

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

DETERMINACION DE LAS RAZAS DE Fusarium oxysporum  
f. sp. pisi, AGENTE CAUSAL DE MARCHITEZ EN ARVEJA  
CHINA (Pisum sativum L.) EN LOS DEPARTAMENTOS DE  
SACATEPEQUEZ Y CHIMALTENANGO

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

TESIS  
POR  
AIDA LUCRECIA DE LEON RIVADENEIRA  
EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO  
EN  
SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL DE 1995

Guatemala, abril de 1995.

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

Señores representantes:

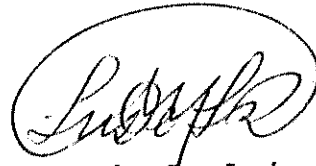
De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

**"DETERMINACION DE LAS RAZAS DE Fusarium oxysporum f. sp. pisi, AGENTE CAUSAL DE MARCHITEZ EN ARVEJA CHINA (Pisum sativum L.) EN LOS DEPARTAMENTOS DE SACATEPEQUEZ Y CHIMALTENANGO".**

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

Esperando que el presente trabajo de investigación llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato presentarles mi agradecimiento por la atención a la presente.

Atentamente,



Aida Lucrecia De León Rivadeneira

**ACTO QUE DEDICO****A DIOS****A MARIA AUXILIADORA****A MIS PADRES**

Santiago Alfonso De León Bravo.  
Argentina Violeta Rivadeneira de De León.

**A MIS HERMANOS**

Zandra, Otsman, Marisol, Mely, Magda,  
Blas Alfonso, Violeta, Santiago Astolfo,  
Dulce y Kary.

**A MIS SOBRINOS**

Glenda Argentina, Osman Alfonso, José  
Eduardo, Dulce Valeria, Edgar Alfonso y  
Andrea Paola.

**A MIS AMIGOS Y COMPANEROS.**

**TESIS QUE DEDICO**

**A:** La Facultad de Agronomía.

La Universidad de San Carlos de Guatemala.

A mis compañeros de Sistemas de Cultivos I y II,  
Campamento Chichoj, San Cristobal Verapaz, Alta Verapaz.

## AGRADECIMIENTO

A: Mis asesores: Ing. Agr. Edil Rodriguez e Ing. Agr.  
Eduardo Garcia Turnil.

Ing. Agr. Gustavo Alvarez.

Ing. Agr. Leonel Cruz.

## CONTENIDO

CONTENIDO.....	vii
INDICE DE CUADROS .....	ix
RESUMEN .....	x
1. INTRODUCCION.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. MARCO TEORICO.....	5
3.1 MARCO CONCEPTUAL.....	5
3.1.1 Antecedentes.....	5
3.1.2 Organismo causal.....	5
3.1.3 Clasificación.....	8
3.1.3.1 <u>Fusarium oxysporum</u> f. sp. pisi.....	8
3.1.3.2 Razas de <u>F. oxysporum</u> f. sp. pisi.....	9
3.1.4 Ciclo de la Enfermedad.....	9
3.1.4.1 Suelo.....	9
3.1.5 Presencia del Hongo en la Planta.....	10
3.1.6 Características de Razas de <u>Fusarium</u> .....	10
3.1.7 Síntomas.....	12
3.1.8 Epidemiología.....	13
3.1.9 Relación Hospedante-Parasito.....	14
3.1.10 Control.....	15
3.2 MARCO REFERENCIAL.....	16
3.2.1 Estudios realizados en Guatemala.....	16
3.2.1.1 Adaptabilidad de dos variedades de arveja resistentes a <u>F. oxysporum</u> f. sp. pisi.....	17
3.2.1.2 Evaluación de diferentes métodos para el control de hongos del suelo en arveja.....	18
3.2.1.3 Evaluación de <u>Bacillus subtilis</u> en el control biológico de <u>F. oxysporum</u> en arveja china.....	18
3.2.2 Estudios realizados en otros países.....	19
4. OBJETIVOS.....	21
5. HIPOTESIS.....	22

hace necesaria la búsqueda de alternativas no químicas para el control de hongos del suelo (5).

En el altiplano Guatemalteco en los último años se han realizado investigaciones, enfocadas al control de *F. oxysporum* f. sp. *psi*, en el cultivo de arveja china (5,10,11). Dentro de los trabajos que se realizan, se encuentra la evaluación de los métodos físicos, químicos, culturales y de resistencia genética.

Dentro de este último, para evaluar la resistencia genética, es fundamental conocer las razas del hongo predominantes en la región, para luego tomar medidas que beneficien, principalmente en reducir los altos costos por el uso de productos químicos como el de la contaminación ambiental.

En tal sentido, en el presente trabajo se utilizó el método de plantas diferenciales para la determinación de razas existentes en el cultivo de arveja china, que para el caso de Guatemala se reportaron las razas 1 y 2, siendo la segunda la de mayor predominancia en los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala la investigación sobre los factores que afectan la producción de arveja china (Pisum sativum L.), es muy reducida y de difícil acceso.

Sin embargo se sabe que en dicho cultivo la marchitez causada por el hongo Fusarium oxysporum f. sp. pisi puede infectar hasta un 80% dentro de una plantación e incluso incrementar las pérdidas en un 100% (2,10). Además, dado a que el único método de control utilizado es el químico y por las exigencias de calidad y cantidad de residuos químicos acumulados en el producto, del mercado internacional, los productores de arveja china se ven obligados a usar pesticidas sin registro en EPA e incrementar las dosis en cantidades que muchas veces causan la acumulación de residuos tóxicos superiores, ya que no existe fungicida permitido en arveja para el suelo, lo que ha generado en varias ocasiones el rechazo del producto (2,5,7). La presencia y persistencia del hongo en el suelo es un problema que se ha dado a consecuencia del monocultivo en los últimos años, y a la no utilización de prácticas culturales como destrucción de rastrojos, rotación de cultivos entre otras y además la alta susceptibilidad que presentan las variedades comerciales a el hongo F. oxysporum. (12).

Por lo anterior se plantea que la forma más económica y segura para el control de la marchitez es la utilización de variedades resistentes, pero para poder introducir dichas variedades es necesario conocer que razas del hongo se encuentran presentes bajo condiciones locales y con ello posteriormente se



pueda verificar su eficiencia en cuanto a adaptabilidad y productividad bajo las condiciones Guatemaltecas.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 MARCO CONCEPTUAL

##### 3.1.1 Antecedentes

La arveja china es un cultivo afectado por diversas enfermedades de la raíz dentro de las que destacan Fusarium oxysporum y Rhizoctonia solani. Estos hongos provocan diversos síntomas como lo son clorosis, marchitez, pudriciones y en casos extremos la muerte de la planta; se tiene reportes de algunas plantaciones donde se ha alcanzado hasta el 100% de incidencia (2,10).

Fusarium oxysporum f. sp. pisi está más asociado a la marchitez y existen alrededor de seis razas identificadas a nivel mundial, aunque en Guatemala no se han realizado estudios detallados al respecto (10,17).

De las variedades de arveja china sembradas en Guatemala, la variedad Oregon sugar Pod II(enana) posee tolerancia a por lo menos una de las razas de Fusarium oxysporum, siendo menos afectada por este hongo (10).

##### 3.1.2 Organismo Causal

Fusarium oxysporum Schlecht. Emend. Snyder y Hans f. sp. pisi (van Hall) Snyder y Hans, es la causa de la marchitez en la arveja. La raza 1 y 2 fueron descritas en 1928 y 1933, respectivamente, y aislamientos de estas razas pueden ser aun recobrados de suelos infestados en la mayoría de áreas donde se cultiva arveja en el mundo. Aislamientos de las razas 1 y 2

recuperadas de campos son remarcadamente similares, no importando el origen geográfico (1,3,16,21,22).

La raza 1 produce micelio aéreo con poco o casi nada de pigmentación cuando crece en PDA y se ajusta a un pH de 4.5. El micelio aéreo puede tener filamentos y una esporulación de gran expansión, con poco o nada de macroconidias y número limitado de microconidias cuando crece en PDA (16).

En medio de cultivo la raza 2 también produce micelio aéreo y puede formar filamentos, y presenta una pigmentación, púrpura a negra en la mayoría de cultivos, esto ocurre cuando crece en PDA acidificado. La esporulación es profusa con abundante producción de macroconidias y microconidias. Las razas 5 y 6 son similares a la raza 1. El crecimiento lineal y la tasa de crecimiento de las razas 1,5 y 6 son aproximadamente iguales y son más lentas que las tasas de la raza 2 (1,16).

Las cuatro razas producen abundantes células yemales en medio líquido. La raza 2 típicamente produce 40-50 millones de células por centímetro cúbico de 5 a 7 días mientras que las razas 1,5 y 6 producen de 2-6 millones de células por centímetro cúbico durante un período similar (1,16).

