

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

**ESTUDIO ETIOLOGICO DE LAS ROYAS DE LA FRAMBUESA *Rubus idaeus* L. EN LAS ZONAS
DE PRODUCCION DE GUATEMALA**



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

HERBERTH SALVADOR CASTELLANOS CORTEZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, MARZO DE 1,999.

DL
01
T(1762)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. JOSE ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. WILLIAN ROBERTO ESCOBAR LOPEZ
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNANDEZ F.
VOCAL CUARTO:	Br. OSCAR JAVIER GUEVARA PINEDA
VOCAL QUINTO:	Br. JOSE DOMINGO MENDOZA CIPRIANO
SECRETARIO:	Ing. Agr. GUILLERMO E. MENDEZ BETETA

Guatemala, Marzo de 1,999.

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

Respetable miembros:

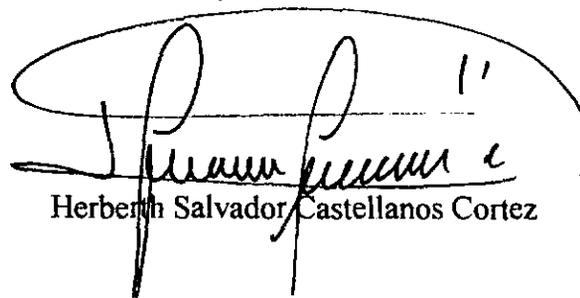
De conformidad con la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

ESTUDIO ETIOLOGICO DE LAS ROYAS DE LA FRAMBUESA Rubus idaeus L. EN LAS ZONAS DE PRODUCCION DE GUATEMALA

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

Esperando que la presente investigación llene los requisitos necesarios para la aprobación, me suscribo,

Atentamente,



Herberth Salvador Castellanos Cortez

ACTO QUE DEDICO

A:

- DIOS FUENTE DE SABIDURIA QUE ME HA ILUMINADO SIEMPRE PARA PODER ALCANZAR MIS METAS.
- MIS PADRES SALVADOR CASTELLANOS MARTINEZ
HILDA ISABEL CORTEZ A. DE CASTELLANOS
Que este triunfo sea una recompensa a sus múltiples esfuerzos.
- MI ESPOSA MAGDA PATRICIA BARRERA DE CASTELLANOS
Por su comprensión y amor.
- MIS HIJOS MARIO, FRANCISCO, HERBERTH, que esta meta alcanzada les sirva de ejemplo.
- MIS HERMANOS ODETH, LEYDER, JHONY, con cariño y gratitud.
- MI ABUELITA MARTA LAURA ARENALES DE CORTEZ, agradecimientos sinceros a su incalculable apoyo.
- MIS TIOS, TIAS
PRIMOS Y PRIMAS Como muestra de cariño y agradecimiento.
- FAMILIA BARRERA
MEZA Por su ayuda moral y material.
- A MIS COMPAÑEROS
Y AMIGOS En general.

FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

TESIS QUE DEDICO

A:

GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

TODAS LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON EN MI FORMACION

AGRADECIMIENTOS

Con especial aprecio y gratitud a mi asesor Ing. Agr. Gustavo Adolfo Alvarez Valenzuela, por su valiosa orientación en la realización de la presente investigación.

A la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT), por el apoyo brindado al presente trabajo.

Al laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía y laboratorio de Sanidad Vegetal, por proporcionar mobiliario, equipo, reactivos para la ejecución de la presente investigación, así como el análisis de las muestras para su diagnostico.

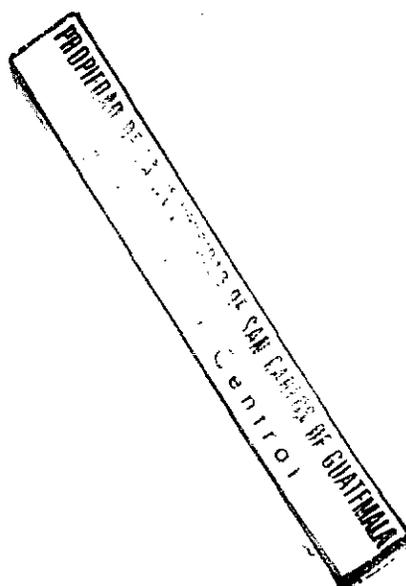
A los Ingenieros Agrónomos Edil Rodríguez, Mario A. Méndez y Fernando Rodríguez por la revisión del presente trabajo y amistad que me brindaron.

A la Dr. Debra Edwards y M. Sc. Mary Ann Hansen, por su estrecha colaboración en el desarrollo de la investigación.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este tesis.

INDICE

CONTENIDO		PAG
	INDICE DE FIGURAS	ix
	INDICE DE CUADROS	x
	RESUMEN	xi
1.	INTRODUCCION	1
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
3.	MARCO TEORICO	4
3.1	MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1	ANTECEDENTES	4
3.1.2	ORIGEN	4
3.1.3	CLASIFICACION	5
3.1.4	CARACTERISTICAS BOTANICAS	5
3.1.5	VARIETADES MAS IMPORTANTES	6
3.1.5.1	TIPO DE VERANO	6
3.1.5.2	TIPO DE OTOÑO	6
3.1.6	SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO	7
3.1.6.1	AREA CULTIVADA EN EL PAIS	7
3.1.7	REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO	8
3.1.7.1	REQUERIMIENTOS CLIMATICOS	8
3.1.7.2	REQUERIMIENTOS EDAFOLOGICOS	8
3.1.8	PRODUCCION Y COMERCIALIZACION	8
3.1.9	COSECHA Y MANEJO POST COSECHA	9
3.1.10	MERCADO INTERNACIONAL	11
3.1.11	MANEJO AGRONOMICO	13
3.1.11.1	SIEMBRA	13
3.1.11.2	FERTILIZACION	13
3.1.11.3	METODOS DE PROPAGACION	15



3.1.12	PLAGAS Y ENFERMEDADES	17
3.1.12.1	PLAGAS	17
3.1.12.2	ENFERMEDADES	18
3.1.13	ROYA	18
3.1.13.1	ROYA ANARANJADA	20
3.1.13.2	ROYA DE LA CAÑA Y DE LAS HOJAS	20
3.1.13.3	ROYA AMARILLA	21
3.1.13.4	ROYA DE LA HOJA TARDIA	21
3.1.14	SUSCEPTIBILIDAD DE LAS PLANTAS A LA ROYA	21
3.1.15	PROPAGACION DE LA ROYA	22
3.1.16	IDENTIFICACION DEL AGENTE CAUSAL DE LAS ROYAS	22
3.2	MARCO REFERENCIAL	22
3.2.1	LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO	22
3.2.2	ESTUDIOS REALIZADOS EN GUATEMALA	23
3.2.3	ESTUDIOS REALIZADOS EN OTROS PAISES	24
3.2.4	ROYA TARDIA DE LA HOJA	27
3.2.5	SINTOMAS	28
3.2.6	ORGANISMO CAUSAL	29
3.2.7	CICLO DE LA ENFERMEDAD Y EPIDEMIOLOGIA	30
3.2.8	CONTROL	32
4.	OBJETIVOS	33
4.1	GENERAL	33
4.2	ESPECIFICOS	33
5.	HIPOTESIS	34
6.	METODOLOGIA	35
6.1	AREA DE TRABAJO	35
6.2	DETERMINACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	35
6.3	RECOLECCION DE MUESTRAS	36
6.4	PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS	36

7.	RESULTADOS Y DISCUSION	38
7.1	DETERMINACION DEL AGENTE CAUSAL	38
7.2	SINTOMAS OBSERVADOS EN GUATEMALA	39
7.3	DISTRIBUCION DE LA ROYA POR DEPARTAMENTO	39
7.3.1	DISTRIBUCION DE <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. Depto. CHIMALTENANGO	39
7.3.2	DISTRIBUCION DE <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. Depto. SACATEPEQUEZ	40
7.3.3	DISTRIBUCION DE <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. Depto. GUATEMALA	41
7.3.4	DISTRIBUCION DE <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. Depto. SANTA ROSA	42
7.3.5	DISTRIBUCION DE <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. Depto. JALAPA	43
7.3.6	DISTRIBUCION DE <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. Depto. SAN MARCOS	43
8.	CONCLUSIONES	46
9.	RECOMENDACIONES	47
10	BIBLIOGRAFIA	48
11.	APENDICE	50

INDICE DE FIGURAS

		PAG
FIGURA 1	Esquema de comercialización de la frambuesa	9
FIGURA 2 "A"	Distribución del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. en el departamento de Chimaltenango.	51
FIGURA 3 "A"	Distribución del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. en el departamento de Sacatepéquez.	52
FIGURA 4 "A"	Distribución del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. en el departamento de Guatemala.	53
FIGURA 5 "A"	Distribución del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. en el departamento de Santa Rosa.	54
FIGURA 6 "A"	Distribución del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. en el departamento de Jalapa.	55
FIGURA 7 "A"	Distribución del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth. en el departamento de San Marcos.	56
FIGURA 8 "A"	Estructuras reproductivas del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth.	57
FIGURA 9 "A"	Ciclo de desarrollo del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth.	58
FIGURA 10 "A"	Síntomas que ocasiona en la hoja y fruto <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth.	59
FIGURA 11 "A"	Aecia en <i>Picea glauca</i> (Moench.) hospedante alternativo de <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth.	60

INDICE DE CUADROS

		PAG
CUADRO 1	Area cultivada de frambuesa en Guatemala	7
CUADRO 2	Temporada de cosecha y comercialización de frambuesa en países donde se cultiva.	12
CUADRO 3	Departamentos con áreas de producción en Guatemala	35
CUADRO 4	Municipios del departamento de Chimaltenango con presencia del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth.	40
CUADRO 5	Municipios del departamento de Sacatepéquez con presencia del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth	41
CUADRO 6	Municipios del departamento de Guatemala con presencia del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth.	42
CUADRO 7	Municipios del departamento de Santa Rosa con presencia del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth.	42
CUADRO 8	Municipios del departamento de Jalapa con presencia del hongo <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth.	43
CUADRO 9	Municipios del departamento de San Marcos con presencia del hongo. <i>P. americanum</i> (Farl.) Arth.	44

**ESTUDIO ETIOLOGICO DE LAS ROYAS DE LA FRAMBUESA
Rubus idaeus L. EN LAS ZONAS DE PRODUCCION DE GUATEMALA.**

**ETIOLOGICAL STUDY OF THE RUST OF THE RASPBERRY Rubus idaeus L. IN THE ZONES
OF PRODUCTION OF GUATEMALA.**

R ESUMEN

El cultivo de frambuesa *Rubus idaeus* L., ha adquirido mucha importancia en los últimos años en nuestro país, ya que constituye una nueva alternativa para los pequeños y medianos agricultores debido a la demanda de los mercados de Norte América y Europa.

Las áreas de producción se concentran en los departamentos de Chimaltenango, Guatemala, Sacatepéquez, Santa Rosa, Jalapa y San Marcos con un área estimada de 285 hectáreas. Dado el incremento de las áreas de cultivo, ha provocado el apareamiento de plagas, siendo la roya el principal factor limitante debido al daño que ocasiona, reduciendo la producción y la calidad.

El agente causal determinado en todas las áreas de estudio fue *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth., el cual fue determinado en el Centro de diagnóstico fitopatológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en el Laboratorio de Diagnóstico de Sanidad vegetal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

La investigación se realizó en nueve municipios del departamento de Chimaltenango (El Tejar, San Andrés Itzapa, Parramos, Zaragoza, Patzicia, Comalapa, Patzún, Acatenango y Chimaltenango), seis municipios del departamento de Sacatepéquez (Antigua, Jocotenango, Pastores, Ciudad Vieja, San Miguel Dueñas y Alotenango), cinco municipios de Guatemala (San José Pinula, Fraijanes, Villa Canales, Amatitlan y San Miguel Petapa), dos municipios de Santa Rosa (Barberena y Pueblo Nuevo Viñas), un municipio de Jalapa (Jalapa), y un municipio de San Marcos (San Rafael Pie de la Cuesta).

En cuanto a la distribución del hongo, este se encuentra prácticamente en todas las zonas de producción, ya que se detectó en los 24 municipios muestreados.

El hongo *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth. se encontró afectando hojas maduras, sépalos, cálices, tallos y frutos. En hojas maduras se observaron típicas pústulas amarillas en el envés cubiertas por uredioesporas. En tallos se observaron lesiones cubiertas por pústulas amarillentas cubiertas por uredioesporas. En el fruto uredinias se desarrollan produciendo cantidades de uredioesporas limitando la producción y la calidad.

Se recomienda la implementación de un programa de saneamiento, después de la cosecha y poda, debido a que el patógeno sobrevive como micelio uredinial en restos de cosecha y sirve como inóculo primario para la próxima estación.

1. INTRODUCCION

El cultivo de la frambuesa *Rubus idaeus* L., en los últimos 8 años ha venido a constituir una alternativa en la economía de los pequeños y medianos agricultores del país, especialmente en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Guatemala, Santa Rosa, Jalapa y San Marcos (10).

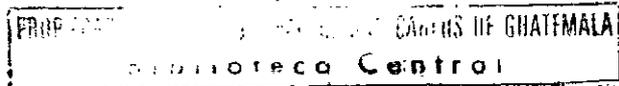
El incremento de las áreas de cultivos trae como consecuencia el aparecimiento de plagas en Guatemala y en frambuesa la más importante actualmente es la roya, la que según la literatura los agentes incitantes pueden ser: *Arthuriomyces peckianus* (E. Howe) Cummins & Y. Hiratsuka., *Gymnoconia nitens* (Schwein.) F. Kern & H. W. Thurston., *Kuehneola uredinis* (Link) Arth., *Phragmidium rubi-idaei* (DC.) P. Karst. y *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth.

Previo a este estudio se desconocía cual o cuales de los agentes mencionados era el predominante en las zonas de producción, así como cual era su incidencia y distribución. Esta falta de información hace difícil el manejo de la enfermedad por cuanto que se desconocen sus hábitos y mecanismos de dispersión, así como los métodos de control.

Dicho cultivo generó un ingreso de divisas que en los años 1,996 a 1,997 fue de 20 millones de dolares, exportándose 458 toneladas métricas con un área sembrada de 111 hectáreas; incrementándose en 1,997 a 285 hectáreas. Además del impacto social que el cultivo tiene en cuanto a demanda de mano de obra, ya que este requiere para su producción aproximadamente de 1,000 jornales / hectárea / año. (10,11).

El objetivo del trabajo fue determinar el o los agentes causales predominantes en el país y su distribución. Según el estudio efectuado, se determinó que el hongo *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth. es el incitante de la roya de la frambuesa en Guatemala .

Para realizar la investigación se procedió a muestrear y recolectar muestras de plantas enfermas en las diferentes zonas de producción del país, para luego analizarlas en el Centro de diagnostico fitopatológico de



la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en el laboratorio de diagnóstico de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.

El hongo *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth. fue detectado en las diferentes localidades del país bajo estudio.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Guatemala la investigación sobre los factores que afectan la producción de frambuesa *Rubus idaeus* L., es muy escasa y de difícil acceso.

El cultivo es afectado por varias enfermedades tanto de carácter biótico, como de carácter abiótico, teniendo una mayor importancia la roya dado a su impacto en la producción y su amplia distribución.

Dado a la importancia de esta enfermedad se realizó dicho estudio para determinar su agente incitante, síntomas, hospederos y su distribución. El hongo fue determinado como *P. americanum* (Farl.) Arth. su inóculo ya se encuentra en todas las áreas de producción del país y puede convertirse en un problema serio para los productores que se benefician con el cultivo de frambuesa; si no se toman en cuenta una serie de prácticas culturales tendientes a eliminar el inóculo primario.

Por lo anterior fue necesario realizar la investigación para poder tener los elementos necesarios para abordar el problema y sus posibles soluciones.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 ANTECEDENTES

En el año 1,989 se introdujeron a nuestro país, variedades de frambuesa como Heritage, Autumm Bliss, Ruby y Summitt para ser evaluadas en cuanto a adaptabilidad en nuestro medio, posteriormente algunos productores, con el apoyo del Proyecto de Desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria (PROFRUTA), Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), y la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (GEXPRONT), a través del proyecto Agricultural Reserch Fund (ARF), iniciaron un trabajo de investigación sobre adaptabilidad de variedades que aunque no se concluyó se obtuvieron parámetros para recomendar la siembra de dos variedades Autumm Bliss y Summitt.

