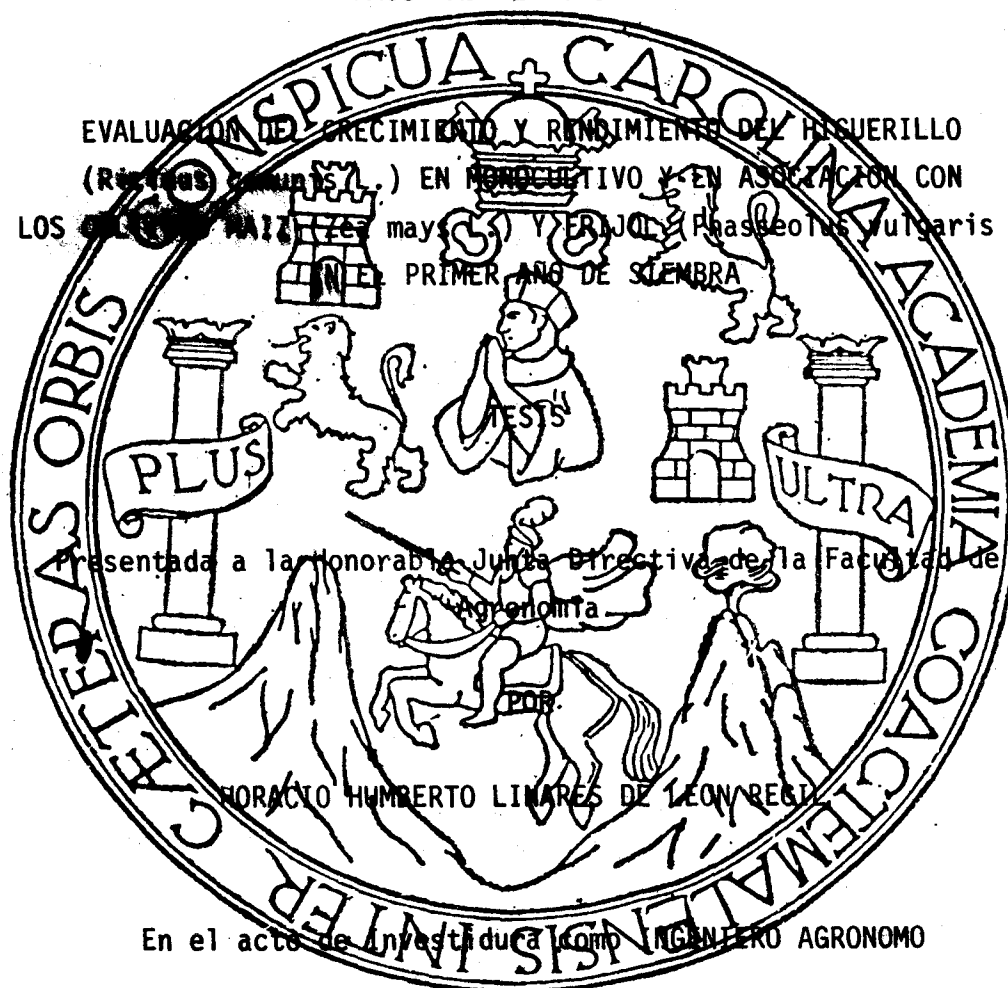


**BIBLIOTECA CENTRAL-USAC  
DEPOSITO LEGAL  
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL RISUERILLO  
(*Rattus norvegicus* L.) EN MONOCULTIVO Y EN ASOCIACION CON  
LOS *Phaseolus mays* (L.) Y *Phaseolus vulgaris* L.)  
EN EL PRIMER AÑO DE SIEMBRA



En el acto de investidura como INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

DL  
01  
T(1251)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Aníbal B. Martínez M.
VOCAL I	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
VOCAL II	Ing. Agr. Efraín Medina
VOCAL III	Ing. Agr. Wotzbelí Méndez Estrada
VOCAL IV	P. Agr. Hernán Perla González
VOCAL V	P. Agr. Marco Tulio Santos
SECRETARIO	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio

TRIBUNAL QUE REALIZO  
EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. César Castañeda
EXAMINADOR	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Hugo Tobías
EXAMINADOR	Ing. Agr. Mario Melgar
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Albizures

**DEDICO ESTE ACTO**

**AL SUPREMO CREADOR**

**A MIS PADRES**

**OSCAR RAUL LINARES MOLINA  
GLORIA DE LEON REGIL DE LINARES**

**A MI ESPOSA:**

**CARMELINA QUEZADA DE LINARES**

**A MI HIJO**

**HORACIO ANDRES**

**A MIS HERMANOS**

**OSCAR EFRAIN  
LIGHIA HORTENSIA  
GLORIA AIDA  
RAUL ENRIQUE**

**TESIS QUE DEDICO**

- A        LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**
- A        LA FACULTAD DE AGRONOMIA**
- A        LA COMUNIDAD AGRICOLA Y AGRONOMICA DE NUESTRO PAIS.**

## AGRADECIMIENTOS

A mis asesores Ingenieros Agrónomos: Carlos H. Aguirre y Aníbal B. Martínez, por su acertada conducción, sugerencias, revisión y corrección del presente trabajo.

A todas las personas que en una u otra forma, que colaboraron e hicieron posible el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Guatemala, agosto de 1990

Honorable Junta Directiva

Honorable Tribunal Examinador

De conformidad con las normas que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración el trabajo de Tesis titulado:

"EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y CRECIMIENTO DEL HIGUERILLO (*Ricinus communis* L.) EN MONOCULTIVO Y EN ASOCIACION CON LOS CULTIVOS MAIZ (*Zea mays* L.) Y FRIJOL (*Phasseolus vulgaris* L.) EN EL PRIMER AÑO DE SIEMBRA."

Como requisito previo para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Sin otro particular, ruego a vosostros aceptar las muestras de mi consideración y respeto.

