

06
T(213)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“ZONIFICACION ECOLOGICA DE LAS PRINCIPALES
ENFERMEDADES DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)
EN LAS AREAS PRODUCTIVAS DE GUATEMALA”**



en el grado de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Enero de 1975.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

Rector de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Dr. Roberto Valdeavellano Pinot

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

<i>Decano:</i>	<i>Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra A.</i>
<i>Vocal 1o.</i>	<i>Ing. Agr. Salvador Castillo Orellana</i>
<i>Vocal 2o.</i>	<i>Ing. Agr. Ronaldo Prado Ramírez</i>
<i>Vocal 3o.</i>	<i>Ing. Agr. Carlos Guillermo Aldana G.</i>
<i>Vocal 4o.</i>	<i>P. Agr. Napoleón Medina</i>
<i>Vocal 5o.</i>	<i>P. Agr. Miguel Angel Carballo</i>
<i>Secretario:</i>	<i>Ing. Agr. Oswaldo Porres Grajeda</i>

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<i>Decano</i>	<i>Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra A.</i>
<i>Examinador</i>	<i>Ing. Agr. Ronaldo Prado Ramírez</i>
<i>Examinador</i>	<i>Ing. Agr. Luis Felipe Escobar</i>
<i>Examinador:</i>	<i>Ing. Agr. Salvador Sánchez Luarca</i>
<i>Secretario</i>	<i>Ing. Agr. Oswaldo Porres Grajeda</i>

Guatemala, 4 de Noviembre de 1974.

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Edgar Leonel Ibarra A.
Ciudad Universitaria.

Señor Decano:

En cumplimiento de la honrosa designación que la Honorable Junta Directiva me hiciera, por este medio me permito hacer de su conocimiento que he asesorado al P. Agr. Kaspar Rüegg Kagi en la elaboración de su tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dicha tesis, intitulada "Zonificación ecológica de las principales enfermedades del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en las áreas productivas de Guatemala", satisface los principios técnicos establecidos por la Universidad de San Carlos para la elaboración y presentación de este tipo de trabajo.

Con muestras de toda consideración y aprecio, me suscribo del Señor Decano.

Su atto. S.S.

(f) Dr. Eugenio Schieber

DEDICO ESTE ACTO

Al Creador

A MIS PADRES

*Pablo Rüegg (QPD)
Ida v. de Rüegg*

A MI ESPOSA

Angela B. de Rüegg

A MIS HIJOS

*Cinthia Beatriz
Oliver Estuardo*

A MI HERMANA

Heidy Rüegg

A LAS FAMILIAS

*Rüegg Hintermeister
Schieber Herbstreuter
Ortíz Okraza
Búcaro Posadas*

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE TRABAJO

DEDICO ESTA TESIS

A la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A investigadores y agricultores del país.

RECONOCIMIENTO

A la Dirección de Investigación Agrícola por otorgarme la oportunidad de ejecutar el presente trabajo.

Al Dr. Eugenio Schieber de manera muy especial por su valiosa asesoría y enseñanza.

A todas aquellas personas que en una u otra forma brindaron su desinteresada colaboración, también dejo constancia de mi gratitud.

El Autor.

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con lo que establecen los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis que se intitula:

**“ZONIFICACION ECOLOGICA DE LAS PRINCIPALES
ENFERMEDADES DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)
EN LAS AREAS PRODUCTIVAS DE GUATEMALA”**

Al presentarlo como requisito previo para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, confío en que merecerá vuestra aprobación.

Sin otro particular, me complace suscribirme de vosotros, atentamente,

K. Rüegg K.

CONTENIDO

I. INTRODUCCION

II. REVISION DE LITERATURA

II.1 *Descripción de las enfermedades del frijol en Guatemala*

II.1.1 *Enfermedades causadas por hongos*

II.1.2 *Enfermedades causadas por bacterias*

II.1.3 *Enfermedades causadas por virus*

II.1.4 *Otras causas*

II.2 *Descripción ecológica de Guatemala*

II.3 *Discusión sobre relación Hospedante-Patógeno-Ambiente*

II.3.1 *Temperatura*

II.3.2 *Humedad*

II.3.3 *Influencia del medio ambiente sobre las enfermedades del frijol*

III. METODOLOGIA Y RESULTADOS

III.1 *Zonificación de las áreas productivas del frijol en Guatemala*

III.2 *Zonificación ecológica de las áreas productivas*

III.3 *Evaluación de las enfermedades en las áreas productivas*

III.4 *Zonificación de las enfermedades en las áreas productivas de acuerdo a las condiciones ecológicas*

IV. DISCUSION

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

VI. LITERATURA CONSULTADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE LA INFORMACION

I. INTRODUCCION

Durante muchos años Guatemala ha venido comprando frijol del extranjero para llenar el faltante del consumo interno. Normalmente se ha mantenido un déficit para poder llenar la demanda nacional de este cultivo, recurriendo año con año a la importación del grano, siendo la balanza comercial desfavorable como consecuencia de que sus importaciones exceden a sus exportaciones.

La necesidad de disponer de mayores cantidades de frijol para satisfacer la demanda interna es evidente hoy en día. Este déficit se verá incrementado si se considera que las proyecciones del consumo, para los próximos años, muestran una tendencia creciente en la demanda de este grano.

Esto nos da la pauta de que es necesario incrementar considerablemente la producción de este grano básico; sin embargo, la producción de frijol se ha caracterizado porque está a cargo de pequeños agricultores, quienes usan prácticas de cultivo tradicionales, las cuales limitan la obtención de buenos rendimientos. Se ha podido observar que la producción comercializada ha experimentado una serie de oscilaciones, condicionada al incremento del número de hectáreas cultivadas y no a un incremento progresivo en los rendimientos por unidad de área cultivada.

Estos rendimientos están limitados por varios factores, dentro de los cuales según Cardona y Montoya (4) podemos considerar como importantes los siguientes:

1. *Prácticas de cultivo rudimentarias.*
2. *Variedades de bajo potencial de rendimiento.*
3. *Enfermedades y plagas que afectan seriamente al cultivo.*

4. Condiciones ambientales adversas.
5. Dificultades en la recolección, almacenamiento, distribución y comercialización del producto.

Normalmente se ha confrontado que el agricultor que ha encontrado incentivo para cultivar frijol, es en general de pocos recursos económicos y de un bajo nivel de instrucción que le impiden recibir información sobre nuevas prácticas de cultivo. Así también el área que usa es pequeña y las tierras son malas.

En nuestro medio se ha estudiado el problema de la producción de frijol, en función de los factores que intervienen en ella, tales como los recursos naturales, investigación, extensión, fomento, comercialización, etc.; sin embargo, muchas de estas finalidades no se han estudiado en su totalidad o nada de ello, debido más que todo a las siguientes causas (4):

- a) Carencia de personal técnico adecuadamente preparado.
- b) Insuficiencia de recursos financieros.
- c) Falta de programación adecuada de la investigación y extensión.

Así mismo se ha visto que existe una tendencia a realizar trabajos de investigación, principalmente en el aspecto del mejoramiento genético (introducción y pruebas de variedades) y mejoramiento agronómico sin considerar otros puntos de singular importancia que en conjunto forman parte de la investigación y que llegarían a solucionar el problema de la productividad.

Al considerarse los aspectos físicos y biológicos del cultivo del frijol, destaca la importancia que tiene la localización de las áreas del cultivo y las enfermedades presentes de acuerdo a las condiciones ambientales, sin menos preciar otros aspectos que también son de interés para el investigador y el agricultor.

Muchos de los bajos rendimientos se debe a la desubicación ecológica del cultivo. La sensibilidad del frijol a las pronunciadas variaciones anuales de los fenómenos meteorológicos, hace que a medida que la aptitud ambiental de una localidad se aleje del óptimo requerido por el cultivo, las probabilidades de obtener cosechas abundantes sean menores.

Para justificar la regionalización de las enfermedades de *Phaseolus vulgaris* L., bastará hacer un análisis de algunas necesidades que se presentan en la elaboración de planes y proyectos de desarrollo agrícola, tanto en su nivel regional, nacional o de áreas específicas.

El punto de partida en un primer caso, se puede encontrar a nivel de un país o de una región, donde los fitomejoradores establecen cuales son las localidades de las áreas en el territorio en el que se están trabajando, necesitando para ello, conocer las condiciones ecológicas, situación edáfica, así también las enfermedades y plagas de acuerdo al medio ambiente y otros puntos de menor importancia pero que no dejan de ser de interés para alcanzar las metas con un máximo de seguridad, garantizando un retorno de las inversiones a realizarse.

Un segundo punto se refiere a metas específicas en un plan de desarrollo, para lo cual es necesario determinar cuales son los objetivos que tienen las mejores perspectivas, para lo cual es necesario conocer las situaciones agronómicas, dentro del cual está la importancia de la investigación en nuestro medio, siendo necesario para esto, que se conozca la localización en orden de importancia de cada uno de estos daños.

Echandi en 1966 (9) realizó un trabajo sobre "Principales enfermedades del frijol observadas en diferentes zonas ecológicas de Costa Rica", considerando la importancia que constituye un trabajo de esta naturaleza para la investigación

y producción del cultivo. Schieber en 1970-73 (22-24) sugirió para la República Dominicana la realización del estudio sobre la distribución e incidencia de enfermedades en relación a las condiciones ecológicas de cada región.

Considerando la importancia de dicha información para nuestro medio, se me sugirió por parte del Dr. E. Schieber la realización de un trabajo de esta naturaleza, tomando en cuenta la necesidad que existe en la investigación, lo cual vendrá a contribuir al agro nacional.

De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo es un eslabón en la investigación que se viene realizando en el cultivo del frijol, no pretendiendo con ello solucionar los actuales problemas que confronta el país, sin embargo, aportará aspectos importantes para lograr beneficios en la agricultura nacional, siendo los objetivos fundamentales los siguientes:

- a) Conocer la ecología que prevalece en cada una de las áreas productivas de frijol en Guatemala.
- b) Evaluar las variaciones que presentan las enfermedades en las diversas zonas ecológicas de acuerdo a su incidencia.
- c) Zonificar las enfermedades en las áreas productivas de acuerdo a las condiciones ecológicas.
- d) Determinar las zonas que presenten mejores condiciones de producción, según la incidencia de enfermedades.
- e) Delimitar zonas para la producción de semilla libre de enfermedades.

II. REVISION DE LITERATURA

II.1 Descripción de las enfermedades del frijol en Guatemala.

