (g)	1.5
Calcio (mg)	287.0
Fósforo (mg)	72.0
Hierro (mg)	4.7
Actividad de Vit. A (µg)	3,065
Tiamina (mg)	0.33
Riboflavina (mg)	0.49
Niacina (mg)	2.0
Acido ascórbico (mg)	100

Fuente: INCAP (8).

### **3.1.5. Usos del chipilín**

Martínez (9) indica que principalmente en el área rural, el chipilín es consumido en diversas formas (tamales de masa de maíz, en caldo, con arroz, etc.) por su agradable sabor y su alto valor nutritivo, además de ser utilizado en la medicina popular para el tratamiento de anemia, insomnio y alcoholismo.

### **3.1.6. Importancia de la fertilización**

Según Tisdale (15), los suelos presentan distintos niveles de fertilidad natural, por lo que antes de elaborar un plan de fertilización, es necesario realizar un análisis químico de suelo y/c planta para determinar el nivel de fertilidad, y así correlacionarlo con los límites críticos y las cantidades extraídas por el cultivo, para realizar una fertilización equilibrada.

Tisdale (15) menciona que el nitrógeno, fósforo y potasio son los nutrientes requeridos en mayor cantidad para la nutrición de las plantas, y éstas los absorben del suelo por medio de su sistema radicular.

Algunos suelos poseen una cantidad mínima de nutrientes, por lo que las extracciones realizadas por las continuas cosechas, tienden a agotar rápidamente las reservas de los suelos, por lo que la fertilización es una actividad importante en el manejo de un cultivo, ya que suministra los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas cuando éstos se encuentran deficientes en los suelos de cultivo.

### **3.1.7. Funciones del nitrógeno, fósforo y potasio en la planta**

### Nitrógeno:

Tisdale (15) indica que el nitrógeno es un elemento muy importante para la nutrición de las plantas. Al ser absorbido por las plantas se transforma a formas reducidas, luego a compuestos complejos y, por último, a proteínas, que actúan como enzimas; forma parte de la molécula de clorofila y es un componente esencial de toda célula viva. Es muy abundante en las hojas, semillas y en las partes jóvenes en crecimiento. Cuando se encuentra en las cantidades adecuadas produce un color verde intenso en el follaje y crecimientos vegetativos vigorosos. Una deficiencia de nitrógeno se manifiesta por raquitismo y un amarillamiento o clorosis que aparece primero en las hojas inferiores.

### Fósforo:

Millar (11) cita que el fósforo es un componente de todas las células vivas, fosfolípidos, nucleoproteínas y de la fitina. Participa en la asimilación de las grasas, en los procesos de transformación de energía celular y se cree que aumenta la eficiencia de los mecanismos cloroplásticos. En las semillas se le encuentra en grandes cantidades y también está presente en las partes jóvenes en crecimiento. Tisdale (15) menciona que un suministro adecuado de fósforo se asocia con un incremento del crecimiento del sistema radicular y con la pronta madurez de los cultivos. Una deficiencia en fósforo se traduce en una marcada reducción del crecimiento de la planta, tanto de la parte aérea como del sistema radicular.

Potasio:

Según Tisdale (15) los requerimientos de potasio de la planta son altos. Su función es de naturaleza catalítica y se considera fundamental para realizar las siguientes funciones fisiológicas: metabolismo de los carbohidratos y del nitrógeno, síntesis de proteínas, neutralización de ácidos orgánicos, apertura de los estomas, activación de varias enzimas, entre otras. El rompimiento de tallos y el acame son síntomas de una deficiencia de potasio, y ésta, a su vez, produce una gran reducción en el desarrollo de los cultivos.

### **3.1.8. Determinación de niveles críticos de fósforo y potasio**

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (7) por medio del Programa de Nutrición Vegetal, determinó que los niveles por debajo de los cuales los cultivos de hortalizas responden a la aplicación de fósforo y potasio son de 12 y 90 ug/ml, respectivamente.

### **3.1.9. Concentración de nutrientes en las plantas**

Según Chapman (3), los valores del contenido total de los nutrientes, en las plantas en general (materia seca), se encuentran en los rangos siguientes: nitrógeno de 0.2 a 4 %, fósforo de 0.03 a 0.3 %, potasio de 0.2 a 3.5 %, el calcio varía de menos de 0.1 a más del 10 %, el magnesio va de menos de 0.05 a más del 1%, el cobre varía de 1 a más de 25 ppm, el cinc va de menos de 5 a más de 75 ppm, y el manganeso de menos de 5 a más de 1000 ppm.

## **3.2. Marco referencial**

### **3.2.1. Descripción general del área**

#### **3.2.1.1. Localización y extensión**

La investigación fue realizada en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL), de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el municipio de San Miguel Panán, del departamento de Suchitepéquez, en las coordenadas 14° 39' 39" Latitud Norte y 91° 22' Longitud Oeste, a elevaciones comprendidas entre 240 a 325 msnm., con una superficie total de 89.52 ha (6) (figura 1).

#### **3.2.1.2. Características climáticas y zona de vida**

Según Flores (6) se tienen registros de precipitación pluvial de 4,000 mm por año, distribuidos en 140 días; la época lluviosa comprende de mayo a octubre. La temperatura media anual es de 24° C. La humedad relativa es del 80%. El clima se clasifica como cálido con invierno benigno, muy húmedo sin estación seca bien definida.

La zona de vida en que se encuentra el CATBUL, según de la Cruz (5), corresponde a bosque subtropical húmedo.

#### **3.2.1.3. Hidrografía**

El CATBUL cuenta con dos ríos que le sirven de límite con las fincas vecinas; son los ríos Nahualate y Bujiyá (6).

#### **3.2.1.4. Suelos**

El CATBUL se encuentra comprendido dentro de la división fisiográfica que corresponde a los suelos del Declive del Pacífico, que

se extiende desde el pie de monte de las montañas volcánicas, hasta la orilla del litoral; las series de suelos que se pueden encontrar son Panán y Cutzán (13).

El área experimental según Rodas y Tobías (12), pertenece a la consociación Milagro II. Fisiográficamente corresponde a terrazas subcrecientes del río Nahualate. Geológicamente está constituida por aluviones cuaternarios con influencia de ceniza volcánica. Los suelos son medianamente evolucionados. La clasificación taxonómica de los suelos de esta consociación, es la siguiente:

Orden : Inceptisol

Suborden : Andepts

Gran Grupo : Dystrandeps

Sub Grupo : Typic

Familia : Typic cenizosa isohipertérmica

Según USDA (17), un suelo Typic Dystrandeps se considera que es aquel que no tiene moteados con cromas de 2 ó menos dentro de un metro de la superficie del suelo; tienen un epipedón de 25 cm ó más de espesor, y reúne los requisitos de color de un epipedón mólico; estos suelos no son tixotrópicos en ningún horizonte dentro de los 25 cm y un metro de profundidad; no tienen contacto lítico dentro de los 50 cm de la superficie; tienen una capacidad de intercambio catiónico mayor de 30 meq/100 g de suelo en todos los subhorizontes por encima de un contacto lítico o de la profundidad de un metro, lo que sea más superficial, y tienen más del 10% de minerales meteorizables en la fracción de 20 a 200 micrones.

### 3.2.2. Investigaciones sobre chipilín

Se cuenta con referencias respecto a la frecuencia de corte que permite obtener el mayor rendimiento foliar y un mejor contenido de proteína, realizada por Castillo (2). Dicha investigación, se llevó a cabo en la Escuela Nacional de Agricultura, Villa Nueva, Guatemala, en el año de 1990.