  
HORACIO HUMBERTO LINARES DE LEON-REGIL

## **CONTENIDO**

	<b>Página</b>
LISTA DE CUADROS Y TABLAS.....	i
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCION.....	3
2. OBJETIVOS.....	5
3. HIPOTESIS.....	6
4. REVISION DE LITERATURA.....	7
5. MATERIALES Y METODOS.....	17
6. RESULTADOS Y DISCUSION.....	24
7. CONCLUSIONES.....	34
8. RECOMENDACIONES.....	35
9. BIBLIOGRAFIA.....	36
APENDICE.....	38

## LISTA DE CUADROS Y TABLAS

	PAGINA
CUADRO 1	24
CUADRO 2	27
CUADRO 3	30
CUADRO 4	32
TABLA 1	12
TABLA 2	26

## **R E S U M E N**

### **EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL HIGUERILLO (Ricinus communis L.) EN MONOCULTIVO Y EN ASOCIACION CON LOS CULTIVOS MAIZ (Zea mays L.) Y FRIJOL (Phasseolus vulgaris L.) EN EL PRIMER AÑO DE SIEMBRA**

### **EVALUATION OF YIELD AND GROWING OF CASTOR-BEAN (Ricinus communis L.) IN MONOCULTIVATION AND ASOCIATION CROP WITH CORN (Zea mays L.) AND BEANS (Phasseolus vulgaris L.) IN THE FIRST YEAR OF SOWING**

El presente trabajo se desarrolló en el Municipio de San Pedro Ayampuc del Departamento de Guatemala, ubicado en la zona subtropical húmeda, a una altura de 1,240 metros sobre el nivel del mar.

Se evaluó el crecimiento y rendimiento del higuierillo (Ricinus communis L.) en monocultivo, así como en asociación con los cultivos anuales de maíz y frijol. El diseño experimental utilizado fué el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, incluyendo tres testigos.

Para darle respuesta a los objetivos planteados, se midieron las variables siguientes: rendimiento del higuierillo y rendimiento de las especies asociadas en kilogramos por hectárea. Así también se analizó la rentabilidad del establecimiento y mantenimiento en el primer año de la plantación en monocultivo, comparada con los tratamientos de asociación agrícola.

Se llegó a la conclusión, que el rendimiento y crecimiento del



higuerillo, no se ven afectados al cultivarlo en asociación con los cultivos anuales maíz y frijol. Además se concluyó que sí existe diferencia en la rentabilidad del higuerillo al asociarlo con los cultivos anuales maíz y frijol, obteniéndose la mayor rentabilidad al asociarlo con los dos cultivos simultáneamente; por lo que se recomienda divulgar estos resultados entre los agricultores del país, de tal manera que adopten la práctica de cultivar el higuerillo en asocio con maíz y frijol.

## 1. INTRODUCCION

El higuierillo (Ricinus comunis L.), en los últimos años ha tenido una demanda elevada, tanto a nivel nacional como internacional. Esto se debe a los múltiples usos que se le están dando al aceite extraído de su semilla, por lo que se le considera un cultivo potencial de tipo industrial.

Es una planta que crece en forma silvestre en Guatemala en diversidad de climas y suelos; en algunas fincas lo cultivan como sombra provisional del café, es de aquí de donde proviene la producción nacional anual de semilla según Tobar (22).

Los agro-ecosistemas que se presentan en Guatemala y en general en el istmo Centroamericano, tienen la característica de ser producto de evolución de sistemas desarrollados por antiguos pobladores, además están influenciados por los sistemas usados durante la época de la colonia (20). El sistema de cultivos asociados se considera como una de las alternativas más indicadas para intensificar el aprovechamiento agrícola de la tierra; permite obtener mayor y más variada producción total por unidad de área y tiempo, además de ofrecer la ventaja agro-ecológica de menor diseminación de patógenos. En nuestro medio existe muy poca investigación respecto al cultivo del higuierillo y se puede asegurar que se carece de trabajos referentes a asociaciones con otros cultivos.

El presente trabajo se planteó con el fin de analizar el rendimiento, crecimiento y costos de establecimiento del higuierillo durante el primer año de siembra, aprovechando el espacio inicial disponible, aso--

ciándolo con cultivos anuales tradicionales maíz (Zea mays L.) y frijol (Phasseolus vulgaris L.).

Además de contribuir en la investigación al asociar el higuierillo con otros cultivos en nuestro medio, se pretende que el agricultor conozca y acepte este cultivo sin que exista un cambio muy drástico en sus prácticas tradicionales. Por otro lado, por la elevada demanda que actualmente tiene en el mercado nacional es una fuente de ingresos segura para el agricultor.

## 2. OBJETIVOS

- 2.1 Comparar el comportamiento de crecimiento y rendimiento en el primer año de cultivo del higuierillo solo y en asociación con los cultivos anuales maíz y/o frijol.
- 2.2 Analizar la rentabilidad del establecimiento y mantenimiento en el primer año de la plantación en monocultivo, comparada con los tratamientos de asociación agrícola.

### **3. HIPOTESIS**

- 3.1 El crecimiento y rendimiento del higuerrillo se verán limitados al cultivarlo en asociación con los cultivos anuales maíz y frijol.
- 3.2 La rentabilidad del establecimiento y mantenimiento de la plantación de higuerrillo será diferente al asociarlo con los tratamientos de asociación agrícola.

#### 4. REVISION DE LITERATURA

La investigación de sistemas de cultivos está encaminada a la producción de tecnología que pueda ser utilizada por el pequeño agricultor. Los agro-ecosistemas existentes en Guatemala y en general en el istmo Centroamericano, son producto de la evolución de sistemas desarrollados por antiguos pobladores, caracterizándose por la influencia de sistemas usados en la época de la colonia y el presente (20). Los sistemas de cultivo del pequeño agricultor son policulturales, sin embargo la tecnología que le llega está basada en monocultivos.

##### 4.1 DEFINICION DE SISTEMAS

Burgos (2); define un sistema como una unidad de componentes que interactúan entre sí. Un ecosistema estará compuesto por una comunidad biológica con poblaciones de organismos que interactúan con su ambiente físico. Un agroecosistema está caracterizado por componentes de una población de organismos de valor agronómico como mínimo.