El fomento realizado por Profruta, Agroexportadoras y personas interesadas en el cultivo de frambuesa ha sido de mucha importancia, ya que en el año 1,993 se tenía un área sembrada de 60 hectáreas y para julio de 1,995 se incrementó el área a 284 hectáreas sembradas en el país (10).

Documentos publicados sobre el cultivo en nuestro país han sido básicamente, recopilación de información y experiencias de personas que trabajan en el mismo, publicándose a la fecha tres manuales por medio del Proyecto de Apoyo a las Exportaciones (PROEXAG), GEXPRONT Y PROFRUTA.

3.1.2 ORIGEN

La frambuesa fue encontrada por los griegos en estado silvestre, en el monte Ida de aquí el nombre de (*R. idaeus* L.), de Grecia paso a Italia, a los Países bajos, a Inglaterra y luego a la América del Norte, en donde se empezó a cultivar, conjuntamente con otras especies como (*R. occidentalis* L.), que es fruto de color

negro y (*R. idaeus subsp strigosus* Michx.), fruto de color rojo ambas especies originarias de Norte América. (20).

3.1.3 CLASIFICACION TAXONOMICA L. (22)

Reino	Plantae
Sub Reino	Embryobionata
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub Clase	Rosidae
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Genero	Rubus
Especie	Idaeus

3.1.4 CARACTERISTICAS BOTANICAS

Es un arbusto perenne de la familia de las Rosáceas, con alturas de un metro a 1.80 metros., caracterizada por poseer raíces primarias y secundarias que poseen la capacidad de emitir brotes. Sus tallos son erectos provistos de pequeñas espinas fuertes y abundantes. Las hojas son compuestas, alternas y pentafoliadas. Las flores son hermafroditas y estipuladas, presentándose en racimos sueltos y floración escalonada. Los frutos son pequeños agregados, ovoides o subglobosos de color rojo, negro o púrpura formado de muchas drupas convexas, deprimidas, rugosas, cada drupa tiene adherido un pelo de color amarillo oro, de 2.5 a 4.0 gramos de peso por fruto, que se desprenden fácilmente del receptáculo al madurar (9).

3.1.5 VARIEDADES MAS IMPORTANTES

Las variedades de Frambuesa se dividen en dos tipo, atendiendo al tipo de fructificación.

3.1.5.1 Tipo de Verano.

Son variedades bianuales que producen tallos vegetativos durante el primer año de crecimiento, seguido por los frutos de estos tallos durante el segundo año. Usualmente requieren de 800 a 1,200 U.F. para satisfacer sus requerimientos durante el invierno y poder brotar y fructificar adecuadamente, en la primavera siguiente. (22).

Producen su cosecha en ramificaciones laterales, que aparecen de yemas axilares a lo largo de casi toda la planta. Éste tipo de variedades no se recomienda en nuestro país, ya que por un lado se requiere de un tiempo muy prolongado para llegar a la cosecha y además porque algunas variedades de éste tipo se trajeron a nuestro país y no se pudieron adaptar al medio, dentro de estas variedades tenemos: Latham, Boyne, Newborgh, Mecker, Willamette (22).

3.1.5.2 Tipo de Otoño

Son variedades que dan fruta en la porción superior del tallo durante la primera temporada de crecimiento y luego se puede obtener una segunda producción, mediante el aprovechamiento de nuevas cañas que han crecido durante la primera producción (22).

No requieren frío para la fructificación, usualmente se explota una sola cosecha en éste tipo de frambuesa, eliminando a ras del suelo todas las plantas que fructificaron el año anterior. Algunas de estas variedades que se recomiendan para nuestro país se mencionan a continuación: Heritage, Ruby, Autumn Bliss y Summit, de las cuales Autumn Bliss y Summitt son las mas explotadas a nivel comercial (22).

3.1.6 SITUACION ACTUAL DEL CULTIVO

3.1.6.1 Area Cultivada en el País

Según inventario actualizado de productores de frambuesa realizado por PROFRUTA julio 1,995, se estima que en el país se tiene una cantidad de 284 hectáreas sembradas, como se describe a continuación (9).

Cuadro 1. Area cultivada de frambuesa en Guatemala, 1,995.

DEPARTAMENTO	VARIEDAD	HECTAREAS	PRODUC- TORES	EDAD CULTI- VO / AÑO
Chimaltenango	Autumn Bliss	28.32	71	0.5 - 4
	Summit	79.18	26	0.5 - 4
Sacatepéquez	Autumn Bliss	39.51	77	0.5- 4
	Summit	47.44	18	0.5--4
Guatemala	Autumn Bliss	36.65	26	0.5 - 4
	Summit	31.16	15	0.5 - 4
Santa Rosa	Autumn Bliss	6.89	4	0.5 - 1
	Summit	12.07	3	0.5 - 1
San Marcos	Autumn Bliss	0.35	1	0.5
	Summit	1.75	2	0.5
Jalapa	Autumn Bliss	0	0	0
	Summit	0.69	1	0.5
	Autumn Bliss	111.72	179	
	Summit	172.29	65	
	Total	284.01	244	

Fuente: Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales.

3.1.7 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

3.1.7.1 Requerimientos climáticos

Las variedades de otoño Autumn Bliss y Summit , no requieren de vernalización (horas frío), para su fructificación .(3). Las alturas adecuadas del cultivo en nuestro país para obtener una buena producción y sin problemas, debemos sembrar entre los 1,000 a 1,800 msnm, esto tomando en cuenta que con temperaturas elevadas habría deterioro de la fruta por calor y en el otro extremo se vera la fruta afectada por problemas de heladas (22).

Temperaturas adecuadas de 12 a 29 grados centígrados, humedades relativas altas y temperaturas altas, favorecen la incidencia de enfermedades, y exige de 700 a 900 milímetros de agua al año en forma de lluvia (22).

3.1.7.2 Requerimientos Edafológicos:

El tipo de suelo debe ser de textura franco arenosa, rico en materia orgánica, buen drenaje y pH de 5.5 a 6.5, estas condiciones solamente podrán conocerse al hacer un análisis de suelos, el cual también servirá para realizar el plan de fertilización (22).

3.1.8 PRODUCCION Y COMERCIALIZACION

La producción de frambuesa en nuestro medio, aun se considera baja, relacionado con los volúmenes obtenidos en otros países por unidad de área; algunos productores han obtenido hasta 1,200 cajas por manzana o sea 1,800 cajas por hectárea (4,000 kilogramos de fruta / hectárea) por ciclo de producción.

En lo que se refiere a la comercialización, en la actualidad los productores lo hacen por medio de las agroexportadoras que funcionan en el país, vendiendo su producto a consignación, tanto para Europa como para Estados Unidos.

Luego del precio de venta en el exterior le descuentan las comisiones, los gastos de envío y el empaque (suministrado por la exportadora al productor) para determinar el retorno neto al productor, el esquema de comercialización es el siguiente: (22).

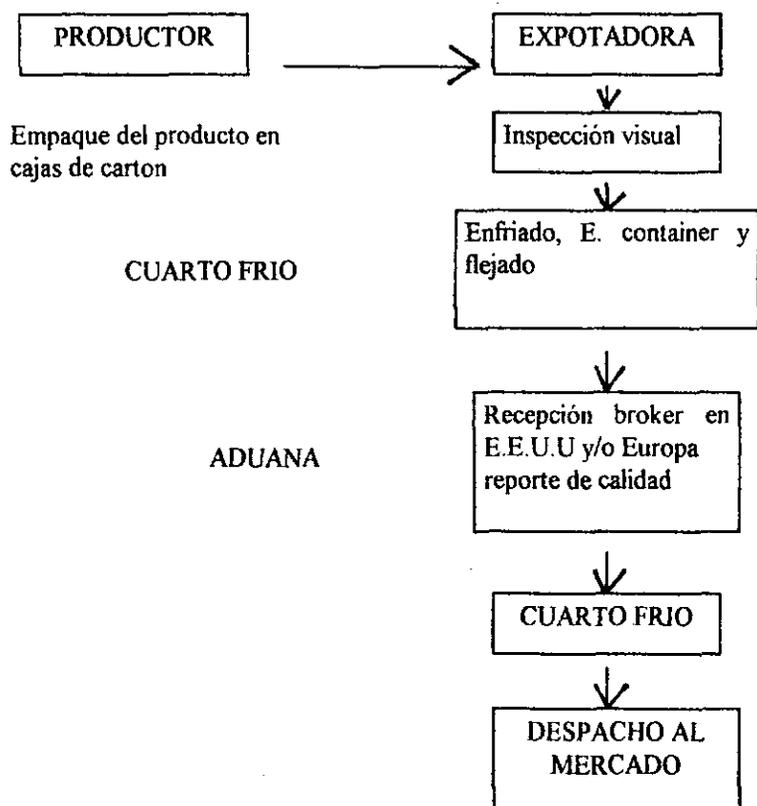


Figura 1. Esquema de comercialización de la frambuesa.

Fuente: Proyecto de desarrollo de la Fruticultura y Agroindustria.

3.1.9 COSECHA Y MANEJO POST COSECHA

La cosecha de las frambuesas constituye una de las prácticas más difíciles del cultivo ya que la maduración desuniforme de las frutas provoca que se corte fruta madura quedando fruta verde aun en el racimo (22). La Frambuesa estará lista para cosecha cuando cambia de un color verde a rojo, sin llegar a un rojo intenso, que corresponde a fruta muy madura, además la fruta se desprenderá fácilmente del receptáculo que sostiene a la misma. Es recomendable entrar al campo lo mas temprano posible en la mañana y cortar hasta las 10:00 a.m. y en caso de días muy calurosos es conveniente realizar otro corte en horas más frescas

de la tarde con el objeto de no dejar fruta que pueda estar muy madura para el día siguiente. Para evitar pérdidas durante la comercialización, es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos para la cosecha:

(22)

- Recolectar la fruta que tenga el mismo estado de madurez en horas de la mañana, pero una vez que se haya secado el rocío, ya que la humedad favorece a la fermentación y al deterioro.
- No utilizar recipientes hondos para la recolección, debido a que el peso de una frutas sobre otras trae como consecuencia heridas y magulladuras que deterioran la calidad y pueden ocasionar pudriciones posteriores.
- En lo posible minimizar el manipuleo, cuando el personal ya es calificado la recolección la puede llevar a cabo directamente en las canastillas en que se exportará.
- Es recomendable hacer casetas o buscar lugares con sombra para que todas aquellas cajas cosechadas sean llevadas a ese punto y se expongan a ventilación para evaporar el agua de rocío que lleve, esto puede lograrse en ventiladores comunes.
- Tan pronto se termine la cosecha es importante llevar la fruta al lugar de refrigeración para evitar su rápido deterioro.
- Una vez cosechada la frambuesa deberá empacarse tan pronto como sea posible y deberá llevarse a un enfriamiento en mismo día de la cosecha para el empaque del producto se utilizan canastillas plásticas con capacidad para 170 gramos (E.E.U.U) ó 150 gramos (EUROPA), llamadas Clamp Shell, las que a su vez serán colocadas en cajas de cartón corrugado, abiertas, con capacidad para 12 canastillas llamadas cajoneras, luego estas cajas podrían ser transportadas en cajas corrientes con diferentes capacidades para su traslado a la planta.
- Una vez la fruta en la planta, se sacan de las cajas contenedoras para proceder a su enfriamiento a 34 grados fahrenheit (1.1 grados centígrados), con humedad relativa de 90 a 95 %. El transporte con destino al mercado

fresco deberá hacerse sin demora, por vía aérea, a los mercados de exportación, durante el tiempo de envío deberá asegurarse que el carguero le provea la temperatura indicada al producto y que al llegar a su destino sea conducido inmediatamente a cuartos refrigerados.

- Manteniendo las condiciones de temperatura (34 grados centígrados) y humedad relativa (90 a 95 %) se puede lograr una vida útil máxima del producto de una semana (22).

La fruta congelada ha adquirido gran importancia en los últimos años, que del grupo de los Berries, la frambuesa constituye uno de los más sobresalientes, pues es uno de los productos de mayor costo de producción y al mismo tiempo es uno de mejor precio y margen neto en la exportación. Si a esto se une el hecho de que la demanda por frambuesa en cualquiera de sus formas aún es mayor que su oferta, se tiene que esta especie es uno de los productos estrella de la congelación. Por estas razones la industria del congelado puede pagar los precios tan elevados que tiene hoy la materia prima. El precio para la materia prima de calidad IQF (Congelamiento Individual Rápido) ha alcanzado incluso US\$ 1.45 por kilogramo.

Y para Block (Congelamiento en bloques) ha llegado a US\$.095 por kilogramo, siendo éste último procedimiento más usado en Guatemala para la exportación de fruta de segunda, adhiriendo la homogeneidad y sanidad de la fruta que son factores importantes en cuanto a calidad, para que la misma sea aceptada en mercados internacionales (23).

3.1.10 MERCADO INTERNACIONAL

Las Frambuesas de Guatemala pueden ser colocadas tanto en el mercado de los E.E.U.U. como en el mercado Europeo, como fruta fresca, en condiciones óptimas siempre y cuando sean manejadas adecuadamente.

Normalmente el poco volumen en la producción guatemalteca se destina al mercado fresco en donde regularmente se consiguen precios que pueden variar desde \$ 15 a 35 por cajonera, precio en el mercado final o sea de \$ 8 a 25 por cajonera de retorno al productor, sin embargo últimamente el mercado del producto congelado en el exterior, demanda una gran cantidad, de allí que por ejemplo los chilenos en 1,983 un 60%

de su producción destinaban para el mercado en fresco y el resto para el mercado de congelado, mientras que en la actualidad el 80% de su producción la destinan al mercado congelado tanto para los E.E.U.U. como para Europa.

El mercado para nuestra producción de frambuesa se basa en los estados de Norteamérica principalmente aquellos donde los ciudadanos se encuentran familiarizados con la fruta. Además en Europa, se encuentra la otra parte del mercado y allí se mencionan como potenciales entre otros: Francia, Inglaterra, Alemania, Holanda, etc. (22).

En cuanto a los retornos de mercado adecuados para el producto, tenemos que la producción de E.E.U.U. se encuentra de mayo a noviembre, mientras que en Chile la producción empieza a finales de noviembre hasta mediados de mayo, Nueva Zelandia concentra su producción de enero a abril, el calendario de la producción de frambuesa y competencia de exportaciones se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2. Temporada de cosecha y comercialización de la frambuesa en países donde se cultiva.

LUGAR	MESES											
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
E.E.U.U. - (Washington y Oregon)							**	**	**	**		
E.E.U.U. (California)					**	**	**	**	**	**	**	
Chile	**	**	**	**	**							
Nueva Zelandia	**	**	**	**	**							
Canadá - (Columbia y Británica)						**	**	**	**	**		
Colombia	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Europa						**	**	**	**	**	**	
*Guatemala				**	**	**				**	**	**

Fuente: Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales

* Temporada de Producción de Guatemala

3.1.11 MANEJO AGRONOMICO

3.1.11.1 Siembra

Anteriormente a la siembra, se prepara el terreno, consiste en un zanjeado de 50 por 30 centímetros de ancho por profundidad, en donde se le incorporará abono orgánico, químico, en base al análisis de suelo, mezclar en suelo con el abono en la zanja y desinfectar la zona expuesta por las raíces del cultivo, se puede realizar con Nematicur o Mocap, a razón de 8 gramos, por metro lineal.

Después de preparar la cama de siembra (surcos) los cuales deben estar distanciados a 2 metros uno de otro, se procede a sembrar pudiendo utilizar un distanciamiento de 50 centímetros, si es Autumn Bliss y 35 centímetros, si es Summitt. Esto por la diferencia de agresividad para poblar el surco.

La época adecuada para realizar la siembra en el campo definitivo es en los meses de marzo a mayo, ó alguna otra, si es en verano asegurarse que exista suficiente humedad en el suelo, ya que la frambuesa es un cultivo exigente el agua.

Al momento de sembrar la planta, hay que asegurarse de que no queden raíces mal puestas, que el suelo quede bien firme alrededor de la planta para evitar bolsas de aire en el suelo y que la base del cuello coincida con el nivel del suelo (22).

