

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



B0 94/84
Ej. 1

IDENTIFICACION E IMPORTANCIA DE LAS PRINCIPALES
ENFERMEDADES DEL HENEQUEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

PRESENTA:

RAUL DIAZ PLAZA

México, D. F., 1984



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

<u>C O N T E N I D O</u>	<u>PAG.</u>
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
LISTA DE MAPAS	iv
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABLAS Y GRAFICAS	viii
1.- RESUMEN	1
2.- INTRODUCCION	3
2.1.- Características generales de la zona.....	3
→ 2.2.- Importancia del cultivo del henequén	15
2.3.- Descripción y clasificación del henequén	18
↘ 2.4.- Tecnología utilizada en el cultivo del henequén.	19
2.5.- Revisión de literatura	21
2.5.1.- Enfermedades del henequén y otros ----- agaves	22
2.5.2.- Control químico de enfermedades del he- nequén y otros agaves.....	26
3.- ESPECIFICACION DEL PROBLEMA	28
4.- OBJETIVOS	30
5.- DISEÑO EXPERIMENTAL	31
5.1.- Evaluación de incidencia de enfermedades.....	31
5.2.- Identificación de patógenos y pruebas de patoge- nicidad.....	33

	<u>PAG.</u>
5.3.- Aplicación de fungicidas a la inflorescencia del henequén como prevención de enfermedades.	34
6.- METODOLOGIA	35
6.1.- Evaluación de incidencia de enfermedades.....	35
6.2.- Identificación de patógenos y pruebas de pato- genicidad	36
6.3.- Aplicación de fungicidas a la inflorescencia- del henequén como prevención de enfermedades.	41
7.- RESULTADOS	42
7.1.- Evaluación de incidencia de enfermedades.....	42
7.2.- Identificación de patógenos y pruebas de pato- genicidad	56
7.3.- Aplicación de fungicidas a la inflorescencia- del henequén como prevención de enfermedades.	63
8.- DISCUSION DE RESULTADOS	68
8.1.- Evaluación de incidencia de enfermedades	68
8.2.- Identificación de patógenos y pruebas de pato- genicidad	71
8.3.- Aplicación de fungicidas a la inflorescencia- del henequén como prevención de enfermedades.	72
9.- CONCLUSIONES	77
10.- SUGERENCIAS	79
11.- LITERATURA CITADA	81

DEDICATORIAS

Con Mucho Amor y Respeto a mis Padres: Tomás Díaz Cintora y Ana María Plaza de Díaz; quienes siempre me han impulsado y motivado para superarme personal y profesionalmente.

A mis hermanos: Ana María, Tomás, Carmen, Javier, Rocío, Luz Ma., Marina, Eric, María, Rebeca y Deifilia, por brindarme su apoyo y cariño en todo momento.

A mi Abuela: Sra. María del Carmen Larrea Vda. de Plaza con todo mi amor y ternura que se merece.

En Memoria de mis Abuelos: Jesús Ma. Plaza Alcántar (Q.P.D.), Tomás Díaz D. (Q.P.D.) y María Cintora (Q.P.D.).

De una forma muy especial a mi tía: Josefina Plaza Larrea, por su dedicación a la familia.

A mi tío: Jesús Díaz Cintora y familia, por el apoyo recibido durante mis estudios.

A mi familia en general.

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán (CIAPY) perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), por brindarme todas las facilidades para desarrollar este trabajo.

Al Dr. Luis César López Frías, Director del CIAPY, por el asesoramiento y orientación de los trabajos presentados en esta tesis.

Al M.C. Jaime Piña Razo (Estudiante e Investigador del CIAPY) y a la rama de Fitopatología del Colegio de Postgraduados de Chapingo, por confirmar las identificaciones realizadas en este trabajo.

Al M.C. Isidro Castorena y al Centro de Investigaciones Científicas de la Península de Yucatán (CICY), por las facilidades otorgadas para la obtención de fotografías microscópicas.

Al M.C. José Luis Ramírez Choza; M.C. David Muñoz A., Ing. Rubén-Guerrero M. e Ing. Humberto Sánchez B., (Investigadores del CIAPY) por sus comentarios y aportaciones que en mucho ayudaron para la realización de este trabajo.

A los Profesores: Biol. Ma. Guadalupe Oliva, Biol. Carlos Rojas Z. Dra. Bertha Arguero, Biol. Jaime Angeles A. y Biol. Rocío Chió, por sus acertados comentarios en la revisión final del presente trabajo.

Al Técnico Agrónomo: Fernando Vargas Aguilar y al personal de Campo que participó en el establecimiento de los trabajos.

Al Biol. y Compañero: Julio Miranda Melchor, por su desinteresada ayuda al realizar un sinnúmero de trámites.

Al Lic. Juan A. Barrera H. y a la Unidad de Difusión Técnica del CIAPY, por la ayuda prestada para la impresión de este trabajo.

A la Srta. Patricia E. Burgos Osorio, por su excelente trabajo de mecanografía.

A todos mis amigos y maestros.

A todas aquellas personas que de una u otra forma aportaron algo en la realización del presente trabajo y que involuntariamente dejo de citar.

LISTA DE MAPAS

<u>MAPA</u>		<u>PAG.</u>
1	Estado de Yucatán	4
2	Localización geográfica de la zona henequenera - del estado de Yucatán	5
3	Delimitación por municipios de la zona henequene- ra	7
4	Climatología de la zona henequenera	9
5	Suelos dominantes en la zona henequenera del es- tado de Yucatán	12
6	Tipos de vegetación en la zona henequenera del - estado de Yucatán	14

LISTA DE CUADROS

<u>CUADROS</u>		<u>PAGINA</u>
1	Tratamientos utilizados en la inflorescencia del henequén como prevención de enfermedades	34
2	Porcentaje de plantas y área foliar afectada por enfermedades en planteles comerciales de henequén	43
3	Porcentaje de plantas y área foliar afectada por enfermedades en planteles comerciales de henequén en etapa de cultivo	44
4	Porcentaje de plantas y área foliar afectada por enfermedades en planteles comerciales de henequén en etapa de producción.....	45
5	Porcentaje de plantas y área foliar afectada por enfermedades en planteles comerciales de henequén en etapa de decadencia	46
6	Producción de fibra en hojas de henequén atacadas por diferentes enfermedades	57
7	Producción de bulbillos obtenidos de la inflorescencia del henequén tratadas con fungicidas en las localidades del CAEZOME y San Félix. 1981-1982.....	64

CUADROSPAGINA

8	Análisis de varianza para la variable de producción de bulbillos. Mocoehá, Yucatán. 1982.....	66
9	Resultados de la prueba de Duncan sobre la producción de bulbillos en las inflorescencias de henequén tratadas con fungicidas. CAEZOHE. San-Félix. 1981-1982. Mocoehá, Yucatán, 1983.....	67
-0 10	Costos de aplicación de Caldo Bordelés	74
11	Costos de aplicación de Manzate D-80	74
12	Costos de aplicación de Benlate 50%	75

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PAGINA</u>
1	Diseño de muestreo estratificado para muestrear 100 plantas en una parcela	33
2	Índice de área foliar afectada por enfermedades en hojas de henequén	37
3	Punta seca de la hoja o gomosis	47
4	Pudrición de cogollo	49
5	Secadera de varejón	50
6	Mancha concéntrica de la hoja	52
7	Manchas Acorchadas	54
8	Manchas debidas a Antracnosis	55
9	Esporodoquio de <u>FUSARIUM</u>	60
10	Conidios de <u>FUSARIUM</u>	60
11	Conidioforo de <u>CERCOSPORA</u>	62
12	Conidios de <u>CERCOSPORA</u>	62