Un sistema de cultivo es la distribución en el terreno y en el tiempo de uno ó más cultivos y el manejo que el agricultor le da en una superficie dada durante un período específico. Soria (20); para clasificar los sistemas agrícolas de producción, los define como la secuencia anual y disposición espacial de uno ó varios cultivos y barbechos en una determinada unidad de producción y su interacción con los recursos y tecnología utilizados. Según este concepto existen varios sistemas utilizados en el istmo Centroamericano, tanto en cultivos anuales alimenticios

y exportables, así como perennes. Estos sistemas son:

a. **MONOCULTIVOS**

Cultivo sembrado una vez al año, dejando el terreno en barbecho hasta el siguiente ciclo, en cultivos anuales ó a la continuación indefinida en cultivos perennes.

b. **CULTIVOS MULTIPLES**

En la misma extensión del terreno se siembra durante un año el mismo u otro cultivo, uno a continuación de otro con ó sin barbecho.

c. **CULTIVOS ASOCIADOS** (mixto ó intercalados)

En el mismo terreno se siembran dos ó más cultivos simultáneamente ó con varios grados de sobreposición.

d. **CULTIVOS ASOCIADOS Y MULTIPLES**

Este sistema de cultivos es la combinación de b y c.

En Guatemala se presentan los cuatro sistemas de producción, siendo el sistema a, característico de los latifundios, aunque a veces se encuentra en minifundios con agricultores que se dedican a hortalizas. - Los otros sistemas de producción son comunes en la explotación minifundista.

En otros países como México y Ecuador, el cultivo de higuierillo está en manos de pequeños agricultores. En México según Landaverde (11); los campesinos alternan el higuierillo con maíz; al cosechar el maíz queda solo el higuierillo a una distancia de 2 metros entre plantas y dos

metros entre surcos, según sea la variedad, clase de tierra, precipitación pluvial y cuidados culturales, los rendimientos de semilla por hectárea varían de 400 a 900 kilogramos. Calero (3); cita que en el Ecuador los agricultores siembran el higuierillo en áreas marginales para otros cultivos, en superficies no mayores de dos a cuatro hectáreas y en muchas ocasiones asociado con maíz. El trabajo con higuierillo-maíz, determinando la mejor distancia de siembra con cultivos asociados, que fue de 2.70 metros entre surcos y 2.50 metros entre plantas para el higuierillo, con surcos gemelos de maíz distanciados a 0.90 metros entre surcos y 0.90 metros entre plantas, dejando tres plantas por postura, que le dio mejores resultados. La época de siembra más adecuada para el higuierillo, fue a los 35 días después del maíz.

Evans (6); en estudios realizados en Tanganyika, encontró que la asociación higuierillo-soya ó higuierillo-maní, usualmente presenta una total ganancia en producción por acre y nunca una pérdida total. Además menciona que después del ataque de insectos puede reducirse el rendimiento del higuierillo drásticamente; el cultivo asociado dará una compensación en rendimiento de su cosecha en tal caso.

El cultivo del higuierillo en Guatemala es poco conocido, la mayoría de agricultores lo conoce en forma silvestre y como maleza. El único uso que se le da es como sombra provisional del café. En los últimos años este cultivo ha tenido una demanda bastante fuerte por los múltiples usos que están dando al aceite extraído de la semilla. Empresas privadas que se dedican a la industria de pinturas y plásticos, han mostrado un marcado interés en su divulgación, tal el caso de Empresa Nacio-



nal de Plásticos y Resinas (ENAPLA) (4); que presta asesoría completa al agricultor interesado, pero absorbe completamente su producción. El interés que muestran estas empresas, se debe a que siempre han tenido que importar el aceite de higuerillo y por los problemas con que se encuentra actualmente la industria guatemalteca para la importación de productos, la divulgación de este cultivo es una solución, insentivando a los agricultores para que se dediquen a este cultivo.

#### 4.2 USOS

Según León (12); además de usarlo en medicina, tiene una extensísima aplicación en maquinaria y motores de combustión interna, especialmente en aviones. Esto se debe a que conserva por más tiempo su viscosidad que los demás aceites, se adhiere mejor a las superficies frotantes y se halla dotado de un punto de congelación bajo. Es utilizado también como líquido amortiguador en los mecanismos de rechazo en piezas de artillería; además de estos usos se utiliza para lubricantes y combustibles en navegación aérea y submarina, en la elaboración de jabones, en cueros de imitación, en papel cazador de moscas, en cintas de máquina de escribir, en perfumes, como secante de pinturas, en esmaltes y barnices, en el ácido sebáico para la síntesis de las fibras de nylon, en la confección de toda índole de productos plásticos, en las baldosas asfaltadas, en fungicidas, tejidos, etc., los recíduos o torta obtenidos de la extracción del aceite, son empleados como fertilizantes; en la asociación nacional del café (ANACAFE)\*; han encontrado que la torta aplicada é incor

---

\*/ ESTRADA, C. 1985. Control de Nemátodos. Guatemala, ANACAFE.  
(Comunicación Personal)

porada en el área de goteo de los cafetos, controla eficazmente las poblaciones de nemátodos. De las hojas del higuierillo se saca ricina, - que es un potente insecticida. En la India lo utilizan como alimentación de la oruga Attacus ricinus, que produce un capullo del que se - extrae una seda menos fina que la producida por Bombix mori. De los tallos del higuierillo se extrae celulosa, destinada a la fabricación de papel y fibra de liber que sirve de materia prima para la fabricación - de tejidos duros.

#### **4.3 CARACTERISTICAS DEL ACEITE**

El aceite de higuierillo es considerado de gran calidad, su color - es casi cristalino y su olor inofensivo, (ver tabla 1).

**TABLA 1. CARACTERISTICAS GENERALES DEL ACEITE DE HIGUERILLO**

---

Acido ricinoleico	70 %
Acido Ricínico	12 %
Acido oleico	12 %
Acido margárico	6 %
Indice de saponificación	182.20
Indice de acidez	5.00
Indice de refracción a 25° C.	1.47
Indice de yodo	87.76
Indice de polenske	0.08
Indice de reichert-meiss	0.28
Materia insaponificable	0.50 %
Densidad a 15° C.	0.965
Punto de congelación en ° C.	18.00
Punto de ebullición en ° C.	265.00

---

FUENTE: Aguilar (1) y León (12).