3.1.11.2 Fertilización

La fertilización estará determinada por el análisis de suelo. Esta es una práctica que siempre se debe hacer con la finalidad de mejorar el uso de los fertilizantes y suplir a la planta de los nutrientes y cantidades que esta necesita. El análisis de suelos se hace previamente a la siembra del cultivo, para determinar si es necesario algún tipo de corrección, tal como el pH del suelo. Lo más recomendable es extraer de 12 a 15 muestras de suelo por cada hectárea de terreno. Estas muestras deben de ser constituidas por diferentes lugares, de una profundidad de aproximadamente 20 a 30 centímetros, para que así puede ser completamente

representativas del área respectiva. Los análisis de suelo se recomiendan hacer antes de la siembra y previo a las fertilizaciones para proveer la información requerida para la fertilización (14).

Antes de cualquier fertilización, incluyendo la siembra, se debe determinar el pH del suelo. El pH óptimo para el cultivo de la frambuesa es de 6.0 a 6.5. El pH del suelo debe de ser corregido de no estar en los límites adecuados. Se recomienda incorporar 2000 a 4000 kilogramos por hectárea de cal, si el suelo tiene un pH entre 5.0 y 5.5; y 4000 a 6000 kilogramos por hectárea, si el suelo tiene un pH menor de 5.0. Esta práctica se debe de hacer por lo menos con 4 meses de anticipación respecto a la siembra (14).

Una vez que se establece un cultivo, el análisis foliar puede proporcionar una buena guía con respecto al aprovechamiento de los nutrientes por la planta. Al utilizar esta ayuda en el manejo, es muy importante que se saque muestras de hojas similares en cada ocasión. Las cantidades y proporciones de nutrientes pueden variar considerablemente de acuerdo a su edad, posición y exposición. La muestra que se recomienda tomar está constituida por: hojas, que estén arriba de los 40 centímetros, que sean retoños, eligiendo al azar cinco de las hojas totalmente expandidas y también pecíolos de áreas expuestas de la periferia de la planta. Deben muestrearse diez plantas representativas para hacer un total de 50 hojas (14).

Un buen y lógico método de manejo de fertilizantes en una plantación madura, es aquel en que se hace un calculo de la cantidad de nutrientes sacados por la plantación y de los fertilizantes aplicados para reemplazarlos asegurando, por su puesto, que cualquier desbalance serio haya sido rectificado antes de la plantación (14).

Las frambuesas producen mejor en cañas de gran diámetro con entrenudos cortos. Para la mayoría de las variedades, la mejor altura de caña para un rendimiento óptimo es de aproximadamente 2.4 metros, con 9 a 12 cañas por cada 0.5 a 0.7 metros. El programa de fertilización de nitrógeno debe manejarse para obtener éste tipo de crecimiento. Aunque otros elementos fertilizantes generalmente no afectan el vigor, ellos son necesarios y deben aplicarse de acuerdo a los análisis foliares (14).

Existen dos formas de fertilizar el cultivo de la frambuesa, estas son la " fertilización durante el año de establecimiento" y la" fertilización anual " (14).

- Fertilización durante el año de establecimiento: Después que las plantas nuevas comienzan a crecer, se debe aplicar casi la mitad de la dosis anual recomendada (N,P,K,). El fertilizante debe colocarse en una o dos bandas a 15 centímetros, al lado de las plantas y de 5 a 8 centímetros de profundidad (14).
- Fertilización anual: Se debe hacer aplicaciones anuales de fertilizantes, de acuerdo a los resultados de los análisis foliares y de suelo. Es más probable que los nutrientes estén bajos en los suelos arenosos (14).

En los suelos con alto contenido de arcilla o materia orgánica, el análisis en terreno es especialmente importante. Las aplicaciones de fertilizantes (N,P,K) se deben iniciar cuando comienza el crecimiento. Puede ser colocado en bandas de 30 a 40 centímetros del centro de la hilera y de 5 a 10 centímetros de profundidad. Si se usa estiércol, se debe aplicar a fines de otoño o comienzos del invierno y deben reducirse las dosis de nitrógeno. Grandes cantidades de estiércol pueden hacer que las frambuesas continúen creciendo tarde en la temporada y hacer más susceptibles al daño invernal (14).

3.1.11.3 Métodos de Propagación

La frambuesa es un arbusto vigoroso, formado por ramas bianuales que se perenniza mediante la emisión de nuevos brotes a partir de yemas adventicias de estolones y raíces. Esta característica da base a las dos formas tradicionales de propagar la frambuesa: hijuelos enraizados y trozos de raíces y la multiplicación por semillas que es usada exclusivamente en programas de hibridación.

Las ramas, según la edad, reciben distintos nombres, llamándose hijuelo o retoño al crecimiento del año y caña al crecimiento del año anterior.



- Multiplicación por Hijuelos: La propagación por hijuelos o retoños, consiste en la obtención de vástagos enraizados, siendo la manera más simple de multiplicarla. Para conseguir un prolifero desarrollo de retoños, se deben cultivar las plantas madres en suelo mullido, especialmente arenoso, rico en materia orgánica y previamente desinfectado. Para vivero las distancias de plantación normalmente recomendadas, son de 1.20 a 1.50 metros entre hileras y 0.20 a 0.30 metros sobre la hilera. Al primer año de la plantación se pueden obtener de 4 a 14 nuevos retoños dependiendo de la variedad y calidad del suelo (2).

Para aumentar la emisión de retoños, se debe:

- Cortar la caña al ras del suelo 5 a 10 días después de la plantación.
- Abonar en primavera y otoño, especialmente con nitrógeno.
- Eliminar cualquier racimo floral que se desarrolle en otoño en las variedades remontantes.

Se recomienda cosechar retoños solamente a partir del segundo año de plantación. Un buen hijuelo se caracteriza por presentar un grosor de 5 a 7 milímetros, y abundantes raíces. La caña no es un buen elemento de multiplicación por ser muy gruesa y tener el sistema radical envejecido, lo cual hace difícil su prendimiento a las guías (2).

Debido a la facilidad de emitir brotes, la raíz es muy buen medio de propagación de la frambuesa. Basado en esta propiedad, pueden obtenerse "plántulas enraizadas" o brotes a los cuales posteriormente se les induce a formar su propio sistema radical, método llamado "brote etiolado".

- Plántulas enraizadas. Para obtener plantas enraizadas, se preparan camas con tierra arenosa, donde se siembran los trozos de raíces de 10 a 15 centímetros de largo y no mayores de 5 milímetros de diámetro, previamente desinfectadas.

- Brote etiolado. La multiplicación por raíces ha sido modificada para dar origen al llamado "brote etiolado". Éste sistema exige mayor tecnología, pero origina plantas más sanas y vigorosas debido al rejuvenecimiento de la plántula por desarrollar su propio sistema radical (2).

3.1.12 PLAGAS Y ENFERMEDADES

3.1.12.1 Plagas

El control de plagas en frambuesa orientadas al mercado de exportación, constituye una práctica necesaria y ventajosa cuyos propósitos son minimizar las pérdidas que ocasionan los organismos fitófagos que la atacan, e impedir la presencia de insectos de carácter cuarentenario causantes de rechazo en la inspección fitosanitaria (14).

Las plagas se dividirán en plagas del suelo y plagas del follaje. Las plagas del suelo que comúnmente aparecen en el cultivo de frambuesa en Guatemala son: Gallina Ciega *Phillophaga spp.*, Gusano Nochero *Agrotis spp.* y *Prodenia spp.*, Gusano Alambre *Agriostes spp.*, Nemátodos *Pratylenchus sp.* (14).

En cuanto a las plagas del follaje tenemos los masticadores que cortan y comen tallos y hojas, normalmente el daño es bastante visible, en éste grupo los insectos que normalmente se presentan son: Gusano de la hoja *Eliothis spp.*, Gusano Medidor *Mocis repanda* (Gueneé), Gusano Minador *Agromyza spp.* y Tortuguillas *Diabrotica spp.* También se tiene a los chupadores, las cuales se alimentan de la savia de la planta y su daño no es muy visible. El mayor peligro de esas plagas es que normalmente son transmisoras de enfermedades virosas. En éste grupo los insectos que se presentan son: Acaros *Tetranychus spp.*, Mosca Blanca *Bemisia spp.*, Trips *Thrips spp.*, Pulgones *Aphis spp.*, Escarabajo de la mora *Byturus spp.*, Gorgojo *Otiorrhynchus spp.*, Polilla de la mora *Lampronia spp.*, Taladro de la corona *Pennisetia spp.*, Taladro de la caña *Oberea spp.*, Enrollador de las hojas *Clenopseustis spp.*, Gusano de la caña *Pegomua spp.*, y Afidos *Amphorophora spp.* y *Aphis spp.* (14).

3.1.12.2 Enfermedades

Las enfermedades de las frambuesa se clasifican en tres tipos:

- Enfermedades Virales: Éste tipo de enfermedades se debe evitar en la medida de lo posible, en vista de que una vez infectada la planta no puede curarse, e incluso los brotes provenientes de raíces; por lo que es necesario la eliminación completa con todo y raíces de la planta infectada, para evitar transmisión a las demás plantas. Entre estas tenemos: mosaico, hoja colocha, mancha de aro, clorosis de las venas, arbusto enano, y esterilidad. Estas se citan como referencia ya que actualmente no se ha detectado ninguna de ellas en Guatemala (14,20).

- Enfermedades Fungosas: Entre las enfermedades fungosas que afectan a las frambuesas están: Antracnosis *E. venetta* (Burkholder) Jenk., Tizón de la caña *L. Coniothyrium* (Fuckel) Sacc., Tizón de la yema *D. applanata* spp. (Niessl) Sacc., Pudrición gris en cañas *B. cinerea* (Pers.:Fr.), Mildiu polvoriento *S. macularis* (Wallr.:Fr.) Lind., Pudrición gris del fruto *B. cinerea* (Pers.:Fr.), Ablandamiento de post cosecha *Rhizopus* spp. y *Mucor* spp., Roya tardía de la hoja *P. americanum* (Farl.) Arth., Pudrición de raíces *Phytophthora* spp. y Verticilosis.

Enfermedades Bacterianas: Dentro de estas la más importante es Agalla de la Corona *Agrobacterium* spp. (14,20).

3.1.13 ROYA

Las royas de las plantas, ocasionadas por hongos Basidiomycetes del orden Uredinales, se encuentran entre las enfermedades de las plantas más destructivas. Han ocasionado hambre y arruinado la economía de grandes áreas y países enteros. Se conocen mejor debido a los efectos devastadores que despliegan sobre los cultivos (1).

Las royas se han distribuido en todos los países del mundo y son de hábitos parasitarios. Las Uredinales comprenden más de 3,500 especies, pero las más perjudiciales, son relativamente muy pocas y pertenecen al género *Puccinea* (18).

La roya ataca principalmente a las hojas y los tallos y en ocasiones a los frutos verticilos florales. Por lo común, las infecciones causadas por la roya tienen aspecto de numerosas manchas rojizas, anaranjadas, amarillas e incluso blanco que ocasionan el rompimiento de la epidermis, la formación de hinchamientos e incluso agallas. La mayoría de las infecciones por roya, son estrictamente manchas locales pero algunas pueden extenderse internamente hasta un grado más o menos limitado (1).

En frambuesa, se considera a la roya como una de las principales enfermedades ya que puede afectar el fruto directamente. Es interesante mencionar que la roya que infecta a la frambuesa en Guatemala no afecta las cañas o tejido joven. Su presencia se limita principalmente a las hojas maduras o senescentes en las partes inferiores de las cañas. En condiciones severas, es común observar pústulas conspicuas amarillas de roya en frutos maduros o próximos a ser cosechados; estos frutos se pierden por completo ya que no pueden ser comercializados (17).

Se han reportado mundialmente al menos ocho especies distintas de roya. La sintomatología presentada por las plantas de frambuesa infectadas con roya, se asemeja mucho a la sintomatología descrita para infecciones por roya tardía de la hoja (late leaf rust), causada por *P. americanum* (Farl.) Arth. Esta roya no es sistémica, afecta tanto las hojas maduras como frutos, causando múltiples pústulas con esporas de textura polvorienta (21).

Entre las royas más importantes en el cultivo de frambuesa tenemos: Royas anaranjada *A. peckianus* (E. Howe) Cummins & Y. Hiratsuka y *G. nitens* (Schwein.) F. Kern & H. W. Thurston., Royas de las cañas y de las hojas *K. uredinis* (Link.) Arth., Royas amarilla *P. rubi-idaei* (DC.) P. Karst., Royas de la hoja tardía *P. americanum* (Farl.) Arth., Royas de la mora *P. violaceum* (C.F. Schultz.) G. Wint. y otras. De las

enfermedades mencionadas arriba, roya anaranjada es probablemente la más destructiva por ser sistémica. (17, 21).

3.1.13.1 Roya Anaranjada

La roya anaranjada es una enfermedad causada por un hongo sistémico confinado a *Rubus spp.*, pero que puede existir en dos formas, una de ciclo largo y otra de ciclo corto. La de ciclo largo o demicíclica predomina en frambuesa negra y la de ciclo corto, endocíclica, ocurre en moras. Esta última es una amenaza constante para las siembras demora en los Estados Unidos. La frambuesa roja es inmune a la enfermedad.

Esta enfermedad es causada por 2 organismos, *A. peckianus* (E. Howe) Cummins & Y. Hiratsuka., (ciclo largo), autoica y *G. nitens* (Schwein.) F. Kern & H. W. Thurston., (ciclo corto), autoíca. La diferencia es que *A. peckianus* (E. Howe) Cummins & Y. Hiratsuka., produce teliosporas mientras que *G. nitens* (Schwein.) F. Kern & H. W. Thurston, no lo hace, las aeciosporas comportándose como teliosporas ya que produce basidiosporas. Esta enfermedad se ve favorecida por temperaturas bajas y alta humedad relativa a 25 grados centígrados, las aeciosporas germinan muy lentamente y el desarrollo de la enfermedad se retarda. El rango de temperaturas adecuado para roya anaranjada varía de 6 a 20 grados centígrados.

El control está basado en prácticas agronómicas como remoción de material infectado y la siembra de material libre de la enfermedad (17).

3.1.13.2 Roya de la Caña y de las Hojas

La roya de las cañas y de las hojas es causada por *K. Uredinis* (Link.) Arth., autoíca y puede ser de importancia económica en moras. Los síntomas característicos de la enfermedad son rajaduras en las cañas, las cuales desarrollan uredínias grandes amarillas, afectando también las hojas de forma similar (17).

3.1.13.3 Roya Amarilla

La roya amarilla afecta a la frambuesa roja en todas las regiones cultivadas y es considerada por lo general una enfermedad menor. Los síntomas iniciales son pústulas de color amarillo en el haz de las hojas de cañas jóvenes y brotes laterales. Puede causar la defoliación prematura si la infección ocurre tempranamente y puede aún llegar a infectar las cañas. Esta enfermedad es causada por *P. rubi-idaei* (DC.) P. Karst. un hongo autoíco confinado mayormente a las frambuesas. (17).

3.1.13.4 Roya de la Hoja Tardía

Enfermedad causada por *P. americanum* (Farl.) Arth., es una roya heteroíca que produce spermangonios y aecia en coníferas (spruce) y uredinia y telia en *Rubus spp.* El hongo no causante de esta enfermedad no es sistémico afectando mayormente a las hojas maduras. Las lesiones son pústulas de uredinias de color amarillo que se forman en el envés de las hojas, las cuales se tornan café y caen prematuramente. En casos severos las cañas pueden ser defoliadas enteramente. El hongo no solo afecta a las hojas sino también a los frutos en donde masas de uredinioesporas amarillas pueden ser observadas. La enfermedad se ve favorecida por temperaturas entre los 18 a 16 grados centígrados y altas humedades relativas, aunque agua libre no es necesaria. Las hojas más susceptibles a la infección son las hojas maduras de mediana edad (17).

Algunos investigadores han notado que aparentemente, el hongo no necesita del hospedero alterno para sobrevivir y se ha postulado que el hongo puede sobrevivir como micelio uredinal en cañas de frambuesa, desarrollando uredinosporas como inóculo primario en la próxima estación (17).