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>	<u>PAGINA</u>
1 Municipios que integran el área de la Zona Henequenera en el estado de Yucatán	8
2 Superficie de henequén cosechada en Yucatán, su producción y valorización a partir de 1971 a 1982.	17
3 Productividad henequenera en Yucatán por sectores.	32

LISTA DE GRAFICAS

<u>GRAFICA</u>	<u>PAGINA</u>
1 Precipitación mensual registrada en el CAEZOHEDe Noviembre de 1981 a Mayo de 1982. Mocoohá, - Yucatán	73

1.- RESUMEN

El descuido parcial o total que ha venido sufriendo el cultivo del henequén en el estado de Yucatán se ha reflejado en la pobre condición en que se encuentran las plantaciones actuales; los efectos desfavorables principales del abandono son: la baja población de plantas por hectárea, alta incidencia de malezas y enfermedades, escasa producción de vástagos en plantaciones definitivas y, finalmente corte de hojas generalmente excesivos.

Dentro de esta problemática, las enfermedades han sido poco estudiadas, a pesar de que su incidencia y daños son altos. Por tal motivo el presente trabajo tuvo como principales objetivos los de: evaluar, caracterizar y jerarquizar las enfermedades del henequén en 50 localidades distribuidas en 4 municipios de la zona henequenera; identificar los organismos causantes de las principales enfermedades en dicha zona y el estudio de la enfermedad denominada " secadera del varejón " (inflorescencia) en relación a la obtención de bulbillos (plántulas), como medio de reducir el faltante de vástagos para siembra.

Se encontró que la incidencia de enfermedades varía según la etapa en que se encuentra el plantel, en la etapa de cultivo se registró un 77 por ciento de plantas con diversos síntomas de enfermedades, en etapa de producción ascendió a 81 por ciento y en etapa decadente al 94 por ciento.

Las enfermedades con mayor porcentaje de incidencia fueron las manchas causadas por el hongo Colletotrichum agaves (antracnosis), en un 66 por ciento y las manchas acorchadas que se encuentran en un 69 por ciento; sin --

embargo por sus características sintomatológicas son las que menos daños ----
causan ya que el ataque se presenta superficialmente. Las enfermedades más -
importantes y que más daño causan al cultivo son: La " secadera del varejón",
ocasionada por una especie de Cercospora; la punta seca o gomosis de la hoja,
cuyo agente causal es una bacteria que pertenece al género Erwinia; la pudri-
ción de cogollo, la cual es producida por un hongo del género Fusarium y la -
mancha concéntrica de la hoja que es ocasionada por un hongo perteneciente al
género Cercospora.

De los resultados obtenidos de la aplicación de fungicidas a la inflo--
rescencia, se determinó estadísticamente que el mejor tratamiento correspon--
dió al Benlate 50 por ciento a dosis de 25 gr/planta, logrando una producción
promedio de 924 bulbillos por planta. Sin embargo, el 30 por ciento de la --
producción obtenida se perdió debido a un severo ataque de un lepidoptero ba-
rrenador que atacó a los bulbillos en formación; este problema entomológico -
deberá ser investigado a mediano plazo.

2.- INTRODUCCION

2.1.- Características Generales de la Zona

La península de **Yucatán**, como unidad geográfica abarca los estados de **Campeche**, **Quintana Roo**, **Yucatán** y en términos rigurosos también abarca pequeñas partes de los vecinos países de **Guatemala** y **Belice**. La superficie total de la Península es de **150,000 km²** de los cuales **123,500** están en territorio-mexicano y **43,379** pertenecen al estado de **Yucatán**.

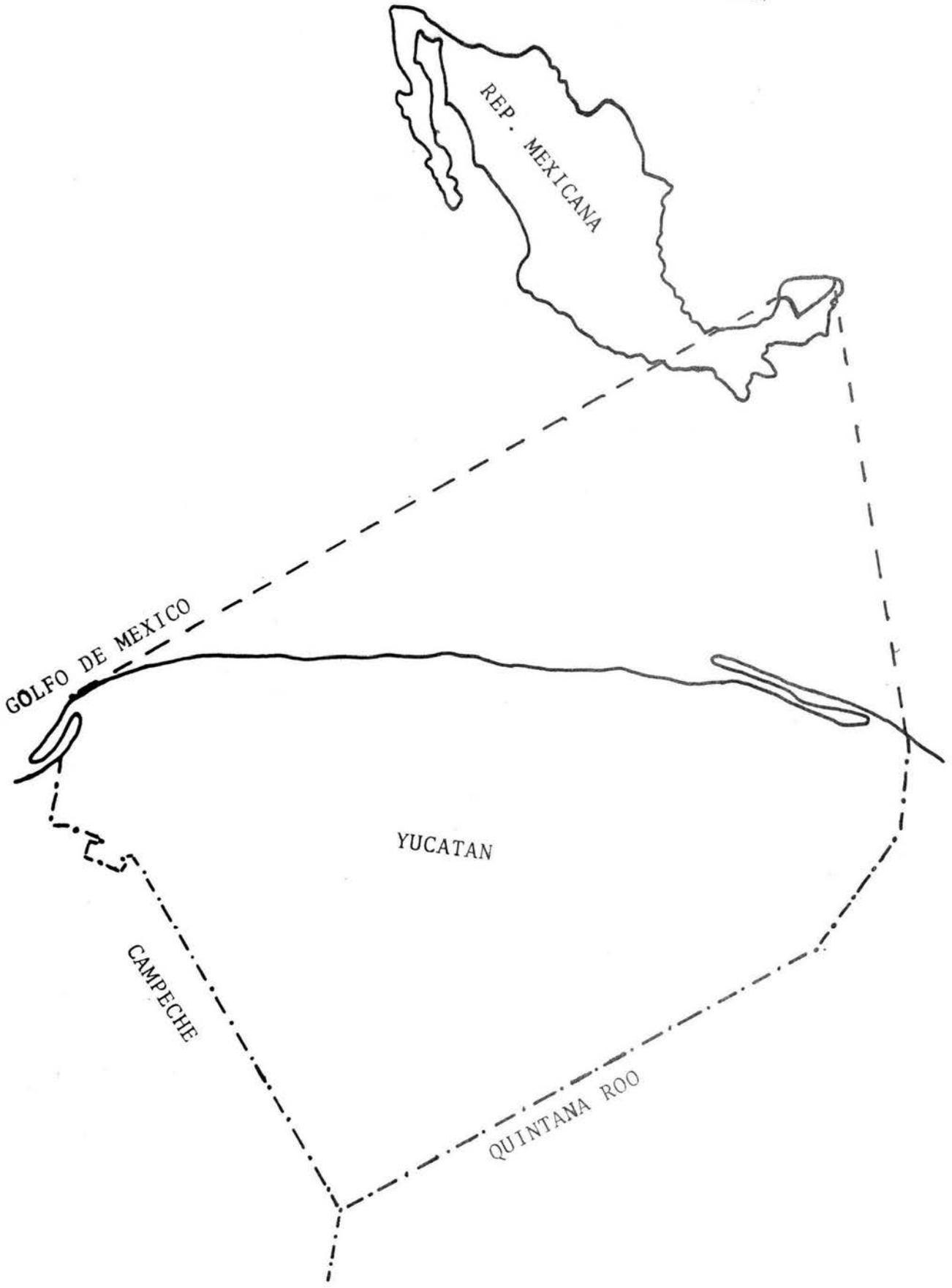
El estado de **Yucatán**, (Mapa 1) se encuentra entre los paralelos **19° 32'** y **21° 37'** de latitud norte y los meridianos **87° 32'** y **90° 23'** de longitud oeste. Limita al norte con el Golfo de **México**, al sur con el estado de **Quintana Roo** y **Campeche**, al este con **Quintana Roo** y al oeste con el Golfo de **México** y **Campeche** (Mapa 2).