#### 4.4 CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

El higuierillo es una planta perenne en su estado silvestre y anual - en especies mejoradas. En su forma silvestre presenta ciertas características fenológicas como fácil propagación, crecimiento rápido, floración - continua y fructificación favorable (8); teniendo una amplia distribución que va desde el nivel del mar hasta los 2,500 metros de altura.

Aguilar (1); indica que las formas de ricinus en Guatemala son: -  
R. africanus, R. Sanguineus, R. Virides y R. Rugosus.

Morales (16); por su parte cita las siguientes: R. Rugosus, ---  
R. Sanguineus, R. glaucus, R. ramillete rosado y R. ramillete púrpura.

El sistema radicular se caracteriza por tener raíz principal llamada pivotante, es profunda y con raíces primarias y secundarias muy desarrolladas (9). Posee tallo principal recto con entrenudos, hueco por dentro, cilíndrico y ancho a partir del cuello que después disminuye moderadamente hasta el inicio de la formación del racimo primario. Las ramificaciones son alternas y se bifurcan formando copas que son frondosas en tipos silvestres y de poca ramificación en especies mejoradas; la altura varía con la variedad y puede ser: alta, intermedia y enana. Las hojas son simples palmedas, grandes, alternas, con bordes aserrados las hay sin - bellosidades y las nervaduras en el envés son bien marcadas y en relieve, su tamaño oscila entre 40 y 50 centímetros. Las flores se forman en racimos piramidales, son apétalos y generalmente monoicas, poseen pedúnculo y se dan durante todo el año. El fruto posee forma trilocular en cápsulas con pericarpio generalmente espinoso, la cápsula es quebradiza, en algu--

nos casos se abre violentamente al alcanzar plena madurez; tiene tres semillas agrupadas en racimo y según la variedad comercial puede ser - dehisciente ó indehisciente, su forma es ovalada ú oblonga; su peso, pigmentación y dimensiones varían según la variedad y medio ambiente.

#### **4.5 DISTRIBUCION GEOGRAFICA**

El origen del higuerrillo según Guzmán (8); es de Africa Tropical - Central. Por su parte García (7); indica el origen en la región mediterránea de Africa, difundiéndose después hacia Africa, Asia, Italia, - India, Brazil y finalmente en Centroamérica.

#### **4.6 REQUERIMIENTOS ECOLOGICOS**

Guzmán (8); en investigaciones sobre zonificación del higuerrillo, estableció límites térmicos, en los cuales observó que temperaturas mayores de 30 C°, dañan la calidad del aceite en la semilla y temperaturas menores de 7 C° con tendencia a formar heladas, causan reducción en el crecimiento y la floración de la planta. Estableció también limitantes hídricas, los que se presentan de una manera similar a los límites térmicos, considerando las mejores áreas con precipitaciones entre 700 y 1,200 milímetros anuales. También encontró límites edáficos con textura arcillosa, poca profundidad, Ph menor de 5.0 y clase agrológicas - III, lo cual se considera como limitantes. La mayoría de áreas consideradas como potenciales por su clase de suelos y temperaturas, se encuentran ubicadas en la vertiente del pacífico, entre las coordenadas 15° 00' y 14° 30' de latitud norte. Recomienda Guzmán (8); las siguientes zonas de vida para cultivarlo en forma rentable:

Bosque muy húmedo tropical

Bosque seco sub-tropical

Bosque húmedo sub-tropical templado

Bosque húmedo montano bajo

#### 4.7 PLAGAS Y ENFERMEDADES

El higuierillo al igual que la mayoría de plantas es atacado por enfermedades y plagas de insectos.

Enfermedades: entre las enfermedades que se reportan están las siguientes: mancha foliar bacteriana, causada por Xanthomona riamicola. Marchitamiento de las plántulas, causada por Phytophthora sp. Moho de la cápsula, causada por Alternaria sp. y Botritis sp.

Plagas: el higuierillo es atacado desde el estado plántula hasta el estado final; en el estado de plántula es atacado por las siguientes especies:

Gusano alambre (Agriotes sp.)

Gusano soldado (Spodoptera sp.)

En el estado intermedio atacan las siguientes especies:

Gusano engro (Prodenia sp.)

Gusano soldado (Spodoptera sp.)

Mosca blanca (Bemisia tabaci)

Chinche verde (Nezara viridula)

Chicharrita (Empoasca sp.)

En el estado final es atacado por las mismas especies que lo atacan en el estado intermedio y por el bellotero (Eliothis sp.)

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 LOCALIZACION

El experimento se estableció en el municipio de San Pedro Ayampuc, Departamento de Guatemala y se encuentra ubicado en las coordenadas --  
14° 47' latitud norte y 90° 27' longitud oeste del meridiano de Greenwich. El clima que posee el municipio de San Pedro Ayampuc, según Holdridge (10); pertenece a la zona sub-tropical húmeda; con una precipitación que varía de 1,000 a 2,000 milímetros anuales y con una temperatura media anual de 20 a 26° C., a una elevación de 1,240 metros sobre el nivel del mar.

Los suelos están ubicados dentro de la serie Chuarrancho (19); se caracterizan por ser suelos poco profundos, bien drenados, desarrollados sobre esquistos arcilloso en un clima templado, húmedo seco; tiene relevos escarpados, la coloración del suelo superficial es café claro. Están asociados y se semejan en muchos aspectos a suelos Chinautla y Chol, pero difieren de estos, puesto los Chinautla están desarrollados sobre granito y los Chol sobre esquistos. La cubierta vegetal consiste especialmente de encino, pino y pastos.