3.1.14 SUSCEPTIBILIDAD DE LAS PLANTAS A LA ROYA

La mayor o menor susceptibilidad de las plantas a las royas puede estar asociada con diversos factores, como temperaturas, elementos nutritivos, dotación de carbohidratos, fenoles y otros compuestos (18).

3.1.15 PROPAGACION DE LA ROYA

Las royas se propagan de planta en planta principalmente a través de esporas llevadas por el viento, aunque los insectos, la lluvia, los animales, etc., pueden también, desempeñar la misma función. Algunas de sus esporas son llevadas a grandes distancias (hasta varios cientos de millas), por los fuertes vientos después de depositarse (siendo extraídas del aire por la lluvia), pueden iniciar nuevas infecciones (1).

Estas esporas son descargadas al aire mediante un mecanismo que ocurre de la siguiente manera: a medida que crece cada basidióspora aparece en la extremidad del respectivo esterigma una pequeña gota de agua; cuando aquella alcanza su desarrollo completo se desprende violentamente acompañada de dicha gota. Cuando cae sobre un huésped susceptible germina dando un micelio que penetra en los tejidos formando una fructificación que recibe el nombre de espermogonio (18).

3.1.16 IDENTIFICACION DEL AGENTE CAUSAL DE LAS ROYAS

Las enfermedades ocasionadas por patógenos (hongos), se caracterizan por la presencia de esos patógenos en la superficie de sus plantas hospederas y dentro de ellas. La presencia activa de esos patógenos en la superficie de una planta, podría indicar que probablemente son la causa de la enfermedad. (1).

La identificación plena de estos organismos no ha sido posible en Guatemala, ya que no se han detectado teliosporas solamente urediniosporas. En base a observaciones personales y en discusiones sostenidas con agricultores, la variedad de frambuesa Autumn Bliss aparenta ser más susceptible al ataque de roya que la variedad Summit (17).

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en los departamentos de Guatemala, Chimaltenango, Sacatepéquez, Santa Rosa, San Marcos y Jalapa, en fincas asesoradas por la Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales

(AGEXPRONT). Los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez están localizados sobre la vertiente continental en el Altiplano Central de Guatemala.

El departamento de Chimaltenango cuenta con 16 municipios, de los cuales nueve son en menor o mayor grado productores de frambuesa. El departamento de Sacatepéquez también cuenta con 16 municipios, de los cuales seis son en mayor o menor escala productores de frambuesa. (9) Los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez se encuentran dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. La precipitación pluvial oscila entre 1,100 a 1,588 milímetros, con un promedio de 1,344 milímetros, de precipitación anual. La temperatura media anual para esta zona varía entre 20°C y 26°C. La altitud sobre el nivel del mar va desde 1,500 a 2,400 msnm (5).

El departamento de Guatemala cuenta con 17 municipios, de los cuales cinco son en mayor o menor escala productores de frambuesa. El departamento de Santa Rosa cuenta con 14 municipios de los cuales dos son en mayor o menor escala productores de frambuesa. (9). Los departamentos de Guatemala y Santa Rosa se encuentran dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Templado. La temperatura media anual para esta zona varía entre 20 y 26 grados centígrados. La precipitación pluvial oscila entre 1,100 a 1,349 milímetros como promedio total anual. La altitud sobre el nivel del mar va desde 650 a 1,700 msnm. (5).

3.2.2 ESTUDIOS REALIZADOS EN GUATEMALA

Resultados de estudios preliminares, realizados en 1,995, por el Doctor Sánchez (17), del Proyecto conjunto PROEXAG-Agrilab, indican que aún cuando este cultivo se ve afectado por varios tipos de royas sistémicas y no sistémicas, únicamente se ha detectado hasta el momento un tipo de roya que afecta los frutos y hojas maduras, encontrándose también las típicas pústulas amarillas-anaranjadas del hongo en los sépalos de las flores. Durante los meses de junio, julio y agosto la incidencia de la roya declinó lo cual se debió a que las plantaciones habían sido recién podadas. Sin embargo ya en octubre, la incidencia de roya había ya casi alcanzado los niveles encontrados en abril y mayo.

La sintomatología presentada por las plantas de frambuesa infectada por roya se asemeja mucho a la sintomatología descrita para infecciones por late leaf rust causada por *P. americanum* (Farl.) Arth. En el periodo de abril a diciembre no se logró recolectar teliosporas de las pústulas del hongo, encontrándose solamente urediniosporas. Las teliosporas son importantes no solo por su posible rol en el desarrollo de las epidemias y supervivencia del hongo sino también por el hecho que se facilita la identificación del organismo. Debido a las condiciones climáticas que se dan en Guatemala y a la presencia constante del huésped susceptible es probable que el hongo no necesite de su huésped *Picea glauca* (Moench.), o estadios reproductivos alternos para sobrevivir, sino que la supervivencia del hongo este basada en ciclos continuos de uredinias y urediniosporas. El hecho que no se hayan detectado teliosporas no significa necesariamente que no se desarrollen (17).

3.2.3 ESTUDIOS REALIZADOS EN OTROS PAISES

En 1923 By B.O. Dodge (7), estudio la morfología y relaciones de hospederos de *P. americanum* (Farl.) Arth., afirmando que las royas anaranjadas siempre han sido consideradas prácticamente de importancia económica en especies de *Rubus* en América. *K. uredinis* (Link.) Arth., es conocida por ser la causa de daño considerable a cañas y frutos de algunas variedades de mora. *P. americanum* (Farl.) Arth., no es rara en frambuesa silvestre pero sus efectos en el hospedero han sido de poca importancia. Notas breves sobre sus relaciones con la forma Europea *P. arcticum* (Tranzschel.), han aparecido de vez en cuando pero ninguna referencia ha sido hecha sobre daño a frambuesa cultivada. Un brote de esta roya, entonces, de suficiente severidad, que pueda causar defoliación y manchas en las cañas de ciertas variedades es sujeto de mucho interés (7).

Uno de los hospederos nativos de esta roya es la silvestre *R. strigosus* Michx., y como las royas anaranjadas y la roya del tallo, *Kuehneola* y *Pucciniastrum*, sin duda serán encontrados donde los hospederos naturales crecen. Las royas han sido reportadas muy pocas veces en *R. occidentalis* L., pero *R.*

neglectus Peck., un híbrido entre las frambuesas rojas y negras es susceptible según Farlow. Durante Julio encontraron que las hojas de algunos híbridos estaban cayendo temprano, dejando las cañas totalmente sin hojas. El envés de las hojas estaba cubierto con uredioesporas, dando la apariencia casi igual a la infección severa de *Kuehneola* en hojas de mora (7).

El ciclo de vida entero de *P. americanum* (Farl.) Arth., no es conocido. Otras tres especies del genero tiene su etapa aecial en Tsuga y dos en Abies. La presencia de dicha roya en cañas en época corriente sugiere que en hongo puede sobrevivir durante el invierno así que no hay necesidad para la etapa aecial alternativa en ciertas regiones (7).

En 1,981 M.A Ellis and C. Wayne Ellet. (8), estudiaron la roya tardía de la hoja de frambuesa, causado por el hongo *P. americanum* (Farl.) Arth., la cual infecta frambuesa roja y morada, pero no frambuesa negra y mora. Daños serios en cultivares de frambuesa roja como Latham y Viking han sido reportados pero como la enfermedad normalmente aparece después de la cosecha es considerada de menor importancia. *P. americanum* (Farl.) Arth., puede infectar fruto durante todas las etapas de desarrollo. El fruto infectado se llena de pústulas urediniales amarillo anaranjado, por lo que no es posible venderlo.

Los síntomas (en Ohio en 1,980) en hojas eran muy suaves y difícil de detectar. Las pústulas de roya con uredioesporas fueron observadas en la superficie adaxial de las hojas viejas y bajas. Pocas telioesporas fueron observadas adentro de algunas pústulas. La defoliación causada por la infección causo poco o ningún daño. Sin embargo, la infección del fruto resultó en pérdidas severas. El fruto estuvo infectado en todas las etapas de su desarrollo. Cerca del 30% de todos los frutos entre ocho de septiembre y diez de octubre estaban infectados e inútil para poder venderlos (8).

Picea glauca (Moench.), es reportado ser el hospedero alternativo del hongo. Ningún *Picea glauca* (Moench.), fue observado dentro de una distancia de 1.6 kilómetro de las frambuesas infectadas. No hay reportes de ningún hongo roya en *Picea* sp. en Ohio. Ha sido reportado que el hongo sobrevive en las cañas de frambuesa (8).

En 1,969 Laundon G. F., and Rainbow, A. F. (12), estudiaron *P. americanum* (Farl.) Arth., en la descripción de hongos y bacterias.

Hospederos: Pycnia y aecia en *Picea glauca* (Moench.), *P. canadiensis* (Voss.), Uredia y telia en frambuesa *R. idaeus* incl. *Strigosus* Michx. y *R. leucodermis* (Douglas ex Torr. & A. Gray.) (12).

Distribución Geográfica: Canada y U.S.A.

Enfermedad: Roya aguja de pino blanco, Roya tardía de la hoja o Roya tardía amarilla de frambuesa infectando cañas, hojas, peciolos, cálices y frutos.

Transmisión: Aunque las basidioesporas infectan *Picea glauca* (Moench.), en algunas áreas es probable que no tienen papel en el ciclo de vida de la enfermedad en frambuesa porque esta roya se ha encontrado en frambuesa año tras año en regiones muy lejos de arboles de *Picea*.

Esta roya puede causar a veces daño considerable a variedades susceptibles pero generalmente aparece demasiado tarde en la estación para merecer controles especiales (12).

En 1929 Arthur and *P. arcticum* (Lagerheim.) Tranzschel. G.D. Darker. (6), Identificaron dos especies de royas en *Rubus*: *P. americanum* (Farl.) Arth., y *P. arcticum* (Tranzschel.), ha sido distinguido en Norte América. Como estas especies no han sido asociadas con formas aeciales, las investigaciones fueron hechas para establecer sus conexiones con hospederos alternativos. Asociaciones en el campo entre *P. americanum* (Farl.) Arth., y *Peridermium ingenuum* (Arth.), Arthur proveyó en fin el indicio que resultó en la solución del problema , infecciones exitosas de *R. idaeus subsp. strigosus* (Michx.), con aecioesporas de *P. ingenuum* (Arth.), establecieron la conexión de esta roya rara de *Picea* con *P. americanum* (Farl.) Arth. Investigaciones más tarde con material telioesporico en *Rubus* como inóculo confirmó esta relación . Otros cultivos establecieron como la etapa alternativa de *P. arcticum* (Tranzschel.), una forma de *P. ingenuum* (Arth.), indistinto de lo producido por *P. americanum* (Farl.) Arth. Para verificar estas investigaciones, aecioesporas de cultivos de ambas especies fueron inoculados en

hospederos de las cuales se originó el inoculo telioespórico. Entonces, también, por métodos culturales, las opiniones de Arthur sobre la identidad separada de *P. arcticum* (Tranzschel.), y *P. americanum* (Farl.) Arth., fueron verificadas. *P. arcticum* (Lagerheim), fué descrito por primera vez por Lagerheim en 1889, como *Uredo arcticus* Lagerheim. El tipo de material estuvo en el hospedero *R. arcticus* L. colectado cerca de Lulca, Sweden. Tranzschel, 1895 describió la etapa de telioespora de Russia. En Norte América, su distribución se extiende desde Alaska a Nueva Brunswick y Connecticut norte oeste. Sus hospederos en Norte América son *R. Stellatus*, *R. Acaulis*, *R. Chamaemorus trifloru* (6).

P. americanum (Farl.) Arth., con una extensión algo más que *P. arcticum* (Tranzschel.), ha sido reportado en numerosos hospederos de *Rubus*, con *R. idaeus subsp. strigosus* (Michx), lo más común es de que *P. americanum* (Farl.) Arth., fue descrito por primera vez por Farlow (1908), como *P. arcticum* (Lagerh.) Tranz. var. *americanum* Farlow. El principal punto de referencia entre la variedad y la especie *arcticum* fué reconocido por la forma del peridium. Clinton en 1919 reporto *P. arcticum* var. *americanum* en frambuesa cultivada. Fraser en 1911 también reportó observaciones en el campo que indicaron a *Pucciniastrum* en *R. idaeus* L., mas tarde Davis en 1922 citó el trabajo de C. W. Bennett del Departamento de Fitopatología de la Universidad de Winconsin en el cual en el trabajo de investigación realizado indicaron que *P. americanum* (Farl.) Arth., y *P. arcticum* (Tranzschel.), eran especies diferentes. Dodge en 1923 notó la presencia de *P. americanum* (Farl.) Arth., en cañas de *Rubus* y sugirió que la necesidad para una etapa alternativa podría ser obviado en algunas áreas (6).

3.2.4 ROYA TARDIA DE LA HOJA

Roya tardía de la hoja (también llamada roya del otoño, roya tardía de frambuesa, roya tardía amarilla, y roya americana picea-frambuesa), afecta principalmente las frambuesas cultivadas rojas y moradas y algunas frambuesas silvestres. Ocurre en California, British Columbia y las partes Norte, Centro y Oriente de Norteamérica. En el pasado, la enfermedad fue considerada de poca importancia, pero más recientemente

han ocurrido brotes serios particularmente en California y en las áreas atlánticas. En casos severos, infecciones de hojas causan defoliación temprana, que reduce el vigor de la planta y aumenta la susceptibilidad de las cañas a daños del invierno. Las frutas infectadas podrían ser devueltas e inútiles para vender en el mercado fresco debido a la presencia de cantidades de esporas polvorientas y amarillas en las frutas. En variedades que dan frutas en el verano, las frutas escapan de la infección frecuentemente y la enfermedad probablemente va sin conocimiento a muchos terrenos porque no se desarrolla hasta después de la cosecha. Sin embargo, brotes severos en la cosecha ocurren a veces (por ej, en Nova Scotia, donde una siembra de frambuesa roja de las variedades que dan frutas en el verano "Festival" tuvo un 70% de las frutas infectadas). Las frutas de variedades que dan frutas en el otoño no se escapan del desarrollo de la enfermedad tarde. En un brote en Ohio, 30 % de las frutas de una siembra de la variedad "Heritage" fueron infectadas las frutas e inútiles para venderlas (13).

3.2.5 SINTOMAS

El hongo que causa roya tardía de las hojas no es sistémico. Entonces la roya es bien diferente que la roya anaranjada de frambuesa negra y mora, causada por *A. peckianus* (E. Howe) Cummins & Y. Hiratsuka y *G. nitens* (Schwein) F. Kern & H.W. Thurston. En hojas maduras, muchas manchas pequeñas se desarrollan y se vuelven amarillas y eventualmente cafés antes que se caigan en el otoño. Uredinias pequeñas llenadas con esporas polvorientas amarillas (no como cera en las esporas de la roya anaranjada), están formadas en el envés de hojas infectadas. Hojas con mucha infección se caen antes de que estén maduras y las cañas de variedades muy susceptibles podrían estar sin hojas muy temprano (septiembre). Estas cañas son más susceptibles a daño del invierno. Los cálices de las flores, peciolo y frutas también son atacadas en todas las etapas de desarrollo. En frutas, uredinias se desarrollan en frutas individuales, produciendo cantidades de uredinioesporas amarillas, lo que da como resultado que las frutas se deterioren y no se puedan vender, para el mercado fresco. Dodge reportó la incidencia de lesiones de la roya en cañas de frambuesa en Maryland, pero no han sido encontradas en cañas en Nova Scotia. (4,7,13)

3.2.6 ORGANISMO CAUSAL

Roya tardía de la hoja es causada por el hongo *P. americanum* (Farl.) Arth., esta roya heteroica y macrocíclica produce spermagonia y aecia en *Picea glauca* (Moench.), y uredinia y telia en *Rubus spp.* *Picea glauca* (Moench.), es el hospedero más común para la etapa aecial, *Picea engelmannii* (Parry ex Engelm.), también ha sido reportado ser susceptible. Los hospederos urediniales principales son frambuesas rojas (*R. idaeus* subespecie *melanolasium* (Focke.) y *R. idaeus* subespecie *strigosus* (Michx.), y frambuesas moradas *R. neglectus* Peck. Otras especies reportadas ser susceptibles son *R. leucodermis* (Douglas ex Torr & A. Gray.), *R. occidentales* L. y *R. ursinu* (Cham. & Schlechtnd) (13).