Se evaluaron las frecuencias de corte de 30, 45, 60 y 50-90 días después de la germinación. Se obtuvieron rendimientos frescos foliares de 6536, 14314, 16342 y 13857 kg/ha, equivalentes a 1055, 1574, 2388 y 2006 kg/ha de materia seca, respectivamente. El porcentaje y el rendimiento promedio de proteína fue de 32.2% y 580.3 kg/ha. Esta investigación concluyó que para esas condiciones y en ese momento, la frecuencia de dos cortes, realizando el primero de 45 a 50 días después de la germinación y el segundo, a los 45 a 50 días después del primero, se obtiene un mejor rendimiento foliar y de proteína.

En 1984, Martínez (9) realizó una recolección y caracterización de germoplasma de chipilín, de la vertiente del Pacífico de la República de Guatemala. Se caracterizaron 12 de los materiales recolectados en la estación experimental Cuyuta, Masagua, Escuintla. Se evaluaron dos especies: Crotalaria vitellina y un híbrido de Crotalaria mucronata por vitellina. Existe variabilidad en la mayoría de características, excepto el vigor de la planta, pubescencia del pedicelo y número de flores por inflorescencia; los materiales se agruparon en precoces, intermedios y tardíos. Se reportó un rango de rendimiento fresco foliar de 156 a 322 g/planta.



Las concentraciones promedio de nutrientes de hojas de chipilín reportadas por Martínez, son las siguientes: nitrógeno 5.15%, proteína 32.2%, calcio 1002.8 mg, fósforo 362.2 mg y hierro 20.5 mg (9).

En 1988, en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, Cobón (4) caracterizó 27 cultivares, en los cuales se encontró que existía variabilidad en las características agronómicas y morfológicas de los 27 cultivares estudiados; sin embargo, el 20.6% de éstas se manifestaron estables, consideradas como características propias de la especie y que dependen muy poco del ambiente.

Estas características son: estípulas en la base del peciolo de la hoja, pubescencia del haz de los foliolos, pubescencia del peciolo de la hoja, relación pistilo-estambre, pubescencia de la corola, textura, brillo, forma, y dehiscencia del fruto, textura, brillo y pubescencia de la semilla y pubescencia del cáliz (4).

En cuanto a las características nutricionales, se encontraron en los 27 cultivares los siguientes rangos: fibra cruda de 6.72 a 14.92%, proteína 30.81 a 38.26%, calcio de 1252.65 a 1693.1 mg, hierro de 22.90 a 87.60 mg, fósforo de 219.7 a 521.5 mg, potasio de 1704.2 a 2575.7 mg, magnesio de 231 a 441.3 mg y carotenos de 11.01 a 32.04 mg, considerados como valores altos comparados con hortalizas tradicionales, como fuentes de nutrimento. El rendimiento de proteína fue de 122.13 kg/ha.

La distancia de siembra utilizada fue de 0.75 m entre surcos y 0.5 m entre plantas, con una densidad de siembra de 26667 plantas/ha. Los rendimientos promedio de peso fresco total, peso fresco foliar, peso seco foliar, y proteína, son 6169, 2306, 345 y 122 kg/ha, respectivamente (4).

Entre las relaciones que esta investigación reporta, las más importantes son que la altura de planta tiene una correlación positiva con los días a floración; sin embargo estas dos características guardan una correlación negativa con el área foliar, lo que indica que la hoja disminuye de tamaño, mientras más alta y tardía a la floración es la planta (4).

Mejía (10) realizó una evaluación agronómica de 10 cultivares de chipilín, bajo dos sistemas de siembra en dos localidades de la cuenca del río Achiguate, Escuintla. Los sistemas de siembra fueron por postura (0.5 m entre surco y 0.5 m entre planta), y al chorro (0.5 m entre surco), y las localidades fueron Cuyuta y Sabana Grande.

En Cuyuta se recomendó sembrar por postura y cosechar a los 90 días después de la siembra, utilizando los cultivares 831 y 23. Se obtuvo un rendimiento promedio de 3115 kg/ha de peso seco foliar. En Sabana Grande se recomendó utilizar cualquier sistema, cosechando a los 90 días para la siembra por postura, y realizando dos cortes a cada 45 días para la siembra al chorro, utilizando los cultivares 3, 22, 21 y 1142. Se obtuvo rendimientos de 797 y 873 kg/ha de peso seco foliar, para el sistema por postura y al chorro, respectivamente.

A continuación se describen los ensayos de chipilín establecidos por el IIA, a través del Proyecto de Desarrollo de Prácticas Agronómicas de Hortalizas Nativas (18), en la costa sur del país, en el período 1995-1996:

-En el municipio de San Antonio, Suchitepéquez, se evaluaron 16 distancias de siembra y su efecto sobre el rendimiento de materia seca del cultivo de chipilín (Crotalaria spp). El ensayo tuvo una

fertilización homogénea que consistió en la aplicación de 40 kg de fósforo/ha al momento de la siembra y 40 kg de nitrógeno/ha, 50% al momento de la siembra y el otro 50% 30 días después de la emergencia de las plantas. Se encontró que la mejor distancia de siembra es la de 0.3 m entre surco y 0.1 m entre planta, con un rendimiento promedio de 1398 kg de materia seca total/ha.

-La evaluación de 5 niveles de nitrógeno y 3 de materia orgánica, sobre el rendimiento de materia seca de chipilín (Crotalaria spp), en tres cortes comerciales, se realizó en la aldea La Soledad del municipio de San Lorenzo, Suchitepéquez. Se evaluaron los niveles de 0, 25, 50, 75 y 100 kg de nitrógeno/ha/corte, y los niveles de 0, 2.5 y 5 ton. de materia orgánica/ha. La materia orgánica se colocó en el fondo del surco cinco días antes de la siembra, y para el nitrógeno se hizo una aplicación por corte del 100% de los niveles evaluados. No existieron diferencias significativas entre tratamientos, y el rendimiento medio fue de 1707 kg/ha de materia seca de chipilín.

-En la finca Sabana Grande, Escuintla, se evaluaron los niveles de 50, 100 y 150 kg de nitrógeno/ha/corte, 50, 100 y 150 kg de fósforo/ha, y 40 y 80 kg de potasio/ha, en el cultivo de chipilín. El fósforo y potasio fueron aplicados en un 100% al momento de la siembra; el nitrógeno se aplicó 50% al momento de la siembra y el otro 50% 15 días después de la emergencia de las plantas. Solo se realizó un corte, y hubo respuesta a la aplicación de nitrógeno en el nivel de 150 kg/ha. Se obtuvo un rendimiento medio de 3830 kg/ha de materia seca. Se recomienda aplicar 150 kg de N/ha/corte y 150 kg de P/ha.

### 3.2.3. Material experimental

#### 3.2.3.1. Fuentes de nutrientes

Las fuentes de nutrientes que se utilizaron en el ensayo son las siguientes: urea (46% N) para el nitrógeno, triple superfosfato (46%  $P_2O_5$ ) para el fósforo, y muriato de potasio (60%  $K_2O$ ) para el potasio.

#### 3.2.3.2. Material vegetal

Se utilizó semilla de Crotalaria vitellina nativa de la región. La descripción de la especie según Standley (14), es la siguiente: son plantas erectas, herbáceas o sufrutescentes, comunmente de 1 a 1.5 m de altura o menos, tallos fulvosos-estrigosos o glabros; peciolos iguales o más largos que el foliolo terminal; estípulas diminutas o ausentes; tres foliolos ovado-elípticos, a veces abovados o abovado-elípticos, principalmente de 3 a 7 cm de largo y de 1 a 3.5 cm de ancho, delgados, agudos, verdes y glabros en el haz, pálidos en el envés, esparcidos o densamente estrigosos, racimos principalmente opuestos a las hojas, densos o un tanto laxos, a menudo con muchas flores; cáliz estrigoso, de 7 a 8 mm de largo, los lóbulos mucho más largos que el tubo; corola amarillo brillante o amarillo verduzco, de 1.5 cm de largo o más, el estandarte glabro; la vaina o legumbre cerca de 2 cm de largo y 7 mm de ancho, densamente estrigosa, redondeada y cortamente puntiaguda en el ápice.