### 5.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

La variedad de higuierillo que se usó en el experimento, fue San Sebastián. Las características que presenta esta variedad según ---  
Tobar (22); son: tipo dehiscente, grano de 13 a 18 milímetros de largo y de 11 a 13 milímetros de ancho, su color es negro rojizo jaspeado; tiene un rendimiento de 42 kilogramos por hectárea, con una densidad de



2,000 plantas por hectárea y una rentabilidad del 25 por ciento. Esta variedad tiene una altura promedio de 3.19 metros y 19 racimos por planta, la semilla tiene un 44 por ciento de aceite.

### 5.3 FACTORES A ESTUDIAR

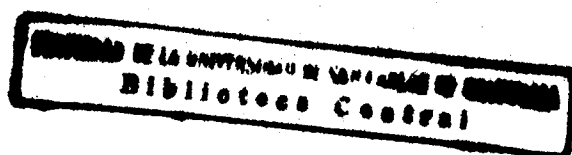
1. Comportamiento de las distintas asociaciones -higuerillo-frijol, -higuerillo-frijol-maíz, higuerillo-maíz-, así como los tres monocultivos y su rentabilidad.

### 5.4 CARACTERISTICAS A EVALUAR

1. Comportamiento del sistema foliar del higuerillo con respecto a las distintas asociaciones, en base a la medida de los diámetros del área de goteo de cada planta.

### 5.5 VARIABLES RESPUESTAS A MEDIR

1. Rendimiento y sus componentes. La unidad de medida utilizada para el rendimiento y componentes de los cultivos higuerillo, frijol y maíz se expresa en kilogramos y toneladas (sistema métrico decimal).



- a. -Higuerillo rendimiento en grano Kg/ha y Ton/ha.
- b. -Frijol rendimiento en grano Kg/ha y Ton/ha.
- c. -Maíz rendimeinto engrano Kg/ha y Ton/ha.
- d. -PTA suma del producto de los tres cultivos en Kg/ha y Ton/ha.

## 2. Análisis de la información

### a. -ANDEVA

Se realizó ANDEVA para la variable rendimiento transformada a capital en Quetzales, para la producción total de alimentos (PTA) y para el crecimiento del higuerillo.

### b. -Prueba de medias (Tukey)

Para los tratamientos que mostraron diferencias en el ANDEVA, se les procedió a efectuar una prueba de tukey.

### c. -Evaluación económica

Del sistema de asociación se estableció los tratamientos económicamente más eficiente, determinando el costo de produc--ción (CP), rendimiento promedio ( $\bar{X}$ ) y rentabilidad (R).

$$\text{Donde: } R = \frac{IN}{CP} \times 100$$

IN = Ingreso neto

## 5.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO.

El experimento se manejó de la siguiente manera:

1. La preparación del suelo se hizo en la forma tradicional en la región y consistió en picado y volteo del suelo con azadón, a una profundidad de 20 centímetros, incluyendo una limpia manual.
2. La siembra del higuierillo y el maíz se hizo al mismo tiempo en forma directa; el frijol se sembró en los primeros días de septiembre como es tradicional en la región. El distanciamiento de siembra fué el siguiente:

Tratamiento 1. Constituyó el testigo No. 1 y consistió en la siembra del higuierillo en monocultivo a una distancia de 2.5 metros entre surco y 2.0 metros entre plantas, tal distanciamiento fué usado en todos los tratamientos que incluyeron higuierillo.

Tratamiento 2. En este tratamiento se asoció higuierillo con frijol; para este caso se sembraron tres surcos de frijol entre los surcos de higuierillo a una distancia de 0.45 metros entre surcos y 0.20 metros entre plantas, dejando tres granos por postura.

Tratamiento 3. Este tratamiento consistió en la asociación higuierillo-maíz-frijol, se sembraron dos surcos de maíz entre los surcos de higuierillo a una distancia de 0.90 metros entre surcos y 0.50 metros entre plantas, sembrando un surco de frijol a 0.45 metros entre los surcos de maíz y 0.20 metros entre plantas.

Tratamiento 4. Consistió en la asociación higuierillo-maíz; el distanciamiento es el mismo tratamiento 3, excluyendo el frijol.

Tratamiento 5. Para este tratamiento se sembró maíz en monocultivo, constituyendo el testigo No. 2; el distanciamiento fue de 0.90 metros entre surco y 0.50 metros entre plantas.

Tratamiento 6. Constituyó el testigo No. 3, consistiendo en la siembra de frijol en monocultivo, el distanciamiento fué 0.45 - metros entre surcos y 0.20 metros entre plantas, dejando tres - granos por postura.

Nota: La distancia de los cultivos asociados maíz y frijol al higuierillo fué de 0.80 metros.

## **5.7 METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

5.7.1 Tamaño de la unidad experimental: el tamaño de la unidad experimental estuvo constituido por cuatro surcos de higuierillo a una distancia de 2.50 metros, dando un ancho de 7.50 - metros; se tomaron seis plantas por surco a una distancia de 2.0 metros entre plantas, lo que da un largo de 10.0 metros. El área de la parcela bruta fue de 75.0 metros cuadrados. Para la evaluación de resultados se tomaron solo los surcos - centrales y se tomaron cuatro plantas por surco; por lo tanto el área de la parcela neta fue de 40.0 metros cuadrados para los tratamientos que incluyeron higuierillo. Para los cultivos asociados sembrados en monocultivo el tamaño de la parce-

la bruta fue de 75.0 metros cuadrados, la parcela neta para el maíz fue de 59.85 metros cuadrados y para el frijol fué de 60.72 metros cuadrados.

5.7.2 Diseño experimental: el diseño experimental que se utilizó fue el de bloques completos al azar, para lo cual se utilizaron seis tratamientos incluyendo tres testigos en cuatro repeticiones.

5.7.3 Modelo estadístico: el modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij} \quad \text{donde:}$$

$Y_{ij}$  = variable respuesta de la i-j-ésima unidad experimental.

$U$  = efecto de la medida general

$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$B_j$  = efecto del j-ésimo bloque

$E_{ij}$  = error experimental de la i-j-ésima unidad experimental.