Spermagonias desarrollan en grupos en las hojas de *Picea glauca* (Moench.), y son subculturales, en forma de cono, y de 70 a 100 micrómetros de diámetro. Aecias se desarrollan en las hojas corrientes del año y a veces en los conos. Son cilindricos peridiales y de 0.2 a 0.5 milímetros de diámetro. Aeciosporas (13 a 22 micrómetros de diámetro) son elipsoides a ovoides. Sus paredes son hialinas y verrucosas, menos un área casi lisa en cada extremo de la espora. Tienen una capa afuera de espinas hasta 1.5 micrómetros de grueso y una capa interna de 0.5 a 0.75 micrómetros de grueso. Uredinias son hypophyllous, fructicolous, dispersas y muchas veces atestadas sobre áreas grandes. A veces también están formadas en cálices y peciolos. Uredinias son amarillas pálidas y peridiales. El peridium tiene forma de cono cilíndrico de 70 a 110 micrómetros de diámetro, y 7 a 110 micrómetros de altura. Tiene de cuatro hasta seis células ostiolares, que son libres lateralmente y apretadas en medio con 23 a 31 micrómetros de altura y 13 a 15 micrómetros de ancho, lisas abajo a aculeatse arriba, con verrugas grandes 3 a 4 micrómetros de altura y 2.5-3 micrómetros de ancho (21).

Uredinioesporas (18 a 27 por 11 a 17 micrómetros), son ovoides y elipsoides, con material amarillo y brillante adentro. Sus paredes son hialinas y echinulte, con espinas con 2.5 a 3 micrómetros entre ellas y con 0.75 micrómetros de altura por 1 a 1.5 micrómetros de ancho. Telias son amphigenas, dispersas e indistintas. Teliosporas (15 a 22 por 15 a 20 micrómetros), enterradas inmediatamente debajo de la epidermis, son

globosas y elipsoidales. Ellas contienen dos o más células separadas por septos verticales; cada célula tiene 6.5 a 8.5 micrómetros de ancho, con paredes lisas, de color café y 1 micrómetro de ancho (21).

Otra roya que es distinta en fisiología pero de parientes muy cercanos es *P. arcticum* (Tranzschel.), que también ocurre en *Picea glauca* (Moench.), y *Rubus spp.* del norte, como *R. arcticus* L., *P. americanum* (Farl.) Arth., y *P. arcticum* (Tranzschel), no crucen infecciones en sus hospederos respectivos. Aunque Dodge consideraba que la variabilidad morfológica en *P. americanum* (Farl.) Arth., era suficiente para incluirla en los tipos de *P. arcticum* (Tranzschel), no redujo las dos especies a sinónimos. Laundon y Rainbow anotaron que las dos especies eran diferentes en que las células ostiolares de las uredinias de *P. americanum* (Farl.) Arth., eran libres lateralmente y apretadas (12).

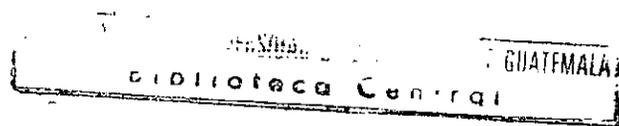
3.2.7 CICLO DE LA ENFERMEDAD Y EPIDEMIOLOGIA

Nickerson y Mahar estudiaron el ciclo de la enfermedad y epidemiología de la roya tardía de la hoja en Nova Scotia, donde *Picea glauca* (Moench.), es común. Aecias comienzan a madurar en hojas de piceas infectadas en medio de junio. Aecioesporas están liberadas a mediados de junio a julio temprano y son capaces de infectar frambuesa durante este período. En variedades que dan frutas durante el verano, como "festival", las primeras uredinias usualmente aparecen en los cálices de las flores y en hojas de los tallos laterales de frutales en la primera parte de julio. Uredinioesporas pueden causar nuevas infecciones en frambuesa durante la estación de crecimiento. En los últimos días de julio, uredinias se encuentran en frutas y las hojas más bajas de los floricanes y primocanes. Las hojas más jóvenes de los primocanes son usualmente los últimos que muestran síntomas y podrían escapar infecciones, como el epidémico de roya va más despacio cuando empieza el tiempo más fresco en el otoño, y telioesporas germinan durante períodos de lluvia a mediados de mayo hasta la primera parte de junio en el año siguiente. Liberación de basidioesporas y la infección de las hojas de *Picea* coinciden con el período de expansión rápida de las yemas de *picea* (21).

En Nova Scotia, brotes severos de roya en el tiempo de cosecha de siembras de frambuesa que dan frutas en el verano (la última parte de julio hasta mediados de agosto), son probables en años cuando condiciones

favorecen el desarrollo de aecias en *Picea* cerca en la estación. Esto sugiere que las aecioesporas sean una fuente importante de inoculo primario en estas siembras. Sin embargo, brotes menores de roya podrían ocurrir en variedades que dan frutas en verano durante o después de la cosecha, aún en años cuando condiciones no están favorables para el desarrollo de aecia, y en siembras lejos de *Picea*. Es probable que el micelio uredinial sea capaz de sobrevivir en cañas de frambuesa y producir uredinioesporas que sirven como una fuente de inoculo primario para infecciones nuevas en el año siguiente. En Nova Scotia, sin embargo, ninguna lesión de roya ha sido encontrada en cañas de frambuesa. Más investigaciones son necesarias sobre la supervivencia de la etapa uredinial y su papel en el ciclo de la enfermedad de la roya tardía de las hojas (13).

Aecioesporas y uredinioesporas de *P. americanum* (Farl.) Arth., son diseminadas por el aire. Uredinioesporas también podrían ser diseminadas mecánicamente de plantas enfermas a plantas sanas durante la cosecha. Ellas son capaces de infectar las hojas de la variedad "comet" de frambuesa roja a temperaturas tan bajas como 8 grados centígrados, pero la enfermedad está más severa de 18 a 26 grados centígrados. Ellas germinan y los tubos de germinación penetran los estomas principalmente en el envés de las hojas en aproximadamente 6 horas cuando la temperatura es 20 grados centígrados. Agua libre en la superficie de la hoja no es un requisito para la infección, pero humedad alta si es esencial. Lluvia muy frecuente y riego de aspersión favorecen la enfermedad. Hojas muy jóvenes, las viejas que están comenzando a morir y las plantas abajo de condiciones ambientales no favorables, o que están entrando en tiempo de reposo son menos susceptibles. En variedades muy susceptibles, como "Comet", uredinias son producidas en abundancia y son maduras de 6 a 7 días después de la infección. En variedades resistentes, uredinias podrían ser dispersas o no existentes y su maduración retrasada. Las frutas son susceptibles a infecciones en todas las etapas de desarrollo (13).



3.2.8 CONTROL

En el pasado, la roya tardía de las hojas era de menor importancia y no merecía controles especiales. Mas recientemente, sin embargo, la enfermedad se ha vuelto mucho más común y en ciertos lugares ha causado daño significativo, especialmente en las variedades que dan frutas en el verano, como "Festival" y la variedad "Heritage" que da frutas en el otoño (21).

Cualquier práctica que aumente la circulación del aire en la siembra (como aclareo de cañas, manteniendo las filas estrechas y control de malezas), debe ayudar en el control de la roya tardía de las hojas por permitir que los tejidos susceptibles sequen más rápido. En áreas cerca del mar Atlántico en Canadá, donde *Picea glauca* (Moench.), el hospedero alternativo tiene un papel en el ciclo de la enfermedad, remoción de hojas u otro material inútil de frambuesas infectadas en el otoño debe ayudar a romper el ciclo para reducir la infección de *Picea* en la siguiente primavera. La erradicación de *picea glauca* (Moench.), cerca de siembras de frambuesa no es muy práctico menos en algunos casos de pequeña escala, pero los sembradores deben evitar establecer nuevas siembras cerca de áreas que contienen *Picea glauca* (Moench.). En áreas donde la etapa uredinial puede sobrevivir en el invierno, la remoción de floricanes y primocanes infectados durante el invierno debe reducir la cantidad de inoculo que sobrevive (21).

Los fungicidas que ahora tienen registro para frambuesa no son muy efectivos contra las royas. En Canadá, aplicaciones de anilazine, a tiempo para coincidir con la liberación de aecioesporas de picea blanca reducen la incidencia de roya tardía de las hojas en siembras experimentadas de la variedad "Festival" (21).

Las esperanzas para controlar la roya tardía de las hojas con el uso de variedades resistentes parecen favorables. En Canadá, la variedad "Nova", que da frutas durante el verano era muy resistente a *P. americanum* (Farl.) Arth., en estudios de campo y en un ambiente controlado (13).

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Determinar los posibles agentes causales de las royas asociadas al cultivo de frambuesa *Rubus idaeus*

L. en los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Santa Rosa , San Marcos y Jalapa.

4.2 ESPECIFICOS:

- a. Determinar la distribución de las royas en las zonas de producción en estudio.
- b. Establecer los síntomas y signos causados por los agentes causales determinados.

5. HIPOTESIS

En los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Santa Rosa, San Marcos y Jalapa existe más de un agente causal de la roya que afecta al cultivo de frambuesa *Rubus idaeus* L.

6. METODOLOGIA

6.1 AREA DE TRABAJO

Para la realización del presente estudio inicialmente se recurrió a la base de datos de la Asociación Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT), donde están enlistadas todas las fincas en que se produce frambuesa en Guatemala.

En el cuadro 3 se pueden observar las áreas de producción por departamento en el país, siendo un total de 263.83 hectáreas registradas a nivel nacional.

Cuadro 3. Departamentos con áreas de producción de frambuesa en Guatemala.

DEPARTAMENTO	AREA SEMBRADA	FINCAS
CHIMALTENANGO	107.50 ha.	32
GUATEMALA	84.40 ha.	24
SACATEPEQUEZ	49.82 ha.	16
SANTA ROSA	17.35 ha.	8
JALAPÁ	2.76 ha.	4
SAN MARCOS	2.00 ha.	2
	Total 263.83 ha.	86

6.2 DETERMINACION DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Con base a información obtenida en la Asociación Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT) se conocieron los municipios donde se produce frambuesa. Según Rendón G., Y. González. V., (16) el tamaño de la muestra para este caso es el 50% de la población (se conside

cada municipio como una población). Se muestreó la mitad de las fincas productoras de frambuesa dentro de cada municipio, de un total de 86 fincas distribuidas en todo el país. Las fincas a muestrearse dentro de cada municipio se determinó por el método de los números aleatorios, previamente a cada lugar se le había asignado un número.

6.3 RECOLECCION DE MUESTRAS

Dentro de cada punto de muestreo se procedió a realizar caminamientos en las plantaciones de frambuesa, buscando plantas enfermas con los síntomas característicos ocasionados por las royas. Cuando se encontraron plantas afectadas, se tomaron muestras en diferentes estados de la enfermedad, es decir inicial, intermedio y tardío. Las plantas recolectadas; hojas, tallos, flores y frutos fueron depositadas e identificadas con una etiqueta que tendría la siguiente información: Localidad, altitud, nombre de la finca, extensión, tejido afectado, fecha. En la finca se tomaron datos de: área afectada (Aprox.), etapa del cultivo (cosecha, floración, fructificación, vegetativa), manejo que se le da a la plantación, síntomas de la plantación, observar si esta confinada a áreas específicas o es generalizada, etc. Luego se depositaron en bolsas plásticas transparentes conteniendo un algodón húmedo para conservarlas, posteriormente fueron llevadas al Centro de diagnóstico fitopatológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y al Laboratorio de diagnóstico de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación para su análisis.

6.4 PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS

En el Centro de diagnóstico fitopatológico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Laboratorio de diagnóstico de Sanidad vegetal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, las muestras de plantas enfermas se clasificaron primeramente de acuerdo a los síntomas, luego se procesaron siguiendo una serie de pasos desde su observación macroscópica hasta su observación microscópica. Las muestras fueron analizadas al estereoscopio, buscando la presencia del agente

causante de la enfermedad. Se elaboraron montajes para observarlos al microscopio y así estudiar sus características.

Para la observación microscópica se elaboraron montajes utilizando las estructuras reproductivas del hongo, para la determinación se utilizaron claves y consultas bibliográficas (4,18,20,21).

La caracterización de los síntomas se efectuó una vez que el hongo fue identificado como el causante de la enfermedad. Se describieron los síntomas causados por el hongo en el tallo, las hojas y los frutos. Las características que se tomaron en cuenta fueron: Color de las lesiones, ubicación de las lesiones y regularidad.

Para la identificación del agente causal se observaron las estructuras reproductivas del hongo, se tomaron en cuenta la forma, el color, número de células ostiolares, el tamaño, altura, ancho de las uredinias y uredinosporas y se compararon con las estructuras reproductivas de cada uno de los agentes causales reportados para royas en berries. En cuanto a las estructuras observadas presentaban las siguientes características: Uredinias hypophyllous, fructicolous, dispersas y atestadas sobre áreas grandes, amarillas pálidas y peridiales. El peridium en forma de cono cilíndrico de 70 a 100 micrómetros de diámetro y 70 a 110 micrómetros de altura, de cuatro a seis células ostiolares. Las urediosporas (18 a 27 por 11 a 17 micrómetros), ovoides y elipsoides, con material brillante adentro. Sus paredes son hialinas y echinulate, con espinas de 2.5 a 3 micrómetros entre ellas y con 0.75 micrómetros de altura por 1 a 1.5 micrómetros de ancho.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 DETERMINACION DEL AGENTE CAUSAL

En todas las muestras recolectadas en las zonas de producción y que fueron analizadas en el Centro de diagnostico fitopatologico de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en el Laboratorio de diagnostico de Sanidad Vegetal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, se determinó la presencia de *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth. Para la determinación del agente causal, debido a que no se encontró la teliospora, se tomo en cuenta la formación de las uredinias y urediniosporas en cortes de una sección de uredinia, la forma del peridium, el número de células ostiolares, el tamaño de las mismas, la forma de las urediniosporas, las paredes(hialinas y echinulte) con espinas de 2.5 a 3 micrómetros entre ellas y con 0.75 micrómetros de altura por 1 a 1.5 micrómetros de ancho. Dicha información fue corroborada por la M. sc. Mary Ann Hansen de la Universidad de Virginia TECH. Con base a dichos análisis se determinó que el agente causal es el hongo *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth.

Con respecto a las estructuras reproductivas del hongo observadas en los montajes realizados en el laboratorio, en la (figura 8 "A"), se puede observar en los incisos (B,C,E), las estructuras que sirvieron para la identificación del agente causal. Así mismo en la (figura 9 "A"), se puede observar el ciclo de desarrollo de *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth. Para el caso de Guatemala donde no se encuentra el hospedante alterno *Picea glauca* (Moench.), la supervivencia del mismo esta basado en ciclos continuos de uredinias y urediniosporas y en algunos casos el hongo sobrevive como micelio uredinial, lo que nos indica que para las condiciones de Guatemala no hay necesidad de una etapa aecial alternativa como en ciertas regiones.

Es importante mencionar que para las condiciones de Guatemala, donde no se encuentra establecido el hospedante alterno de dicha roya, que el hongo no necesita del mismo para sobrevivir como lo han postulado algunos estudios descritos con anterioridad, y que la supervivencia del mismo esta basada en ciclos continuos

de uredinias, uredinioesporas o como micelio uredinial, las cuales sirven como inóculo primario para la próxima cosecha.

7.2 SINTOMAS OBSERVADOS EN GUATEMALA

Los síntomas causados por *P. americanum* (Farl.) Arth. en Guatemala son: En hojas maduras y bajas típicas lesiones de pústulas amarillas-anaranjadas en el envés, uredinias pequeñas llenadas con esporas polvorientas amarillas, inicialmente muchas manchas pequeñas se desarrollan y se vuelven amarillas y eventualmente cafés antes de caer, causando una defoliación temprana de la planta, reduciendo el vigor de la misma y aumentando la susceptibilidad de las cañas al daño del hongo. En retoños de cañas maduras recién podadas, peciolos, y sépalos también se desarrollan lesiones cubiertas por pústulas amarillas-anaranjadas. En frutos maduros uredinias se desarrollan produciendo cantidades de uredinioesporas amarillas, lo que da como resultado que las frutas se deterioren y no puedan ser vendidas para el mercado fresco.