#### 4. OBJETIVOS

4.1. Determinar el efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio sobre el rendimiento de materia seca, del cultivo de chipilín (Crotalaria vitellina Ker in Lindl.) en tres cortes, en el CATBUL, San Miguel Panán, Suchitepéquez.

4.2. Determinar el grado de asociación entre la altura de planta, número de brotes y peso seco de chipilín (Crotalaria vitellina Ker in Lindl.), por efecto de nitrógeno, fósforo y potasio, en tres cortes.

#### 5. HIPOTESIS

5.1. Al menos uno de los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio evaluados, presentará una diferencia significativa en cuanto al rendimiento de materia seca, en el cultivo de chipilín (Crotalaria vitellina Ker in Lindl.), en tres cortes.

5.2. Al menos uno de los tres cortes realizados presentará un coeficiente de correlación mayor de 0.8, entre la altura de planta, el número de brotes y/o el peso seco de chipilín (Crotalaria vitellina Ker in Lindl.)

## 6. METODOLOGIA

### 6.1. Muestreo de Suelo

Para conocer la disponibilidad de nutrientes se obtuvo una muestra compuesta de suelo, homogénea y representativa, a una profundidad de 0-30 cm, secada a la sombra y tamizada para su análisis.

### 6.2. Análisis de suelo

El análisis de suelo se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Planta y Agua, "Salvador Castillo Orellana", de la Facultad de Agronomía. Los resultados se presentan en el cuadro 3:

CUADRO 3. Características físicas y químicas del suelo del área experimental CATBUL, 1995.

pH	ug/ml		meq/100ml		ppm				%	Relaciones		%		
	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	MO	Ca/Mg	Mg/k	Are	Lim	Arc
6.1	3.8	85	4.99	0.87	0	2.5	4.5	2	7.96	5.7	3.99	33.4	29.5	35.2

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelo, Planta y Agua "Salvador Castillo Orellana", FAUSAC.

Según el cuadro 3, se observa que el pH del suelo es ligeramente ácido, el P, K, y Mg se encuentran bajos en el suelo, por lo que se espera que el cultivo responda a la aplicación de fósforo y potasio; los micronutrientes se encuentran en bajas cantidades, la materia orgánica se encuentra alta, y las relaciones Ca/Mg y Mg/K están adecuadas. Por las proporciones de partículas el suelo tiene una clase textural franca arcillosa.

En el cuadro 4 se presentan los factores y niveles evaluados de nitrógeno, fósforo y potasio.

CUADRO 4. Factores y niveles de nitrógeno, fósforo y potasio. CATBUL, 1995.

FACTOR	kg/ha
Nitrógeno (N)	50 - 100
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	75 - 100 - 125
Potasio (K <sub>2</sub> O)	50 - 100 - 150

### 6.3. Tratamientos

En base a los resultados del análisis de suelo, se determinaron los nutrientes a evaluar, y se definieron rangos exploratorios para los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio utilizados en los distintos tratamientos, por carecer de información sobre niveles de fertilización en el cultivo de chipilín.

En el cuadro 5 se presentan los tratamientos evaluados en el cultivo de chipilín.

CUADRO 5. Tratamientos y niveles de nitrógeno, fósforo y potasio (kg/ha) evaluados para el cultivo de chipilín. CATBUL, 1995.

Tratamiento	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	50	75	50
2	50	75	100
3	50	75	150
4	50	100	50
5	50	100	100
6	50	100	150
7	50	125	50
8	50	125	100
9	50	125	150
10	100	75	50
11	100	75	100
12	100	75	150
13	100	100	50
14	100	100	100
15	100	100	150
16	100	125	50
17	100	125	100
18	100	125	150
19	0.0	0.0	0.0

#### **6.4. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño en bloques al azar con tres repeticiones de cada unidad experimental, distribuidas en un arreglo factorial de 2 X 3 X 3, con 18 tratamientos, y un tratamiento testigo sin aplicación de fertilizantes.

La unidad experimental estuvo conformada por una parcela bruta de 4.41 m<sup>2</sup>, una parcela neta de 2.85 m<sup>2</sup>, y un área experimental total de 371.1 m<sup>2</sup>. Cada unidad experimental estuvo formada por 147 posturas de dos plantas cada una, distribuidas en siete surcos con 21 posturas cada uno. La parcela neta estuvo formada por 95 posturas.

#### **6.5. Variables de respuesta**

##### **6.5.1. Rendimiento de materia seca.**

Se cuantificó el peso fresco de todas las plantas de la parcela neta; luego una submuestra de 200 g se separó en hojas y tallos, se pesaron, y fueron secadas a 65°C en horno de convección hasta que se alcanzó un peso constante.

##### **6.5.2. Altura de planta**

Para la medición de la altura de planta, se tomaron al azar diez plantas de cada unidad experimental y se les midió la altura con una regla graduada (cm), 5 días antes de cada corte, desde el cuello de la raíz hasta el ápice terminal de la planta.

##### **6.5.3. Número de rebrotes**

Después del corte, se contó el número de rebrotes a diez plantas por unidad experimental.



#### **6.5.4. Extracción de nutrientes**

La concentración de nutrientes se determinó mediante el método de digestión seca. El fósforo por colorimetría, el potasio, calcio, magnesio y micronutrientes por espectrofotometría de absorción atómica, y el nitrógeno por el método semi micro Kjeldahl.

La extracción de nutrientes por la planta de chipilín se calculó en base al producto de la concentración de nutrientes (en %), por el rendimiento medio de materia seca.

#### **6.6. Manejo del experimento**

##### **6.6.1. Preparación del terreno**

Se hizo en forma manual, volteando el suelo y dejándolo bien mullido para favorecer la emergencia de las plántulas. La desinfección se hizo a razón de 65 kg/ha de Volatón (Foxim).

##### **6.6.2. Siembra**

La siembra fue directa y manual; la distancia entre plantas fue de 0.1 m y 0.3 m entre surcos, a una profundidad de 0.002 m, con una densidad de siembra de 333,333 plantas/ha, y se realizó en diciembre de 1995.

##### **6.6.3. Fertilización**

Las dosis de fósforo y potasio se aplicaron en un 100% al momento de la siembra (mds). El N se aplicó fraccionado en un 33%, al mds., y 33% después del primer y segundo corte. Las aplicaciones se hicieron en bandas. Se aplicó  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{MgCO}_3$  al voleo antes de la siembra, a razón de

38 kg de Mg/ha y 78 kg de Ca/ha, para corregir la deficiencia de magnesio y el pH.

#### **6.6.4. Control de malezas**

Se realizaron 3 limpiezas manuales; la primera fue a los 15 días después de la siembra y las otras 2 al siguiente día después de cada corte, a los 98 y 148 días después de la siembra, respectivamente.

#### **6.6.5. Control fitosanitario**

Se realizó una aplicación de Endosulfán antes del tercer corte, a razón de 25 cc/bomba de 4 galones, al observar un enrollamiento foliar provocado por larvas del orden Díptera.

#### **6.6.6. Riego**

Se aplicó agua de riego en forma manual, con una frecuencia de 2 veces por semana, 10 litros de agua/unidad experimental, desde la siembra hasta tres semanas antes del último corte.