La variabilidad cultural y la variabilidad patogénica son comunes en las razas de Fusarium oxysporum que causan marchitamiento en arveja.

Las transferencias repetidas solo en agar pueden resultar en una selección de un tipo de cultivo atípico de los patotipos, recabados de los suelos infestados o de plantas infestadas en forma natural. Un procedimiento que puede ser usado para minimizar esto

y mantener el tipo silvestre es aislar en un medio semisólido, incrementarlo en un cultivo líquido, transferir las yemitas de células al suelo, secarlo y almacenarlo a temperaturas de 3-10°C.

El almacenamiento en suelo seco previene crecimiento vegetativo y retiene el tipo silvestre en los cultivos (1,3,16,17).

Cuando se describen las razas o patotipos de Fusarium oxysporum f. sp. pisi, deben ser usados cultivares o variedades diferenciales con genes dominantes conocidos para resistencia.

Los cultivares diferenciales usados fueron derivados de una simple selección de plantas y la semilla almacenada de cada cultivar es mantenida y examinada por homocigosis de los genes que son los que dominan la resistencia de Fusarium. Cuando los cultivares comerciales con los mismos nombres son usados, puede ser obtenida una información conflictiva, debido a la variabilidad genética del cultivar. Por ejemplo, New Season originalmente examinada como segregadora con resistencia a la raza 6, a través de recolección de simples plantas, esta diferencial es ahora estable y homocigótica para resistencia (1,3,9,16,17).

F. oxysporum f. sp. pisi puede existir en cuatro estados: Micelio septado; microconidia (2.5 a 4  $\mu\text{m}$  por 6 a 15 $\mu\text{m}$ ); macroconidia que es típicamente fusiforme, hialino y multiseptado (3.5 a 5.5  $\mu\text{m}$  por 25 a 22  $\mu\text{m}$ ); y como clamidosporas. La importancia relativa de estos estados en el suelo es desconocida, aunque se sabe que son igualmente importantes como agentes infectivos en la raíz del hospedante (1,3,4,9,16,17,22).

### 3.1.3 Clasificación

Reino: Fungi  
División: Mycota  
Sub-División: Eumycota  
Clase: Fungi imperfecto o Deuteromycete  
Orden: Moniliales  
Familia: Tuberculariaceae  
Genero: Fusarium  
Especie: Fusarium oxysporum Schlecht.  
Forma especial: pisi (van Hall) Snyder & Hans. (4)

#### 3.1.3.1 Fusarium oxysporum f. sp. pisi

Existe confusión en la nomenclatura de Fusarium y se ha comprendido utilizar el termino "Formae speciales" (Forma especial). Esto se define como signos patológicos que son indistinguibles de signos saprofiticos de la misma especie pero que muestran diferentes propiedades fisiológicas en su habilidad de parasitar hospederos especificos.

Originalmente se pensó que cada "Formae speciales" tenia patogenicidad especifica a un solo hospedero, y esto lo indica los nombres de hospederos utilizados para identificarlos. Este concepto de alta selectividad patogénica llevó al establecimiento de diversas formae speciales, que subsecuentemente mostraron ser solo razas de aquellas descritas para otros hospederos (3,16,21)

### 3.1.3.2 Razas de Fusarium oxysporum f. sp. pisi

En el cuadro 1, se describen las diferentes razas de F. oxysporum f. sp. pisi, su sintoma principal y su autoridad (16,21).

Cuadro 1: Razas de Fusarium oxysporum f. sp. pisi según sintoma principal y autoridad.

Razas <u>F. oxysporum</u> f. sp. pisi	Sintoma	Autoridad
Raza 1	marchitez	Linford (1928)
Raza 2	casi marchitez	Snyder (1933)
Raza 3	casi marchitez	Schreuder (1951), Amarillamiento Labruyere et al (1959)
Raza 3A	Marchitez	Buxton (1955)
Raza 4	Marchitez	Bolton et al (1966)
Raza 5	Marchitez	Haglund y Kraft (1970)
Raza 6,7,8,9,10,11.	Marchitez	Armstrong y Armstrong (1974).

Resumido por Hubbeling (1974) (21).

### 3.1.4 Ciclo de la Enfermedad

#### 3.1.4.1 Suelo

El hongo sobrevive en el suelo o en rastrojos de cultivo, principalmente como clamidospora, pudiendo sobrevivir en el suelo por más de 10 años. Es diseminado a través del movimiento

de suelo o rastros contaminados, por el agua, viento o las personas. Cuando las condiciones son favorables, el hongo germina y es favorecido por heridas causadas por nematodos o por otros hongos como *Rhizoctonia* spp., penetrando las raíces y avanzando a través del sistema vascular. La diseminación de largas distancias ocurre por el transporte de semilla contaminada o infectada (1,3,17,20).

### 3.1.5 Presencia del Hongo en la planta:

En plántulas los síntomas tempranos consisten en tallos delgados y más pequeños de lo normal. El sistema radicular aparece normal sin embargo, cuando se hace un corte longitudinal del mismo se observa una decoloración rojiza o anaranjada en el sistema vascular. Esta decoloración se extiende hasta la base de la planta afectada y es debida a degradación de los tejidos por acción de enzimas celulolíticas del hongo, lo que también causa taponamiento del floema conduciendo a la marchitez y muerte de las plantas. En plantas adultas aparece un amarillamiento progresivo de las hojas de la base al ápice de la planta, siendo muchas veces un amarillamiento unilateral; es decir de un solo lado de las hojas (3,9,17).

### 3.1.6 Características de Razas de *Fusarium*

El marchitamiento por *Fusarium* (raza 1) en arveja fue descubierto por primera vez por Jones y Linford en Winsconsin en

1924. Para 1928 esta enfermedad se conocía, que ocurría en la mayor parte de área con mayor producción de arveja de los Estados Unidos. Con la introducción de cultivares de arveja resistentes a la raza 1, un segundo marchitamiento de arveja fue observado y nombrado "casi marchitamiento" (raza 2) o "cerca de marchitamiento", el cual es similar a la enfermedad de San Juan reportada en Holanda(3,9,16).

Las descripciones de los síntomas de marchitez son confusas a excepción de 2 síntomas de la enfermedad identificados: "marchitez" y "cerca de marchitez". La marchitez también se conoce como enfermedad de San Juan, porque sus síntomas son más visibles al rededor del día de San Juan, 24 de junio. El follaje del hospedero se torna amarillo, con las estipulas y foliólos acolochados hacia abajo y hacia adentro. Un síntoma típico de enfermedad vascular en hospederos con hojas compuestas (3,9,16).

Esta raza ( Raza 2) está diseminada y ha sido reportada en todas las áreas donde cultivan arveja de los Estados Unidos y en la mayoría de áreas del mundo en donde se siembra arveja(3,9,16).

Las razas 3 y 3A del patógeno fueron reportadas en Europa y la raza 4 en la parte central de Canadá. Las relaciones genéticas entre el hongo y el hospedante u hospedero no se han dilucidado para estas razas (3,9,17).

La marchitez de arveja causada por las razas 5 y 6 fueron reportadas en la parte occidental del estado de Washington en la década del 70. Estas razas son conocidas o son de importancia económica solamente en esa área y en la parte sur occidental de British columbia (3,9,17).



### 3.1.7 Síntomas

Razas 1,5 y 6: Sus síntomas tempranos incluyen un acolochamiento hacia abajo de las hojas y estípulas, el entrenudo basal puede engrosarse y las hojas y los tallos pueden ser más brillosas y más rígidas que aquellas que no han sido infectadas.

El sistema radicular superficialmente aparece normal, sin embargo cuando se secciona longitudinalmente, este podría tener un color amarillo-naranja en el tejido radicular. Esta decoloración en las raíces se extienden hacia el epicotilo y el tallo basal de la planta infectada, conforme la enfermedad se desarrolla, las hojas basales se amarillan progresivamente de la base del tallo hacia el ápice de la planta (3,16,22).

Cuando la temperatura del suelo es de 20°C hacia arriba la enfermedad progresa rápidamente y la parte aérea total de la planta muere. Cuando el sistema radicular esta libre de la invasión por organismos que producen pudriciones radiculares o de patógenos secundarios, las yemas auxiliares se desarrollan del tallo basal hacia los próximos dos nudos; el desarrollo del tallo de estas yemas es limitado por la eventual muerte del sistema radicular (3,9,16,17,21).

Raza 2: Síntomas en plantas individuales, son similares a aquellas producidas por las razas 1, 5 y 6. Estos síntomas incluyen una decoloración grisáceo del follaje un acolochamiento o enrollamiento hacia abajo de las hojas y estípulas, y un amarillamiento progresivo de las hojas de la base al ápice de la planta. Cuando la enfermedad desarrolla lentamente el

amarillamiento y marchitamiento puede ser unilateral moviéndose hacia arriba solo de un lado de la planta antes que el otro. La coloración más intensa que en razas 1,5, y 6 ocurre en el tejido vascular de las raíces y los tallos. La coloración es de naranja a roja oscura y progresa del sistema radicular hasta cerca del ápice de la planta (3,9,16,17).