Entre los mayores riesgos que el hombre enfrenta en su continua lucha para alimentarse y vestirse, se encuentra las enfermedades, plagas y las condiciones adversas del tiempo. La importancia económica de las enfermedades debe medirse no solamente por el verdadero daño que ocasionan, sino también por los costos de las medidas de prevención y control, así como las limitaciones que imponen a las clases y variedades de plantas que pueden ser cultivadas en determinadas zonas.

El cultivo del frijol en Guatemala es afectado por varias enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y otras causas. Algunas producen daños de importancia económica y otras aún que se manifiestan en la planta, no son de consideración.

Los patógenos causantes de estas enfermedades tienen diversas formas de penetración y manifestación. Algunos penetran a las plantas por las aberturas naturales, a través de la pared celular y en último caso por los daños causados por insectos y medios mecánicos. Una vez que el patógeno haya penetrado en el hospedante, se manifiestan diversas formas de sintomatología de acuerdo con el patógeno involucrado en la infección: necrosis, amarillamiento, manchas concéntricas, enrollamiento y deformación de las hojas, pústulas, etc.

Se han hecho varios informes sobre las enfermedades del frijol en Guatemala. El primero se realizó en 1950 por Müller (18) y en 1951 por LeBeau y Schieber. En 1964, B. B. O. realizaron el primer reconocimiento en enfermedades en las zonas frijoleras en el país. Más tarde, Schieber en 1964.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
B. B. O.
DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA Y PATOLOGIA VEGETAL

publicó las principales enfermedades del frijol que hasta ese tiempo estaban reconocidas en Guatemala.

Durante los últimos años, diversos patólogos del IICA-OEA han hecho observaciones de las enfermedades de frijol en Guatemala, identificando en algunos casos hasta las razas fisiológicas para unos patógenos.

Con base a estas observaciones anteriores y a las realizadas por el que escribe desde 1971 hasta la fecha, se presentan a continuación una descripción de las enfermedades de mayor importancia para Guatemala.

II.1.1 Enfermedades causadas por hongos

Antracnosis

Enfermedad incitada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. y Magn.) Scrib., que ataca a todas las partes aéreas de la planta (tallo, hojas, pecíolos, pedicelo, sépalo, brácteas florales y vainas); afectando por último la semilla en formación, siendo este uno de los medios de diseminación más comunes del patógeno (6).

Los síntomas típicos se manifiestan en las hojas y vainas. Las hojas presentan las lesiones en las nervaduras en forma necrótica, siendo la principal característica para reconocer la enfermedad. Conforme va desarrollando el hongo, va formando manchas acuosas, produciendo necrosis en todo el tejido. En ciertas ocasiones, las hojas quedan agujereadas en el centro de las manchas, debido a la acción del viento, terminando la hoja por secarse totalmente (28).

Las vainas presentan lesiones que varían desde simples puntitos hasta manchas de más de 10 mm de diámetro, circulares

hundidas, de color café con bordes rojizos. Al esporular el hongo, las manchas presentan un color gris por el desarrollo del acérvulo (6).

En el pecíolo y el tallo se desarrollan lesiones de color negro, pudiendo atacar también el pecíolo de los folíolos, infectando más tarde la base de las hojas. Las vainas que llegan a ser dañadas, infectan las semillas produciendo manchas ligeramente hundidas en la cáscara, que varían en tamaño y color. El patógeno permanece latente y es más tarde una fuente de inóculo en cultivos, al usarse esta semilla. El hongo también permanece de una estación a otra en residuos vegetales infectados. (Foto No. 1).

Mancha Angular.

La Mancha Angular es una enfermedad provocada por *Isariopsis griseola* Saccardo ampliamente distribuida en las regiones frijoleras del país.

Los síntomas característicos de este patógeno, son manchas angulares de color café a negro y cuerpos fructíferos del hongo (isaria) (21) que pueden observarse bajo condiciones ambientales favorables en el envés de las hojas, siendo estos los medios para poder identificar la enfermedad de otras que manifiestan características similares (28).

En las vainas y tallos aparecen síntomas parecidos a las causadas por Antracnosis, solo que en las vainas aparecen más superficiales y menos definidas en sus bordes. En ciertas ocasiones las manchas angulares desarrolladas entre venas, se caen, dejando la hoja totalmente agujereada y después se seca totalmente, causando severa defoliación que afecta el desarrollo fisiológico normal de la planta.

Roya.

Es conocida también por *Herrumbre del frijol* y es causada por el hongo *Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth.

Los primeros síntomas se manifiestan como pequeños puntitos transparentes, que bajo condiciones favorables se hacen eruptivos, rompiendo la epidermis; dando lugar a resaltar lo que comunmente se conoce como *pústulas*. Estas constituyen los *uredeos* en la fase inicial de infección que tienen un color anaranjado debido a las *uredosporas*; después se tornan de color café (*herrumbre*) por la producción de *teliosporas*. En ciertas ocasiones las vainas, pecíolos y tallos también son atacados debido a los cuerpos fructíferos (*uredo* y *teliosporas*) que infectan la planta (28).

Vargas (31) manifiesta que en las plantas afectadas se producen ciertas defoliaciones, debido a la oxidación provocada por el hongo del ácido indolacético que impide la formación de la capa de abscisión en pecíolos en las hojas sanas. A la vez detiene el desarrollo de las nuevas hojas, de las raíces y de la planta en general, debido a la incapacidad de las hojas infectadas de realizar la fotosíntesis. El IICA-OEA ha venido estudiando las razas del hongo en Guatemala y demás países Centroamericanos. (Foto No. 2).

Mancha Gris.

Esta enfermedad es conocida también como *Mancha Blanca* ó *Mancha Redonda*, provocada por *Chaetoseptoria wellmanii* Stev. Afecta plantas todavía en desarrollo, manifestándose más en las hojas inferiores que más tarde se secan totalmente, por interrumpirse las funciones fisiológicas por el ataque de este patógeno.

Los síntomas de esta enfermedad permite identificarla con facilidad en el campo. Al principio muestra manchitas café rojizo que al desarrollar forma una mancha redonda con varios millos a su alrededor de color gris y café claro. En el centro se forman pequeños puntos grises que constituyen los picnidios del patógeno (6, 28).

Las hojas quedan agujereadas cuando las partes afectadas se desprenden; en otros casos ocurre una defoliación total, quedando el organismo causal viable en el suelo, diseminándose así de una estación a otra, afectando plantaciones posteriores.

Mildiu Polvoriento

El Mildiu Polvoriento se produce por el hongo *Erysiphe polygona* DC. ex Merat., que produce un gran número de micelio y esporas sobre las hojas, vainas y tallos, diseminándose estas tan rápido que toda una cosecha de frijol puede ser dañada en pocos días.

Este patógeno produce en las partes aéreas de la planta una capa blanca, asemejándose a una tela blanca. Las hojas se tornan amarillas y pueden llegar a defoliar totalmente la mata de frijol. Las vainas son pequeñas, deformes con muy pocas semillas y en algunos casos es totalmente vana la vaina. Los tallos y vainas adquieren con frecuencia un color púrpura y por lo general las plantas se achican (28, 33).

Mancha Concentrica

Ascochyta, Mancha Concentrica de la hoja, causada por *Ascochyta boltshauseri* Sacc. fue originalmente descrita en 1891 en frijol de vaina (10). En Guatemala observada en 1963 por Schieber y Echandi, quienes señalaron su importancia que tiene dentro de este cultivo (25, 28).

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 BIBLIOTECA
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS DE REFERENCIA

Es una enfermedad que ataca tallos, vainas y hojas con más frecuencia. En las típicas hojas jóvenes la mancha es irregularmente circular con manchas grises o cafés que circundan en el centro y un borde variable de verde a amarillo en el tejido (25). Otras manchas viejas son variables a cafés oscuras frecuentemente en zonas. Los cuerpos fructíferos (picnidios) pueden observarse con frecuencia a simple vista. Las manchas pequeñas cambian de oscuras pequeñas a largas manchas de 2 cms. de diámetro, que más tarde son rotas por el viento, es por esto, que pasó despersivida por muchos años, por presentar síntomas similares a los presentados por Antracnosis (25,28).

Las lesiones angostas de café oscuro a negro en el tallo y pecíolo se ha observado que se extiende a longitudes de 1.8 a 2.0 centímetros (11).

Mancha Harinosa.

Fué observada por primera vez en las plantaciones comerciales y experimentales en Guatemala por Schieber. Es conocida en nuestro medio como "Ramularia" o "Mancha Harinosa" causada por el hongo *Ramularia phaseolina* Petrak. (27).

Los síntomas característicos de esta enfermedad, son la formación de manchas angulares similares a las formadas por Mancha Angular, de un aspecto blanco harinoso, que se presenta más en el envés de la hoja. La capa harinosa es formada por los conidióforos del hongo (26,27).

Carbón del Frijol.

Es una enfermedad observada por primera vez por Schieber y reportada con Zeutmyer en 1971 (23); que ha adquirido últimamente mayor importancia en Guatemala. El patógeno causante de este daño es el hongo *Entylomas* sp.

Se manifiesta en los primeros folíolos o sea en las primeras hojas que se forman, en forma de pequeñas manchas redondas de un color gris oscuro azulado. Después las hojas se van tomando amarillas y se secan. En las hojas desarrolladas después, hay presencia de este hongo en algunos casos.

Podriciones Radiculares. (Mal del Tallado o Damping-off)

Son varios los patógenos identificados en Guatemala que producen serios problemas en el cultivo del frijol. Atacan a las plantas en forma individual o asociadas, lo cual hace mucho más difícil su combate y en muchos casos ya no se piensa ni siquiera en combatirlo.

Los microorganismos que se han aislado son los siguientes: **Pythium sp.**, **Phytophthora sp.**, **Rhizoctonia sp.**, **Sclerotium sp.** y **Fusarium sp.**

La sintomatología varía de acuerdo al organismo que la causa y el medio en que se desarrolla.

La enfermedad causada por el hongo **Pythium sp.** presenta el tejido suave y ligoso; se manifiesta el crecimiento blanco y ramificado del micelio del hongo al nivel del suelo. La planta se marchita y muere una vez que el patógeno se haya establecido en la planta (20).

La sintomatología que presenta el hongo **Phytophthora sp.** es una podredumbre de raíces, que se producen por lo general inmediatamente por debajo del nivel del terreno en la zona hipocotilea o bien en la porción alta de la raíz principal (32).