El estado de **Yucatán** cuenta con dos tipos de climas predominantes: El **BS** y el **AW** de acuerdo al coeficiente precipitación-temperatura (P/T).

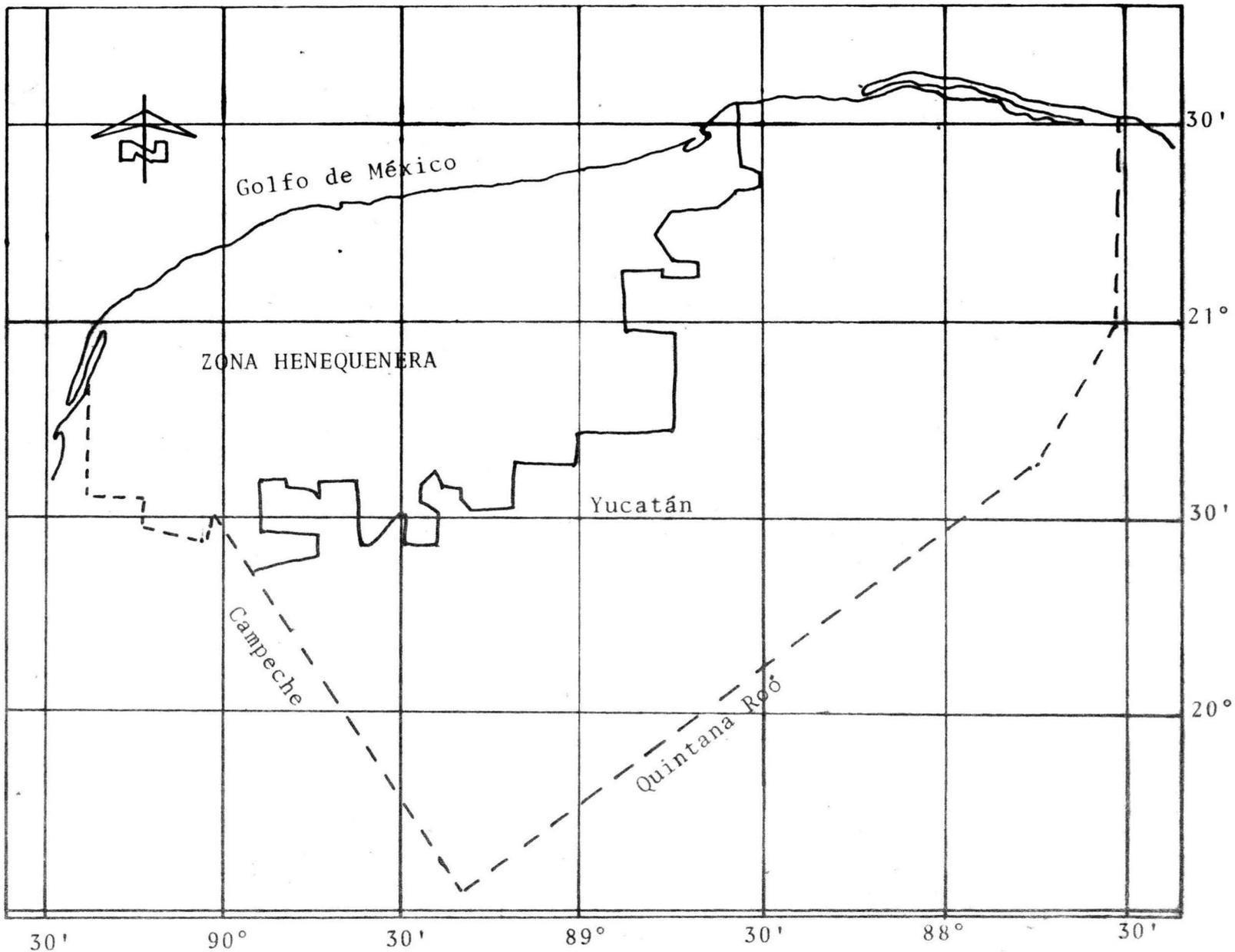
El clima **BS** es homogéneo con cociente menor de **22.9** perteneciendo al tipo **BS (h')** siendo seco y árido; se localiza en los litorales como una franja estrecha.

El **AW** es cálido subhúmedo y está dividido en tres variantes: **AW₀** con cociente entre **22.9** a **43.2** localizado en el norte y centro del estado; **AW₁** con cociente entre **43.2** y **55.3** observado en el sur del estado, y el **AW₂** con cociente mayor de **55.3** localizado en los límites con **Quintana Roo**.

MAPA 1.- ESTADO DE YUCATAN



MAPA 2.- LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LA ZONA HENEQUENERA DEL ESTADO DE YUCATAN



La temperatura promedio fluctúa entre los 24.6 y 27.7 grados centí--- grados y la humedad relativa llega a 80 por ciento en la costa y al 72 por ciento en el interior, (García 1973, Monografía de Yucatán 1982 y González 1982).

Yucatán comprende 106 municipios, de los cuales 60 constituyen la --- Zona Henequenera (Mapa 2 y Mapa 3, Tabla 1), la cual se ubica en la parte--- noroccidental del estado, ocupando una superficie de 1'348,600 has. lo que representa el 31 por ciento de la superficie total del estado. (Monografía de Yucatán, 1982).

La zona henequenera cuenta con un clima AW en sus tipos AW₀ (i)g y -- AW₁ (i)g o sea, el más seco y el intermedio de los cálidos húmedos con --- lluvias en verano y oscilación anual de las temperaturas medias mensuales--- menores de 5° C por lo que se puede considerar isotermal, el mes más cálid--- do del año se presenta antes de junio y solamente una mínima porción hacia el norte y pegado a la costa, cuenta con un clima BS₀ y BS₁, o sea, semise--- co, muy cálido e isotermal. (Mapa 4).

La temperatura media anual de la zona henequenera varía de 22.5 a --- 27.5° C con una oscilación de las temperaturas medias mensuales de 5 a --- 7° C. La temperatura del mes más frío es de 19° C y la del mes más cálid--- o es de 37.6° C, la que se presenta en el mes de mayo.