#### **6.6.7. Cosecha**

Los cortes se efectuaron al momento de la aparición de los primordios florales, a los 57, 97 y 147 días después de la siembra, respectivamente, cortando a 0.25 m sobre el nivel del suelo en el primer corte y a los 0.10 m sobre la base del retoño en el segundo y tercer corte.

### 6.7. Análisis de la información

Para analizar los datos del rendimiento de materia seca, se utilizó un análisis de varianza con estructura factorial (para 18 tratamientos), con un nivel de confianza del 95%.

El modelo matemático utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = U + N_i + P_j + K_k + NP_{ij} + NK_{ik} + PK_{jk} + NPK_{ijk} + B_1 + E_{ijkl}$$

En donde:

$E_{ijkl}$  = efecto de la variable de respuesta en la  $ijkl$ -ésima unidad experimental

$U$  = media general.

$N_i$  = efecto del  $i$ -ésimo nivel de nitrógeno.

$P_j$  = efecto del  $j$ -ésimo nivel de fósforo.

$K_k$  = efecto de  $k$ -ésimo nivel de potasio.

$NP_{ij}$  = interacción entre el  $i$ -ésimo nivel de nitrógeno y el  $j$ -ésimo nivel de fósforo

$NK_{ik}$  = interacción entre el  $i$ -ésimo nivel de nitrógeno y el  $k$ -ésimo nivel de potasio.

$PK_{jk}$  = interacción entre el  $j$ -ésimo nivel de fósforo y el  $k$ -ésimo nivel de potasio.

$NPK_{ijk}$  = interacción entre el  $i$ -ésimo nivel de nitrógeno, el  $j$ -ésimo nivel de fósforo y el  $k$ -ésimo nivel de potasio.

$B_1$  = efecto del 1-ésimo bloque.

$E_{ijkl}$  = Error experimental asociado a la 1-ésima repetición del  $ijk$ -ésimo tratamiento.

El modelo matemático utilizado para realizar el análisis de varianza del rendimiento de materia seca de los 18 tratamientos y el testigo sin aplicación de fertilizantes, se presenta a continuación:

$$Y_{ijkl} = U + B_i + T_{jkl} + E_{ijkl}$$

en donde:

$Y_{ijkl}$  = efecto de la variable de respuesta en la  $ijkl$ -ésima unidad experimental

$U$  = media general

$B_i$  = efecto de la  $i$ -ésima repetición.

$T_{jkl}$  = efecto del  $jkl$ -ésimo tratamiento.

$E_{ijkl}$  = efecto del error experimental asociado a la  $i$ -ésima repetición del  $jkl$ -ésimo tratamiento.

Para la significancia entre los tratamientos se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Se realizó un análisis de correlación para determinar el grado de asociación entre la altura de planta y el número de rebrotes con el peso seco de chipilín.

Se realizó un análisis de tejido vegetal a las muestras de tallos y hojas de los tratamientos con fertilización y al testigo sin aplicación de fertilizantes.

Se calculó los costos de producción y la rentabilidad del tratamiento sin aplicación de fertilizantes, por ser el de menor costo. También se determinó la tasa de retorno marginal para un manejo con y sin fertilización.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan y discuten los resultados obtenidos de la evaluación de 18 combinaciones de niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, y un testigo sin aplicación de fertilizantes.

Los datos de materia seca se agruparon en el análisis de 18 tratamientos con estructura factorial, y en el análisis de 18 tratamientos y un testigo sin fertilización.

Los pesos frescos de chipilín en kg por parcela neta, se presentan en el cuadro 12A.

En el cuadro 13A se presentan los rendimientos de campo en kg/ha de materia fresca y el número de manojos de chipilín.

La altura de planta y el número de brotes se aprecian en el cuadro 14A.

El resumen de los rendimientos promedio del peso fresco foliar, peso fresco de tallos, peso fresco total, peso seco foliar, peso seco de tallos, y peso seco total, se presentan en el cuadro 15A.

### 7.1. Resultados de producción de materia seca

En el cuadro 6 se presenta el rendimiento de materia seca de chipilín obtenido en los tres cortes, y el total acumulado.

Cuadro 6. Rendimiento de materia seca de chipilín (*Crotalaria vitellina*), de 3 cortes y total, con 18 tratamientos y un testigo, CATBUL, 1996.

Trat.	kg/ha			Rendimiento de materia seca (kg/ha)			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Total
01	16.7	75	50	609.2	589.0	761.8	1960.0
02	16.7	75	100	482.4	782.4	715.6	1980.4
03	16.7	75	150	779.4	533.4	817.9	2130.7
04	16.7	100	50	754.0	735.6	859.6	2349.2
05	16.7	100	100	661.8	569.8	656.6	1888.2
06	16.7	100	150	692.2	550.6	867.3	2110.1
07	16.7	125	50	679.7	490.8	657.5	1828.0
08	16.7	125	100	739.4	582.4	739.1	2060.9
09	16.7	125	150	677.3	694.1	782.2	2153.6
10	33.3	75	50	589.7	569.7	664.4	1823.8
11	33.3	75	100	618.8	540.4	798.4	1857.6
12	33.3	75	150	714.7	719.3	850.1	2284.1
13	33.3	100	50	697.6	450.4	749.3	1897.3
14	33.3	100	100	771.6	594.2	744.0	2109.8
15	33.3	100	150	759.6	532.7	877.4	2169.7
16	33.3	125	50	698.6	592.5	841.3	2132.4
17	33.3	125	100	785.0	885.5	815.6	2486.1
18	33.3	125	150	753.4	553.6	855.6	2162.6
19	00.0	0.0	0.0	385.5	537.2	693.6	1616.3

#### 7.1.1. Análisis del rendimiento de materia seca de 18 tratamientos con estructura factorial

En el cuadro 7, se presentan las probabilidades de ocurrencia de los valores mayores que F calculada, de la materia seca de chipilín (*Crotalaria vitellina*), en cada corte, y total acumulado de los tres cortes, por efecto de la aplicación nitrógeno, fósforo y potasio.

Cuadro 7. Probabilidad de ocurrencia de valores mayores que F calculada para el rendimiento de materia seca de chipilín (Crotalaria vitellina) en tres cortes y total, CATBUL, 1996.

F.V.	G.L.	Corte 1		Corte 2		Corte 3		Total	
		Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F
N	1	1.32	0.26	0.03	0.87	1.49	0.23	0.17	0.68
P	2	3.92*	0.03	0.40	0.67	0.21	0.81	0.88	0.42
K	2	1.49	0.24	0.77	0.47	3.95*	0.03	1.17	0.32
N*P	2	0.09	0.92	0.79	0.46	1.43	0.25	1.22	0.31
N*K	2	1.24	0.30	0.25	0.78	0.71	0.50	0.55	0.58
P*K	4	2.11	0.10	0.36	0.84	0.94	0.45	1.04	0.40
N*P*K	4	0.55	0.70	1.83	0.15	0.96	0.44	1.05	0.40
Error	34								
Total	53								
C.V. (%)		16.12		35.74		14.51		16.64	

F.V.= fuente de variación

G.L.= grados de libertad

C.V.= coeficiente de variación (%)

En el cuadro 7, se observa que no hubo respuesta a la aplicación de nitrógeno para los tres cortes realizados, lo que se atribuye a que los niveles de 50 y 100 kg de N/ha, se fraccionaron en tres aplicaciones, una al momento de la siembra y las otras dos después del primer y segundo corte (16.67 y 33.33 kg de N/ha/aplicación), que corresponden a dosis menores al requerimiento de la planta.