El hongo **Rhizoctonia sp.** manifiesta sus lesiones de un color café-rojizo en las raíces y en el tallo, que termina estrangulándolo. Algunas plantas que llegan a sobrevivir el daño de este patógeno, permanece erectas pero enanas con un follaje amarillento (20).

El hongo *Sclerotium* sp. ataca los tallos, vainas y las hojas cercanas al suelo, ocasionándoles la muerte. Cuando comienza el ataque, presenta pequeñas manchas que después se transforman en una substancia algodonosa blanca que resulta ser el micelio del hongo. El tallo en su interior resulta vano, presentando unicamente el micelio blanco del hongo; siendo este uno de los medios para poder identificar el hongo (20).

Se puede decir que *Fusarium* sp. es una de las enfermedades más temidas en la agricultura, por ser este uno de los patógenos más difíciles de erradicar del suelo. Las principales características en la parte aérea son el debilitamiento y doblamiento de los folíolos y de las hojas enteras hacia abajo, defoliación acrópeta gradual de la planta, acompañada con amarillamiento de las hojas, retención de las hojas secas, enanismo, marchitez con o sin amarillamiento y muerte violenta de la planta. En la raíz principal aparece un color marrón oscuro o negrusco, lo cual se puede apreciar en el interior de la base del tallo; también ocurre una pudrición de las raicillas y un escaso número y desarrollo de las raíces laterales (8).

El hongo se disemina en la materia seca que queda después de recolectar la cosecha, en el agua de riego, en los implementos de labranza e inclusive en la semilla. El patógeno una vez establecido en el terreno, permanece en él por largo tiempo.

II.1.2 Enfermedades causadas por bacterias

Tizón Común.

Son varias las enfermedades bacterianas que atacan al frijol. En Guatemala unicamente se ha observado el Tizón Común, causado por *Xanthomonas phaseoli* (E. F. Smith) Dowson.

Los síntomas en las hojas comienzan como pequeñas manchas acuosas y traslucidas que no pasan de 1 mm. de diámetro, de un color verde pálido. Después se desarrollan manchas en forma irregular, donde el tejido intermedio se torna de color café claro, bordeadas de una zona delgada amarilla. Las hojas con lesiones se tornan amarillas, luego necróticas hasta quedar totalmente defoliada la planta (12).

En el tallo se presentan pequeñas lesiones acuosas y hundidas, que luego cambian a rayas rojizas que por último se rajan. En algunos casos el tallo es estrangulado a la altura del nudo cotiledonal, quebrándose después con el peso de la carga de frijol. Las vinas presentan lesiones acuosas que luego cambian a un color rojizo, de forma redondeada. Las semillas se presentan arrugadas y decoloradas (12) (Foto No. 3).

II.1.3 Enfermedades causadas por virus

Mosaico Corrugado.

Se denomina virus del Mosaico Corrugado a las plantas de frijol que muestran un mosaico severo, rugosidades y malformaciones en la planta.

Las rugosidades y malformaciones se presentan en las primeras hojas y vainas. En las hojas presenta un rizado con un color verde más oscuro, son gruesas y quebradizas. En ciertas ocasiones se manifiestan lesiones locales necróticas en las hojas de ciertas variedades susceptibles.

Cuando la planta está en su última etapa de desarrollo, se vuelve amarillenta, el encarrujamiento de las hojas disminuye. Las vainas son de menor tamaño, malformadas y la producción de estas se reduce en forma considerable. El virus no se trasmite por la semilla pero si por los insectos. (Foto No. 4).

mosaico de áreas amarillas y verdes que está delimitado por las venas. Posteriormente las hojas se tornan gruesas, encorvadas y quebradizas, con una apariencia granular. Eventualmente la planta presenta enanismo por acortamiento de los entrenudos y excesiva ramificación. A medida que la planta es más vieja se va manifestando clorosis y marchitamiento; las vainas que llega a formar se tuercen y cargan muy poca semilla. El virus no es transmitido por la semilla, sino que los insectos son los principales agentes de disseminación del patógeno (6,16).

II.1.4 Otras causas

Nemátodos.

Las raíces de las plantas de frijol presentan numerosas agallas y nódulos que varían en su forma y tamaño, a lo largo de las raíces primarias y secundarias. Es causado por varias especies de nemátodos parásitos, del género *Meloidogyne spp.*, de tamaño tan pequeño que difícilmente se pueden apreciar a simple vista (33).

Estas agallas o nódulos muchas veces se confunden con los nódulos que desarrollan normalmente las leguminosas; sin embargo, es fácil hacer la diferenciación entre una y otra. Las agallas son dilataciones de las mismas raíces, mientras que los nódulos se encuentran adheridos, que fácilmente se desprenden de las raíces. Además las agallas son más grandes que los nódulos y de forma irregular (33).

Las raíces cuando son atacadas por nemátodos, se deforman, lo cual dificulta el normal desarrollo de la planta, presentando una apariencia raquítica, crecen poco, las hojas son pequeñas, alargadas, mal formadas y adquieren un color amarillento. Cuando la planta florea, se caen muchas flores, lo

que provoca una disminución considerable en los rendimientos (6,33). Actualmente en Guatemala sólo se han visto casos muy esporádicos.

Daños a las semillas.

En muchas ocasiones se obtiene una mala germinación, donde se puede observar que el frijol apenas brota del suelo, a pesar de tener todas las condiciones para su desarrollo normal.

Esta mala germinación es el resultado de daños mecánicos a la semilla o el ataque de insectos, bacterias, hongos y virus sobre la semilla (6).

Se puede observar que el merístemo apical no se forma, el tallo arriba de los cotiledones es un tocón desnudo. En ciertas ocasiones este tocón se desarrolla hasta quedar unos centímetros sobre los cotiledones. En casos muy raros brotan nuevas yemas en las axilas de los cotiledones y producen flores y vainas (6).

Quemaduras de sol.

En vainas de frijol expuestas bajo el sol por mucho tiempo, a veces aparecen lesiones como pequeñas manchas café o rojizas, que más tarde se transforman en estrías cortas que se extienden diagonalmente entre las saturas. Muchas veces estas lesiones son confundidas por las provocadas por bacterias diferenciándose únicamente al observarlas bajo el estereoescopio (6).

Quemaduras de productos químicos.

En el campo ocurre muchas veces que el operario que aplica los pesticidas, distribuye estos en exceso. Cuando sucede esto, se presentan con mucha frecuencia quemaduras sobre las hojas, en forma de manchas de color café claro, irregulares, que fácilmente resultan quebradizas al tacto.

II.2 Descripción ecológica de Guatemala.

De acuerdo al sistema original de clasificación ecológica realizada por Leslie Holdridge (14), el área nacional de Guatemala está dividida en cuatro fajas altitudinales (Tropical, Sub-tropical, Montano bajo y Montano), cada una de las cuales está compuesta de varias zonas climáticas.

Las áreas representativas de cada faja altitudinal comprende varias zonas de vida, diferenciadas por límites de lluvia y evapotranspiración. Estos límites y los de temperatura y altitud de las respectivas fajas, correlacionados con fisonomía de vegetación natural, originan aptitudes o inaptitudes de cada zona respecto a su aprovechamiento en determinados renglones de producción agrícola, lo que resulta determinante para el estudio de las potencialidades económicas del país (3).

En muchos casos es muy difícil clasificar zonas relativamente tan reducidas, debido a los cambios bruscos de la topografía y sus correspondientes variaciones de temperatura y precipitación pluvial, que pueden ser abarcadas en una zona angosta de transición. Sin embargo, el país comprende doce zonas climáticas bien diferenciadas, que se describen a continuación (3):

FAJA TROPICAL:

1. Zona Tropical muy seca

Temperatura: promedio anual mayor de 24 grados centígrados.

Altitud: desde 0 hasta aproximadamente 700 metros snm (2,296 pies) en la vertiente del Pacífico y de 0 hasta alrededor de 500 metros (1,640 pies) en la vertiente del Atlántico.

Precipitación: desde 500 a 1000 mm por año.

2. **Zona Tropical seca**

Temperatura y altitud: iguales a la Zona Tropical muy Secca.

Precipitación: entre 1000 a 2000 mm por año.

3. **Zona Tropical húmeda**

Temperatura y altitud: similares a la Zona Tropical muy seca.

Precipitación: de 2000 a 4000 mm por año.

FAJA SUBTROPICAL:

1. **Zona Subtropical seca**

Temperatura: promedio anual entre 18 a 24 grados centígrados.

Altitud: entre 700 metros (2,296 pies) a 1,500 metros (5,000 pies) en la vertiente del Pacífico y de 500 metros (1,640 pies) a 1,350 metros (4,430 pies) en la vertiente del Atlántico.

Precipitación: de 500 a 1000 mm por año.

2. **Zona Subtropical húmeda**

Temperatura y altitud: similares a la Zona Subtropical seca.

Precipitación: va de 1000 a 2000 mm por año.

3. **Zona Subtropical muy húmeda**

Temperatura y altitud: igual que la Zona Subtropical seca.

Precipitación: de 2000 a 4000 mm por año.

4. **Zona Subtropical Pluvial**

Temperatura y altitud: similares a la Zona Subtropical seca.

Precipitación: mayores de 4000 mm por año.

FAJA MONTANO BAJO:

1. **Zona Montano bajo seca**

Temperatura: promedio anual entre 12 a 18 grados centígrados.

Altitud: entre 1,500 metros (5,000 pies) y 2,500 metros (8,200 pies) en la vertiente del Pacífico y de 1,350 metros (4,430 pies) a 2,300 metros (7,544 pies) en la vertiente del Atlántico.

Precipitación: va de 500 a 1000 mm por año.

2. **Zona Montano bajo húmeda**

Temperatura y altitud: similares a la Zona Montano bajo seca.

Precipitación: entre 1000 y 2000 mm por año.

3. Zona Montano bajo muy húmeda

Temperatura y altitud: igual a la Zona Montano bajo seca

Precipitación: va de 2000 a 4000 mm por año.

FAJA MONTANO:

1. Zona Montano húmeda

Temperatura: promedio anual entre 6 a 12 grados centígrados.

Altitud: de 2,500 metros (8,200 pies) en la vertiente del Pacífico y de 2,300 metros (7,544 pies) en la vertiente del Atlántico

Precipitación: entre 500 a 1000 mm por año.

2. Zona Montano muy húmeda

Temperatura y altitud: similar a la Zona Montano húmeda

Precipitación: entre 1000 y 2000 mm por año.