La infección con la raza 2 usualmente causa una descomposición cortical secundaria. Esta descomposición puede ser asociada con organismos que causan pudriciones radiculares secundarias, con la raza 2 sola o ambas (3,16,17,22).

### 3.1.8 Epidemiología

La epidemiología en el campo de las razas 1,5 y 6 es similar. Inicialmente plantas individuales son infectadas y mueren antes de la cosecha en verde. Con el incremento potencial de inóculo producido por el monocultivismo, pequeñas áreas circulares se desarrollan y todas las plantas en estas áreas mueren cuando se siembra con variedades susceptibles; estas áreas se agrandan y coalescen formando áreas irregulares de plantas muertas. El grado de pérdida y de diseminación en campos individuales depende del potencial de inóculo, temperatura (20-21°C es el óptimo), cultivar y la conducividad del suelo al patógeno *Fusarium* (1,3,4,9,16,17,22).

La raza 2 es casi universalmente distribuida en todas las regiones arvejeras y comúnmente causa de 1 a 3% de plantas infestadas en los campos. Bajo condiciones ideales para el

patógeno, las pérdidas pueden ser severas y los campos enteros pueden ser destruidos. Estas pérdidas usualmente ocurren en las partes maduras del área de crecimiento debido a lo elevado de la temperatura del suelo. El patrón de desarrollo en campos individuales no es el mismo que la raza 1. Plantas infectadas con la raza 2 presentan grupos regados en el campo y no tan concentrado en áreas discretas como la raza 1. La raza 2 usualmente causa las pérdidas más severas en suelos de texturas limosos. Cuando las temperaturas están cerca de 25°C. "Cerca de marchitamiento" baja significativamente los rendimientos y la calidad de arveja. La mezcla de plantas muertas, infectadas y plantas sanas resulta en una maduración irregular a la cosecha y consecuentemente pérdidas en rendimiento y calidad.

Campos con moderado número de plantas infectadas "cerca de marchitamiento" maduran más rápido que las que no están infestadas lo que dificulta el tiempo de cosecha óptimo (1,3,4,9,16,17,22).

### 3.1.9 Relaciones Hospedante-Parásito

Cuatro genes son reconocidos que confieren la resistencia a razas individuales de *F. oxysporum* f. sp. *psii*. Cada uno de estos genes es independiente y confiere la resistencia a una sola raza. A la fecha, únicamente un gen dominante simple para resistencia ha sido usado en el desarrollo de cultivares comerciales de arveja.

La resistencia es completa cuando el gen dominante es usado como una fuente de resistencia. The American Phytopathological

Society(3), reporta una metodología para la identificación de los genes resistentes. Inicialmente las plántulas crecen en vermiculita por 7-10 días (tiempo necesario para el desarrollo de raíces secundarias), y luego son removidas. Las raíces son cortadas de 2-2.5 cms. abajo del punto de donde se encuentran los cotiledones y son inmediatamente sumergidas en una suspensión de esporas. El tiempo en que se mantienen las plantas en la suspensión de esporas es de 3 a 5 seg., con ello se han inoculado las plántulas. Luego son sembradas en una mezcla de perlita esterilizada a un pH de 6.5 a 7 y una temperatura de invernadero de 18 a 22°C. Plantas susceptibles mueren 20 a 30 días después de la inoculación (1,3,16,17,21).

La resistencia a la raza 1 es gobernada por el gen Fn (Wade 1929), y a la raza 2 por Fnw (Hare, et. al. 1949). La resistencia a las razas 4 y 5 se ha atribuido a diversos genes recesivos (Mathews y Dow 1972). El uso de cultivares que poseen estos genes resistentes es muestra de la aplicación exitosa del mejoramiento de plantas al control de un patógeno del suelo.

### 3.1.10 Control

El único control económico a la marchitez por fusarium es la resistencia varietal a las razas 1,2, 5 y 6 y es llevada por genes dominantes simples en resistencia vertical, la resistencia horizontal ha sido observada pero no es completa cuando el potencial de la enfermedad es alta y en donde los cultivares son muertos o maduran mucho antes que las plantas que no están enfermas

causando pérdidas en rendimiento y calidad de arvejas.

La resistencia a la raza 1 ha eliminado la marchitez en las plantaciones comerciales; la resistencia del gen a sido estable por más de cuarenta años y ha sido incorporada a casi todos los cultivares. La resistencia a la raza 2 es disponible en cultivares comerciales de calidad aceptable de procesamiento, sin embargo por la regularidad de la resistencia a la raza 1, está no a sido desarrollada ni considerada necesaria para la industria de la arveja (3,17,22).

Cultivares resistentes a la marchitez incitada por la raza 5 o la raza 6 son necesarios únicamente en las áreas en donde se encuentran estas razas. Cultivares con resistencia a las razas 1, 5 y 6 son esenciales para dar consistencia y continuar la producción en áreas infectadas.

La utilización de variedades con resistencia a marchitez causada por fusarium no es un sustituto de las buenas prácticas culturales, pero deben ser usados en combinación con ellas; ejemplo la rotación de cultivos, en los posible, en aquellas plantaciones que han sido infectadas con fusarium (16,17).

## **3.2 MARCO REFERENCIAL**

### **3.2.1 Estudios realizados en Guatemala**

Resultados de estudios preliminares, realizados en septiembre de 1989, por el Dr. Haglund de la Universidad Estatal de Washington con muestras colectadas en Guatemala, indican la

existencia de raza 2 causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisii*.

De un total de 33 tallos de arveja del grupo 1 (cultivares oregón), fueron recuperados 9 colonias de *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisii*, un segundo grupo de 25 tallos de arveja (Mammoth Melting Sugar), de los cuales fueron recuperadas únicamente 3 colonias.

De ocho aislamientos de *Fusarium* que fueron examinados para patogenicidad utilizando cultivares diferenciales de arveja se obtuvieron los siguientes resultados: Grupo 1: dos reaccionaron como raza 2, uno como débil de la raza 2 y 1 como no patogenico, otro de los materiales del grupo 1 reaccionó en una forma similar al prototipo B el cual no ha sido verificado como una nueva raza.

De los aislamientos del grupo 2, uno reaccionó como débil de la raza dos y otro como raza 1. (17).

### 3.2.1.1 Adaptabilidad de dos variedades de arveja china resistentes a *Fusarium oxysporum* forma especial *pisii*.

Se evaluaron dos variedades de arveja china resistentes a *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisii*, comparadas a 4 variedades comerciales en Guatemala, para determinar adaptación y características agronómicas en las primeras variedades y cuantificar la reacción a las enfermedades de las segundas. El estudio se realizó en Santa María Cauqué, Sacatepéquez.

Las variedades introducidas por su resistencia a *F. oxysporum* fueron Medalist y Pea HP 309-83-3, que presentaron desadaptabilidad al medio y alta susceptibilidad a *Ascochyta* spp. De las 4 variedades comerciales en el país, únicamente la variedad Oregon

Sugar Pod II mostró ser moderadamente resistente al hongo *F. oxysporum*. Las otras variedades como la Mamouth Melting Sugar, Snow Flak y Kawano fueron susceptibles a este patógeno (12).

#### 3.2.1.2 Evaluación de diferentes métodos para el control de hongos del suelo en arveja china.

Los hongos del suelo *Rhizoctonia solani*, *Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum* f. sp. *psii*, constituyen uno de los factores más limitativos en la producción de arveja china en Guatemala.

Una práctica de control generalizada es el uso de productos químicos, algunos sin registro "EPA" para el cultivo o usados indiscriminadamente. Se evaluaron métodos no químicos para el control del hongo del suelo en la Alamenda, Chimaltenango. Los tratamientos evaluados fueron: Solarizado, Encalado, Control Químico (Orthocide), Potasio y Testigo absoluto. En su orden solarización y encalado fueron los mejores tratamientos, aunque el segundo tuvo mayor rentabilidad (13).

#### 3.2.1.3 Evaluación de Bacillus subtilis en el control biológico de Fusarium oxysporum en arveja china.

Con el propósito de evaluar la efectividad de la bacteria *Bacillus subtilis* para el control de *Fusarium oxysporum*, se evaluaron 2 dosis, en combinación con Captan y materia orgánica, en 3 localidades: Patzicia, Chimaltenango, San Bartolomé Milpas Altas y Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez, En las 2 primeras

localidades se usó un diseño de parcelas subdivididas y en la tercera se trabajó con bloques al azar. Se concluyó que si existe control sobre *F. oxysporum* y que la mejor dosis evaluada fue 16 onzas de *Bacillus* en 100 libras de semilla.