El esquema del análisis de varianza para el diseño de bloques completos al azar es el siguiente:

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Bloques	$r - 1$	$\frac{\sum (T_B)^2}{n_t} - C$	$\frac{SC_B}{GL_B}$	$\frac{CM_B}{CM_E}$
Tratamientos	$t - 1$	$\frac{\sum (T_r)^2}{n_r} - C$	$\frac{SC_t}{GL_t}$	$\frac{CM_t}{CM_E}$
Error	$(r-a) (t-1)$	$SC_T - (SC_B + SC_t)$	$\frac{SC_E}{GL_E}$	
Total:	$rx-t-1$	$\sum (X_i)^2 - C$		

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1 COMPARACION DEL CRECIMIENTO DEL HIGUERILLO.

En el cuadro uno, se reportan los resultados del análisis de varian-  
za de acuerdo al promedio de los diámetros utilizados para el área de go-  
teo\*, de cada planta.

CUADRO 1. Valores de F calculada y F tabulada para la característica  
crecimiento del higuierillo en los tratamientos de  
asociacion agrícola y en monocultivo, realizado en  
San Pedro Ayampuc, Guatemala 1984.

F.V.	G.L.	Fc.	1%	F <sub>t</sub>	5%
Bloques	3	0.55 NS.	6.99		3.86
Tratamientos	3	0.40 NS.			
Error	9				
Total	15	37.28%			
C.V.					

NS. no significativo.

Según este cuadro se determinó que no existe diferencia significativa  
entre las fuentes de variación consideradas, por lo tanto el higuieri-  
llo no se ve afectado en su comportamiento de crecimiento al asociar-

\*/ El área de goteo se estableció en la zona de goteo de la corona de cada  
planta.

lo con los cultivos anuales maíz y/o frijol. Además el crecimiento del área foliar que alcanzó el higuerrillo en el primer año de siembra, no fué lo suficiente para que las especies asociadas interfirieran éste, al competir por luz y agua; como se observa en la tabla - dos, el tratamiento cuatro de la repetición I, tiene la mayor área de goteo, que al distanciamiento usado no afecta. El valor del - coeficiente de variación, se debe provablemente a la variación entre las áreas de goteo de cada planta.





TABLA 2: Promedio de diámetros del área de goteo en metros  
cuadrados del higuerillo

REPETICION	TRATAMIENTO	PROMEDIO
I	T <sub>1</sub>	0.2043
	T <sub>2</sub>	0.3054
	T <sub>3</sub>	0.1910
	T <sub>4</sub>	0.3448
II	T <sub>1</sub>	0.2232
	T <sub>2</sub>	0.1527
	T <sub>3</sub>	0.2388
	T <sub>4</sub>	0.1631
III	T <sub>1</sub>	0.1469
	T <sub>2</sub>	0.1867
	T <sub>3</sub>	0.2624
	T <sub>4</sub>	0.2801
IV	T <sub>1</sub>	0.2236
	T <sub>2</sub>	0.1719
	T <sub>3</sub>	0.3344
	T <sub>4</sub>	0.0801

## 6.2 DEL RENDIMIENTO DEL HIGUERILLO Y DE LOS CULTIVOS ASOCIADOS Y EN MONOCULTIVO

Los resultados del análisis de varianza a que se sometió el rendimiento de los cultivos asociados y en monocultivo transformados a capital en Quetzales y producción total de alimentos (PTA) en toneladas por hectárea se presentan en el cuadro dos.

CUADRO 2. Valores de F calculada y F tabulada para la variable rendimiento, transformado a capital en Quetzales para los tratamientos en asocio y en monocultivo y producción total de alimentos (PTA) en Ton/ha, realizado en San Pedro Ayampuc, Guatemala 1984

F.V.	G.L.		Fc.		Ft.	
	Q.	PTA	Q.	PTA	1%	5%
Bloques	3	3	1.66 NS.	1.66 NS.	5.42	3.29
Tratamientos	5	5	64.94 **	53.88 **	4.56	2.90
Error	15	15				
Total	23	23				
C.V.%			13.76	17.47		

NS. = no significativo

\*\* = significativo al 1%

En el cuadro anterior indica que existe alta significancia entre tratamientos para la variable rendimiento transformada a capital en quetzales y producción total de alimentos.

Comparación de los rendimientos promedio de los tratamientos transformados a capital en Quetzales.

$\bar{X}_t$	=	12.68	a
$\bar{X}_{t^3}$	=	7.51	b
$\bar{X}_{t^4}$	=	6.21	b c
$\bar{X}_{t^5}$	=	5.72	b c
$\bar{X}_{t^2}$	=	4.58	c
$\bar{X}_{t^6_1}$	=	2.32	d

Tratamientos promedio con la misma letra son estadísticamente iguales, según la prueba de tukey al cinco por ciento.

De los resultados de la comparación anterior, puede notarse que el promedio del tratamiento tres, que es la asociación higuierillo-frijol-maíz, es superior a los promedios de los otros tratamientos. Entre los tratamientos cuatro y cinco, que es la asociación higuierillo-maíz y maíz en monocultivo respectivamente, no existe diferencia significativa; mientras que sí la hay entre los tratamientos restantes y el tratamiento cuatro, excepto el tratamiento dos.

El promedio del tratamiento uno, que es el higuierillo sembrado en monocultivo es el más bajo, siendo diferente a los demás promedios de los tratamientos. Por lo tanto, el higuierillo sembrado en monocultivo no es

recomendable; mientras que asociado con frijol y maíz, si se recomienda de acuerdo a los resultados de este experimento, ya que se obtiene un mar gen de ganancia con los cultivos asociados.

En cuanto al análisis de la producción total de alimentos (PTA), tu vo un comportamiento similar al rendimiento transformado a capital en - Quetzales, ésta se vió afectada por los tratamientos aplicados (cuadro - 2), estableciéndose que el sistema higuierillo-frijol-maíz fue el más - efectivo con un valor promedio de 2.67 toneladas por hectárea y significativamente diferente según la prueba de tukey a los otros sistemas de asocio y sistemas en monocultivo.