II.3 D i s c u s i ó n s o b r e r e l a c i ó n Hospedante-Patógeno-Ambiente

La lucha contra las enfermedades, regulando el medio ambiente, parece a primera vista fuera de lugar. Por el contrario, se utiliza tan a menudo y de forma tan sutil, que su importancia pasa generalmente inadvertida. En los comienzos del siglo XX y especialmente después del año 1910, se hizo evidente un rápido

incremento en la atención que se dedicaba al medio ambiente en relación con el desarrollo de las enfermedades (32).

Ha de procurarse por todos los medios posibles un **conocimiento lo más completo de las reacciones entre patógeno y huésped, tanto independientemente del medio ambiente como en combinación de éste.**

Existen varios factores que influyen en el desarrollo estacional y en la distribución geográfica de las enfermedades de las plantas. Los factores más importantes son: temperatura del aire y su humedad; las relaciones de oxirreducción; las contaminaciones del ambiente, tales como gases dañinos; la frecuencia e importancia de las precipitaciones, temperatura, humedad, reacción y fertilidad del suelo. Estos factores han de tenerse en cuenta en sus relaciones con la perpetuación del agente patógeno de una cosecha a otra (32).

Los estudios experimentales de los procesos evolutivos de las enfermedades, en relación con los distintos factores ambientales, son muy extensos en la actualidad. Es evidente que las relaciones con el medio ambiente se hacen más complejas cuando el agente patógeno es de aquellos cuyo ciclo vegetativo transcurre por encima del nivel del suelo, y en relación con los órganos aéreos de las plantas huésped. **La interacción de temperatura y humedad es con frecuencia, la de mayor importancia.** La relación entre la rapidez de germinación del inóculo y el tiempo durante el cual las partes de las plantas se hayan mojadas determinan si algunos patógenos pueden penetrar en el hospedante. Como el tiempo requerido por la germinación varía grandemente con la clase de patógeno y con la temperatura, la relación temperatura-humedad debe ser determinada en cada caso.

II.3.1 Temperatura

La temperatura es, a menudo, el factor determinante de la frecuencia estacional y regional de las enfermedades. Establece su variación interestacional y su distribución geográfica. La latitud y la altitud son de importancia en la determinación de la temperatura y por consiguiente, en la distribución geográfica de las enfermedades.

El efecto más simple y directo de la temperatura, después de producida la infección, reside en el tiempo requerido para que la enfermedad siga su curso o para que el patógeno esporule. El tiempo que transcurre entre la inoculación y el comienzo de la esporulación, determina cuántos ciclos o generaciones de esporas se producirán y por consiguiente, si se desarrollarán epidemias o no. A veces la temperatura determina no solamente cuánto tiempo tarda un patógeno para desarrollarse, sino también qué clase de efecto produce (30).

En muchos casos, la temperatura actúa más bien sobre el patógeno que sobre el hospedante. La relación entre la temperatura y el crecimiento y esporulación de los saprófitos facultativos, se determina en medios artificiales y puede utilizarse para establecer su conexión con el predominio y la gravedad de la enfermedad (1).

La temperatura afecta en alto grado la variación y el tipo de crecimiento en los medios artificiales. Naturalmente que actúa también sobre las plantas vivas por su influencia sobre el proceso infeccioso y sobre la duración del período de incubación. Es importante conocer las temperaturas extremas (mínimo y máximo) que influyen sobre el crecimiento y es una práctica común determinarlas. Estas determinaciones se hacen por medios artificiales y son valiosas, porque indican la escala dentro de la cual el patógeno podrá crecer mejor, pero no muestra

necesariamente la temperatura a la cual éste es más virulento (30,32).

La escala general de temperatura para el crecimiento en plantas vivas es aproximadamente la misma que para el crecimiento en medio artificial, aunque es importante recordar que la óptima para el crecimiento no siempre es la que procura máxima patogenicidad.

Es evidente que el efecto de la temperatura sobre las enfermedades causadas por bacterias y hongos se ejercen sobre el patógeno o sobre el hospedante. Cuando la temperatura se desvía demasiado de la óptima favorable al crecimiento del patógeno, el desarrollo de la enfermedad será retrasado o impedido. Si se aleja demasiado de la óptima favorable al hospedante, el predominio y gravedad de la enfermedad aumenta porque éste se halla predispuesto. Cuando tanto el patógeno como el hospedante están debilitados, el grado de desarrollo de la enfermedad depende del debilitamiento relativo de cada uno (30).

II3.2 Humedad

La humedad atmosférica y su precipitación en forma de lluvia, neblina ó rocío determinan no solo la frecuencia estacional y local de la enfermedad sino también su distribución geográfica. Asimismo, la humedad del suelo gravita sobre el predominio de la infección y la severidad de las enfermedades.

El desarrollo de casi todas las enfermedades de los órganos aéreos de las plantas dependen mucho de la humedad, especialmente cuando su predominio se halla vinculado al número de ciclos de enfermedad. Aunque la temperatura es importante al determinar la rapidez de desarrollo del estado morbozo, la humedad fija no solo cuántos ciclos de enfermedad pueden producirse, sino también si se producirá alguno (30).

En los estudios experimentales, la humedad del suelo no puede regularse tan fácilmente como la temperatura. Puesto que diferentes tipos de suelos retienen distintas cantidades de agua en relación con el peso total de un cierto volumen de tierra.

Hay también en el suelo una relación entre la cantidad de humedad y la de oxígeno libre, por lo que aquella puede ser, por consiguiente, un control de la aereación. Pero la cantidad de humedad disponible en el suelo y la humedad relativa del aire determinan el grado de jugosidad de los tejidos, lo cual, a su vez afectará el desarrollo de los patógenos (30).

II.3. **Influencia del medio ambiente sobre las enfermedades del frijol.**

Las diferentes clases de hongos, bacterias y virus que afectan al frijol tienen distintas necesidades de temperatura, de precipitación pluvial, de humedad del suelo y de otras características del ambiente.

Como el frijol se cultiva en varias regiones en Guatemala, bajo condiciones ambientales muy distintas, la importancia de una enfermedad del frijol varía mucho entre las diferentes regiones. Las pérdidas por cualquier enfermedad varía de un año a otro, de acuerdo con las condiciones meteorológicas de las estaciones.

Es por esta razón, la necesidad de realizar la investigación agrícola sobre el frijol enfocada en el aspecto fitopatológico regional, para conocer mejor la época en que son más severas y proceder así a determinar las zonas de siembra, ó sea donde la temperatura y humedad no favorecen el desarrollo de los patógenos. Varias investigaciones se han realizado al respecto; determinando las condiciones que son favorables o desfavorables para el desarrollo de las enfermedades de frijol

siendo los estudios realizados hasta el momento los siguientes:

Antracnosis

Es favorecido en su desarrollo y propagación por dos factores principales: la humedad y las bajas temperaturas. Se desarrolla con abundancia en climas templados a frios y húmedos, desapareciendo en gran parte en condiciones calientes y secas. En Guatemala, Schieber en 1964 (28) reportó que se desarrolla en el Altiplano central por condiciones frías. Se ha demostrado que la temperatura óptima para que el hongo se desarrolle es la comprendida entre los 17 a los 18 grados centígrados; arriba de 27 grados centígrados la infección no ocurre y las temperaturas menores de 13 grados centígrados también reducen a un mínimo el ataque de la antracnosis (6).

Durante el tiempo húmedo, el hongo produce numerosas esporas que dan una coloración rosada a las lesiones. Las esporas que se producen en las lesiones sobre vainas, tallos y hojas juveniles se dispersan por la lluvia y el viento a otras partes de la planta ó a otras plantas (20,33).

Manchas Angular:

Cardona (5) realizó el trabajo más completo sobre la enfermedad y el organismo causal, incluyendo estudios de hospederos, patogenicidad y fisiología del hongo, relaciones ambientales y parásito-hospedero. Encontró que el hongo crecía a temperaturas desde 8 grados centígrados hasta 28 grados C. en medio de cultivo, con un óptimo de 24 grados C., no hubo crecimiento a 32 grados C. Las esporas germinaban entre 4 y 36 grados centígrados; a estas temperaturas el proceso germinativo se inicia a las 3 horas; el porcentaje de esporas germinadas es mayor con aumento de la temperatura a partir de 4 grados centígrados hasta alcanzar un óptimo de 24 grados centígrados (5).

Recientemente Silvera (29) determino que la infección ocurre aún con cortas exposiciones (3 horas) bajo condiciones húmedas, pero era favorecida con humedad prolongada sobre las 24 horas. Después del establecimiento del hongo en los tejidos era necesario una alta humedad por 24 horas para la formación de isarias y un período de 48 horas en iguales condiciones para la esporulación. La formación de isarias ocurre a las 24 horas a 15, 20 y 25 grados centígrados, con un óptimo de 25 grados centígrados. Una vez que haya isarias formadas en las lesiones, el inóculo secundario se produce rápidamente y en forma continua, en períodos de tan solo 24 horas, con temperaturas de 15-25 grados centígrados y una alta humedad relativa. Las temperaturas menores de 15 grados C. ó mayores de 25 grados C. retardarían el desarrollo de la enfermedad.

Roya:

El hongo que produce esta enfermedad se afecta mucho por las condiciones del clima; es favorecida por climas húmedos y secos, con humedad relativa de 90o/o y temperaturas entre 14 a 20 grados centígrados (6).

Mancha Gris:

Esta es una enfermedad que se desarrolla en climas templados y lluviosos (6). Sin embargo Schieber (21) la ha encontrado severamente en climas fríos.

Mildiu Polvoriento:

Se disemina por medio de las esporas que producen en abundancia, acarreadas por la lluvia y viento fuerte: su desarrollo es favorecido por temperatura y humedad relativamente bajas (20).

Mancha Concentrica:

Es una enfermedad que se desarrolla en zonas frías con alturas de 2,000 metros y de tiempo húmedo (22). La mayor infección se obtuvo bajo condiciones de alta humedad y a temperaturas entre 19 a 23 grados centígrados (25).

Pudriciones Radiculares:

Los organismos de la pudrición de la raíz (Pythium sp., Phytophthora sp., Rhizoctonia sp., Sclerotium sp. y Fusarium sp.) con excepción del Sclerotium sp., se favorecen particularmente por climas cálidos y un alto contenido de humedad del suelo (33).