La incidencia más alta del patógeno se manifestó en el tratamiento materia orgánica y los más altos rendimientos se obtuvieron con el tratamiento 16 onzas de *Bacillus* + Captan. Se recomendó su evaluación con otras variedades y repetirlo en época de invierno (6).

### 3.2.2. Estudios realizados en otros países

En 1930, la marchitez de la arveja se reconoció como la enfermedad más importante de arveja seca y procesada en Estados Unidos. Subsecuentemente se encontró que estaba presente através del continente Europeo y Australia.

La resistencia a la raza 1 es gobernada por el gen  $F_n$  y a la raza 2 por  $F_{nw}$ . La resistencia a las razas 4 y 5 se ha atribuido a diversos genes recesivos. El uso de cultivares que poseen estos genes resistentes es muestra de la aplicación exitosa de el mejoramiento de plantas al control de un patógeno del suelo. En 1950 el patógeno se volvió importante en el Reino Unido, cuando se sembraron cultivares de alta susceptibilidad para el creciente mercado de arveja. Las pérdidas de grandes cultivos se sostuvieron debido al uso de tales cultivares.

La baja de esta forma de producción en favor de arveja con el uso consecuente de cultivares resistentes Americanos y



Continental y la reubicación de las producciones cercanas a las fábricas de procesamiento en Lincolnshire y Norfolk, ha demostrado que la enfermedad es ahora de poca importancia económica (17,21).

#### 4. OBJETIVOS

Determinar las razas de Fusarium oxysporum f. sp. pisi presentes en arveja china (Pisum sativum L.) en los departamentos de Sacatepequ ez y Chimaltenango, mediante el uso de plantas diferenciales.

## 5. HIPÓTESIS

En los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango existe más de una raza del hongo Fusarium oxysporum f. sp. pisi, de las ya existentes a nivel mundial que afecta al cultivo de arveja china (Pisum sativum L.).

## 6. METODOLOGÍA

Para la realización de la investigación se plantearon las siguientes etapas:

### 6.1. Localización del experimento

El experimento, se realizó en el invernadero de la Facultad de agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicado en la Ciudad Universitaria, Zona 12 de la ciudad capital de Guatemala.

El lugar se encuentra situado en la latitud  $14^{\circ}35'$  y a una longitud  $90^{\circ}35'$ . Se localiza a una altitud de 1502 msnm, con una precipitación media anual de 1248.8 mm, los cuales se encuentran distribuidos en 110 días a lo largo del año. La humedad relativa promedio es de 74% (18)

Presenta una temperatura mínima de  $13.7^{\circ}\text{C}$ , una media de  $18.2^{\circ}\text{C}$  y una máxima de  $24.7^{\circ}\text{C}$ . La velocidad del viento es de 15.4 Km/hr, con dirección nor-este (18).

La zona de vida, según holdridge es bosque húmedo sub-tropical templado (8).

### 6.2. Recolección de Muestras

Se procedió a recolectar muestras de tallos de arveja china de diferentes localidades del Altiplano Central comprendidas entre los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez. De cada localidad se tomaron muestras de tallos infectados con Fusarium

oxysporum; estos tallos se tomaron de la parte media de la planta, para no correr riesgos de recolectar Fusarium solani, ya que presenta síntomas similares cerca de la raíz y puede confundir con F. oxysporum. motivo por el que se recolectaron tallos a una altura de 15 a 20 cms arriba de la raíz, por lo que para el presente estudio se uso un total de 16 muestras.

Cuadro 2: Localidades muestreadas según variedad sembrada y presencia del hongo Fusarium oxysporum f. sp. pisi.  
julio - Septiembre 1994

LOCALIDAD	MATERIAL
<b>SACATEPEQUEZ</b>	
Magdalena Milpas Altas	Mammoth (Gigante)*
Santo Tomás Milpas Altas	Oregon (Enana)**
Santiago Sacatepéquez	Oregon
San Lucas Sacatepéquez	Oregon
Santa María Cauqué	Oregon
Sumpango	Oregon
<b>CHIMALTENANGO</b>	
El Tejar	Oregon
Patzún	Oregon
Aldea Cojobal, Patzún	Mammoth
Aldea Las Camellias, Patzún	Oregon
Aldea La Trompeta, Patzún	Mammoth
Aldea El Sitio, Patzún	Oregon
Camán, Patzicia	Oregon
Chirijuyú, Patzicia	Oregon
Patzicia	Oregon
La Alameda	Mammoth

\* Variedad Mammoth Melting Sugar, Hábito gigante

\*\* Variedad Oregon Sugar Pod II, Hábito enano.

Las muestras de plantas fueron identificadas con el nombre de la localidad y variedad sembrada del cultivo. Luego se almacenaron en un lugar seco y posteriormente se guardaron en bolsas de papel debidamente identificadas, para preservar el hongo (16).

### 6.3. Esterilización de la Cristalería

Las cajas de petri; vidrios de reloj y papel secante, se colocaron para su esterilización en un horno a 180 °C durante 2 horas.

### 6.4. Preparación del Medio (PDA)

Para la preparación del medio se utilizó PDA (Papa, Dextrosa y Agar) en polvo; se mezclaron 20 gr. de PDA en 500 ml de Agua Destilada; luego se esterilizó el medio en autoclave por 15 minutos a 15 lbs de presión; seguidamente se aplicó ácido clorhídrico a una concentración de 1N, gota a gota para acidificar el medio a un pH de 4.5-5. este se midió con papel pH (16).

### 6.5. Aislamiento

De los tallos recolectados se aisló el hongo, para luego obtener cultivos puros; este aislamiento se realizó cortando partes pequeñas de tallos infectados, seguidamente se realizó una desinfección en la cámara de aislamiento, utilizando agua esterilizada, alcohol al 95% de solución comercial y una solución de hipoclorito de sodio al 0.1%. Posteriormente se pasaron a papel secante esterilizado para absorber la mayor cantidad de agua del material desinfectado, para ser sembrado en las cajas de petri con PDA acidificado para el desarrollo de colonias (16).

En un tiempo de 3 a 5 días de sembrado el hongo se procedió a

realizar montajes para verificar si existía desarrollo de *F. oxysporum*, para esto se utilizó la clave de *Fusarium*(22); luego se realizaron transferencias del hongo, a cajas de petri con medio PDA con antibiótico para desarrollar colonias puras libres de contaminantes.

#### 6.6. Método utilizado para evitar contaminantes:

El método que se utilizó para evitar contaminantes fue Estreptomycin, a razón de 1.8 ml. por cada 500 ml. de medio (PDA), esto fue utilizado como antibiótico para evitar el desarrollo de contaminación por bacterias que existen en el laboratorio. El antibiótico se utilizó con la finalidad de desarrollar cultivos puros libres de bacterias que inhiban el desarrollo del hongo.

#### 6.7. Preparación de Inóculo

Después de desarrolladas colonias puras, en un tiempo de 7 a 10 días , luego de realizada la transferencia se llevaron a una licuadora en donde se utilizaron 3 cajas de petri con colonias bien desarrolladas por localidad en 200 ml de agua esterilizada, para obtener la mayor cantidad de esporas para la inoculación.

La solución se pasó por un tamiz para eliminar la mayor cantidad de sólido (PDA), luego se ajustó con hematocímetro para obtener una concentración aproximada de  $1 * 10^6$  esporas/200cc.

### 6.8. Siembra de Plantas para Inoculación

Se utilizaron macetas de 15 cms. de diámetro y 15 cms. de profundidad, las que fueron desinfectadas con alcohol al 95% de solución comercial y llenadas con tierra esterilizada en autoclave, en un tiempo de 15 minutos a 15 lbs. de presión para evitar algún contaminante o microorganismo que pudiera interferir o inhibir el desarrollo del hongo.

En cada maceta se sembraron 3 semillas de cada variedad diferencial; posteriormente, estos permanecieron en el invernadero (16 a 18 °C) durante un lapso de 16 a 20 días, hasta cuando las plántulas habían formado de 4 a 5 entrenudos.

### 6.9. Procedimiento para Inoculación

Las plántulas fueron removidas del recipiente, teniendo el cuidado de no dañarlas.

Aproximadamente de 1 a 2 cms. de raíces de las plantas fueron cortadas con una tijera debidamente desinfectada con alcohol etílico al 95%.

El remanente de raíces hasta cubrir los cotiledones de las plántulas fueron sumergidas dentro de un recipiente que contenía el inóculo, durante 3 a 5 segundos.

Las plántulas inoculadas fueron trasplantadas a un recipiente con tierra estéril para que desarrollará *Fusarium* únicamente.