Comparación de los tratamientos aplicados para la producción total de alimentos.

$X t$	=	2.67	a
$X t^3$	=	2.06	b
$X t^4$	=	1.76	b
$X t^5$	=	0.92	c
$X t^2$	=	0.59	c
$X t^1_6$	=	0.42	c

Tratamiento promedio con la misma letra, son estadísticamente iguales, según la prueba de tukey al cinco por ciento.

### 6.3 DE LA RENTABILIDAD DEL ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL PRIMER AÑO DE CULTIVO

En el cuadro número tres, se presentan los costos de producción, rendimiento y rentabilidad de los diferentes tratamientos en asociación y en monocultivo en kilogramos por hectárea.

CUADRO 3. Costos de producción, rendimiento promedio y rentabilidad de los diferentes tratamientos por hectárea, del higuierillo, maíz y frijol en asociación y monocultivo, obtenidos en San Pedro Ayampuc, Guatemala 1984.

TRATAMIENTO No. NOMBRE	COSTO DE PRODUCCION Q.	RENDIMIENTO $\bar{x}$ Kg/Ha	RENTABILIDAD %
1 Higuierillo	403.50	585.00	- 42.54
2 Higuierillo Frijol	585.56	590.00 332.97	1.92
3 Higuierillo Frijol Maíz	930.52	627.50 400.20 1 644.11	36.22
4 Higuierillo Maíz	650.80	563.12 1 500.00	15.41
5 Maíz	502.74	1 762.74	23.43
6 Frijol	418.88	416.26	9.32

En este cuadro observarse que el tratamiento 3, que es la asociación higuierillo-frijol-maíz, presenta una rentabilidad de 36.22 por ciento, - pues los cultivos asociados en este caso aportan una ganancia en grano y una disminución en los costos de producción.

El tratamiento 5, que es el maíz sembrado en monocultivo, fué el que presentó la mayor rentabilidad de los tres testigos y los tratamientos dos y cuatro con un 23.43 por ciento de rentabilidad.

De los tratamientos dos y cuatro que son las asociaciones higuierillo frijol é higuierillo-maíz respectivamente, el tratamiento número cuatro, - resultó con una mayor rentabilidad de 15.41 por ciento sobre una rentabilidad de 1.92 por ciento del tratamiento dos. Esto se debe al bajo rendimiento del frijol, sin embargo comparando con el testigo uno, el cultivo asociado aportó ganancia en grano y disminución en los costos de producción.

Por otro lado el higuierillo sembrado en monocultivo, tuvo pérdidas con una rentabilidad negativa de 42.54 por ciento. Esto se debe a que la producción de semilla del higuierillo en los primeros cortes es baja por haber pocos racimos florales por planta.

#### 6.4 DEL RENDIMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS

En el cuadro cuatro, se presentan los rendimientos de los tratamientos en kilogramos por hectárea.

CUADRO 4 Rendimiento en kilogramos por hectárea de los tratamientos obtenidos en San Pedro Ayampuc, Guatemala 1984.

REPETICION					
TRATAMIENTO No. NOMBRE	I	II	III	IV	$\bar{x}$
1 Higuierillo	605.00	615.00	662.50	567.50	585.00
2 Higuierillo	617.00	640.00	540.00	562.50	590.00
Frijol	314.56	324.44	311.26	381.62	332.97
3 Higuierillo	777.50	642.50	567.50	522.50	627.50
Frijol	395.26	380.43	434.78	390.32	400.20
Maíz	1 508.77	1 729.32	1 874.69	1 463.66	1 644.11
4 Higuierillo	580.00	587.50	515.00	570.00	563.14
Maíz	1 983.29	1 617.38	1 007.52	1 051.87	1 500.00
5 Maíz	2 073.52	1 709.27	1 216.37	2 051.87	1 762.74
6 Frijol	441.37	408.43	421.61	393.61	416.26

Como puede observarse en este cuadro, el higuierillo en el tratamiento tres, que es el sistema de asocio higuierillo-frijol-maíz, su rendimiento promedio fué mayor que el testigo, tratamiento uno, higuierillo en monocultivo y los tratamientos dos, que es el sistema de asocio higuierillo-frijol y el tratamiento cuatro, que es el sistema de asocio higuierillo-

maíz. Esto indica según resultados de este experimento, que el higuerrillo obtiene mayores rendimientos al asociarlo con los dos cultivos simultáneamente.

En cuanto al frijol su rendimiento fué similar en el tratamiento tres, que es el sistema higuerrillo-frijol-maíz y el tratamiento seis, - que es el frijol en monocultivo, siendo menor en el tratamiento dos, que es el sistema higuerrillo-frijol.

Con respecto al maíz, su rendimiento fué similar, tanto en los sistemas de asocio como en monocultivo.



#### 6.5 RELACION DE LOS RESULTADOS CON OTROS TRABAJOS

Los resultados obtenidos en el experimento indican que los tratamientos en que se asoció el higuerillo, se obtuvo ganancia en producción por hectárea y no pérdida, lo cual está de acuerdo con lo expresado por -- Evans (6); que indica una total ganancia en producción por acre usualmente y nunca una pérdida.

PROPIEDAD DE  
B

INSTITUTO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

## 7. CONCLUSIONES

De los resultados anteriores y las condiciones prevalecientes durante la conduccion del estudio se concluye lo siguiente:

- 7.1 El crecimiento y rendimiento del higuierillo no se ven afectados al cultivarlo en asociacion con los cultivos maíz y/o frijol, por lo que la primera hipótesis planteada se rechaza.
- 7.2. Si existe diferencia en la rentabilidad del higuierillo al asociarlo con los cultivos maíz frijol en el primer año de siembre, por lo tanto la segunda hipótesis planteada se acepta.
- 7.3. De la asociación higuierillo-maíz-frijol, se obtiene una mayor ganacia (Q. 339.00) y rentabilidad (36%) en relacion con las otras asociaciones y los otros cultivos sembrados en forma independiente.