Aunque existen variaciones, el año agrícola en la zona henequenera se divide en una estación lluviosa y otra seca. Donde la estación lluviosa -

MAPA 3.- DELIMITACION POR MUNICIPIO DE LA ZONA HENEQUENERA

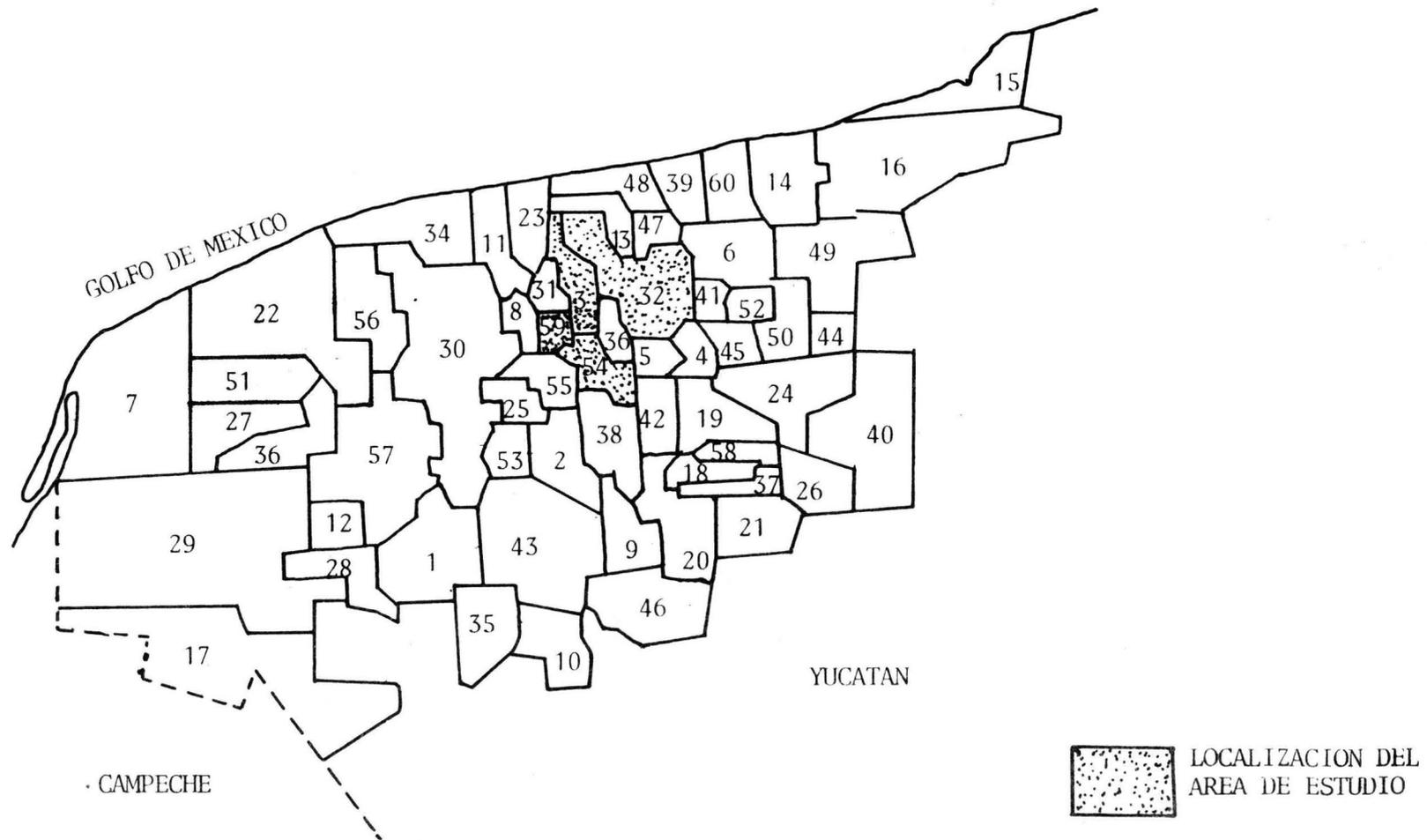
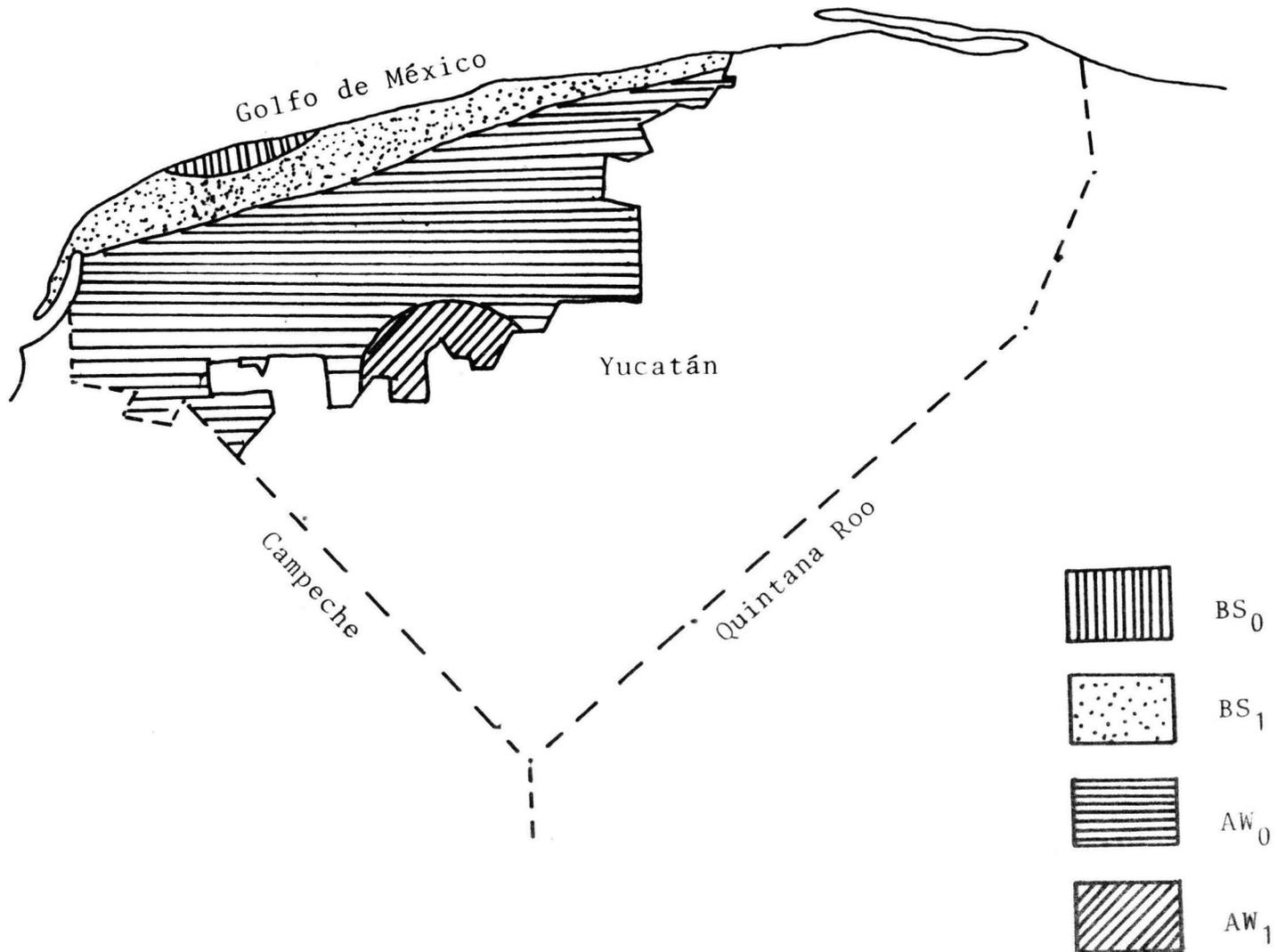


TABLA 1.- MUNICIPIOS QUE INTEGRAN EL AREA DE LA ZONA HENEQUENERA EN EL ESTADO DE YUCATAN.