Para el desarrollo del hongo Sclerotium sp., se necesitan altas humedades y temperaturas razonablemente frías (9). En plantaciones de frijol bajo riego, las plantas se conservan húmedas por demasiado tiempo y esto permite una mayor actividad del hongo. El parásito se desarrolla mejor entre 15 y 22 grados centígrados (33).

Tizón Común:

Aparece desde el nivel del mar hasta los 2,500 metros o más de altura, tanto en la vertiente del Atlántico como en el Pacífico, cuyas condiciones de clima son bastantes diferentes (9).

La importancia de su ataque varía de acuerdo a las condiciones climáticas, así como de otros factores que favorecen la diseminación y desarrollo de la enfermedad. Los síntomas varían de acuerdo a la humedad y a la temperatura. Cuando la humedad relativa baja, hay un desarrollo más rápido de los síntomas y las lesiones son más profundas que con una alta humedad relativa. En cuanto a la temperatura, entre 15 y 22 grados centígrados aparecen los síntomas más rápidamente (33).

Mosaico Común:

Los sitios en donde se ha observado una mayor incidencia de este virus se encuentran aproximadamente entre los 1500 a 2,000 metros sobre el nivel del mar; a las temperaturas que oscilan alrededor de los 20 grados centígrados, humedad relativa alta y abundancia de plantas hospederas. A temperaturas inferiores a 16 grados C. y superiores a 28 grados C. tienden a enmascararse los síntomas del Mosaico Común, mientras que a temperaturas entre 20 y 28 grados centígrados aparecen con facilidad y en abundancia (13,32).

Mosaico Amarillo:

Necesita de temperaturas altas, desarrollandose más intensamente en regiones cálidas. Las condiciones ecológicas más favorables para el desarrollo de este patógeno, son las formaciones conocidas como Zonas Tropical seca, Tropical húmeda y sus transiciones (13,24).

Schieber (21) ha observado esta enfermedad en todas las zonas calientes del Caribe.

III. METODOLOGIA Y RESULTADOS

III.1 Zonificación de las áreas productivas del frijol en Guatemala.

Uno de los objetivos de la ecología agraria es la zonificación de áreas aptas para el desarrollo de los cultivos. Esta zonificación puede hacerse a un nivel más detallado para variedades de una especie, y en el caso que nos ocupa las enfermedades en un solo cultivo.

De esta manera podemos determinar cuáles son los cultivos que tienen las mejores perspectivas ecológicas en función de los recursos biofísicos disponibles en el área. Fundamentalmente se tienen que determinar los tipos agroclimáticos de los cultivos, los cuales están íntimamente ligados a los equivalentes meteorológicos. Estos equivalentes se refieren, por ejemplo, a los grados de temperatura y a la cantidad de lluvia que separan las situaciones normales de las anormales y que son específicas para cada cultivo.

La zonificación agroclimática determina el conjunto de las localidades que tienen el mismo cuadro climatológico, en relación con una determinada especie vegetal.

Las zonas agroclimáticas reúnen en una sólo área, ya sea continua o discontinua, todos los puntos que presentan las mismas características atmosféricas en relación con un cultivo dado y sirve de orientación para coordinar las actividades que tienden a una adaptación más perfecta del cultivo al medio (2).

El cultivo de frijol se realiza en casi todas las regiones de Guatemala, en las cuales existe gran variabilidad de condiciones ecológicas, las cuales determinan diferentes niveles de productividad.

De acuerdo al Proyecto realizado por el Consejo Nacional de Planificación Económica para el Plan Nacional de Desarrollo (19), el país se dividió en las nueve siguientes zonas para poder realizar el mejoramiento de la producción de frijol:

Zonas	Departamentos
1. Sur-Oriental	Santa Rosa, Jutiapa
2. Oriental	Jalapa, Chiquimula
3. Nor-Oriental	Baja Verapaz, Progreso, Zacapa
4. Norte	Petén, Alta Verapaz, Izabal
5. Central	Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango
6. Occidental media	Totonicapan, Sololá
7. Occidental	San Marcos, Quetzaltenango
8. Nor-Occidental	Huehuetenango, Quiché
9. Sur	Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu

Al realizar un análisis estadístico, se pudo observar que las zonas Sur-Oriental, Oriental, Nor-Oriental, Norte y Central utilizan un 77.0 por ciento del área total. De estas cinco zonas, si bien la zona Norte es la que utiliza una mayor extensión, sus rendimientos son sumamente bajos. Por otro lado, en las zonas Sur-Oriental y Oriental, se siembra un 34.00/o del total del área cultivada; estas poseen las condiciones ecológicas más adecuadas y en ellas se obtienen los rendimientos más altos, produciendo más del 50.0 por ciento del total de la cosecha comercializada, correspondiendo a las siete zonas restantes lo que falta para llenar el cien por ciento de la producción nacional.

Las áreas escogidas para desarrollar el presente trabajo, comprenden las zonas Sur-Oriental, Oriental, Nor-Oriental y Central; que representan las regiones productoras de mayor importancia actualmente en Guatemala; además, reúnen las siguientes condiciones ecológicas favorables para la producción de este cultivo:

Los límites altitudinales están comprendidos entre los 500 y los 2,300 metros sobre el nivel del mar, siendo lo óptimo entre 500 y los 2000 metros: el rango térmico está entre 18 a 24 grados centígrados, que es de determinante en las funciones vitales de la planta como: la germinación, crecimiento, floración, fructificación y madurez.

En relación a los requerimientos de agua, las zonas elegidas tienen una precipitación media anual de 1000 a 2500 mm, con una distribución aceptable, semejante a la óptima de 300 a 500 mm durante el ciclo de la planta. La precipitación anual óptima debe oscilar entre 1000 y 1200 milímetros de lluvia.

Las zonas seleccionadas por presentar actualmente las mejores condiciones ecológicas y agronómicas, pueden observarse en el Mapa que se adjunta y que comprende los departamentos y municipios siguientes:

<i>Zonas</i>	<i>Departamentos</i>	<i>Municipios</i>
1. Sur-Oriental	<i>Santa Rosa</i>	<i>Nueva Santa Rosa</i> <i>Cuilapa</i> <i>Santa Rosa de Lima</i>
	<i>Jutiapa</i>	<i>Jutiapa</i> <i>Quezada</i> <i>Jalpatagua</i> <i>Atescatempa</i> <i>Asunción Mita</i>
2 Oriental	<i>Jalapa</i>	<i>Monjas</i> <i>San Pedro Pinula</i>
	<i>Chiquimula</i>	<i>Ipala</i>

3. <i>Nor-Oriental</i>	<i>Baja Verapaz</i>	<i>Salamá</i> <i>San Jerónimo</i>
4. <i>Central</i>	<i>Sacatepéquez</i>	<i>Santiago Sacatepéquez</i> <i>Alotenango</i>
	<i>Chimaltenango</i>	<i>Chimaltenango</i> <i>Parramos</i> <i>Itzapa</i> <i>Patzicia</i>

III.2 Zonificación ecológica de las áreas productivas.

Para realizar esta parte de la tesis, se utilizó el Mapa de Clasificación Ecológica definido por Leslie Holdridge (7), con una escala de 1:500,000; donde están delimitadas cuatro Fajas Altitudinales. Cada una de estas comprenden zonas de vida, que hacen un total de doce, anteriormente descritas.

Sobre este mapa, se sobrepuso el efectuado para la Zonificación de las áreas productivas, con una misma escala y se determinó de esta manera a que zona Ecológica pertenecía cada una de las áreas productivas (Mapa No. 1).

Se pudo observar que estas áreas están comprendidas únicamente en cinco Zonas Ecológicas bien definidas, lo que nos permite identificar plenamente las condiciones en que se desarrolla el cultivo de frijol. Cada una de estas difieren en sus condiciones; las cuales comprenden las localidades siguientes:

1. Zona Tropical Seca:

Contempla el área de Asunción Mita; presenta promedios anuales de temperatura mayores de 24 grados centígrados. Altitudes desde 0 hasta aproximadamente 700

metros (2,296 pies) en la vertiente del Pacífico, y de 0 hasta alrededor de 500 metros (1,640 pies) en la vertiente del Atlántico. Lluvias entre 1000 y 2000 milímetros por año.

2. **Zona Tropical Humeda:**

Incluye la parte de Jalpatagua; presenta las mismas condiciones de temperatura y altitud que la Zona Tropical Seca, variando en la precipitación que va de 2000 a 4000 milímetros por año

3. **Zona Sub-Tropical Seca:**

En este caso está representado por San Pedro Pinula e Ipala. Estas regiones están más o menos entre 700 metros (2,296 pies) y 1,500 metros (5,000 pies) en la vertiente del Pacífico y de 500 metros (1,640 pies) a 1,350 metros (4,430 pies) en la vertiente del Atlántico. Presentan temperaturas que oscilan entre 18 a 24 grados centígrados como promedio anual; con una precipitación de 500 a 1000 milímetros por año.

4. **Zona Sub-Tropical Humeda:**

Aquí se incluye la mayor cantidad de terreno agrícola para este cultivo. Comprende las localidades de Jutiapa, Quezada, Atescatempa, Monjas, Salamá, San Jerónimo, Santa Rosa de Lima, Nueva Santa Rosa y Cuilapa. Presenta las mismas condiciones ecológicas que la Zona Sub-Tropical Seca, en cuanto a sus temperaturas y altitudes; variando únicamente en su precipitación que va de 1000 a 2000 milímetros por año.

5. **Zona Montano Bajo Humeda:**

Comprende toda la zona Central, donde se incluye Santiago Sacatepéquez, Alotenango, Chimaltenango, Parramos, Itzapa y Patzicía. La precipitación en esta zona es de 1000 a

2000 milímetros por año. Tiene un promedio anual de temperatura que va de 12 a 18 grados centígrados y esta comprendida entre 1,500 metros (5,000 pies) y 2,500 metros (8,200 pies) en la vertiente del Pacífico y de 1,350 metros (4,420 pies) a 2,300 metros (7,544 pies) en la vertiente del Atlántico.

III.3 Evaluación de las enfermedades en las áreas productivas.

En cada zona productiva y ecológica delimitada anteriormente, se evaluó las enfermedades en plantaciones representativas de la región.

Para efectuar esta parte, se realizaron el primer año de trabajo, observaciones bajo la asesoría del Dr. E. Schieber; con la finalidad de conocer los aspectos más importantes de las enfermedades, haciéndose énfasis en la epidemiología, transmisión y diseminación. Así también, se tomaron muestras en cada una de las áreas para observarlas directamente en el laboratorio y conocer mejor las características que presentan.