7.3 DISTRIBUCION DE LA ROYA POR DEPARTAMENTO

7.3.1 Distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Chimaltenango

Según la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT) (11), alrededor del 41% de la frambuesa del país se produce en el departamento de Chimaltenango, con 32 fincas registradas de las cuales se muestreó el 50%. En los 9 municipios muestreados se detectó la presencia del hongo fitopatógeno *P. americanum* (Farl.) Arth. En términos de porcentaje esto equivale a que el patógeno se encuentra en un 100% del área muestreada de Chimaltenango.

En el cuadro 4 se puede observar los municipios del departamento de Chimaltenango productores de frambuesa donde se detectó el hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

Cuadro 4. Municipios del departamento de Chimaltenango con incidencia del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Elev. msnm.
Chimaltenango	El Tejar	14° 38' 45"	90° 47' 30"	1,765
Chimaltenango	San Andrés Itza.	14° 37' 15"	90° 50' 40"	1,850
Chimaltenango	Parramos	14° 36' 30"	90° 48' 08"	1,760
Chimaltenango	Zaragosa	14° 39' 00"	90° 53' 26"	1,849
Chimaltenango	Patzicia	14° 37' 54"	90° 55' 35"	2,130
Chimaltenango	Comalapa	14° 44' 24"	90° 53' 15"	2,115
Chimaltenango	Patzún	14° 40' 45"	90° 00' 53"	2,213
Chimaltenango	Acatenango	14° 36' 20"	90° 56' 35"	1,571
Chimaltenango	Chimaltenango	14° 39' 38"	90° 49' 10"	1,800

En la (figura 2 "A"), se puede visualizar la distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Chimaltenango.

7.3.2 Distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Sacatepéquez.

Según la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT) (11), alrededor del 19% de la frambuesa del país se produce en el departamento de Sacatepéquez, con 16 fincas registradas de las cuales se muestreó el 50%. En los 6 municipios muestreados, se detectó la presencia del hongo fitopatógeno *P. americanum* (Farl.) Arth. En términos de porcentaje esto equivale a que el patógeno se encuentra en un 100% del área muestreada de Sacatepéquez.

En el cuadro 5 se puede observar en que municipios del departamento de Sacatepéquez productores de frambuesa se detectó el hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

Cuadro 5. Municipios del departamento de Sacatepéquez con incidencia del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Elev. msnm
Sacatepéquez	Antigua	14° 33' 24"	90° 44' 02"	1,530
Sacatepéquez	Jocotenango	14° 34' 28"	90° 44' 28"	1,540
Sacatepéquez	Pastores	14° 35' 28"	90° 45' 18"	1,550
Sacatepéquez	Ciudad Vieja	14° 31' 26"	90° 45' 42"	1,518
Sacatepéquez	San Miguel D.	14° 31' 22"	90° 47' 52"	1,460
Sacatepéquez	Alotenango	14° 29' 00"	90° 48' 17"	1,388

En la (figura 3 "A"), se puede visualizar la distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Sacatepéquez.

7.3.3 Distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Guatemala.

Según la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT) (11), alrededor del 32 % de la frambuesa del país se produce en el departamento de Guatemala, con 24 fincas registradas de las cuales se muestreó el 50%. En los 5 municipios muestreados, se detectó la presencia del hongo fitopatógeno *P. americanum* (Farl.) Arth. En términos de porcentaje esto equivale a que el patógeno se encuentra en un 100% del área muestreada del departamento de Guatemala.

En el cuadro 6 se puede observar en que municipios del departamento de Guatemala productores de frambuesa se detectó el hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

Cuadro 6. Municipios del departamento de Guatemala con incidencia del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

Departamento	Municipios	Latitud	Longitud	Elev. msnm
Guatemala	Sn José Pinula	14° 32' 48"	90° 24' 42"	1,950
Guatemala	Fraijanes	14° 27' 28"	90° 26' 24"	1,630
Guatemala	Villa Canales	14° 30' 33"	90° 34' 12"	1,330
Guatemala	Amatitlan	14° 26' 30"	90° 33' 11"	1,220
Guatemala	Sn Miguel Pet.	14° 29' 30"	90° 31' 15"	1,320

En la (figura 4 "A"), se puede visualizar la distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Guatemala .

7.3.4 Distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Santa Rosa.

Según la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT) (11), el departamento de Santa Rosa produce aproximadamente el 6.58 % de la frambuesa nacional, con 8 fincas registradas de las cuales se muestreó el 50%. En los 2 municipios muestreados se detectó la presencia del hongo fitopatógeno *P. americanum* (Farl.) Arth. En términos de porcentaje esto equivale a que el patógeno se encuentra en un 100% del área muestreada del departamento de Santa Rosa.

En el cuadro 7 se puede apreciar en que municipios del departamento de Santa Rosa productores de frambuesa se detectó el hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

Cuadro 7. Municipios del departamento de Santa Rosa con incidencia del hongo *P.americanum* (Farl.) Arth.

Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Elev. msnm
Santa Rosa	Barberena	14° 18' 20"	90° 21' 36"	1,199
Santa Rosa	Pblo Nvo. Viñas	14° 13' 24"	90° 28' 26"	1,270

En la (figura 5 "A"), se puede visualizar la distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Santa Rosa.

7.3.5 Distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Jalapa

Según la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT) (11), el departamento de Jalapa produce aproximadamente el 1.05 % de la frambuesa nacional con 4 fincas registradas de las cuales se muestreó el 50%. En el único municipio muestreado se detectó la presencia del hongo fitopatógeno *P. americanum* (Farl.) Arth. En términos de porcentaje esto equivale a que el patógeno se encuentra en un 100% del área muestreada del departamento de Jalapa.

En el cuadro 8 se puede apreciar en que municipios del departamento de Jalapa productores de frambuesa se detecto el hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

Cuadro 8. Municipios del departamento de Jalapa con incidencia del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Elev. msnm
Jalapa	Jalapa	14° 37' 00"	90° 59' 20"	1,700

En la (figura 6 "A"), se puede visualizar la distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Jalapa.

7.3.6 Distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de San Marcos.

Según la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT) (11), el departamento de San marcos produce aproximadamente el 0.76 % de la frambuesa nacional, con 2 fincas registradas de las cuales se muestreó el 50%. En el único municipio muestreado se detectó la presencia del hongo fitopatógeno *P. americanum* (Farl.) Arth. En términos de porcentaje esto equivale a que el patógeno se encuentra en un 100% del área muestreda de San Marcos.

En el cuadro 9 se puede apreciar en que municipios del departamento de San Marcos se detecto la presencia del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

Cuadro 9. Municipios del departamento de San Marcos con incidencia del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

Departamento	Municipio	Latitud	Longitud	Elev. msnm
San Marcos	San Rafael Pie de la Cuesta	14° 55' 50"	91° 54' 48"	1,038

En la (figura 7 "A"), se puede visualizar la distribución de *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de San Marcos.

En los cuadros (4 a 9), se puede apreciar que en los 24 municipios muestreados en las zonas de producción del país, se detectó la presencia de *P. americanum* (Farl.) Arth. Observando la altitud de los lugares muestreados, prácticamente el hongo fitopatógeno se encuentra en todas las altitudes desde los 1,038 msnm. (San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos), hasta los 2,213 msnm. (Patzún, Chimaltenango). En términos generales podemos afirmar que el hongo *P. americanum* (Farl.) Arth., se encuentra presente en todas las áreas de producción de frambuesa del país.

La investigación reporta la presencia de *P. americanum* (Farl.) Arth., en 24 municipios (San Rafael Pie de la Cuesta, Barberena, Pueblo Nuevo Viñas, Jalapa, Antigua, Ciudad Vieja, Jocotenango, Pastores, San Miguel Dueñas, Alotenango Chimaltenango, Parramos, San Andrés Itzapa, El Tejar, Zaragoza, Patzicia, Acatenango, Comalapa, Patzún, San José Pinula, Fraijanes, Villa Canales, San Miguel Petapa y Amatitlan), aunque no en todas las fincas se muestreo, sin embargo por la forma en que se diseminan las enfermedades causadas por hongos (el principal factor es el viento), no podemos descartar que *P. americanum* (Farl.) Arth., se encuentre en áreas que no fueron muestreadas.

Tomando en cuenta la temperatura y la humedad relativa; juntamente con la circulación del aire, son

los factores que más influyen en la dinámica de cualquier enfermedad. En cuanto a las altitudes óptimas para el desarrollo del cultivo, este se cultiva desde 1,000 a 1,880 msnm., con temperaturas de 12 a 29 grados centígrados y Precipitación Pluvial de 700 a 900 milímetros anuales. Durante la investigación se muestrearon fincas ubicadas desde 1,038 msnm. (San Rafael Pie de la Cuesta, San Marcos), hasta 2,213 msnm. (Patzún, Chimaltenango), con rangos de temperatura media anual que varía de 12 a 18.4 grados centígrados, con precipitación media anual que oscila entre 900 a 2,100 milímetros anuales y con humedades relativas alrededor del 80 %.

Durante la investigación se pudo observar que las etapas más críticas de la planta para ser infectada por el patógeno son la de prefloración y floración, aunque también en las etapas de plántula y vegetativa ya se comienza a observarse el inóculo, debido a que el hongo sobrevive como micelio uredinial en cañas podadas.

Otro aspecto importante es que en todas las épocas del año se desarrolla la enfermedad, aunque lógicamente en el invierno es cuando es más severa. En cuanto al manejo que se le da a las fincas la mayoría están tecnificadas pero no se manejan eficientemente los residuos de cosecha que es donde sobrevive el hongo como inóculo para la siguiente cosecha, así como la aspersión de fungicidas en forma preventiva antes del retoño de la frambuesa.

8. CONCLUSIONES

1. El único agente causal de la roya en frambuesa detectado fue el hongo *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth.
2. *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth. se encuentra distribuido en todos los departamentos en que se produce frambuesa.
3. El hongo *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth. ocasiona daño a hojas, retoños de cañas recién podadas, peciolo, sépalos y frutos.

9. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones sobre métodos de control de *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth. tomando en cuenta su ciclo biológico y las restricciones que tienen los exportadores de frambuesa con respecto a la utilización de productos químicos recomendados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente (E.P.A.).
2. Que la AGEXPRONT implemente a través de sus agremiados acciones inmediatas de manejo de restos de cosecha con el fin de evitar la expansión epifítica de la enfermedad en las zonas infectadas .
3. Realizar investigaciones para determinar el grado de virulencia de *Pucciniastrum americanum* (Farl.) Arth. en diferentes condiciones ambientales y distintas variedades de frambuesa.

10. BIBLIOGRAFIA

1. AGRIOS, G. 1991. Fitopatología. México, Limusa. 530 p.
2. AGRITRADE-GEXPRONT. 1994. Oportunidades del mercadeo para la exportación en esparrago y frambuesa. Guatemala. 10 p.
3. CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS NATURALES. 1988. Manual del cultivo de la frambuesa *Rubus idaeus*, Santiago de Chile. Chile. 50 p.
4. CUMMINS, G.B. ; HIRATSUKA, Y. 1983. Illustrated genero of rust fungi. U.S.A, The American Phitopathological Society. 152 p
5. CRUZ, J. R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
6. DARKER, G.D. 1929. Cultures of *Pucciniastrum americanum* (Farlow) Arthur and *P. arcticum* (Lagerheim) Tranzschel. J. Arnold Arbor Harv. Univ. U.S.A. 10: 156-167.
7. DODGE, B.O. 1923. Morphology and host relations of *Pucciniastrum americanum*. (Farl.) Arth. J. Agric. Res. U.S.A. 24: 885-894.
8. ELLIS, M.A. ; ELLETT, C.W. 1981. Late leaf rust on Heritage red raspberry in Ohio. Plant Dis. U.S.A. 65: 924
9. GUATEMALA. PROYECTO DE DESARROLLO DE LA FRUTICULTURA Y AGROINDUSTRIA. 1995. Inventario actualizado de productores de frambuesa. Guatemala. 4 p.
10. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y ALIMENTACION. PROYECTO DE DESARROLLO DE LA FRUCULTURA Y AGROINDUSTRIA. 1995. El cultivo de la frambuesa. Guatemala 20 p.
11. GREMIAL DE EXPORTADORES DE PRODUCTOS NO TRADICIONALES. (Gua.) Estadísticas 1,994. Sin Publicar.
12. LAUNDON, G.F.; RAINBOW, A.F. 1969. *Pucciniastrum americanum*. Kew, Surrey, England, Common Wealth Mycological Institute. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria, No. 210.
13. NICKERSON, N.L.; MAHAR, J. 1987. Late yellow rust of raspberries in Nova Scotia. Kentville, Nova Scotia, U.S.A., Agriculture Canada Research Station. Annual Report. 17 p.
14. PICHA, D.H. 1988. Guia para la producción de frambuesa para Centro América. U.S.A, Louisiana State University. 36 p.

15. QUEZADA, R. 1995. Mercadeo de la mora y la frambuesa en Estados Unidos y Europa. In Producción y Exportación de Berries en Guatemala. Memoria. Proyecto de Desarrollo de la Fruticultura y Agro industria. 86 p.
16. RENDON, G.; GONZALES, V. 1989. Tamaño de muestra: una alternativa para su determinación con extensión a estudios de propósitos múltiples. Chapingo, México, Colegio de Post Graduados. 23 p.
17. SANCHEZ, G. E. 1995. Hongos que afectan a los cultivos de mora y frambuesa. In Seminario de Acaros y Hongos. Departamento de Capacitación y Asistencia Técnica. 1995, Guatemala. Guatemala, Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales. 36 p.
18. SARASOLA, A.A.; ROCCA. M.A. 1975. Fitopatología curso moderno. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 4 V.
19. STREETS, R.B. 1982. The diagnosis of plant diseases. Tuckson, Arizona, The University of Arizona Press. 368 p.
20. TAMARO, D. 1974. Tratado de fruticultura. Barcelona, España, Gustavo Gili. 789 p.
21. THE AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY. 1994. Compending of raspberry and blackberry diseases and insects. Estados Unidos. 100 p.
22. TUMAX, E.; ESCOBAR, J. 1993. El cultivo de la frambuesa. Guatemala. Proyecto de desarrollo de la fruticultura y agroindustria, Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales. 22 p.
23. UNIVERSIDAD DE CHILE. FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES. 1987. El cultivo de la frambuesa. Santiago de Chile, Chile. 162 p.



Vo. Bo. *Rolando Barrios*,

11. APENDICE

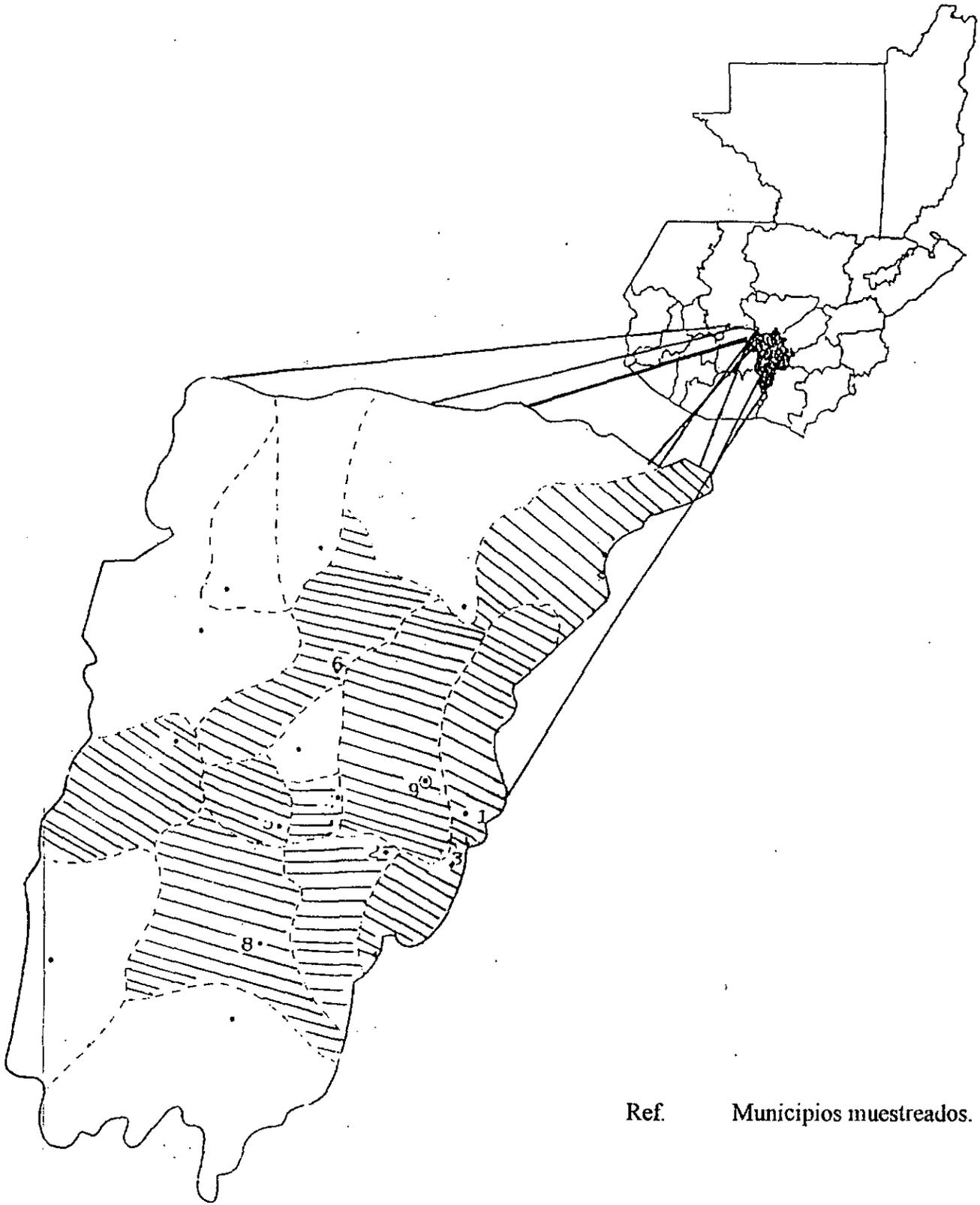


Figura 2 "A" Distribución del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Chimaltenango.