El objeto del fraccionamiento de los niveles de nitrógeno, fue el de alcanzar una mayor eficiencia en la aplicación, pero se determinó que los niveles de 16.67 y 33.33 kg de N/ha aplicados por corte, resultaron insuficientes, ya que el chipilín extrajo del suelo cantidades mayores de nitrógeno que las aplicadas por medio de la fertilización (43.2 kg de N/ha, en promedio).

Paralelamente con esta investigación, se reportan los resultados de el ensayo localizado en la finca Sabana Grande, Escuintla, y se informa que solo existió respuesta a la aplicación de nitrógeno con el nivel de 150 kg de N/ha/corte (18).

Para el corte 1, existe respuesta del cultivo de chipilín a la aplicación de fósforo, ya que en este período el cultivo está en la etapa inicial de desarrollo, y el sistema radicular no es lo suficientemente desarrollado para absorber los nutrientes del suelo, ya que como cita Tisdale (15), el fósforo interviene en la formación y desarrollo del sistema radicular.

En el corte 2 no hubo efecto en los nutrientes evaluados, lo que se atribuye a que en esta etapa de crecimiento, el sistema radicular del cultivo se encuentra desarrollado y explora un volumen mayor de suelo, por lo que se infiere que es más eficiente en la absorción de los nutrientes presentes en la solución del suelo.

El tercer corte no presentó diferencias significativas para fósforo, pero sí para el potasio, por lo que cultivo respondió a la aplicación de  $K_2O$ , debido a la demanda en la producción de biomasa y endurecimiento de los tallos, según Tisdale (15), ya que como se observa en el cuadro 15A, la relación tallo-hoja en el tercer corte es más alta que en los otros dos, lo que indica que la mayor cantidad de materia seca corresponde a tallos, y no a hojas.

El análisis de varianza para el total de materia seca de chipilín no presentó diferencias significativas.



El rendimiento promedio de materia seca fue de 692.46, 609.25, 780.78 y 2070.83 kg/ha para el primero, segundo, tercer corte y total acumulado, respectivamente.

El cuadro 8 muestra que los niveles de 100 y 125 kg de  $P_2O_5$ /ha son iguales entre sí, y superan al nivel de 75 kg/ha en la producción de materia seca, para el primer corte. El nivel de 100 kg de  $P_2O_5$ /ha fue el que produjo el rendimiento mayor (722.79 kg/ha) con una diferencia de 90.45 kg/ha sobre el nivel de 75 kg de  $P_2O_5$ /ha.

Cuadro 8. Comparación de medias para el rendimiento de materia seca de chipilín (*Crotalaria vitellina*), con 3 niveles de fósforo y 18 tratamientos, CATBUL, 1996.

Factor	Nivel	Rendimiento de materia seca (kg/ha)			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Total
$P_2O_5$	75	632.34 B	622.37	768.05	1987.26
	100	722.79 A	572.23	792.39	2087.30
	125	722.25 A	633.16	781.91	2137.30

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

En el cuadro 9, se presenta la prueba de medias realizada a los 3 niveles de potasio, con respecto al rendimiento de materia seca de chipilín, en tres cortes y el total acumulado.

Se observa que en el tercer corte, el nivel de 150 kg de  $K_2O$ /ha superó a los niveles de 50 y 100 kg de  $K_2O$ /ha, en rendimiento de materia seca, debido a su demanda por la mayor elaboración de biomasa.

Cuadro 9. Comparación de medias del rendimiento de materia seca de chipilín (Crotalaria vitellina), con 3 niveles de potasio y 18 tratamientos, CATBUL, 1996.

Factor	Nivel	Rendimiento de materia seca (kg/ha)			
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Total
K <sub>2</sub> O	50	671.46	571.33	755.67 B	1998.50
	100	676.50	659.14	744.90 B	2045.50
	150	729.42	597.33	841.78 A	2168.50

Las medias con la misma letra son iguales al 5% de probabilidad.

### 7.1.2. Análisis del rendimiento de materia seca de 18 tratamientos y un testigo sin aplicación de fertilizantes

El cuadro 10 muestra el análisis de varianza del rendimiento de materia seca de chipilín, de tres cortes y el total acumulado, de 18 combinaciones de nitrógeno, fósforo y potasio, y un testigo sin aplicación de fertilizantes.

Cuadro 10. Probabilidad de ocurrencia de valores mayores que F calculada para el rendimiento de materia seca de chipilín (Crotalaria vitellina) en tres cortes y total, con 18 tratamientos y un testigo, CATBUL, 1996.

F.V	G.L.	Corte 1		Corte 2		Corte 3		Total	
		Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F	Fc	Pr>F
Trat.	18	2.49	0.01	0.78	0.71	1.24	0.28	1.17	0.33
Error	36								
Total	56								
C.V. (%)		16.87		35.22		14.94		16.87	

F.V.= fuente de variación

G.L.= grados de libertad

C.V.= coeficiente de variación

El cuadro 10 muestra que únicamente existieron diferencias significativas para el corte 1, en cuanto al rendimiento de materia seca de chipilín, por efecto de la aplicación de los nutrientes evaluados.

Los rendimientos promedios de materia seca de los tres cortes y total acumulado son 676.31, 605.45, 776.17 y 2057.93 kg/ha, respectivamente. El mayor promedio de rendimiento de materia seca se obtuvo en el corte 3 (776.20 kg/ha), y la menor en el corte 2 (605.46 kg/ha).

Los rendimientos promedio de peso fresco total, peso fresco foliar y peso seco foliar, son 4124.6, 1671.7 y 298.5 kg/ha respectivamente (Cuadro 15A).

Los rendimientos anteriores son inferiores a los reportados por Cobón (4) para las mismas variables, que son del orden de 6169, 2306 y 345 kg/ha respectivamente. De la misma forma, los resultados obtenidos de peso seco foliar, son inferiores a los alcanzados por Castillo (2) (1055, 1574, 2388 y 2006 kg/ha), y por Mejía (10) (3115, 793, 797 y 873 kg/ha).

El bajo rendimiento de materia seca obtenido, se debió en parte a que el cultivo se estableció en la época de verano, por lo que el agua fue un factor limitante de la producción.

En el cuadro 11 se presenta la comparación múltiple de medias para la variable rendimiento de materia seca de chipilín, para el primer corte.

Se observa que los tratamientos con fertilización química son superiores al testigo.

Las medias de rendimiento de los 8 mejores tratamientos estuvieron comprendidas en el rango de 785.04 kg/ha para el 17, y 714.67 kg/ha para

el 12, superando al testigo por una diferencia de 399.57 y 329.20 kg/ha respectivamente.

Cuadro 11. Comparación de medias de materia seca del cultivo de chipilín (Crotalaria vitellina), para el corte 1, con 18 tratamientos y un testigo, CATBUL, 1996.

Trat.	N	kg/ha		Corte 1
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
01	16.7	75	50	609.2 AB
02	16.7	75	100	482.4 BC
03	16.7	75	150	779.4 A
04	16.7	100	50	754.0 A
05	16.7	100	100	661.8 AB
06	16.7	100	150	692.2 AB
07	16.7	125	50	679.7 AB
08	16.7	125	100	739.4 A
09	16.7	125	150	677.3 AB
10	33.3	75	50	589.7 AB
11	33.3	75	100	618.8 AB
12	33.3	75	150	714.7 A
13	33.3	100	50	697.6 AB
14	33.3	100	100	771.6 A
15	33.3	100	150	759.6 A
16	33.3	125	50	698.6 AB
17	33.3	125	100	785.0 A
18	33.3	125	150	753.4 A
19	0.0	0.0	0.0	385.5 C

### 7.2. Análisis de correlación

La altura de planta y el número de brotes no presentaron correlación con el rendimiento de materia seca total de chipilín, por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

### 7.3. Análisis de tejido vegetal

La concentración promedio de nitrógeno (10.9%) se encuentra por arriba de los valores reportados por el INCAP (7%), por Martínez (5.15%) y por Chapman (4%), lo que incide en un alto porcentaje y rendimiento de proteína, del orden de 68.45 y 196.6 kg/ha. El porcentaje promedio de

proteína supera al obtenido por Cobón (35.9%), por Martínez (32.2%) y por Castillo (33.4%).