Estas observaciones se hicieron tanto en siembra de primera como de segunda; efectuando a la vez evaluaciones preliminares, usando la escala convencional de 0 a 4 que comprende los siguientes rangos:

0	=	0o/o	de	incidencia	y	severidad
1	=	25o/o	"	"	"	"
2	=	50o/o	"	"	"	"
3	=	75o/o	"	"	"	"
4	=	100o/o	"	"(planta totalmente dañada)		

El propósito de observar y realizar evaluaciones preliminares, fué el de obtener un criterio más amplio; previo a

efectuar las evaluaciones de la incidencia en las plantaciones del año siguiente.

Al efectuar estas lecturas, se seleccionaron plantaciones representativas en cada área donde había variaciones ecológicas de acuerdo al lugar. En cada caso se tomaron datos durante el primer estado de crecimiento para las enfermedades de la raíz; para enfermedades foliares y del tallo se realizaron cuando las plantas estaban próximas a la floración ó en floración. En determinados casos en que se manifestaron en los primeros folíolos, se tomarón los datos al principio del desarrollo de la planta. Para datos de enfermedades de la vaina, se tomarón más o menos a los 30 días después de la floración, dependiendo de las condiciones del medio.

Las evaluaciones realizadas en las regiones seleccionadas, dieron como resultado las siguientes incidencias de acuerdo al orden de importancia que presentaron:

Departamento de Santa Rosa.

1. Nueva Santa Rosa:

- Roya
- Tizón común en la hoja
- Moteado amarillo
- Mosaico común
- Fusarium
- Pythium
- Sclerotium

2. *Santa Rosa de Lima:*

- *Roya*
- *Mosaico común*
- *Moteado amarillo*
- *Tizón común en la hoja y ejote*
- *Fusarium*
- *Sclerotium*

3. *Cuilapa:*

- *Tizón común en la hoja y ejote*
- *Mancha angular*
- *Moteado amarillo*
- *Carbón del frijol en los primeros folíolos*
- *Mosaico común*
- *Fusarium*

Departamento de Jutiapa.1. *Jutiapa:*

- *Roya*
- *Moteado amarillo*
- *Mancha redonda*
- *Mancha angular*
- *Carbón del frijol en los primeros folíolos*
- *Tizón común en la hoja*
- *Mosaico del enanismo*
- *Pythium*
- *Fusarium*

2. Quezada:

- *Roya*
- *Mancha redonda*
- *Mancha angular*
- *Carbón del frijol en los primeros folíolos*
- *Tizón común en la hoja*
- *Moteado amarillo*
- *Mosaico del enanismo*
- *Fusarium*
- *Pythium*

3. Jalpatagua:

- *Moteado amarillo*
- *Mosaico común*
- *Tizón común en la hoja y ejote*
- *Carbón del frijol en los primeros folíolos*
- *Mancha angular*
- *Roya*

4. Atescatempa:

- *Mancha redonda*
- *Roya*
- *Mancha angular*
- *Carbón del frijol en los primeros folíolos*
- *Moteado amarillo*
- *Tizón común en las hojas y ejote*
- *Mosaico común*
- *Fusarium*
- *Pythium*

5. *Asunción Mita:*

- *Mancha redonda*
- *Carbón del frijol en hojas desarrolladas*
- *Tizón común en la hoja*
- *Moteado amarillo*
- *Mosaico común*
- *Roya*

Departamento de Jalapa.1. *Monjas:*

- *Mancha redonda*
- *Roya*
- *Carbón del frijol en los primeros folíolos*
- *Moteado amarillo*
- *Mosaico común*

2. *San Pedro Pinula:*

- *Roya*
- *Tizón común en la hoja y el ejote*
- *Mancha angular*
- *Moteado amarillo*
- *Mosaico común*
- *Mildiu polvoriento*

Departamento de Chiquimula.1. *Ipala:*

- *Mosaico corrugado ó común*
- *Tizón común en la hoja y ejote*

- *Roya*
- *Moteado amarillo*
- *Mancha angular*
- *Fusarium*
- *Phythium*

Departamento de Baja Verapaz.

1. *Salamá:*

- *Roya*
- *Tizón común en la hoja*
- *Fusarium*
- *Moteado amarillo*
- *Mancha angular*
- *Pythium*
- *Mosaico común*

2. *San Jerónimo:*

- *Fusarium*
- *Roya*
- *Tizón común en la hoja y ejote*
- *Pythium*
- *Moteado amarillo*
- *Mancha angular*
- *Mosaico común*

Departamento de Sacatepéquez.

1. *Santiago Sacatepéquez:*

- *Mancha redonda*
- *Antracnosis en la hoja, tallo y ejote*

- *Mancha concéntrica*
- *Mancha angular*
- *Roya*
- *Tizón común en la hoja*
- *Mosaico común*

2. *Alotenango:*

- *Mancha redonda*
- *Roya*
- *Mancha angular*
- *Tizón común en la hoja y ejote*
- *Mosaico común*
- *Antracnosis*

Departamento de Chimaltenango.

1. *Chimaltenango*

- *Antracnosis en la hoja, tallo y ejote*
- *Mancha concéntrica*
- *Mancha harinosa*
- *Mancha redonda*
- *Mancha angular*
- *Roya*
- *Tizón común en la hoja y ejote*

2. *Parramos:*

- *Antracnosis en la hoja*
- *Mancha concéntrica*
- *Mancha redonda*
- *Mancha harinosa*

- Roya
- Mosaico común
- Moteado amarillo

3. Itzapa:

- *Antracnosis en la hoja*
- *Mancha concentrica*
- *Mancha redonda*
- *Mancha harinosa*
- *Roya*
- *Mosaico común*
- *Moteado amarillo*

4. Patzicia:

- *Antracnosis en la hoja, tallo y ejote*
- *Mancha harinosa*
- *Mancha concentrica*
- *Mancha redonda*
- *Roya*
- *Mosaico común*

III. Zonificación de las enfermedades en las áreas productivas de acuerdo a las condiciones ecológicas.

Si analizamos la interacción de los datos obtenidos en la Zonificación Ecológica de las áreas productivas y el de la Evaluación de las enfermedades; podremos describir la distribución e incidencia de las enfermedades en relación a las condiciones ecológicas de cada región.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
B B L O
DEPARTAMENTO DE I.S.SIS-REFERENCIA

Al interpretar los datos anteriores, se pudo realizar la Zonificación ecológica de las principales enfermedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en las áreas productivas de Guatemala; que puede observarse en el Mapa No. 1, el cual tiene la siguiente distribución:

Zonas Ecológicas y Productivas	Enfermedades en orden de importancia
1. Tropical seca (Asunción Mita)	1. Mancha redonda 2. Carbón del frijol 3. Tizón común 4. Moteado amarillo 5. Mosaico común 6. Roya
2. Tropical húmeda (Jalpatagua)	1. Moteado amarillo 2. Mosaico común 3. Mosaico del enanismo 4. Tizón común 5. Carbón del frijol 6. Mancha angular 7. Roya
3. Sub-Tropical seca (Ipala y San Pedro Pinula)	1. Tizón común 2. Roya 3. Mosaico común 4. Moteado amarillo 5. Mancha angular 6. <i>Fusarium</i> 7. <i>Pythium</i>

- | | |
|---|---|
| <p>4. <i>Sub-Tropical humeda</i>
(<i>Nueva Sta. Rosa, Sta. Rosa de Lima, Cuilapa, Jutiapa, Quezada, Atescatempa, Monjas, Salamá y San Jerónimo</i>)</p> | <p>1. <i>Roya</i>
2. <i>Mancha redonda</i>
3. <i>Tizón común</i>
4. <i>Moteado amarillo</i>
5. <i>Mancha angular</i>
6. <i>Fusarium</i>
7. <i>Carbón del frijol</i>
8. <i>Mosaico común</i>
9. <i>Pythium</i></p> |
| <p>5. <i>Montano Bajo humeda</i>
(<i>Santiago Sacatepéquez, Alotenango, Chimaltenango, Parramos, Itzapa, y Patzicia</i>)</p> | <p>1. <i>Antracnosis</i>
2. <i>Mancha redonda</i>
3. <i>Mancha concentrica</i>
4. <i>Mancha angular</i>
5. <i>Mosaico común</i>
6. <i>Roya</i>
7. <i>Mancha harinosa</i>
8. <i>Tizón común</i>
9. <i>Moteado amarillo</i></p> |

IV. DISCUSION

1. De la interacción de los mapas de zonificación ecológica y de las áreas productivas; se pudo determinar que las principales regiones productoras de frijol en Guatemala, están comprendidas en las zonas Tropical seca, Tropical húmeda, Sub-Tropical seca, Sub-Tropical húmeda y Montano Bajo húmeda.

Cada una de estas zonas comprende las distintas regiones frijoleras, que varían en cuanto a su altitud, temperatura y precipitación y por consecuencia en la incidencia y severidad de las enfermedades.

2. Al realizar las evaluaciones de las enfermedades en las áreas productivas, se determinó de acuerdo a los resultados obtenidos; que existen variaciones en las incidencias de estos patógenos, de acuerdo a las condiciones ecológicas que imperan en ellas. Es decir, las regiones que están comprendidas dentro de una zona ecológica, o sea, las que tienen las mismas condiciones de temperatura y humedad; presentaron las mismas incidencias de enfermedades.

Al relacionar estos dos puntos, tanto la evaluación como las condiciones que imperan en cada región; nos permitió obtener la zonificación ecológica de las principales enfermedades de frijol dentro de las áreas productivas de Guatemala.

3. La zonificación de las enfermedades en las áreas productivas, dio como resultado, conocer las principales enfermedades en orden de importancia en cada zona ecológica y en consecuencia, la de cada región que presentará las mismas condiciones.

Para poder interpretar la zonificación ecológica de las enfermedades de frijol, se hizo un mapa, donde se contempla las cinco zonas ecológicas estudiadas en este trabajo, así como las regiones y las enfermedades en orden de importancia que comprende cada una.

Así tenemos, que la zona Tropical seca incluye únicamente la región de Asunción Mita, donde el orden de importancia de las primeras cuatro enfermedades es: **Mancha redonda, Carbón del frijol, Tizón común y Moteado amarillo.** Hay otras enfermedades de menor consideración que no se hacen mención.