Las plantas inoculadas fueron regadas suficientemente durante 3 días después del trasplante. Después de éste periodo se



humedeció lo necesario y se agregó a la siguiente semana una solución de Urea, con la finalidad de acidificar el suelo para que el hongo desarrollara en condiciones favorables, y así presentar respuesta en los materiales evaluados por localidad.

## 6.10. Análisis de la información

### 6.10.1 Variedades diferenciales

Para la identificación de razas de *F. oxysporum* f. sp. *psii*, se usaron siete variedades diferenciales procedentes de Washington State University, los cuales se enumeran en el cuadro 3.

Estos materiales son utilizados como un método de resistencia genética a nivel mundial, ya que presentan características de resistencia o susceptibilidad a determinada raza.

Cuadro 3: Reacción de variedades diferenciales de arveja a *Fusarium oxysporum* f. sp. *psii*.

Diferenciales	Razas				Desconocidas	
	1	2	5	6	Un-1	Un-2
Little Marvel	S*	S	S	S	S	S
Darkskinn Perfection	R**	S	S	S	S	S
New Era	R	R	S	S	S	R
New Season	R	R	S	R	S	S
WSU 23	R	R	R	S	S	S
WSU 28	R	S	R	R	S	S
WSU 31	R	R	R	R	R	S

Fuente: William A. Haglund and H. S. Pepin, *Fusarium wilt of peas in British Columbia*. Canadian Journal of plant Pathology 9:59-62, 1987 (16).

\* Susceptible

\*\* Resistente

### 6.10.2 Evaluación

Se tomo como planta susceptible toda aquella que presentó los síntomas de marchitez, decoloración en la planta (plantas amarillas), y presencia de una línea roja en el sistema vascular.

Las hojas se amarillan progresivamente de la base del tallo hacia el ápice de la planta. La enfermedad se desarrolló lentamente, el amarillamiento y marchitamiento en algunos casos es unilateral moviéndose hacia arriba solo de un lado de la planta antes que el otro, la coloración es de naranja a roja oscura y progresa del sistema radicular hasta cerca del ápice de la planta. (3,9,16,17,22).

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 Localidades recolectadas

Las localidades fueron elegidas de acuerdo a la presencia de Fusarium oxysporum f. sp. pisi, y a la importancia del lugar, debido a que en estas áreas existe mayor cantidad de siembras del cultivo de arveja china.

En lo que respecta a las zonas del municipio de Patzún, se les dio mayor importancia a las aldeas Cojobal, Las Camelias, El Sitio y La Trompeta debido a que son las de mayor producción de arveja, las cuales representan un 60% del total de la producción del municipio y que manifiestan daños debido a la presencia del hongo en esta zona, por la de alta humedad y altas temperaturas durante el día.

Las áreas de Santa María Cauqué, Magdalena y Santo Tomás Milpas Altas fueron recolectadas debido a que presentan gran incidencia de este hongo.

El resto de localidades fueron elegidas debido a la importancia del cultivo en esas regiones y la presencia del hongo encontradas dentro del recorrido para la recolección en áreas afectadas del altiplano.

### 7.2 Identificación de Fusarium oxysporum, en laboratorio

Para poder desarrollar colonias puras, primero fue necesario verificar si se desarrollaba o no F. oxysporum, ya que en el cultivo de arveja china se presentan 2 especies, F. solani y

*oxysporum*; en el caso de *F. solani*, se presenta en la raíz, manifestando una coloración rojiza, llegando en algunos casos a confundirse con *F. oxysporum*, ya que presenta características similares, algunas veces *solani* se manifiesta en la parte vegetal (tallo) cerca de la raíz y provoca un amarillamiento al ahorcarla, evitando el paso de nutrientes.

Para tener la certeza de aislar *F. oxysporum*, se realizó la identificación tomando las siguientes características de la clave de *Fusarium*, siguiendo el sistema de taxonomía de Snyder y Hansen (22).

Las especies de *Fusarium* son diferenciadas, principalmente en la forma de la base de la macroconidia(22); en el caso de *F. oxysporum*; cuando se desarrolló en el medio PDA; muy poca macroconidias y abundantes microconidias, se desarrollaron por lo que se tomaron otras características para ser identificadas y poder ser transferido; para el desarrollo de colonias puras.

Por esta situación, otra característica, tomada en cuenta para la diferenciación de especies la cual fue de mucha ayuda, es la presencia o ausencia de microconidias y la forma de estas; para el caso de *F. oxysporum* desarrollado en PDA se observó abundantes microconidias, y también la presencia de Clamidosporas.

Para dichas observaciones se tomó en cuenta la siguiente clave.

- Microconidias, normalmente presentes; oval en forma de riñón(22).

- Clamidosporas normalmente presentes(22).
- En cultivo PDA, presenta una pigmentación violeta(22).
- En dos colonias desarrolladas en PDA de dos localidades, se manifestó una pigmentación naranja pálido, característico de *F. oxysporum*(3).

En el apéndice se presenta parte de la clave de Fusarium, para la identificación de especies.

### 7.3 Presencia de Razas por Localidad

Dentro de los muestreos realizados se determinaron las razas 1 y 2 en el altiplano central de Guatemala.

En el cuadro 4 se presentan los resultados de acuerdo a las localidades muestreadas y las variedades presentes en éstas, y las razas que atacan a este cultivo. En el año de 1989 el Doctor Haglund (17), reportó la presencia de razas en Guatemala, estudio que realizó en Washington Estados Unidos. En este informe únicamente se menciona, que de muestras de tallos de arveja, luego de los aislamientos e inoculaciones en plantas diferenciales se determinaron las Razas 1 y 2, sin mencionar áreas de muestreo.

Cuadro 4: Presencia de Razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. pisi. En los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango. julio- diciembre, 1994.

LOCALIDAD	MATERIAL	RAZAS
SACATEPEQUEZ		
Magdalena Milpas Altas	Mammouth	Raza 2
Santo Tomás Milpas Altas	Oregon	Raza 2
Santiago Sacatepéquez	Oregon	Raza 1
San Lucas Sacatepéquez	Oregon	Raza 2
Santa María Cauqué	Oregon	Raza 2
Sumpango	Oregon	Raza 2
CHIMALTENANGO		
El Tejar	Oregon	Raza 2
Patzún	Oregon	Raza 2
Aldea Cojobal	Mammouth	Raza 2
Aldea Las Camelias	Oregon	Raza 2
Aldea La Trompeta	Mammouth	Raza 2
Aldea El Sitio	Oregon	Raza 2
Camán	Oregon	Raza 1
Chirijuyú	Oregon	Raza 2
Patzicía	Oregon	Raza 2
La Alameda	Mammouth	Raza 2

De acuerdo a la presencia de razas por localidad se llegó a determinar, que la raza 2 se encuentra presente en un 87.5% ( 14 localidades) del total de muestras y que la raza 1 únicamente se presentó en un 12.5% (2 localidades) por lo que puede notarse que la raza de mayor predominancia en la zona arvejera del altiplano Guatemalteco es la raza 2.

#### 7.4 Características Observadas de Raza 1

Dentro de las razas presentes en Guatemala se encontró

Raza 1 (R1), en las localidades de El Camán y Santiago Sacatepéquez, esta raza presentó en medio de cultivo PDA, una coloración naranja pálido, produciendo una mínima cantidad de microconidias y macroconidias.

A esta raza únicamente fue susceptible la variedad Little Marvel, con la cual se determinó la presencia de esta en las dos localidades antes mencionadas, siendo resistentes los 6 diferenciales restantes.

En lo que respecta a características en el campo la raza 1 es difícil de diferenciar ya que como reporta la literatura (3) está raza al igual que la raza 5 y 6 presentan incidencia uniforme del hongo dentro de una plantación, lo que puede confundirse con cualquier raza presente en estado avanzado, que llega a destruir una plantación hasta un 100%.

#### **7.5 Características observadas de Raza 2 (R2)**

La Raza 2 (R2), es de mayor importancia debido a que se presentó en un 87.5% del total de las localidades muestreadas.

Esta raza presenta una coloración Morada o Púrpura al desarrollar colonias del hongo en medio PDA, y presentó gran cantidad de microconidias y baja cantidad de macroconidias, lo cual favoreció rápidamente la penetración y manifestación del hongo en la planta.

Debe hacerse notar que la raza 2 de *Fusarium oxysporum*, luego de ser aislada y transferida del medio, presenta una coloración naranja pálido, que posteriormente en la mayoría de casos de los 7

a 10 días de transferido y de desarrollar colonias puras en PDA, puede virar a color púrpura o morado, pudiendo confundirse con la coloración rosada o lila de el hongo *Fusarium solani* f. sp. *pisi*; pero como lo reporta la literatura (3), la raza 2 presenta una coloración púrpura.

En la mayoría de localidades una característica importante de campo, es que el hongo aparece aisladamente y que luego de avanzada la enfermedad causa la muerte total de la plantación. Este comportamiento es peculiar de la raza 2.