Las concentraciones promedio foliares de los otros nutrientes, son las siguientes: fósforo 0.28%, potasio 3%, calcio 0.99%, magnesio 0.21%, cobre 10 ppm, hierro 128.3 ppm, cinc 36.2 ppm y manganeso 40.6 ppm. Los valores obtenidos se encuentran dentro de los rangos reportados por Chapman (3), para la materia seca de las plantas en general.

Los valores de concentración de nutrientes permitieron calcular la extracción de los mismos por el cultivo de chipilín, y se determinó que éste extrajo mayores cantidades de nitrógeno (promedio de 43.2 kg/ha), que el aplicado en los niveles de fertilización (33 kg/ha/corte).

Los resultados de la concentración y la extracción de nutrientes por el chipilín, se observan en los cuadros 20A y 21A.

#### **7.4. Análisis económico**

Se calcularon los costos de producción (Q/ha) y la rentabilidad del tratamiento sin aplicación de fertilizantes, ya que al no existir diferencias estadísticas en el total acumulado de materia seca, se tomó el tratamiento de menor costo, y se utilizó el rendimiento promedio de los 19 tratamientos. Los costos de producción fueron de Q6,247.45 y la rentabilidad de 124.1% (cuadro 17A).

También se realizó un análisis de retorno marginal para un manejo del cultivo, con y sin fertilización, y se determinó que la tasa de retorno marginal fue de 2.5 %, la cual resulta muy baja, ya que por cada quetzal invertido en aplicar fertilizantes, el agricultor puede esperar recobrar su quetzal y obtener Q 0.025 adicionales (cuadros 18A y 19A).

## B. CONCLUSIONES

3.1. Para un suelo Typic Dystrandepsts, con los niveles de fertilización evaluados, hubo respuesta a la aplicación de fósforo en el primer corte y de potasio en el tercero, no así para el nitrógeno y las interacciones de los nutrientes en los tres cortes y en el total acumulado.

3.2. La evaluación de 18 combinaciones de niveles de nitrógeno, fósforo, potasio y un testigo sin aplicación de fertilizantes, presentó diferencias significativas en el primer corte, no así en el segundo, tercero y total acumulado, y por lo tanto, no hubo respuesta a la fertilización química en la producción total de materia seca del cultivo de chipilín (Crotalaria vitellina Ker in Lindl.).

3.3. El nitrógeno fue el nutriente que el cultivo de chipilín extrajo en mayor cantidad, y se determinó que los niveles de nitrógeno evaluados están por debajo de la extracción realizada por la planta.

3.4. No hubo correlación entre el peso seco con la altura de planta y el número de brotes, por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

## 9. RECOMENDACIONES

9.1. Los resultados de rendimiento acumulado de materia seca de chipilín, no presentaron diferencias significativas, por lo que desde el punto de vista económico, no se recomienda la aplicación de los niveles de fertilización evaluados (por ser muy bajos), en un suelo Typic Dystrandeps, con un contenido de materia orgánica de 7.96%, 3.8 µg/ml de fósforo y 85 µg/ml de potasio.

9.2. Se recomienda evaluar niveles de nitrógeno arriba de 43.2 kg/ha/corte, ya que ésta fue la cantidad promedio extraída por el cultivo de chipilín.

**0. BIBLIOGRAFIA**

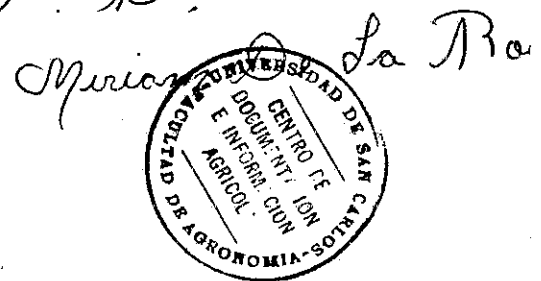
1. AZURDIA, C.; GONZALEZ, M. 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía; Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola; Comité Internacional de Recursos Fitogenéticos. 256 p.
2. CASTILLO, M. 1991. Efecto de 4 frecuencias de corte en chipilín (Crotalaria spp) sobre el rendimiento foliar y el de proteína. Tesis Ing Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 35 p.
3. CHAPMAN, H.D.; PRATT, P.F. 1973. Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas. Trad. por Agustín Contín. México, Trillas. 195p.
4. COBON, N. 1988. Caracterización agronómica, morfológica y bromatológica de 27 cultivares de chipilín (Crotalaria spp) nativos de Guatemala. Tesis Ing Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 170 p.
5. CRUZ, J. R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. FLORES, C. 1981. Estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxyá, San Miguel Panán, Suchitepéquez. Tesis Ing Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 223 p.
7. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1974. Programa de nutrición vegetal; informe anual 1974. Guatemala. 194 p.
8. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA (Gua.). 1961. Tabla de composición de alimentos de uso en América Latina. Guatemala. 132 p.
9. MARTINEZ, V. 1984. Recolección y caracterización del germoplasma del chipilín (Crotalaria spp) de la vertiente del Pacífico de la república de Guatemala. Tesis Ing Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 223 p.
10. MEJIA, A. 1980. Evaluación agronómica de 10 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. 50 p.



11. MILLAR, C.E.; TURK, M.; FOTH, H.D. 1979. Fundamentos de la ciencia del suelo. 3 ed. México, CECSA. p.36.
12. RODAS, O.; TOBIAS, H. 1987. Levantamiento detallado de los suelos del CATBUL, San Miguel Panán, Such. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Subárea de Manejo de Suelo y Agua. 80 p.
13. SIMMONS, Ch.; TARANO, J.; PINTO, J. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
14. STANDLEY, P.; STEYERMARK, J. 1946. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Chicago Natural History Museum, Fieldiana Botany. v. 24, pte. 5, p. 200-201.
15. TISDALE, S. ; NELSON, W. 1988. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. por Jorge Balasch. México, D.F., UTEHA. 760 p.
16. TOBIAS, M. 1994. Evaluación de la fertilidad de los suelos del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, cultivado con caña de azúcar (Saccharum officinarum ) y cacao (Theobroma cacao). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 49 p.
17. USA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1982. Taxonomía de suelos. Trad. por Walter Luzio Leighton. EE.UU., Washington D.C. 263 p.
18. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION; UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE AGRONOMIA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. 1996. Informe del proyecto de desarrollo de prácticas agronómicas de hortalizas nativas. Guatemala. 30 p.

Sin publicar.

Vo. B°



**11. ANEXOS**



Cuadro 12A. Pesos frescos de chipilín en kg por parcela neta, CATBUL, 1996.