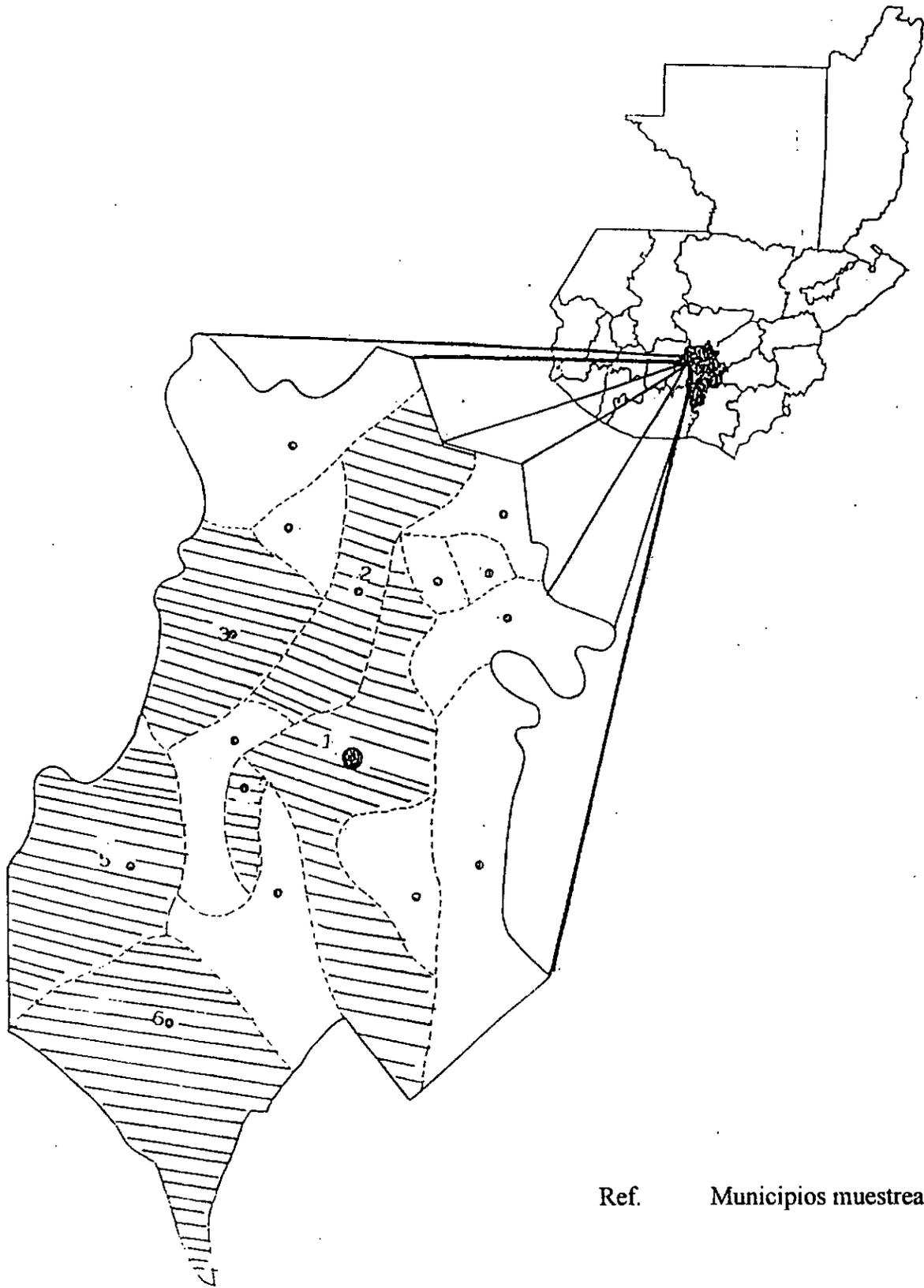


Figura 3 "A" Distribución del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Sacatepéquez.

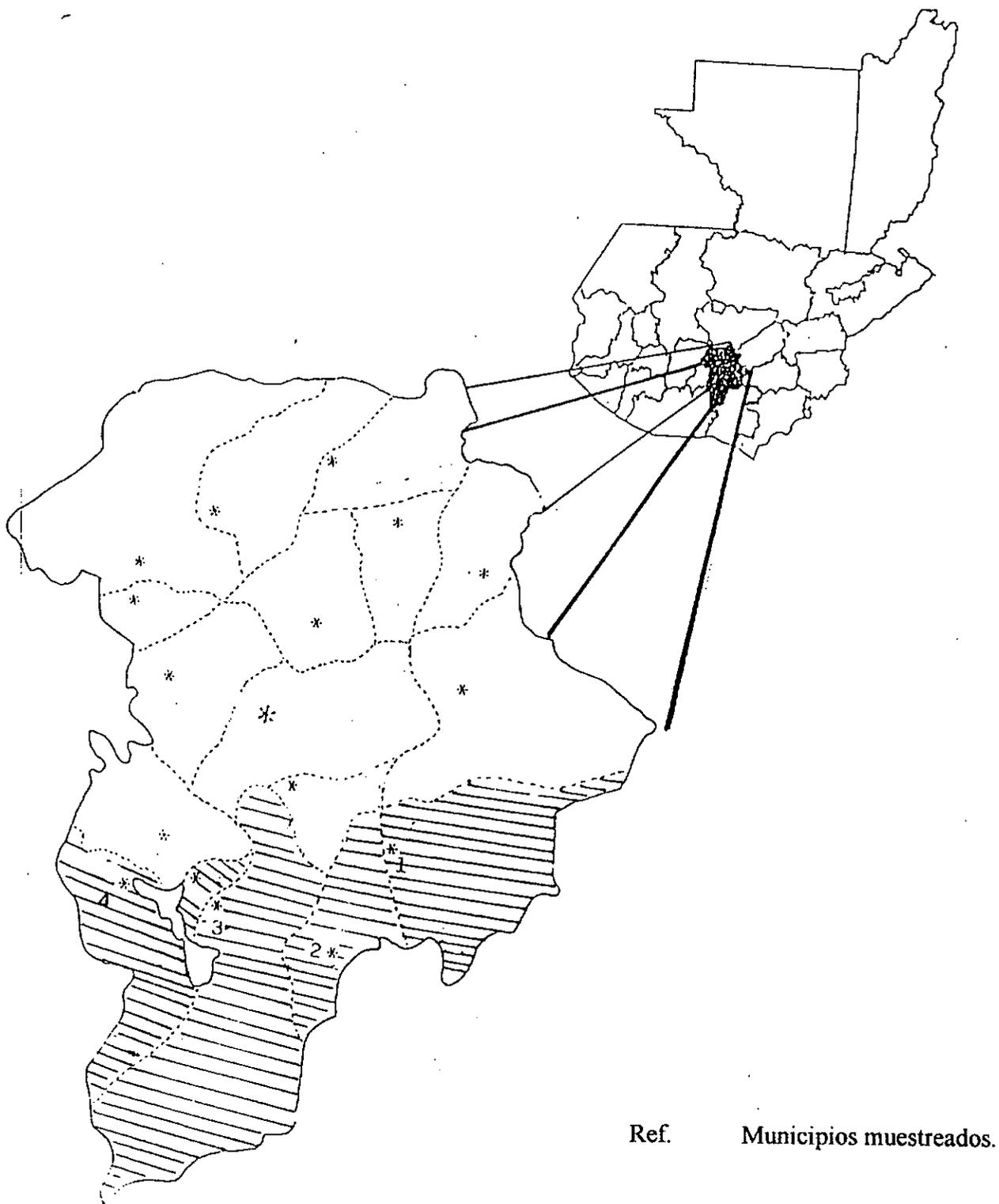


Figura 4 "A" Distribución del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Guatemala.

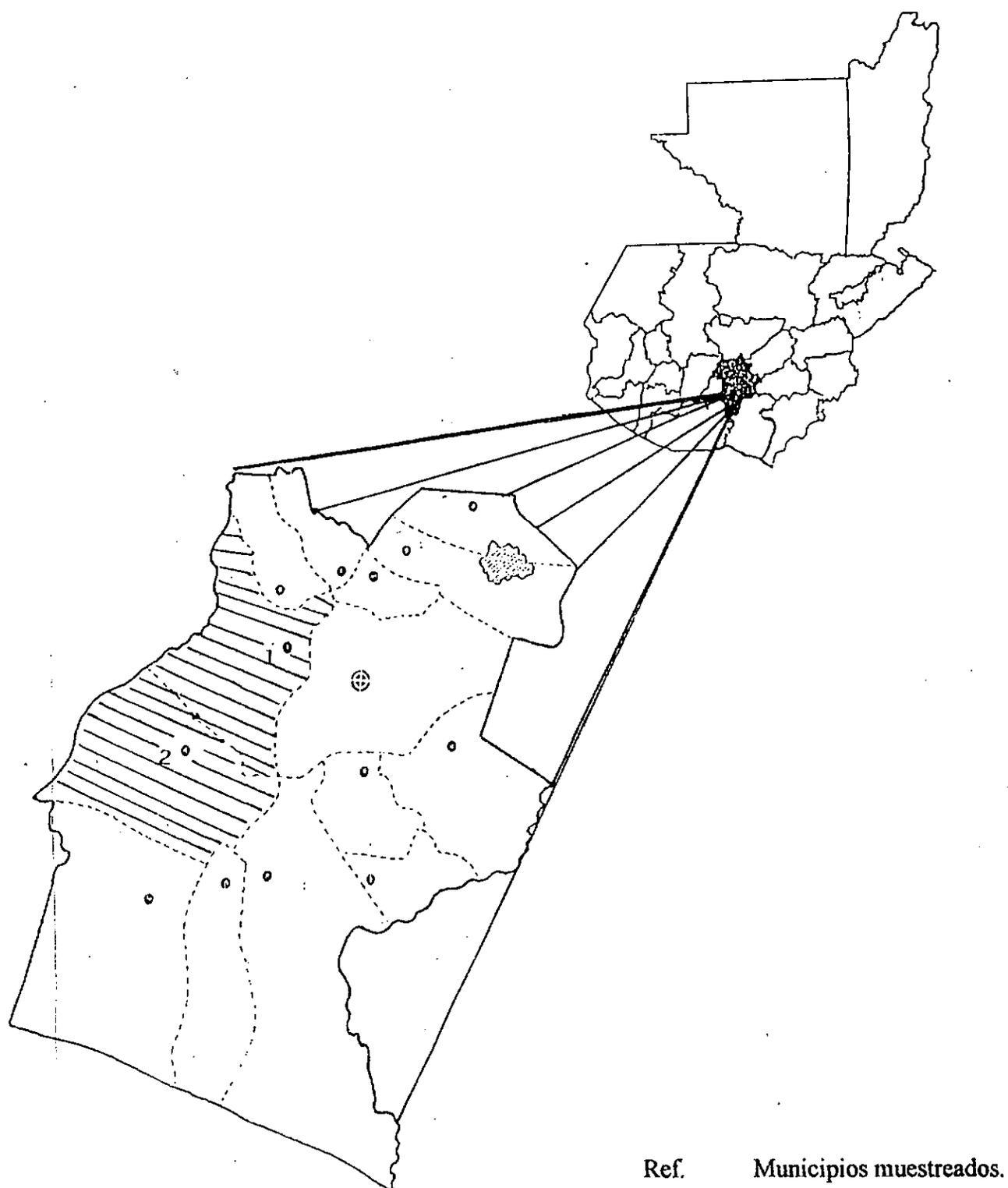
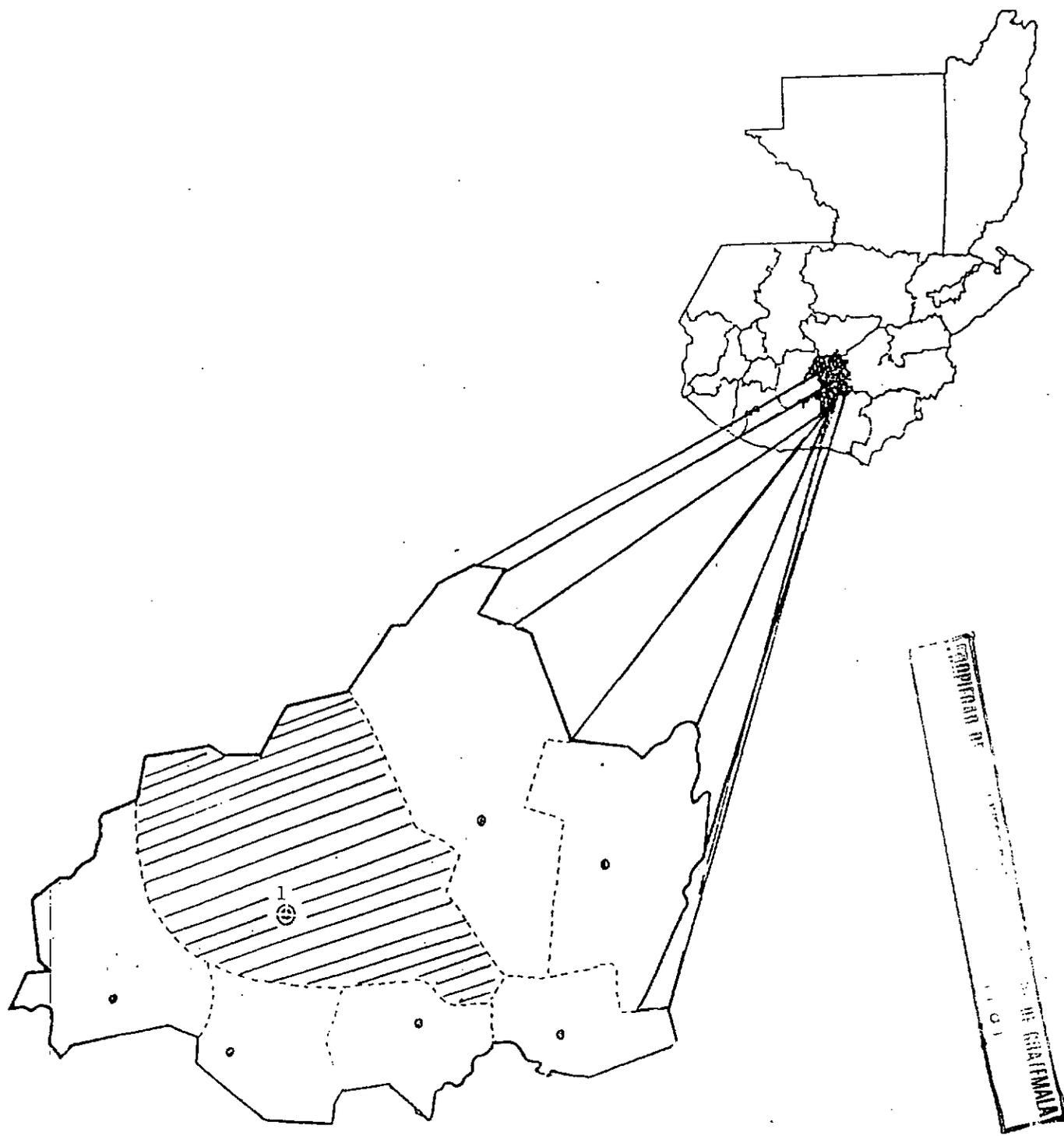


Figura 5 "A" Distribución del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Santa Rosa.