1. Abalá	21. Huhí	41. Suma
2. Acanceh	22. Hunucmá	42. Tahmek
3. Baca	23. Ixil	43. Tecoh
4. Bokobá	24. Izamal	44. Tekal de Venegas
5. Cacalchén	25. Kanasín	45. Tekantó
6. Cansahcab	26. Kantunil	46. Tekit
7. Celestún	27. Kinchil	47. Telchac Pueblo
8. Conkal	28. Kopomá	48. Telchac Puerto
9. Cuzamá	29. Maxcanú	49. Temax
10. Chapab	30. Mérida	50. Tepakán
11. Chicxulub	31. Mocoaná	51. Tetiz
12. Chocholá	32. Motul	52. Teya
13. Dzemuí	33. Muxupip	53. Timucuy
14. Dzidzantún	34. Progreso	54. Tixkokob
15. Dzilam de Bravo	35. Sacalum	55. Tixpéhuál
16. Dzilam González	36. Samahil	56. Ucú
17. Hañachó	37. Sanahcat	57. Umán
18. Hocabá	38. Seyé	58. Xocchel
19. Hochtún	39. Sinanché	59. Yaxkukul
20. Homún	40. Sudzal	60. Yobaín

MAPA 4.- CLIMATOLOGIA DE LA ZONA HENEQUENERA



comprende de junio a octubre.

La precipitación fluctúa desde 500 mm cerca de la costa hasta 1,100 mm en la parte central y los límites sur y este de la zona.

La intensidad de las lluvias son en forma de chubascos y pocas veces - como lloviznas. Durante el período lluvioso se presenta aproximadamente el 82 por ciento de la precipitación total anual y durante la sequía el 18 por ciento.

La humedad relativa ambiental es alta debido a las brisas y vientos húmedos del mar, oscilando entre 72 y 80 por ciento.

Los suelos predominantes en la zona henequenera son de tipo Litosoles- (FAO/UNESCO) o bien Tzek'el (clasificación maya) predominando las piedras - carbonatadas, (de donde se han originado). Son suelos arcillosos recientes, de color café-gris y negro, con 20 a 25 por ciento de pedregosidad superficial, de 10 a 20 por ciento de afloramientos rocosos y de 0 a 15 cm de profundidad. Son permeables con buen drenaje interno, ricos en materia orgánica (M.O.), potasio y calcio, pobres en fósforo, medios en magnesio y 7.8 de PH. Carece de corrientes de aguas superficiales, pero su manto acuífero -- subterráneo se encuentra entre los 6 y 8 m de profundidad. Su topografía - es llana o levemente ondulada, con elevaciones entre 3 y 10 msnm. (Mapa 5).

En la franja norte del litoral existen suelos arenosos (Regosoles) re- presentando un 0.41 por ciento de la zona henequenera, caracterizados por -

un drenaje rápido, pobres en M.O. y fósforo, ricos en calcio y con un pH de 7.9. (Mapa 5).

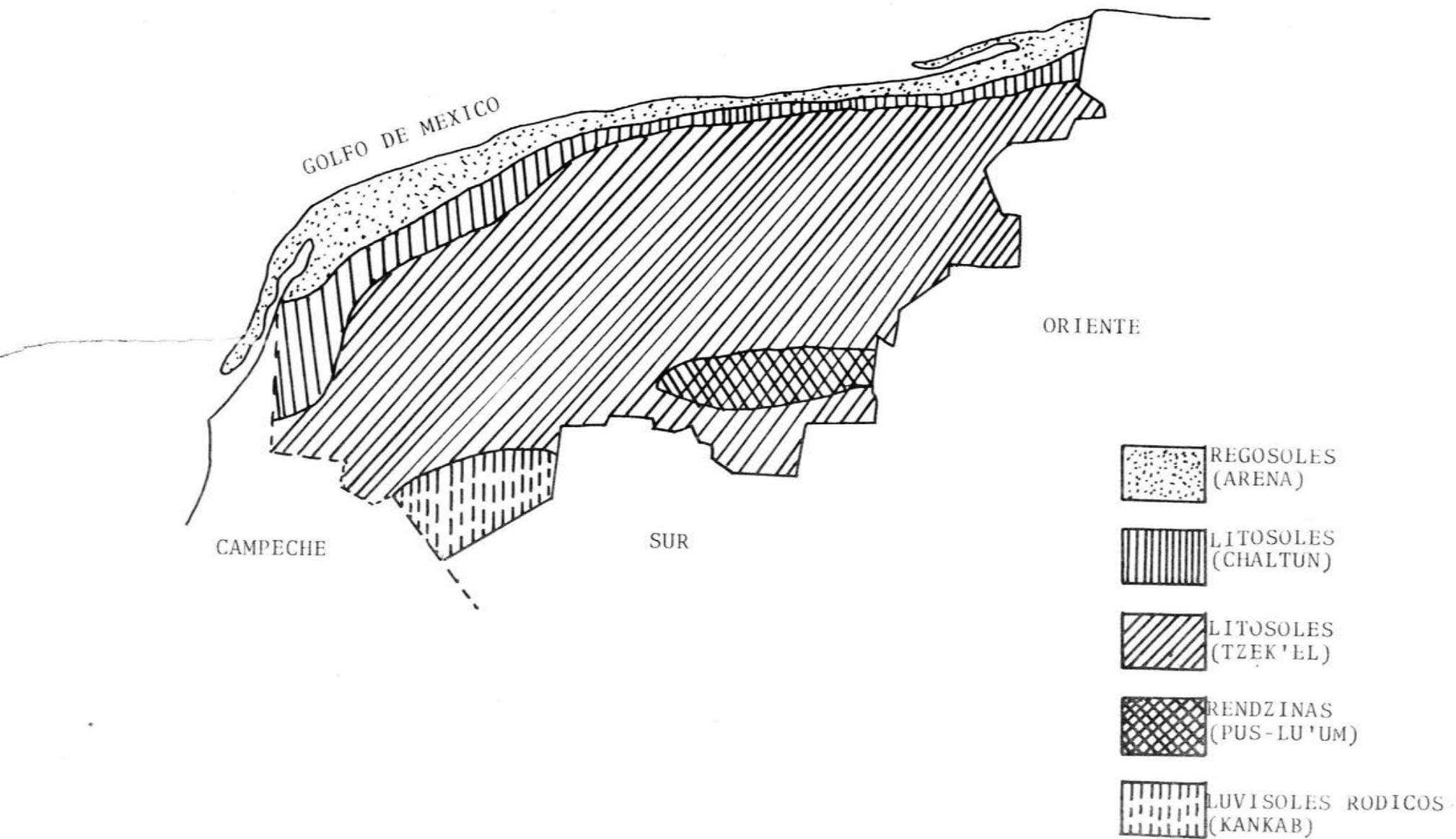
La roca laja (hasta 200 m² de superficie) se clasifica dentro del ---- suelo Litosol (Chaltún) ocupando un 7.6 por ciento de la zona, con drenaje superficial deficiente, suelo delgado de 3 a 5 cm de profundidad y ricos en M.O. (Mapa 5). Y como pequeños manchones se presentan las Rendzinas ----- (Pus-lu'um), suelos negros cafesáceos, poco profundos, pedregosos y con drenaje muy rápido. Al sur de la zona se localiza una pequeña franja de suelo Luvisol-Ródico o férrico, (Kankab) siendo de color rojo, arcillosos y profundos con drenaje moderadamente lento, son los suelos mecanizables. (Mapa 5).