T \ R	Corte 1			Corte 2			Corte 3		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	2.52	2.55	3.85	2.38	4.56	2.21	3.25	4.28	3.56
2	1.90	2.07	2.18	3.91	3.65	3.83	2.92	3.74	3.29
3	3.80	4.08	5.10	3.34	2.92	3.37	3.06	3.39	3.98
4	3.71	3.88	2.81	3.68	2.49	4.19	3.30	3.47	4.24
5	3.77	4.56	2.92	4.56	2.66	2.83	3.24	3.80	4.05
6	2.61	3.88	4.17	2.01	3.29	3.60	3.78	3.60	3.67
7	3.40	3.60	5.02	3.68	2.52	2.72	2.95	4.18	3.44
8	3.77	3.31	4.11	3.23	3.97	2.43	2.86	4.28	4.49
9	2.86	2.47	4.14	3.29	3.88	2.86	2.82	3.40	3.61
10	3.66	4.02	2.29	2.83	2.47	4.02	2.54	3.08	3.56
11	2.21	4.36	4.17	3.71	2.47	2.77	3.07	3.40	4.42
12	3.54	4.25	2.58	4.14	2.72	3.97	3.24	3.85	3.98
13	3.29	4.56	4.31	2.83	2.18	3.03	2.81	3.84	3.10
14	3.40	4.19	4.68	3.00	4.56	2.27	2.28	3.98	3.75
15	3.77	4.99	3.03	3.15	3.09	2.49	3.62	3.44	3.90
16	3.23	4.36	4.31	3.85	3.65	2.97	2.92	4.51	3.29
17	3.68	4.17	3.09	4.48	3.65	4.53	2.59	3.15	3.41
18	3.66	4.14	4.28	3.60	3.11	2.38	3.29	3.50	4.15
19	1.81	1.61	1.43	2.18	3.29	2.29	2.65	3.44	3.57

T = Tratamientos

R = Repeticiones

Cuadro 13A. Pesos frescos totales (kg/ha) y número de manojos de tres cortes de chipilín, CATBUL, 1996.

Trat.	Corte 1		Corte 2		Corte 3		Total	
	PFT	NM	PFT	NM	PFT	NM	PFT	NM
01	3411	2627	3645	2807	4856	3739	11912	9172
02	2670	2056	4932	3798	4778	3679	12381	9533
03	4365	3361	3340	2572	5018	3864	12722	9796
04	4222	3251	4591	3535	5220	4019	14033	10805
05	3706	2854	3523	2713	4472	3443	11700	9009
06	3876	2985	3323	2559	5335	4108	12534	9651
07	3806	2931	2924	2251	4411	3396	11141	8578
08	4141	3188	3694	2844	4785	3684	12620	9717
09	3793	2920	4356	3354	5046	3885	13194	10159
10	3302	2543	3441	2650	4043	3113	10786	8305
11	3465	2668	3340	2572	4873	3752	11678	8992
12	4002	3082	4356	3354	5240	4035	13599	10471
13	3907	3008	2700	2079	4714	3630	11321	8717
14	4321	3327	3513	2705	4532	3490	12366	9522
15	4206	3239	3270	2518	5376	4139	12844	9890
16	3912	3012	3548	2732	5267	4056	12728	9801
17	4396	3385	5392	4152	4941	3805	13022	10027
18	4364	3360	3373	2597	5322	4098	13059	10055
19	2159	1662	3334	2567	4256	3277	9749	7507

PFT = peso fresco total

NM = número de manojos

In manojos = 0.77 kg

Cuadro 14A. Alturas (cm) y número de brotes promedio de 3 cortes de chipilín, CATBUL, 1996.

Trat.	Corte 1		Corte 2		Corte 3	
	Alt.	N.B.	Alt.	N.B.	Alt.	N.B.
01	83.5	7.5	91.8	11.8	142.7	37.9
02	70.7	7.6	92.3	13.4	137.5	37.9
03	92.1	7.6	95.2	13.5	147.8	50.7
04	82.6	7.6	94.4	12.3	146.7	46.2
05	90.7	7.7	87.1	13.5	148.2	44.4
06	92.2	7.3	85.1	11.6	143.3	39.6
07	97.3	7.2	86.4	13.9	152.5	42.6
08	94.3	5.9	89.4	12.1	151.4	45.7
09	86.0	8.0	89.1	12.8	146.8	44.7
10	97.3	7.3	91.3	14.2	140.8	44.1
11	89.3	5.7	87.1	12.1	149.3	35.3
12	86.9	7.7	93.1	13.1	150.3	43.3
13	95.5	5.5	80.1	12.8	146.2	38.7
14	88.8	8.4	96.3	14.3	149.7	41.9
15	100.8	7.7	89.6	12.0	148.7	44.9
16	90.7	6.6	93.3	12.3	150.3	42.7
17	89.3	7.3	101.9	12.2	147.1	39.2
18	99.3	6.4	90.9	13.8	149.1	52.0
19	60.3	5.9	80.9	9.5	125.4	29.6

Alt. = altura de planta

N.B. = número de brotes

Cuadro 15A. Resumen de rendimientos promedio expresados en kg/ha

Pesos	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Total	Promedio
PFF	1742.1	1474.8	1798.2	5015.1	1671.7
PFT	2051.2	1914.7	2610.0	6575.9	2192.0
PFTOT	3790.8	3715.4	4867.6	12373.8	4124.6
PSF	311.1	263.3	321.1	895.5	298.5
PST	365.2	342.1	455.1	1162.4	387.5
PSTOT	676.3	605.5	776.2	2058.0	686.0

PFF = peso fresco foliar

PFT = peso fresco de tallos

PFTOT = peso fresco total

PSF = peso seco foliar

PST = peso seco de tallos

PSTOT = peso seco total

Cuadro 16A. Relaciones tallo-hoja, en peso seco, de tres cortes de chipilín, CATBUL 1996.

Tratamiento	Corte 1	Corte 2	Corte 3
01	1.07	1.20	1.50
02	0.99	1.41	1.21
03	1.36	1.29	1.46
04	1.11	1.21	1.34
05	1.12	1.35	1.31
06	1.16	1.32	1.36
07	1.26	1.15	1.43
08	1.06	1.39	1.47
09	1.06	1.37	1.39
10	1.33	1.24	1.41
11	1.31	1.34	1.48
12	1.23	1.29	1.39
13	1.18	1.28	1.44
14	1.28	1.36	1.36
15	1.21	1.25	1.38
16	1.22	1.35	1.61
17	1.08	1.42	1.45
18	1.36	1.32	1.63
19	0.81	1.06	1.31

Cuadro 17A. Costos de producción y rentabilidad del chipilín.

Rubro	Costo (Q/ha)
Preparación del terreno	340.50
Siembra	170.25
Limpia	681.00
Riego	2,550.00
Cosecha	510.75
Semilla	1,200.00
Renta	227.00
Otros	567.00
Costo total	6,247.45
Ingreso bruto	14,003.30
Ingreso neto	7,755.85
Rentabilidad	124.1 %

ANALISIS DE RETORNO MARGINAL PARA UN MANEJO CON Y SIN  
FERTILIZACION

Cuadro 18A. Presupuesto parcial del total acumulado  
de materia seca de tres cortes (Q/ha).

Tratamiento	1-18	19
Rendimiento promedio	12,424	9,749
Rendimiento ajustado	10,560	8,287
Beneficio bruto de campo	12,038	9,447
Costo de fertilizante	716	-----
Mano de obra/aplicación	29	-----
Total costos variables	745	-----
Beneficios netos	11,293	9,447

Rendimiento promedio = 12,424 kg/ha.  
1 kg de chipilín = Q 1.14

Cuadro 19A. Tasa de retorno marginal.