En la zona Tropical húmeda, contempla la región de Jalpatagua, donde la incidencia en orden de importancia fué el siguiente: **Moteado amarillo, Mosaico común, Mosaico del enanismo y Tizón común.**

La zona Sub-Tropical seca incluye las regiones de Ipala y San Pedro Pinula y el orden de importancia en estas dos áreas fue el siguiente: **Tizón común, Roya, Mosaico común y Moteado amarillo.**

La zona Sub-Tropical húmeda comprende el mayor número de regiones frijoleras. Aquí se incluyen a Nueva Santa Rosa, Santa Rosa de Lima, Cuilapa, Jutiapa, Quezada, Atescatempa, Monjas, Salamá y San Jerónimo. Todas estas áreas presentan las mismas condiciones ecológicas y por consecuencia el orden de importancia de las principales enfermedades es el siguiente: **Roya, Mancha redonda, Tizón común, Moteado amarillo, Mancha angular y Fusarium.**

La zona Montano Bajo húmeda comprende las regiones de Santiago Sacatepéquez, Alotenango, Chimaltenango, Itzapa, Parramos y Patzicia. El orden de importancia de las enfermedades

en esta zona es el siguiente: Antracnosis, Mancha redonda, Mancha concentrica, Mancha angular y Mosaico común.

4. De los datos anteriores, se determinó que cada zona ecológica presenta distintas incidencias, debido a las variaciones climáticas que prevalecen en cada una de ellas.

Estas variaciones están determinadas básicamente por la temperatura y humedad; que constituyen los factores más importantes para el desarrollo y diseminación de las enfermedades de frijol.

Las enfermedades producidas por virus, dependen no solo de estos dos factores, sino también de insectos transmisores, que bajo ciertas condiciones favorables, diseminan de hospederos alternos y plantas de frijol afectadas, a otras que estan totalmente sanas.

En la zona Tropical seca prevalecen temperaturas altas, mayores de 24 grados centígrados y humedad relativa baja. Bajo estas condiciones se observó que las principales enfermedades son la Mancha redonda y Carbón del frijol. Esta última en otras localidades afecta unicamente los primeros folíolos, donde no causa ningún daño de importancia; pero en este caso las condiciones hace que se presente en las hojas desarrolladas, afectando así el normal desarrollo de la planta.

La zona Tropical húmeda presenta temperaturas y precipitaciones altas, que favorecen el desarrollo de las enfermedades virósas principalmente.

El Moteado amarillo es la principal enfermedad en Jalpatagua; debido a que las condiciones son favorables tanto al patógeno como a los insectos vectores.

El principal transmisor es la Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) y tiene como hospedero alerno una leguminosa silvestre, que abunda mucho en esta región. También lleva el virus de fuentes de inóculo de plantaciones vecinas a las plantas sanas.

El Mosaico común constituye la segunda enfermedad en importancia. A pesar que este virus se a reportado a mayores alturas (13); se ha visto que en está región constituye un patógeno de consideración, posiblemente por el uso de semilla infectada y los insectos que diseminan la enfermedad.

La zona Sub-Tropical seca comprende las regiones de Ipala y San Pedro Pinula, que tienen temperaturas entre 18 a 24 grados centígrados y precipitaciones de 500 a 1000 milímetros. Estas condiciones son favorables para el desarrollo del Tizón común y Roya, que constituyen las principales enfermedades en todas las áreas que presentan las mismas condiciones.

La zona Sub-Tropical húmeda incluye el mayor número de regiones frijoleras, donde prevalecen las mismas temperaturas que la zona Sub-Tropical seca; solo que, presenta mayores precipitaciones, que van de 1000 a 2000 milímetros por año.

Estas condiciones son favorables para el desarrollo de Roya, Mancha redonda, Tizón común, Moteado amarillo, Mancha angular y *Fusarium*.

La Roya constituye el principal patógeno en estas regiones, favorecida por temperaturas que van de 18 a 20 grados y humedad relativa de 80o/o como promedio general.

En las regiones de San Jerónimo y Salamá, se presenta el hongo *Fusarium* sp., que constituye el principal problema. La Roya también es de importancia, pero no tanto como el patógeno anterior.

La zona Montano Bajo húmeda presenta condiciones totalmente distintas a las anteriores y por consecuencia las enfermedades son diferentes en cuanto a su orden de importancia.

Las temperaturas van de 12 a 18 grados centígrados y tienen una precipitación de 1000 a 2000 milímetros por año. Bajo estas condiciones, las enfermedades más importantes son: Antracnosis, Mancha redonda, Mancha concentrica, Mancha angular y Mosaico común.

La Antracnosis se desarrolla bajo condiciones entre 17 a 18 grados centígrados y constituye la principal enfermedad en las regiones que comprende la zona.

La enfermedad conocida como Mancha concentrica, se desarrolla más en las regiones de Parramos e Itzapa, donde las condiciones frías y húmedas son las más favorables para el desarrollo y diseminación.

5. En Centroamerica, Echandi (9) observó en Costa Rica las enfermedades del frijol en las distintas zonas ecológicas. En la República Dominicana, Schieber (22) efectuó observaciones similares. El estudio ahora efectuado en Guatemala demuestran que los problemas fitopatológicos son distintos de un país a otro, pero las enfermedades se comportan siempre de acuerdo a las condiciones climáticas que le son favorables para su desarrollo.

V. RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. *Se determinarán cuatro zonas productivas que presentan las mejores condiciones ecológicas y agronómicas para la producción de frijol en Guatemala.*
2. *De la zonificación ecológica de las áreas productivas, se definieron cinco zonas en que están comprendidas todas las regiones de mayor importancia en el país.*
3. *En cada región se realizaron las evaluaciones de las enfermedades, usando una escala convencional de 0 a 4, para determinar la incidencia y severidad de cada una de ellas.*
4. *Del análisis de la interacción de los datos obtenidos en la zonificación ecológica de las áreas productivas y el de la evaluación de las enfermedades; se obtuvo la distribución e incidencia de las enfermedades de frijol en relación a las condiciones que prevalecen en cada región.*
5. *En base a la zonificación, se puede conocer la distribución y el orden de importancia que presentan las enfermedades en cada región frijolera de Guatemala. Esto es debido a la variación de condiciones climáticas que se manifiestan de acuerdo a las zonas ecológicas.*
6. *Debido a la variación de condiciones, las enfermedades más importantes en las regiones estudiadas en este trabajo son: Mancha redonda, Moteado amarillo, Tizón común, Roya y Antracnosis.*

7. *El Carbón del frijol es de importancia unicamente en la región de Asunción Mita, donde las condiciones son favorables para que se manifieste en las hojas desarrolladas, no así en otras áreas donde solo se presenta en los folíolos, donde no causa daños de consideración.*
8. *El hongo que causa la Fusariosis, es de importancia en las regiones de Salamá y San Jerónimo, donde se ha establecido en casi un 60o/o del área, debido a su diseminación por medio de los canales de riego y otros medios mecánicos.*
9. *En la región de Jalpatagua las principales enfermedades son causadas por virus. Esta situación es debida a las condiciones favorables para el desarrollo de estos patógenos, así como para insectos vectores de los mismos, principalmente la Mosca Blanca que tiene como hospedero alterno una leguminosa silvestre. También se utiliza semilla que está contaminada con el virus del Mosaico común, y que es diseminada por los insectos a plantaciones sanas. Para mejorar la situación de producción en está región, es necesario orientar a los agricultores semilleristas, que eliminen todos los hospederos alternos, así como llevar un plan de control de insectos y la utilización de semilla no contaminada.*
10. *Como se dijo en la introducción, este trabajo es solamente un eslabón en la investigación para el mejoramiento del frijol en Guatemala. Incluye además la posibilidad de seleccionar las regiones que pueden utilizarse para la siembra y producción de semilla libre de enfermedades de acuerdo a su adaptación varietal.*
11. *En Costa Rica y República Dominicana (9,22) se hicieron trabajos similares al efectuado en Guatemala;*

habiendose determinado que las enfermedades siempre se desarrollan de acuerdo a las condiciones climáticas que le son favorables.