La hidrografía se caracteriza por la ausencia de corrientes superficiales, debido a la falta de cuencas de captación en la Península y a la naturaleza permeable del suelo calcáreo que facilita la infiltración casi inmediata del agua después de la lluvia. (CIAPY 1979 y González M.A. 1982).

Los tipos de vegetación que se pueden identificar en la zona henequenera son los siguientes:

Vegetación de Dunas costeras. Localizadas en las costas en forma de una franja alargada que varía de amplitud. Las especies que predominan son: Uvilla de mar Coccoloba uvífera, Bolchiché C. sp, Anacahuita Cordia sebestana, Chechem Metopium brownei. Esta vegetación se desarrolla sobre arenas. (Mapa 6).

MAPA 5.- SUELOS DOMINANTES EN LA ZONA HENEQUENERA DEL ESTADO DE YUCATAN



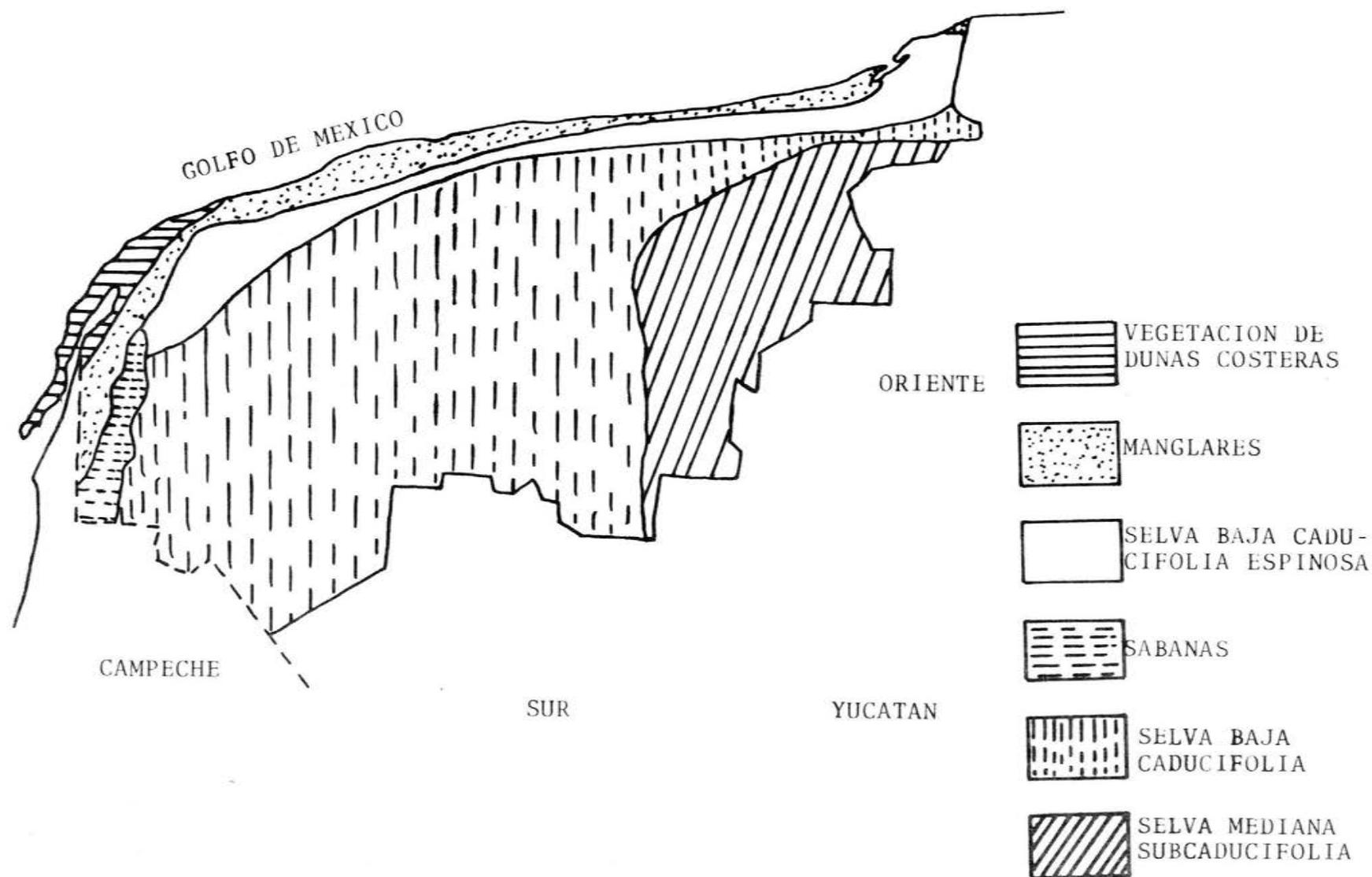
Manglares. Se encuentra a lo largo de la costa, cuya mayor anchura es de 12 km. Constituido por plantas hidrófitas inermes, generalmente arbóreas. Las principales especies son: Mangle rojo Rhizophora mangle, Mangle azul R. sp., Mangle blanco Laguncularia racemosa, Mangle prieto Avicennia nitida y Botoncillo Conocarpus erecta (Mapa 6).

Sabanas. Esta comunidad vegetal se encuentra localizada al oeste de la zona henequenera en los municipios de Celestún, Maxcanú y Halachó. Las especies dominantes son: Guiro Crescentia cujete, Pajón Cyperus rotundus, Nance Byrsonima crassifolia, Tachicóm Curatella americana y Chechém Metopium brownei. (Mapa 6).

Selva mediana subcaducifolia. Representada por árboles de altura que varían de 15 a 20 m, siendo la mayoría caducifolios. Las especies dominantes son: Pucté Bucida buceras, Ya-ax nick Vitex gaumeri, Chacá'h Bursera simaruba, Kitanché Caesalpinia gaumeri, Chucum Pithecellobium albicans, Balché Lonchocarpus longistilus, Cedro Cedrella mexicana y Ramón Brosimum alicastrum. (Mapa 6).

Selva baja caducifolia. De altura entre los 6 y 15 m de altura donde la mayoría de las especies leñosas pierden sus hojas en la época seca. Los componentes arbóreos que caracterizan a esta comunidad son: Chucum Pithecellobium albicans, Katzín Acacia gaumeri, Kitanché Caesalpinia gaumeri, Tzitzilché Gymnospodium antigonoides, Huaxín Leucaena glauca, Organo Lemaircoerus griseus y Habín Piscidia piscipula. (Mapa 6).

MAPA 6.- TIPOS DE VEGETACION EN LA ZONA HENEQUENERA DEL ESTADO DE YUCATAN



Selva baja caducifolia espinosa. Forma una franja de unos 10 a 15 km de anchura, se extiende paralelamente a la costa. En la selva baja de esta clase se encuentran los siguientes componentes arbóreos: Boxkatzín Acacia gaumeri, Chakah Bursera simaruba, Mora Chloróphora tinctoria y Ha'bin Piscidia piscipula. (Mapa 6). (Miranda, 1978 y CIAPY 1979).

2.2 Importancia del cultivo del henequén.

El henequén (Agave fourcroydes) se ha adaptado a las condiciones ecológicas y agrícolas que predominan al norte y centro de Yucatán, por lo que se considera esta región como la zona henequenera por excelencia de la República Mexicana; además, se ha estimado recientemente que la producción de fibra de henequén en el Estado representa el 82 por ciento de la producción nacional. (CIAPY 1981).