Trat.	C.V.	C.V.M.	B.N.	B.N.M.	T.R.M.
19	000		9,447		
1-18	745	745	11,293	1,846	2.5 %

C.V. = costo variable  
C.V.M. = costo variable marginal  
B.N. = beneficios netos  
B.N.M. = beneficios netos marginales  
T.R.M. = tasa de retorno marginal



CUADRO 20A. Concentración de nutrientes y proteína de hojas y tallos de chipilín, del segundo y tercer corte, CATBUL, 1996

Muestra	Corte	Porcentaje								ppm					Prot. (%)	Rend. kg/ha
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn						
T-Hoja	2	11.5	0.16	3.56	0.69	0.14	10	20	70	20	71.87	187.6				
T-Tallo	2	3.56	0.17	3.44	0.63	0.16	10	20	60	20	22.25	61.6				
A-Hoja	2	10.19	0.32	2.75	1.02	0.22	10	35	118.3	37.3	63.69	168.1				
A-Tallo	2	2.45	0.16	3.77	0.67	0.14	10	20	83.3	18.3	15.31	53.0				
T-Hoja	3	10.48	0.32	2.75	1.19	0.24	10	45	165	55	65.5	196.5				
T-Tallo	3	3.54	0.16	3.25	0.69	0.22	10	25	100	15	22.12	87.1				
A-Hoja	3	11.63	0.33	2.94	1.06	0.23	10	45	160	50	72.69	234.1				
A-Tallo	3	3.23	0.3	2.5	1.18	0.26	10	35	125	50	20.19	92.7				

T= Testigo  
A= Tratamientos 1 al 18  
Prot.= % N x 6.25

CUADRO 21A. Extracción de nutrientes del suelo por el cultivo de chipilín, en el segundo y tercer corte, CATBUL 1996.

Muestra	Corte	kg/ha											Rend.
		N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn			
T-Hoja	2	30.00	0.42	9.27	1.8	0.36	0.0026	0.0052	0.0182	0.0052	0.0052	261	
T-Tallo	2	9.86	0.47	9.51	1.74	0.44	0.0028	0.0055	0.0166	0.0055	0.0055	277	
A-Hoja	2	26.90	0.84	7.25	2.69	0.58	0.0026	0.0092	0.0312	0.0098	0.0098	264	
A-Tallo	2	8.48	0.55	13.03	2.32	0.48	0.0035	0.0069	0.0288	0.0063	0.0063	346	
T-Hoja	3	31.40	0.96	8.24	3.56	0.72	0.003	0.0135	0.0494	0.0165	0.0165	300	
T-Tallo	3	13.95	0.63	12.81	2.72	0.87	0.0039	0.0098	0.0394	0.0059	0.0059	394	
A-Hoja	3	37.45	1.06	9.47	3.42	0.74	0.0032	0.0145	0.0516	0.0161	0.0161	322	
A-Tallo	3	14.82	1.37	11.46	5.41	1.19	0.0046	0.016	0.0573	0.0229	0.0229	459	

T=Testigo  
A=Tratamientos 1 al 18.

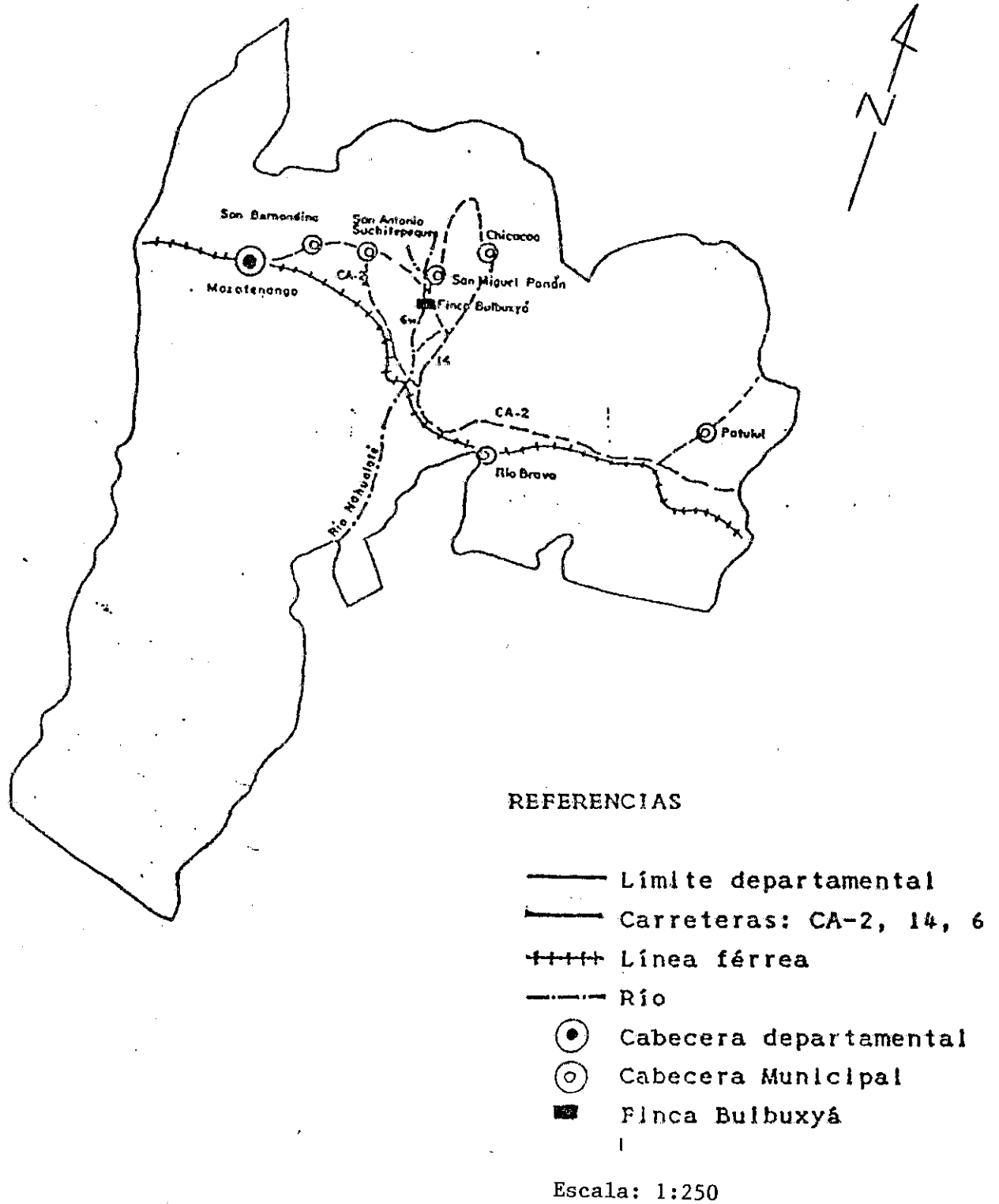


FIGURA 1 Ubicación del Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá en e departamento de Suchitepéquez, Guatemala.




LA TESIS TITULADA: EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL CULTIVO DE CHIPILIN (*Crotalaria vitellina* Ker in Lindl.) POR EFECTO DE NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO EN UN SUELO TYPIC DYTRENDPTS, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ

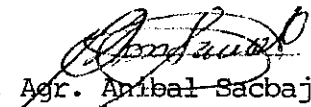
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: JUAN FRANCISCO HERNANDEZ MEJIA


Carnet No: 89-11947


HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Efrain Medina Guerra  
 Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno J.  
 Ing. Agr. Pedro Armira Atz

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.

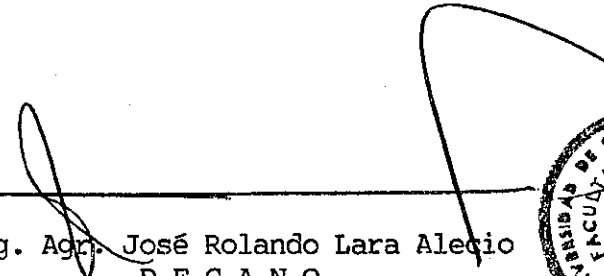
  
 Ing. Agr. José Jesus Chonay  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. Anibal Sacabajá Galindo  
 ASESOR

  
 Ing. Agr. Fernando Rodríguez  
 DIRECTOR DEL IIA



I M P R I M A S E

  
 Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio  
 DECANO



CC.

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770