FOTO No. 1

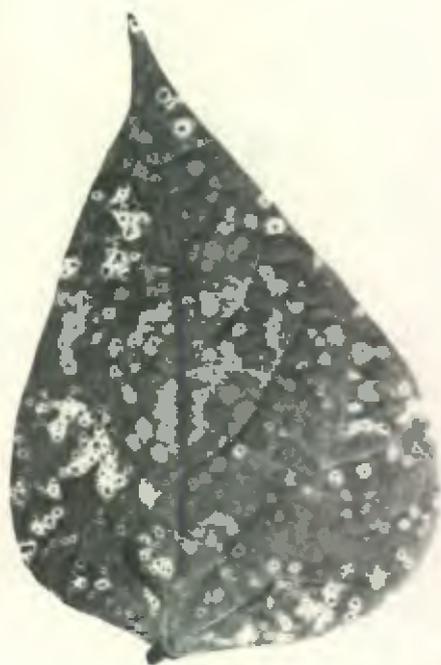


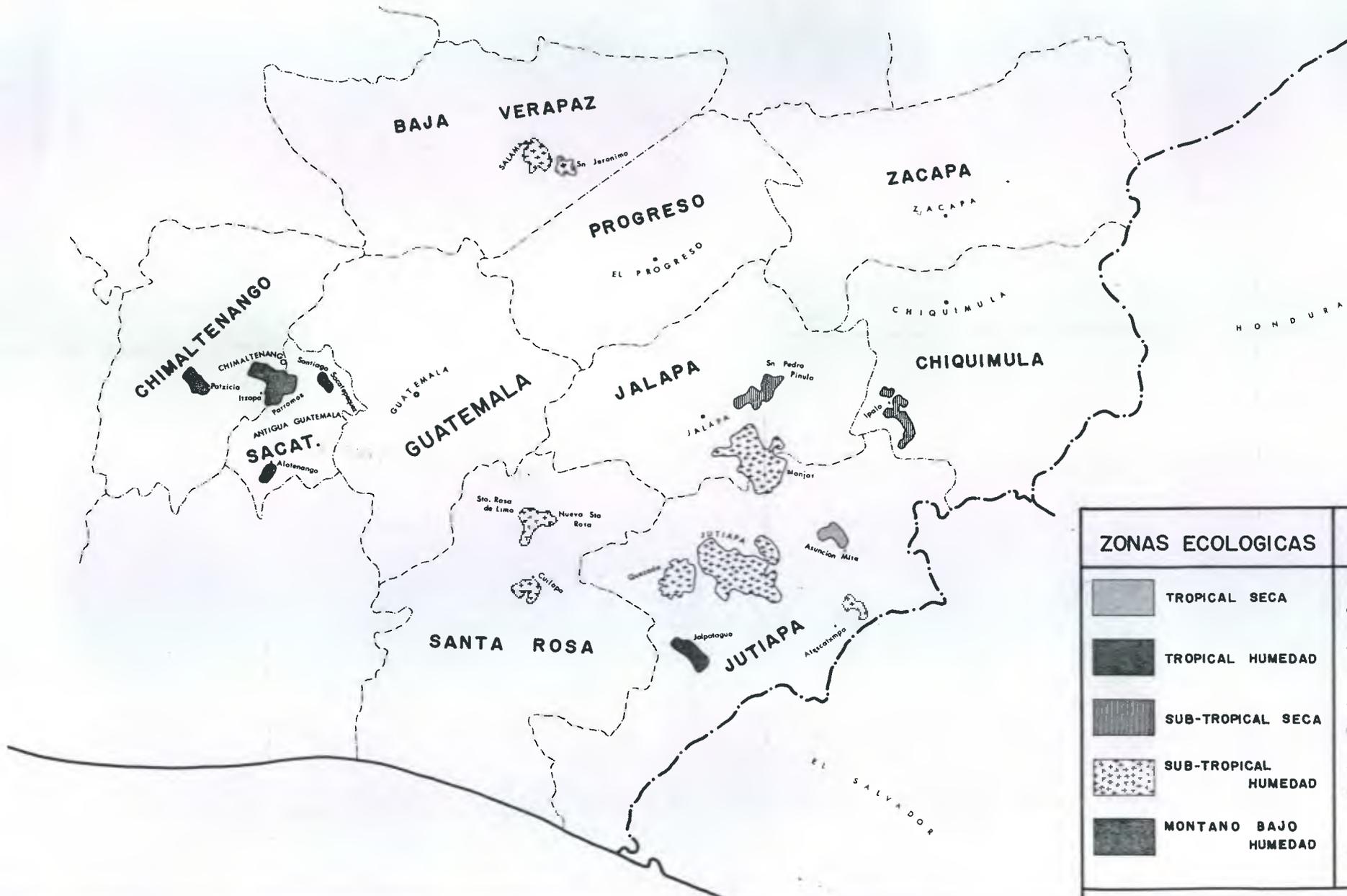
FOTO No. 2



FOTO No. 3



FOTO No. 4



ZONAS ECOLOGICAS		ENFERMEDADES EN ORDEN DE IMPORTANCIA		
	TROPICAL SECA	MANCHA REDONDA	Tizon Comun	Mosaico Comun
		Carbon del Frijol	Moteado Amarillo	Roya
	TROPICAL HUMEDAD	MOTEADO AMARILLO	Mosaico del Enanismo	Carbon del Frijol
		Mosaico Comun	Tizon Comun	Mancha Angular
	SUB-TROPICAL SECA	TIZON COMUN	Mosaico Comun	Mancha Angular
		Roya	Moteado Amarillo	Fusarium
	SUB-TROPICAL HUMEDAD	ROYA	Tizon Comun	Mancha Angular
		Mancha Redonda	Moteado Amarillo	Fusarium
	MONTANO BAJO HUMEDAD	ANTRACNOSIS	Mancha Concentrica	Mosaico Comun
		Mancha Redonda	Mancha Angular	Roya

- (8) DONGO D., S.L. 1967. Estudio sobre la patogenicidad de *Fusarium oxysporum* f. *phaseoli* en el frijol. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 46 p. (Tesis Mag. Sc.).
- (9) ECHANDI, E. 1966. Principales enfermedades del frijol observadas en diferentes zonas ecológicas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica 16 (4): 359-363 (separata).
- (10) ELLIS, D.E. 1952. *Ascochyta* Leaf Spot. Technical Bulletin. 868: 54.
- (11) ————1952. *Ascochyta* Leaf Spot of Bean in North Carolina. Plant Disease Reporter. 36:12
- (12) FERNANDEZ E. J.M. 1966. Identificación de bacterias patógenas en frijol. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 54 p. (Tesis Ing. Agr.)
- (13) GAMES, R. sin fecha. Los insectos como vectores del virus del frijol en Centroamérica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. (información mimeografiada).
- (14) HOLDRIDGE, L.R. BRUCE, F. & MASON, B. 1950. Los Bosques de Guatemala. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y el Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala.
- (15) LEBEAU, F.J. & SCHIEBER, E. 1951. Archivo programa de frijol, Departamento de Fitopatología. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. (inédito).
- (16) MORENO M., R.A. 1968. Características del virus del Mosaico Común del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 56 p. (Tesis Mag. Sc.).

VI. LITERATURA CONSULTADA

- (1) AGRIOS, G.N. 1969. *Plant Pathology*. New York and London, Academic Press.
- (2) BENAVIDES, J.G. 1972. *Una contribución a la metodología de la zonificación ecológica de cultivos anuales*. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 155 p. (Tesis Mag. Sc.)
- (3) BERMUDEZ, J.R. 1966. *Zonas ecológicas de Guatemala y sus aptitudes según el sistema de Leslie R. Holdridge*. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Escuela Nacional de Agricultura, Bárcena, Villa Nueva. (Copias mimeografiadas).
- (4) CARDONA, C. & MONTOYA, L.A. 1969. *Información básica para la programación de Investigación y Extensión Agrícola y Pecuaria en Centroamérica y Panamá*. Turrialba, Costa Rica, IICA-OEA. 23 p.
- (5) ———— 1956. *Angular Leaf Spot of Bean*. Madison, Wisconsin University. 56 p.
- (6) CRISPIN M., A. & SIFUENTES, J.A. 1970. *Enfermedades y Plagas del frijol en Mexico*. Mexico, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, SAG. Folleto de Divulgación No. 39. 46 p.
- (7) CURLEY, M.A. 1972. *Mapa sobre clasificación ecológica basado en Leslie Holdridge*. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Dirección General de Recursos Naturales y Renovables.

- (8) DONGO D., S.L. 1967. Estudio sobre la patogenicidad de *Fusarium oxysporum* f. *phaseoli* en el frijol. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 46 p. (Tesis Mag. Sc.).
- (9) ECHANDI, E. 1966. Principales enfermedades del frijol observadas en diferentes zonas ecológicas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica 16 (4): 359-363 (separata).
- (10) ELLIS, D.E. 1952. *Ascochyta* Leaf Spot. Technical Bulletin. 868: 54.
- (11) ————1952. *Ascochyta* Leaf Spot of Bean in North Carolina. *Plant Disease Reporter*. 36:12
- (12) FERNANDEZ E. J.M. 1966. Identificación de bacterias patógenas en frijol. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 54 p. (Tesis Ing. Agr.)
- (13) GAMES, R. sin fecha. Los insectos como vectores del virus del frijol en Centroamérica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. (información mimeografiada).
- (14) HOLDRIDGE, L.R. BRUCE, F. & MASON, B. 1950. Los Bosques de Guatemala. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y el Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala.
- (15) LEBEAU, F.J. & SCHIEBER, E. 1951. Archivo programa de frijol, Departamento de Fitopatología. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. (inédito).
- (16) MORENO M., R.A. 1968. Características del virus del Mosaico Común del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 56 p. (Tesis Mag. Sc.).

- (17) MURILLO V., J.I. 1966. *Estudio sobre virus del frijol en Costa Rica*. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 38 p. (Tesis Ing. Agr.).
- (18) MUELLER, A.S. 1950. *A preliminary survey of plant diseases in Guatemala*. *Plant Disease Reporter*. 34: 161-164.
- (19) ORGANIZACION DE ESTADOS AMERICANOS. 1971. *Mejoramiento de la producción de frijol; proyecto. Guatemala, Curso Nacional de Guatemala en colaboración con la secretaria General del Consejo Nacional de Planificación Económica y el Banco de Guatemala*. 62 p.
- (20) PATIÑO, M.B. 1967. *Enfermedades del frijol en El Salvador*. El Salvador, Dirección General de Investigación Agronómicas, Ministerio de Agricultura. Circular No. 78. 29 p.
- (21) SCHIEBER, E. 1974. *Comunicación personal*.
- (22) ————1973. *Informe sobre algunos estudios fitopatológicos efectuados en la República Dominicana*. República Federal de Alemania, Centro Federal de Cooperación Económica. 67. p.
- (23) ————& ZEUTMYER, G.A. 1971. *A new bean disease in the Caribbean area*. *Plant Disease Reporter*. 55: 207-208.
- (24) , ————1970. *Enfermedades del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en la República Dominicana*. Turrialba, Costa Rica 20 (1): 20-23.

- (25) ————1970. Tizón del frijol incitado por *Ascochyta boltshauseri* en el Altiplano de Guatemala. XVI Reunión del PCCMCA, Antigua Guatemala, Guatemala. pp. 48-50.
- (26) ————1969. *Ramularia* leaf Spot on beans in the highlands of Guatemala. *Plant Disease Reporter*. 53: 415-417.
- (27) ————1968. Observaciones preliminares sobre "Ramularia" en frijol en el Altiplano de Guatemala. XIV Reunión del PCCMCA, Tegucigalpa, Honduras. pp. 123-127.
- (28) ————1964. Principales enfermedades del frijol en Guatemala. *Fitotécnia Latinoamericana*. 1 (1): 85-94.
- (29) SILVERA C., G.A. 1967. Evaluación de la resistencia de frijol a la Mancha Angular, algunos aspectos fisiológicos de *Isariopsis griseola* Sacc. y patogenicidad de algunas cepas colectadas en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. 59. p. (Tesis Mag. Sc.).
- (30) STAKMAN, E.C. & HARRAR, J.G. 1968. 2a. ed. *Principios de Patología Vegetal*. Buenos Aires, Argentina, Editorial Universitaria. 603 p.
- (31) VARGAS, E. 1968. Determinación de las razas fisiológicas de la roya del frijol, en dos zonas de Costa Rica. XIV Reunión del PCCMCA, Tegucigalpa, Honduras. 135-136. p.
- (32) WALKER, J. CH. 1965. 2a. ed. *Patología Vegetal*. Barcelona España, Ediciones Omega. 229 p.

- (33) ZAUMEYER, W.J. & THOMAS, H.R. 1965.
Enfermedades del frijol y como prevenirlas. Mexico,
AID; Manual de Agricultura No. 225.

Vo.Bo. PALMIRA R. de QUAN
Bibliotecaria