México es considerado en los mercados internacionales de la industria cordelera como el más importante productor de henequén, ya que de las ----- 158,760 ton. producidas en el mundo en 1974, 111,984 correspondieron a México; o sea, el 70.5 por ciento (CIAPY, 1981 y SARH, 1981).

La zona henequenera cuenta con una superficie de 1'348,600 has. que representan un poco más de la cuarta parte (31 por ciento) de la superficie -- total del estado de Yucatán (4'337,900 has) estando ubicada en la región --- centro-norte de la entidad. De 1979 a 1980 del total de la superficie de la

zona henequenera, están ocupadas con henequén 240,125 ha, de las cuales --- 135,000 ha están en producción. (CIAPY, 1981).

Se estima que cerca de 57,000 familias campesinas y aproximadamente -- 7,000 pequeños propietarios y parcelarios viven de este cultivo, además de 5,000 jefes de familia que laboran en la industria henequenera (CIAPY, ---- 1982). Además, el valor de la producción henequenera en 1982 fue de ----- \$ 1'349'094,000, lo que representa una importante entrada de divisas al Estado. (SARH, 1982).

Por lo anterior, el henequén representa un pilar fundamental en la economía del estado de Yucatán.

Sin embargo, el manejo inadecuado de las plantaciones ha traído como consecuencia innumerables problemas, los cuales se reflejan en las condiciones del cultivo y en la producción actual del agave.

La errónea creencia de que el henequén vive del aire y la no menos --- equivocada idea de que mientras más pobre es el terreno, mayor y más abun-- dante es la fibra, ha provocado un daño incalculable al progreso de la pro-- ducción del henequén.

Por lo que, en los últimos años la superficie ocupada por el henequén-- va en constante descenso (Tabla 2), ya que los planteles en decadencia y -- los destruidos por siniestros (fuego) no han sido renovados con siembras de la magnitud que las circunstancias lo ameritan, este hecho se debe sobre --

TABLA 2.- SUPERFICIE DE HENEQUEN COSECHADA EN YUCATAN, SU PRODUCCION Y VALORIZACION A PARTIR DE 1971 A 1982.

ANO	SUP. COSECHADA HA	PRODUCCION KG	VALORIZACION \$
1971	154,591	113'493,725	147'541,842
1972	173,786	113'848,942	193'543,201
1973	174,785	109'188,827	237'922,454
1974	168,928	111'983,512	517'363,825
1975	160,000	101'420,615	618'665,751
1976	157,000	98'529,776	591'178,656
1977	159,556	85'697,477	514'184,862
1978	150,375	80'007,116	520'046,254
1979	135,000	70'442,268	587'486,280
1980	135,000	72'205,298	1'083'079,470
1981	135,740	75'771,558	1'363'992,000
1982	121,553	61'045,000	1'349'094,000

(SARH, 1981 Y CIAPY, 1982)

todo a la falta de material vegetativo para efectuar las nuevas plantaciones, las cuales se calculan en aproximadamente 10,000 ha. anuales. (Diario de Yucatán, junio 11 de 1982).

2.3 Descripción y clasificación del henequén.

Planta xerofítica, monocárpica con tallo corto, de donde nacen las hojas carnosas y de mucha rigidez, más o menos cóncavas en su parte superior, convexas en la inferior y con un alto contenido de fibra, lineolanceoladas, rectas y dispuestas en forma de roseta. Las hojas llegan a medir hasta 2 m de largo y 15 cm de ancho, de color verde ceniciento, con espinas pequeñas (de forma triangular) en los bordes laterales, dirigidas hacia la base o al ápice, la hoja termina en su ápice con una fuerte espina de aproximadamente 3 cm.

Hacia el final de su ciclo vegetativo (de 20 a 30 años) la planta produce un fuerte escapo floral (llamado varejón) de forma panicular, de aproximadamente 8 m de largo, formándose en la parte superior de éste, brazos o ramas en forma de candelabro donde se forman las flores de color verde-amarillento, con un tamaño aproximado de 6 cm y en forma de tubo, el fruto es una cápsula ovoide oblonga con semillas aladas. En la base de cada flor (después de que ésta ha madurado) se producen varias plantitas a las cuales

se les da el nombre de bulbillos.

Clasificación actual:

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Monocotiledóneas
Orden:	Agavales
Familia:	Agavaceae
Género y Especie:	<u>Agave fourcroydes</u>

(Purseglove, 1972)

2.4 Tecnología tradicional utilizada en el cultivo del henequén.

a) Etapa de semillero

Se utiliza para darles condiciones óptimas de crecimiento a los vástagos extraídos del plantel. Normalmente se usan vástagos de 20 a 25 cm de altura, plantándose en suelos de bagazo de henequén o luvisoles (kankab).

El tiempo que duran las plantas en esta etapa es de 2 a 3 años, alcanzando una altura de 30 a 40 cm, la cual se considera óptima para el tras--

plante definitivo.

El establecimiento de semilleros (o viveros cuando se usan vástagos - de 5 cm y se efectúa un trasplante adicional a un semillero), en la actualidad es casi nula, y lo que hace el campesino es extraer vástagos entre - 30 y 50 cm de sus plantaciones y trasplantarlos al terreno definitivo.

b) Etapa de cultivo

El cultivo se desarrolla en suelo pedregoso, siendo siempre de temporal.

Los vástagos extraídos de otros planteles se preparan para su plantación, dicha preparación consiste en el corte de las raíces dejando de 3 a 5 cm de la "cebolla" (tallo basal, de donde brotan las raíces), posteriormente se dejan reposar de dos a tres semanas y se plantan de junio a julio. Normalmente un año después se realiza una resiembra cuando así lo requiere el cultivo, utilizando vástagos de 60 a 80 cm de altura.

c) Etapa de producción

El primer corte de hoja se hace aproximadamente a los siete años de la plantación, cortando de seis a ocho hojas por planta en cada corte; los cortes se realizan cada tres o cuatro meses, según las necesidades económicas del campesino ejidatario.

Esta etapa dura aproximadamente 15 años.

d) Etapa de decadencia

La etapa de decadencia comienza entre los 15 y 20 años después del trasplante y se caracteriza por la emisión de inflorescencia o varejón, el cual es cortado poco después de ser emitido.

En esta etapa se llegan a cortar de cuatro a cinco hojas por planta en cada corte. Normalmente cuando la plantación deja de producir se comienza a plantar nuevamente, aunque existe gran número de personas que prefieren dejar descansar el terreno un año o dos, antes de volver a plantar.

Dentro de las labores que se efectúan al cultivo están los chapeos (cortes de malezas), los cuales se hacen de dos a tres por año; cuando el cultivo se encuentra en etapa de producción los chapeos se hacen solo abriendo calles por donde pasa el cortador. Las plagas y enfermedades no se combaten.

2.5 Revisión de Literatura

La revisión de literatura que a continuación se expone incluye tanto al henequén como a otros agaves cultivados en distintos países para la obtención de fibra (híbrido 11648 y sisal). Lo anterior se debe a que en México existe muy poca literatura sobre aspectos fitopatológicos del henequén.