#### 7.6 Detección de razas con fines de manejo

La finalidad de determinar razas en el altiplano Guatemalteco esta encaminada a la búsqueda de soluciones, en el manejo del cultivo de arveja china, ya que actualmente no existe producto químico permitido para su uso en el suelo (7).

Desde que se principiò a cultivar la arveja china en Guatemala se han desarrollado algunas prácticas agrícolas que con el paso del tiempo se han vuelto costumbre entre los agricultores. Una de las prácticas que ha resultado negativa para el cultivo ha sido la forma de aplicación de plaguicidas no aceptados por la Agencia para la Protección del Ambiente del Gobierno de los Estados Unidos para el cultivo de arveja china (19).

La utilización de variedades resistentes a estas razas es una alternativa con la que se estaría disminuyendo el uso de químicos, y a la vez protegiendo el ambiente.



Es importante tomar en cuenta, que dada la severidad con que esta enfermedad disminuye los rendimientos en otros países, esta constituye una enfermedad potencial en el país, ya que puede estar asociada a condiciones favorables de clima, el poco uso de practicas culturales y uso de variedades susceptibles.

Definitivamente esta nueva alternativa de variedades resistentes, tendría que ser uso de prueba, en las localidades en donde se presentó el hongo, aunado a prácticas culturales, como rotación de cultivos, destrucción y quema de rastrojos entre otros para que se obtengan, buenos resultados.

## 8. CONCLUSIONES

1. La raza 2 (R2) se presentó en 14 localidades de un total de 16 analizadas.
2. La raza 1 (R1) se encuentra presente unicamente en las localidades de El Camán (Patzicia) y Santiago Sacatepéquez.

## 9. RECOMENDACIONES

1. Realizar pruebas de adaptabilidad de nuevas variedades que sean resistentes a las razas 1 y 2 en las localidades que presentan mayor presencia de inculo.
2. Realizar trabajos de identificación de razas, en los departamentos que empiezan a introducir el cultivo.

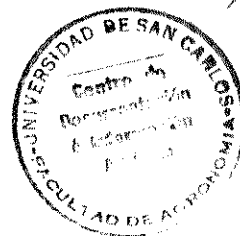
## 10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G.N. 1989. Fitopatología; enfermedades de las plantas ocasionadas por hongos. Trad. por Manuel Guzmán Ortiz. México, D.F., Limusa. 756 p.
2. ALVAREZ, G.; GARCIA, E. 1992. Estudio de hongos patógenos en arveja china. En Manejo integrado de plagas en arveja china; fase i: 1991-1992. V. Salguero, R. Fisher y D. Dardón eds. Guatemala, MIP-ICTA-CATIE-ARF. p. 63-68.
3. AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY (EE.UU.). 1984. Compendium of pea diseases. Minn., EE.UU. 57 p.
4. BARNET, H.L.; HUNTER, BARRY B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. 3 ed. EE.UU., Burgess Publishing Company. 241 p.
5. CALDERON, E.; GARCIA, E. 1992. Evaluación de diferentes métodos para el control de hongos del suelo en arveja china. En Manejo integrado de plagas en arveja china; fase i: 1991-1992. V. Salguero, R Fisher y D. Dardón eds. Guatemala, MIP-ICTA-CATIE-ARF. P. 83-90
6. CALDERON B, L.; CALDERON E. 1995. Evaluación de Bacillus subtilis en el control biológico de Fusarium oxysporum en arveja china. En Manejo integrado de plagas en arveja china; Fase iii: 1993-1994. D. Dardón y V. Salguero eds. Guatemala, MIP-ICTA-CATIE-ARF. p. 50-67.
7. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA (C.R.) 1995. Boletín de tolerancias de residuos de plaguicidas de Guatemala. Turrialba, C.R. p. 5
8. CRUZ S., J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 29-30.
9. DIXON, G. R. 1981. Vegetable crop Diseases. Westport, Conn., EE.UU., Pennsylvania State University. 43 p.

10. GARCIA CHIU, E. 1992. Manejo racional de plagas en arveja china. Guatemala, MIP-CATIE-ARF-ICTA. p. 44-52.
11. GARCIA T., E.; CALDERON, E. 1992. Manejo integrado de patógenos del suelo en arveja china con el uso de cal y control químico. En Manejo integrado de plagas en arveja china; fase i: 1991-1992. V. Salguero, R. Fisher y D. Dardón eds. Guatemala, MIP-ICTA-CATIE-ARF. P. 44-52
12. \_\_\_\_\_. 1993. Adaptabilidad de dos variedades de arveja china resistentes a Fusarium oxysporum f. sp. pisi. En Manejo integrado de plagas en arveja china; fase ii: 1992-1993. V. Salguero y D. Dardón eds. Guatemala, MIP-ICTA-CATIE-ARF. p. 2-7.
13. GARCIA T., E., DARDON, D., ARIAS, M. 1993. Evaluación de diferentes métodos para el control de hongos del suelo en arveja china. En Manejo integrado de plagas en arveja china; Fase ii: 1992-1993. V. Salguero y D. Dardón eds. Guatemala, MIP-ICTA-CATIE-ARF. p. 27-33.
14. GREMIAL DE EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES-GUATEMALA s.f. Guía práctica para el cultivo de arveja china. Guatemala. 13 p.
15. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. DIRECCION TECNICA DE SANIDAD VEGETAL. 1993. Resumen de exportaciones agrícolas. Guatemala. 120 p.
16. HAGLUND, W. A. 1989. A rapid method for inoculating pea seedling with Fusarium oxysporum f. sp. pisi. Wash., EE.UU., Washington State University. s.p.
17. \_\_\_\_\_. 1989. Results of isolations from pea stems collected in Guatemala. EE.UU., Washington State University. p. 4.

18. MENDEZ G., S. V. 1994. Evaluación de 2 productos biológicos y 2 químicos para el control del agallamiento radicular provocado por Meloidogyne sp., en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum), bajo condiciones de invernadero, en el municipio de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 54 p.
19. ROEHRS, M. 1992. Caso de Guatemala la arveja china de exportación. Guatemala, Agritrade. p. 1-6
20. SARASOLA, A.A., ROCCA, M.A. 1975. Fitopatología: curso moderno. Buenos Aires, Arg., AID. v.2, 374 p.
21. SHERF, A.R.; MACNAB, A.A. 1986. Vegetable diseases and their control. 2 ed. EE.UU., Wiley-Interscience. p. 483-501.
22. TOUSSOUN, T.A. , NELSON, P.E. 1976. Fusarium; a pictorial guide to the identification of Fusarium species according to the taxonomic system of Snyder and Hansen. 2 ed. Pa., EE.UU., Pennsylvania State University. 43 p.

Vo. Bo. *Rolando Barrios*



11. A P E N D I C E

## CLAVE

A. Microconidio normalmente presente, oval a forma de riñon, o esférico a forma de pera.

1. Microconidio, generalmente esférico a forma de pera (lámina 2).

*F. tricinatum.*

2. Microconidio, oval a forma de riñon (Lámina 2).

a. Clamidosporas, ausentes.

i. *F. moniliforme.\**

ii. *F. rigidiusculum.*

b. Clamidosporas normalmente presentes.

i. (Lámina 1,2,3,4) *F. oxysporum.\**

ii. (Lámina 3) *F. solani.\**

\* Existen cultivares y descripciones que son representativos con la descripción de especies.