## 8. RECOMENDACIONES

- 8.1. En primer lugar se recomienda la utilización del sistema de asociación de los tres cultivos (higuerillo-maíz-frijol), por lo menos para el primer año de siembra por las razones siguientes:
  - a. Por ser el más rentable, produciendo mayores utilidades en comparación con los otros sistemas en monocultivo.
  - b. Por haberse observado una menor incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos asociados, específicamente en el frijol.
- 8.2. Para fines de investigación se recomienda continuar el análisis en el segundo año del ciclo del cultivo del higuerillo.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR GIRON, R. 1966. Relación de algunos aspectos de la flora útil de Guatemala. 2 ed. Guatemala, Tipografía Nacional. - p. 233-234, 265-271.
2. BURGOS, C.F. 1978. Sistemas integrados de cultivos alimenticios como medio para proveer una dieta adecuada. Turrialba, C.R., CATIE. 37 p.
3. CALERO H., E.; REYES T., S. 1979. Sistemas de siembra maíz-higuerillo como cultivos asociados para la zona montañosa de Manabí. Revista Técnica INIAP (Ec) 2(2): 24-27.
4. CULTIVE El higuerillo. s.f. Guatemala, Empresa Nacional de Plástico y Recinas. (desplegable).
5. ERICKSON, A.L.; GENIS, M. 1975. Sistemas de producción de cultivos alimenticios. Actividades en Turrialba (C.R.) 3(2): 2-4.
6. EVANS, A.C.; SREEDHARAM, A. 1962. Studies of intercropping II; - Castor-bean with groundnuts or soya-beans. Agricultural and Forestry Journal (East African) 1(1): 7-8.
7. GARCIA SECAIDA, J.A. 1954. Estudio sobre industrialización de la semilla de algunas variedades de higuerillo. Tesis Per. Agr. Villa Nueva, Guatemala, Escuela Nacional de Agricultura. 46 p.
8. GUATEMALA. ISNTITUTO NACIONAL DE FOMENTO PECURIO. 1966. Cultivo, mercadeo e industrialización del higuerillo. Guatemala. 82 p.
9. GUZMAN, E.F. 1979. Consideraciones ecológicas preliminares sobre la adaptación y desarrollo del cultivo del higuerillo en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 117 p.
10. HOLDRIDGE, L. 1983. Mapa de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:600,000.
11. LANDAVERDE, A. 1942. Las plantas oleaginosas. México, Editorial Bartolomé Truco. p. 207-208.
12. LEON GARRE, A. 1954. Manual de agricultura. Barcelona, España, Salvat. p. 1956-1959.

13. LITTLE, T.M.; HILL, E.J. 1981. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. por Anatolio de Paula C. México, Trillas. p. 59-65.
14. LOMA, J.L. DE LA. 1982. Experimentación agrícola. 2 ed. México, UTEHA. p. 258-261.
15. MARTER, A.D. 1981. Castor; markets, utilization and prospects. London, Tropical Products Institute. p. 4-5.
16. MORALES ESCALANTE, S. 1982. Guía técnico agrícola. Guatemala, Dirección General de Servicios Agrícolas. p. irr.
17. RAUDALES, L.A.; DIAZ DEL V., D.; DERAS, M.J. 1975. Aspectos agroindustriales de la higuierilla. Tegucigalpa, Banco Central de Honduras. p. 10-34.
18. RIOS VALLADARES, E.V. 1977. Contenido de aceite y toxicidad de 7 -- variedades de higuierillo (Ricinus communis L.) y algunos aspectos agronómicos del cultivo en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 26 p.
19. SIMMONS, C.S.; TARIMO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 739-741.
20. SORIA V., J. 1975. Los sistemas de agricultura en el istmo centroamericano. Turrialba, C.R., CATIE. 21 p.
21. SPANGENBERG, G.E. 1935. Cultivo del recino. Washington, EE.UU., Unión Panamericana. Boletín No. 106. 8 p.
22. TOBAR HERRERA, J.R. 1981. Evaluación de 3 densidades de siembra en variedades guatemaltecas e híbridos sudafricanos del cultivo del higuierillo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 27 p.

10. 30.  
*Patruillo*



**A P E N D I C E**



## APENDICE II

Rendimiento de maíz en kilogramos por hectárea

REPETICION	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO
I	T <sub>3</sub>	1 508.88
	T <sub>4</sub>	1 983.29
	T <sub>5</sub>	2 073.52
II	T <sub>3</sub>	1 729.32
	T <sub>4</sub>	1 617.38
	T <sub>5</sub>	1 709.27
III	T <sub>3</sub>	1 874.69
	T <sub>4</sub>	1 007.52
	T <sub>5</sub>	1 216.37
IV	T <sub>3</sub>	1 463.66
	T <sub>4</sub>	1 391.81
	T <sub>5</sub>	2 051.80



### APENDICE III

Rendimiento de frijol en kilogramos por hectárea

REPETICION	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO
I	T <sub>2</sub>	314.56
	T <sub>3</sub>	395.26
	T <sub>6</sub>	441.37
II	T <sub>2</sub>	324.44
	T <sub>3</sub>	380.43
	T <sub>6</sub>	408.43
III	T <sub>2</sub>	311.26
	T <sub>3</sub>	434.78
	T <sub>6</sub>	421.61
IV	T <sub>2</sub>	381.62
	T <sub>3</sub>	390.32
	T <sub>6</sub>	393.61



LA TESIS TITULADA: EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DEL HIGUERILLO ( Ricinus comunis L.) EN MONOCULTIVO Y EN ASOCIACION CON LOS CULTIVOS MAIZ (Zea mays L.) Y FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) EN EL PRIMER AÑO DE SIEMBRA.

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: HORACIO HUMBERTO LINARES DE LEON REGIL.

CARNET No. 36173

Ha sido evaluada por los profesionales: Ingenieros Agrónomos Marco Tulio Aceituno y Víctor Hugo Méndez.

El Asesor y 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. Anibal Martínez  
ASESOR

Ing. Agr. Hugo A. Tobías  
DIRECTOR IIA.

IMPRIMASE;

Ing. Agr. Anibal Martínez  
DECANO



/dydea