Ref. Municipios muestreados.

Figura 6 "A" Distribución del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de Jalapa.

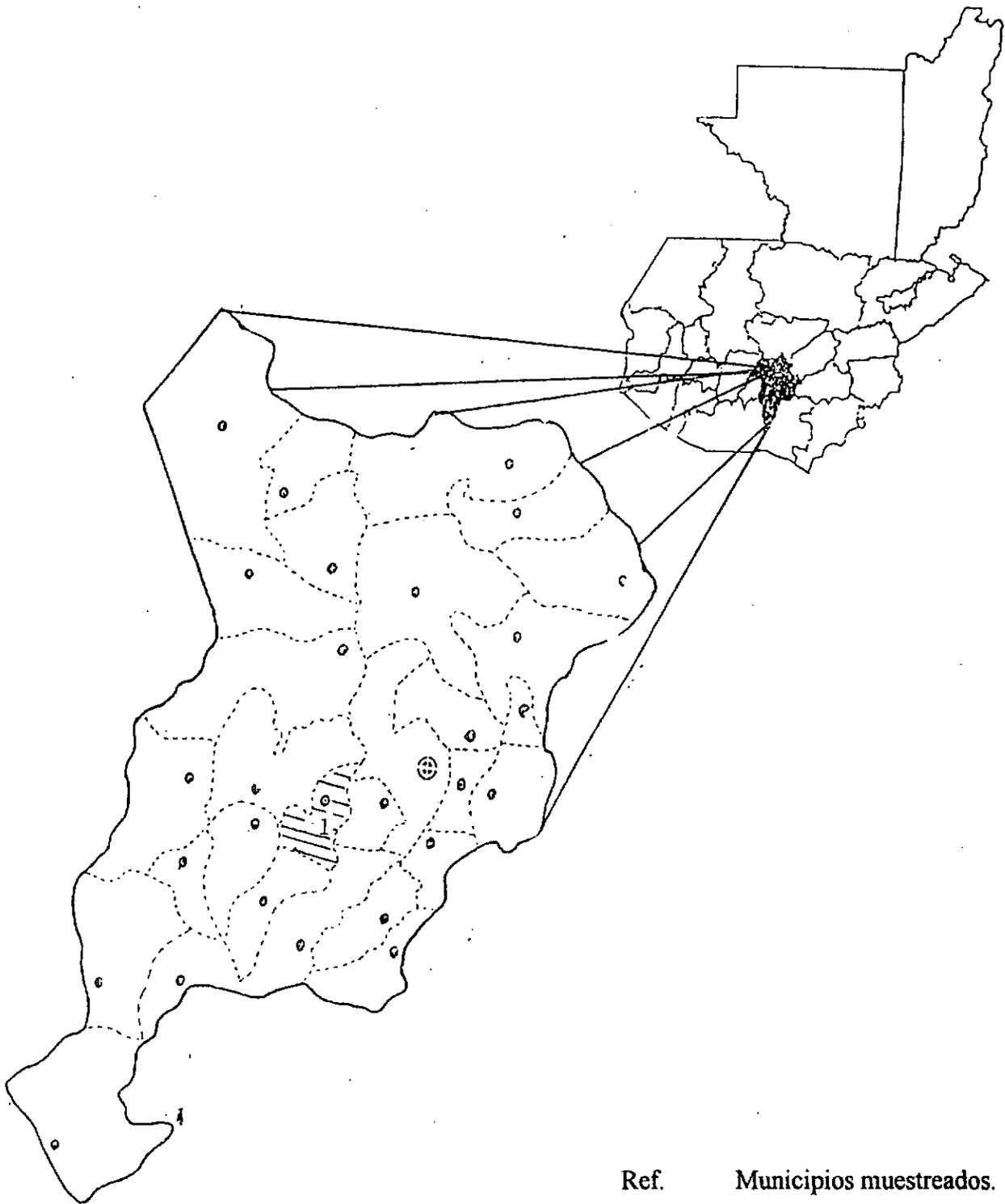


Figura 7 "A" Distribución del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth. en el departamento de San Marcos.

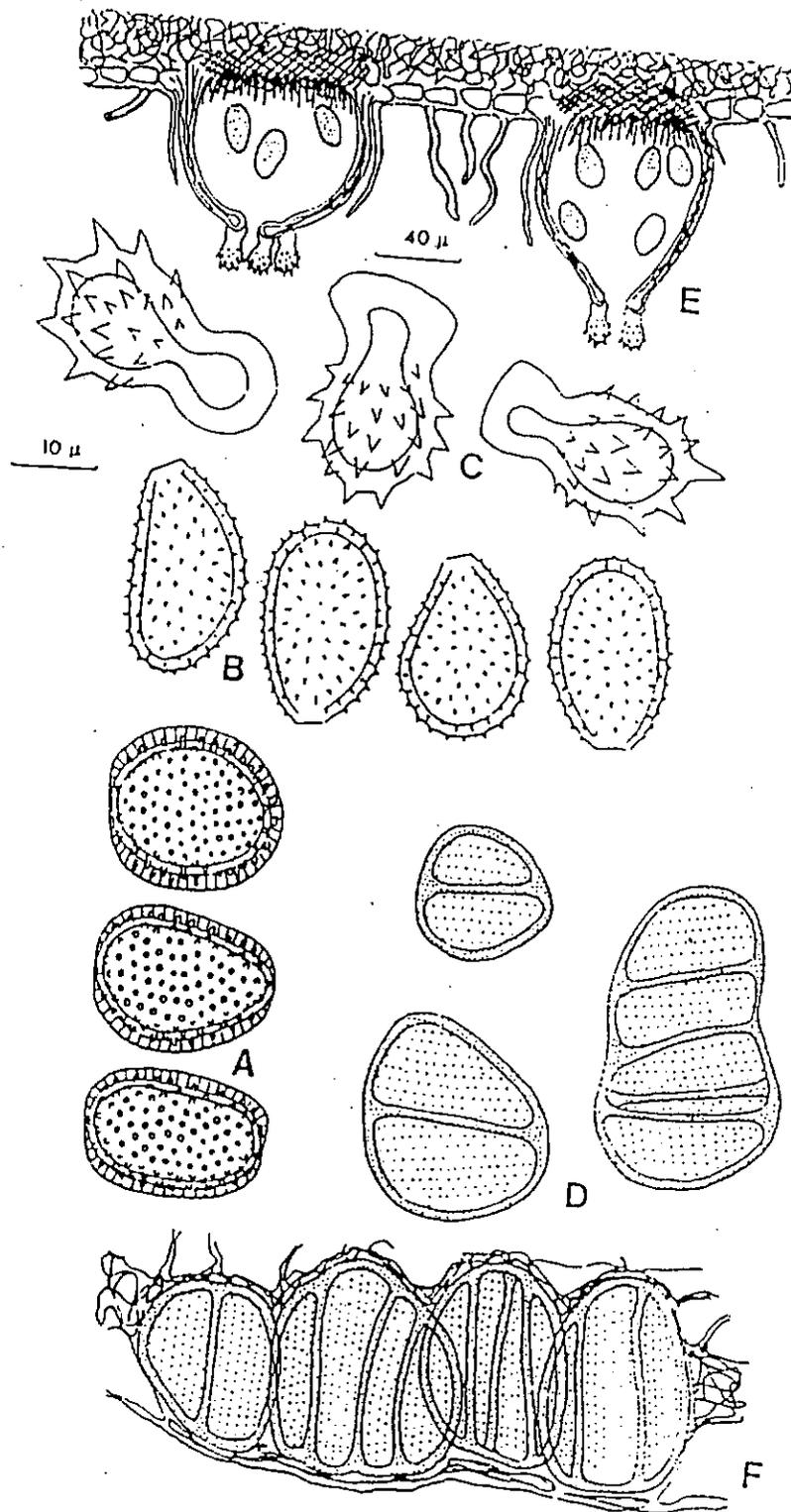


Figura 8 "A" Estructuras reproductivas del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth. (A) Aeciospora (B) Urediniospora, (C) Células urediniales ostiolares, (D) Teliosporas, (E) Corte de Una sección de uredinia, (F) Telia.

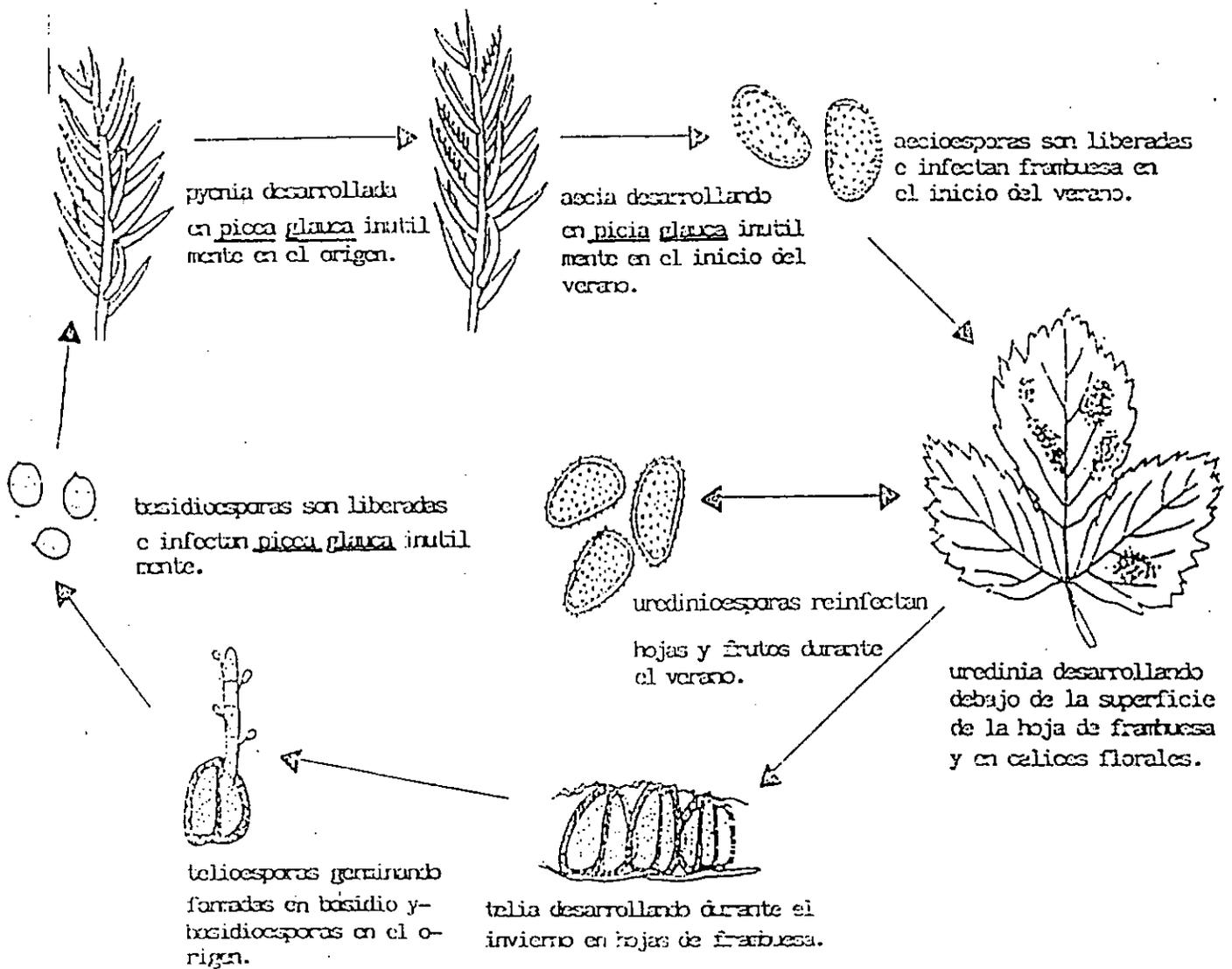


Figura 9 "A" Ciclo de desarrollo del hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.



Figura 10 "A" Síntomas que ocasiona en la hoja y en el fruto el hongo *P. americanum* (Farl.) Arth.

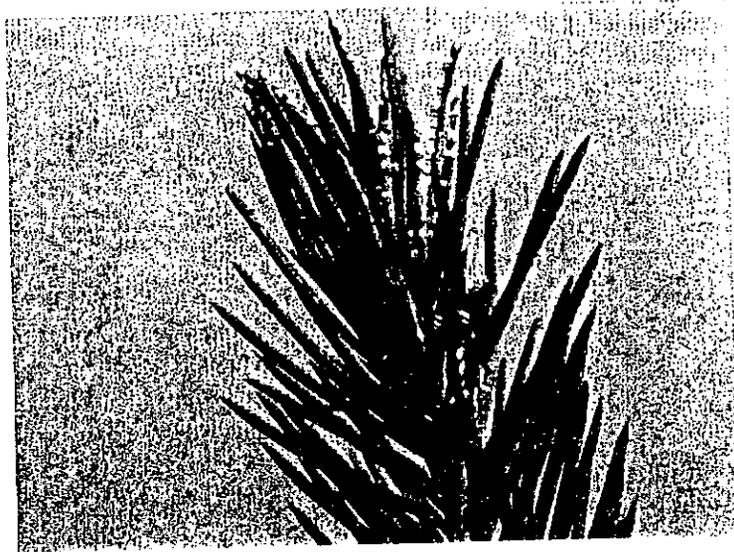


Figura 11 "A" Aecia en *Picea glauca* (Moench.), hospedante alterno de *P. americanum* (Farl.) Arth.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

Ref. Sem.006-99

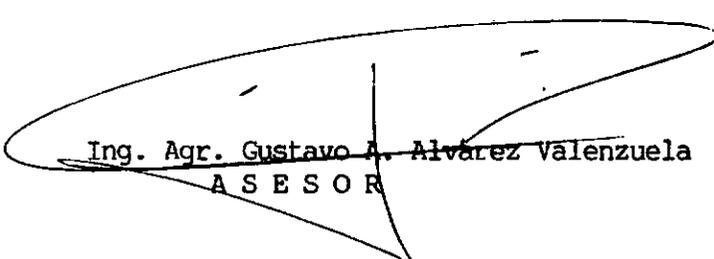
LA TESIS TITULADA: "ESTUDIO ETIOLOGICO DE LAS ROYAS DE LA FRAMBUESA (Rubus idaeus L.)
EN LAS ZONAS DE PRODUCCION DE GUATEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: HERBERTH SALVADOR CASTELLANOS CORTEZ

CARNET No:8310019

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Edil René Rodríguez Q.
Ing. Agr. Mario Alberto Méndez
Ing. Agr. Fernando Rodríguez

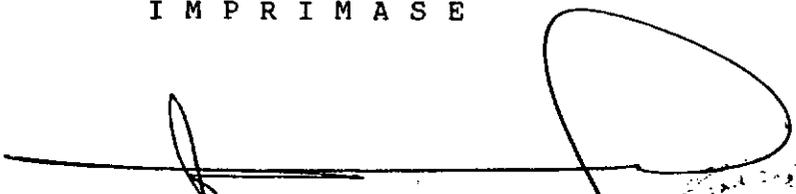
El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


Ing. Agr. Gustavo A. Álvarez Valenzuela
A S E S O R


Ing. Agr. Fernando Rodríguez
DIRECCION DEL IIA. DIRECCION



I M P R I M A S E


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



cc:Control Académico
Archivo
FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TELEFONO 476-9794 § FAX (502) 476-9770

E-mail: lia@usac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>