## LAMINA 1

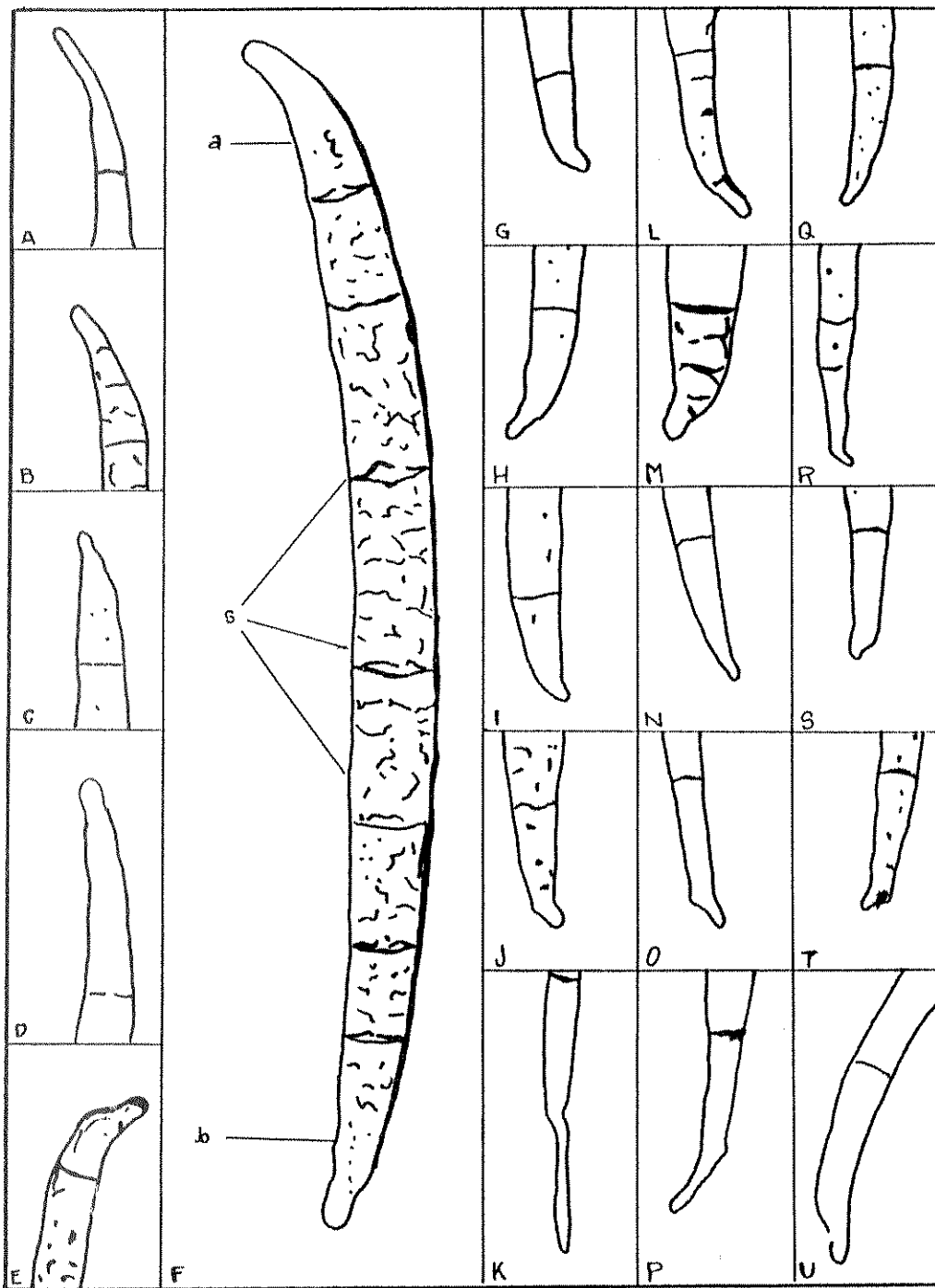


Lámina 1-(A\_E) Célula apical, macroconidio de *Fusarium lateritium*. (F) Macroconidio de *F. rigidiusculum* (a) célula apical, (b) célula basal, y (s) septa. (G-U) Ejemplos de células basales de macroconidios de: (G-H) *F. solani*; (I-J) *F. oxysporum*; (K-P) *F. roseum*; (Q) *F. episphaeria* y *F. nivale*; (R) *F. moniliforme*; (S) *F. tricinctum*; (T, U) *F. lateritium*. (All X 2,450)

## LAMINA 2

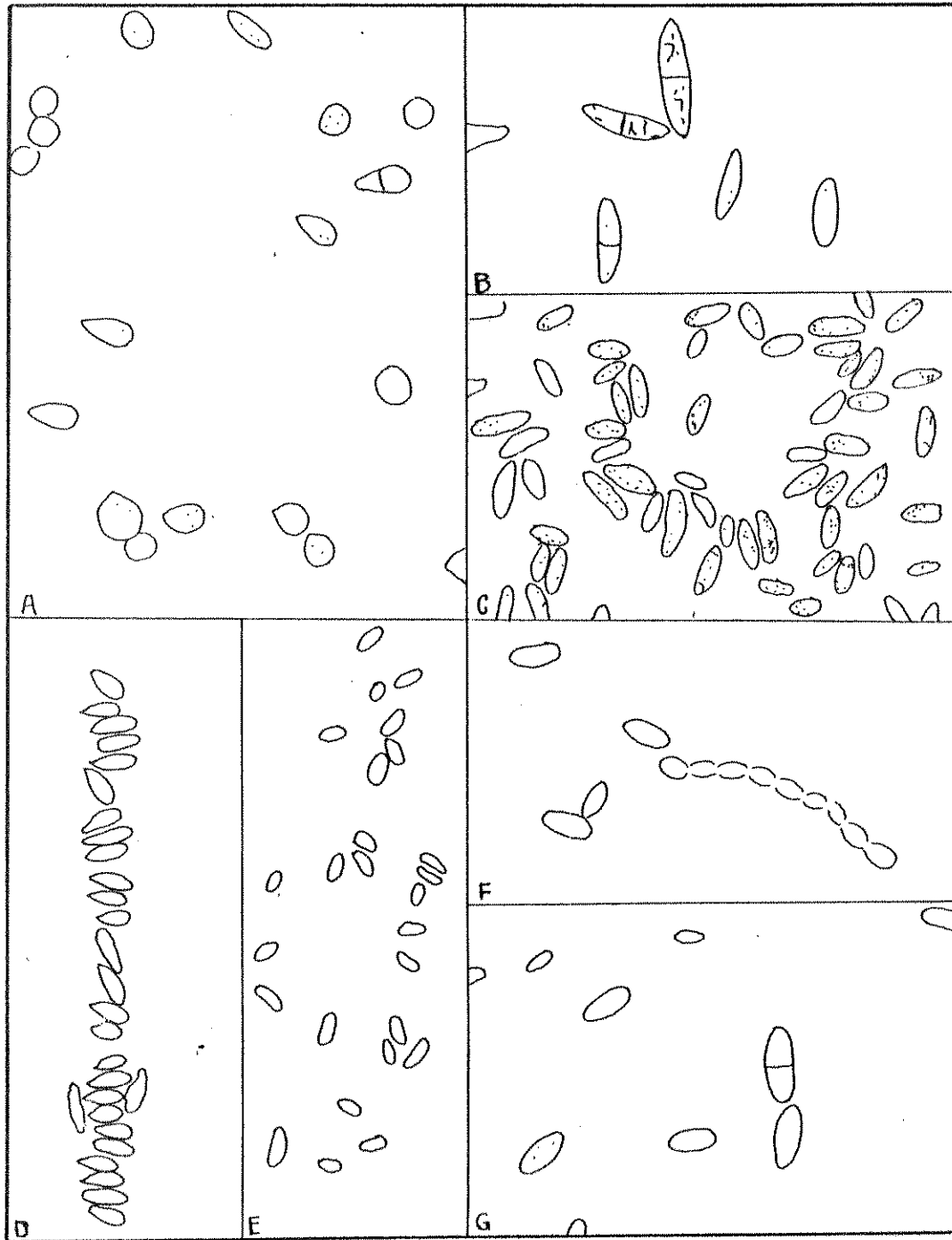


Lámina 2- Microconidio de (A) *Fusarium tricinctum*; (B, C) *F. solani*; (D) *F. miniliforme*; (E) *F. oxysporum*; (F, G) *F. rigidiusculum*. (All X 950)

## LAMINA 3

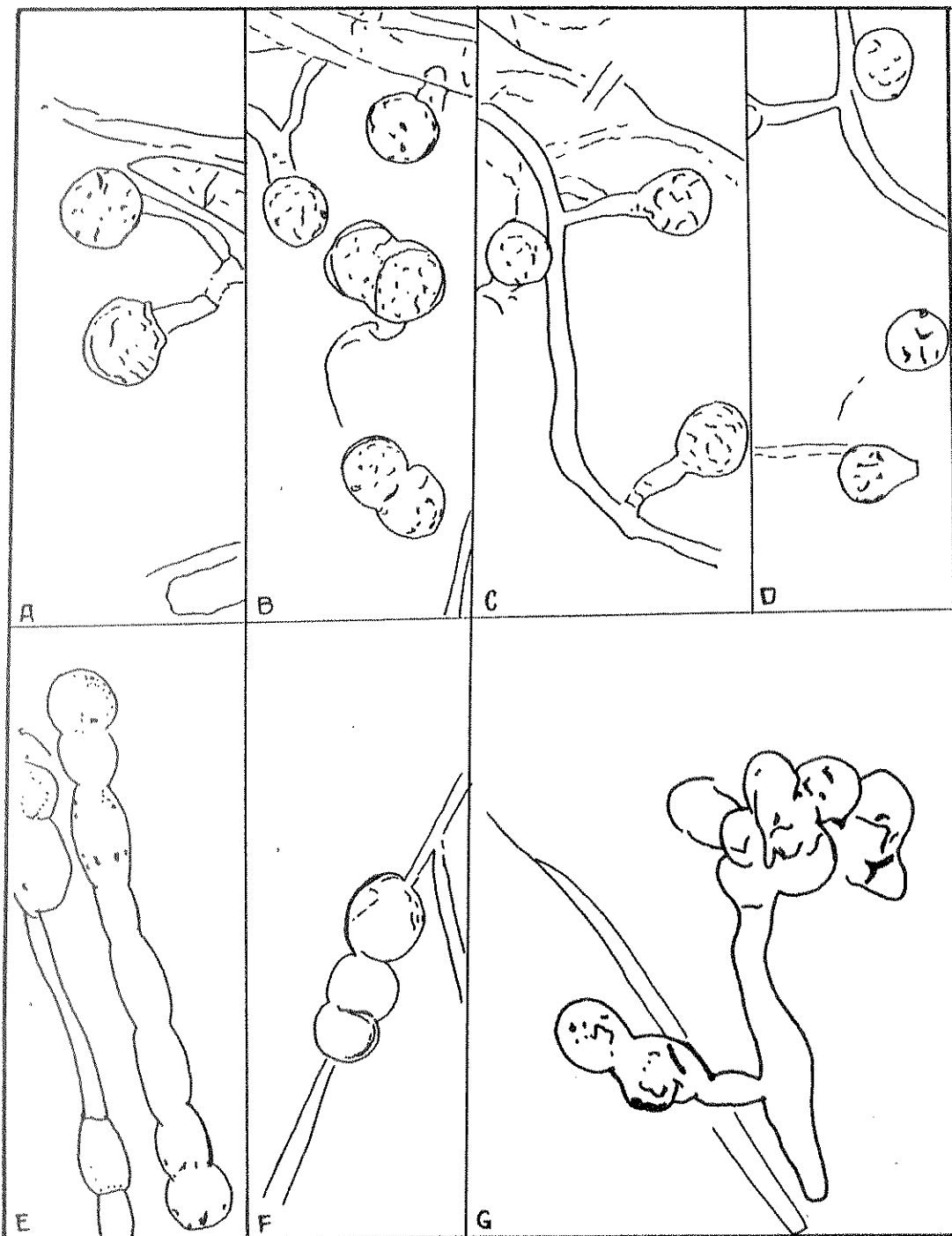


Lámina 3- Clamidosporas de: (A, B) *Fusarium solani*. Las clamidosporas son formadas usualmente simples o en pares. (C, D) *F. oxysporum*. Las clamidosporas son formadas usualmente simples o en pares. (E-G) *F. roseum*. Las clamidosporas son formadas usualmente en cadenas (E, F) o en racimos (G). (All X 1,660.)

## LAMINA 4

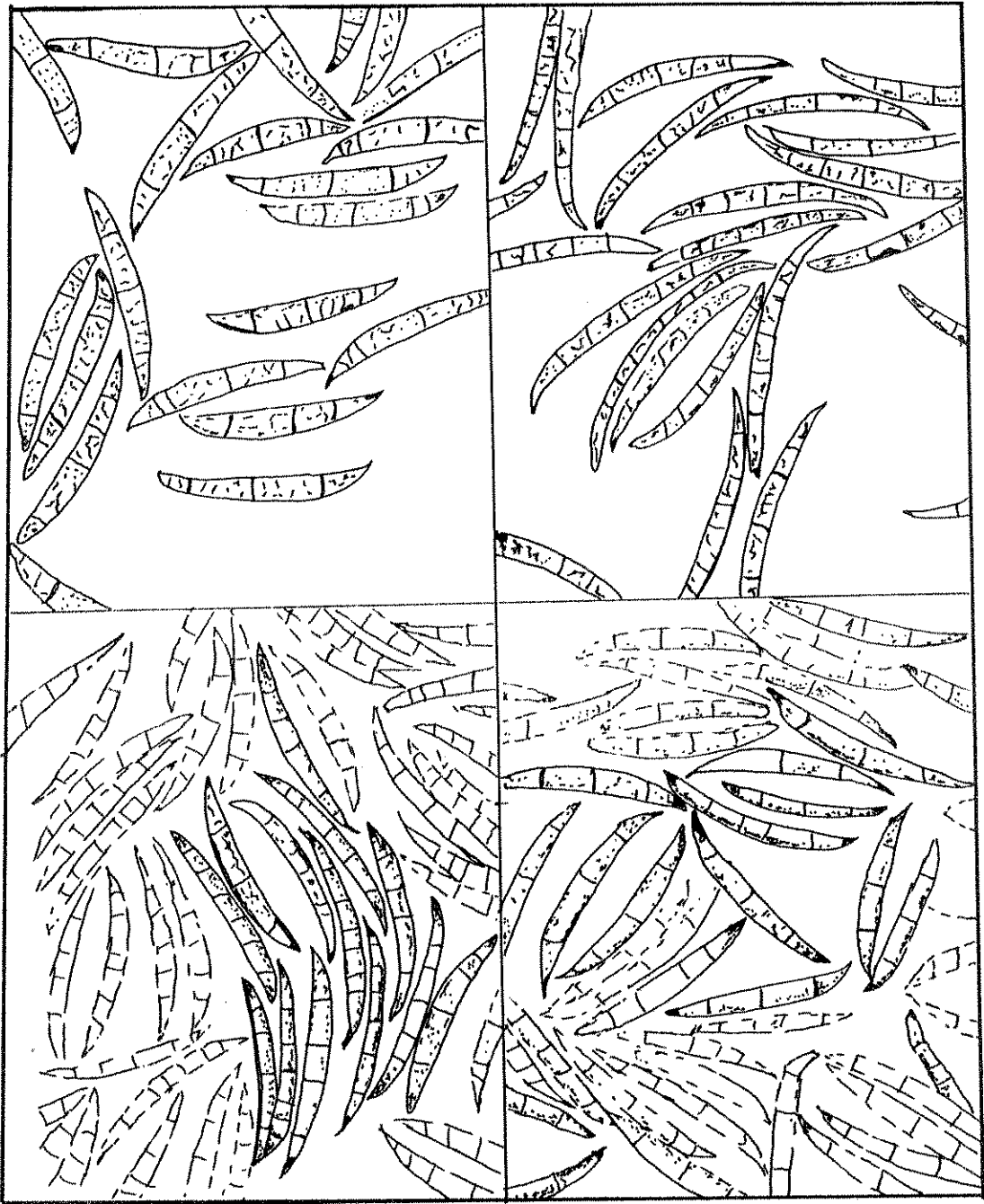
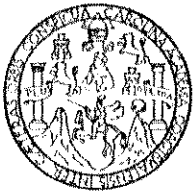


Lámina 4- *Fusarium oxysporum* (X 950). Los macroconidios son abundantes, producidos en falsas cabezuelas. Clamidosporas presentes. En PDA los cultivos pueden producir un pigmento de color violeta, en agar a menudo tienen un tinte púrpura, en el micelio aéreo. Esclerocios de un color negro-azul pueden estar presentes. El esporodioquio cuando está presente está de un color crema a salmón. Estas especies parecidas a *F. moniliforme* en cultivo, difieren en la morfología de la macroconidia, y en que estas producen abundantes clamidosporas mientras que *F. moniliforme* no las produce.

Según Booth C. 1971. Ellos también difieren en la morfología de los conidioforos. El estado perfecto es desconocido.



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

Ref. Sem.019-95


LA TESIS TITULADA: "DETERMINACION DE LAS RAZAS DE Fusarium oxysporum f.  
sp. lisi, AGENTE CAUSAL DE MARCHITEZ EN ARVEJA CHINA  
(Pisum sativum L.) EN LOS DEPARTAMENTOS DE SACATEPEQUEZ  
Y CHIMALTENANGO".

DESARROLLADA POR LA ESTUDIANTE: AIDA LUCRECIA DE LEON RIVADENEIRA


CARNET No: 8913525

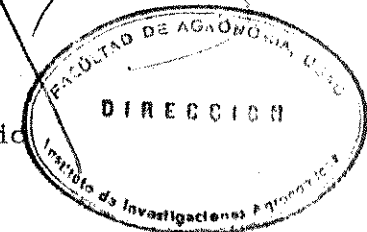
HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Gustavo Alvarez  
Ing. Agr. Salvador Sánchez  
Ing. Agr. Edgar Franco

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.

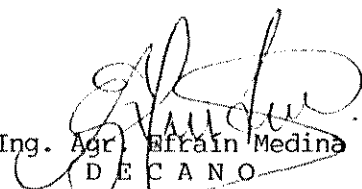
  
Ing. Agr. Eduardo García Turnil  
A S E S O R

  
Ing. Agr. Edil Rodríguez  
A S E S O R

  
Ing. Agr. Rolando Lara Alecio  
DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E

  
Ing. Agr. Efraín Medina Guerra  
D E C A N O



c.c. Control Académico APARTADO POSTAL 1545 • 01901 GUATEMALA, C. A.  
Archivo  
RL/prr.  
TELEFONO: 769794 • FAX (5022) 769675