2.5.1 Enfermedades del henequén y otros agaves

* Cook (1939) establece que la enfermedad más común del sisal o agaves en Puerto Rico, es una antracnosis causada por Colletotrichum agaves, presentándose además Dothidella parryi y Lembosia dendrochili, aunque estos últimos no son de importancia. Menciona también que en Brasil se presenta una antracnosis ocasionada por Gloeosporium agaves. En Colombia una mancha foliar causada por Mersonia agaves. En Argentina otra mancha foliar producida por Septoria megalospora y en Costa Rica un trastorno de las hojas llamado "peca" producido por Tubercularia agaves.

* Según Cortés (1943) en las plantaciones de Yucatán, existe el ataque del pulgón del género Pseudoschnapsis en las pencas, el cual contribuye al ataque del hongo Colletotrichum agaves.

* Pérez (1949) señala que las bacterias y hongos que atacan a la hoja del henequén son parásitos de heridas y por consecuencia todo lo que se haga para impedir las lesiones servirá para prevenir las enfermedades que en la mayoría de los casos son las responsables del manchado de la fibra. Además establece que el hongo más comúnmente encontrado en las hojas del henequén es el Colletotrichum agaves. En la región henequenera de Cuba se ha observado que este hongo se encuentra siempre en los henequenes sin causar daño.

* Halfter (1958) cita varios autores (Herrera 1907, Urzueta 1938 y Pérez 1938) quienes reportan que del 60 al 70 por ciento de las plantas ob-

servadas presentaron distintas manchas y en algunas existen crecimientos fungosos. Los hongos hallados fueron Colletotrichum agaves, Helminthosporium sp y Pleospora sp, el primero patógeno y los demás saprófitos.

* Mesa (1959), señala la presencia de manchas ocasionadas por microorganismos, principalmente por bacterias no identificadas (sequedad de la hoja), por el hongo Colletotrichum agaves (antracnosis) y Phytophthora sp (podredumbre del cogollo).

* Rojas (1959), resalta que gran cantidad de manchas en las pencas ocasionan que un porcentaje considerable de éstas resulte de la clase "B" (segunda calidad). Estas manchas demeritan la calidad de la fibra y se debe a que el campesino solo se preocupa por sacar provecho inmediato, sin poner el menor empeño, ya que dichas manchas se evitarían con solo tener limpios los campos.

Bock (1965), menciona que frecuentemente los períodos prolongados de altas lluvias y alta humedad relativa preceden a los ataques de patógenos. Asimismo, cita que la enfermedad más importante que se presenta en sisal, es la pudrición del tallo, lo cual se atribuyó al ataque de Aspergillus niger; sin embargo, también se ha encontrado como causante de esta enfermedad a Pythium aphanidermatum, ambos reproducen los síntomas después de una inoculación artificial. Por otro lado en sisal, la presencia de manchas en las hojas causadas por hongos es esporádica, y en general no son de gran importancia, y casi siempre son parásitos de heridas, que solo ocasio

nalmente producen pérdidas económicas, por ejemplo: Colletotrichum agaves- que ocasiona una antracnosis sobre el sisal. Los siguientes hongos son capaces de producir lesiones en las hojas del sisal, Myrothecium verrucaria, M. roridum, Fusarium semitectrum, F. solani, Botryodiplodia theobromae y Aspergillus niger.

También reporta a la enfermedad Mancha-zebra como una de las más importantes que ataca al híbrido 11648 de Tanzania, la cual es causada por las especies Phytophthora arecae y P. nicotiane (P. parasítica).

* Bock (1965), citando a Crandall et al (1954), menciona que la mancha negra de la hoja de henequén (Agave tetanoe) causada por Botryodiplodia theobromae ocasiona pérdidas en la producción hasta del 30 por ciento en el Salvador.

González (1968) establece que la pudrición del cogollo del henequén es ocasionado por un hongo del género Fusarium ya que el hongo que más frecuentemente se aisló del material afectado, además de que, al inocularlo a plantas jóvenes y sanas desarrolló los síntomas característicos de la enfermedad: aunque también se aísla una bacteria, ésta al ser inoculada no desarrolla los síntomas de la enfermedad. Sin embargo, concluye que se deben hacer estudios sobre inoculaciones asociadas de ambos patógenos, pues es posible que de esta forma se incremente el vigor parasítico del hongo causante.

Fröhlich y Rodeward (1970), mencionan que las dos especies de hongos -

que pueden ocasionar daños marcados en el cultivo del género Agave (A. rígida), var. sisalana, A. fourcroydes, (A. mexicana) son: Colletotrichum agaves produciendo manchas café obscuras que ocasionan un marchitamiento de las - hojas. Manchas elípticas de un color café o púrpura con centro gris. o café brillante son debidas al ataque de Coniothyrium concentricum.

* En Cuba, González Avila y Barrios (1971), al examinar microscópicamente material enfermo proveniente del escapo floral (varejón) y de hojas - de plantas jóvenes, ambas con un ataque semejante, encontraron en ambos --- casos la presencia de abundantes esporas de un hongo del género Cercospora - por lo cual concluyeron que este organismo es el causante de dichas enferme-
dades o anomalías.

* El Centro de Información y Documentación Agropecuaria de la Habana- (1975), menciona que las enfermedades más comunes en Cuba son: pudrición -- del cogollo y la gomosis (sequedad de la hoja).

Kachecheba (1976), establece que la pudrición del tallo causada por Aspergillus niger es la más seria enfermedad del sisal. El mismo autor men-- ciona que A. niger no es el único patógeno causante de esta pudrición. Pythium spp, Phytophthora, Botryodiplodia theobromae, Erwinia sp y Pythium -- aphanidermatum se han encontrado como responsables de pudriciones simila--- res. La enfermedad Mancha-zebra es de importancia en el sisal de Tanzania- y es causada por: Phytophthora spp, incluyendo a P. parasítica var. nico-- tianae y P. infestans, además es ocasionada también por Pythium aphaniderma- tum.

* El CIAPY (1979) y López F. (1981), establecen que en Yucatán la ausencia de bulbillos en las ramas florales, se debe en gran parte a la incidencia de una enfermedad posiblemente ocasionada por un hongo que ataca severamente al varejón, a las ramas florales y a los propios bulbillos desde muy pequeños.

(* Estas referencias no presentan evidencias de laboratorio para los postulados de Koch).

2.5.2. Control químico de enfermedades del henequén y otros agaves.

En El Salvador, Choussy (1943), encontró una enfermedad foliar en el henequén cuyas características son las siguientes: aparecen manchas amarillentas sobre las hojas que se van extendiendo, la hoja se tuerce hacia la punta y aparece un tinte rosado. Normalmente la mitad superior de la hoja es la afectada, secándose al cabo de dos a cuatro semanas, tornándose los tejidos negros y duros. Para evitar la propagación de la enfermedad, se recomienda cortar y destruir con fuego toda hoja que presente síntomas infecciosos, y si a pesar de esta medida se sigue propagando, se hará indispensable someter la plantación a un tratamiento de caldo bordelés.

Bowen y Obrego (1954), mencionan que la utilización de productos que eleven el costo del cultivo no se deben utilizar, como lo son fungicidas o-

insecticidas. Por lo cual indican que la erradicación de enfermedades --- debe seguir las siguientes recomendaciones: quitar y destruir todas las - hojas viejas, así como las plantas muertas que se encuentren en el campo, - no dejar hojas enfermas dentro del campo, evitar usar utensilios contaminados al hacer el corte y cortar las hojas cuando estén enfermas y destruir- las con fuego.

Halfter (1958), indica que el control de plagas y enfermedades del henequén ha sido muy descuidado, debido en gran parte a las desfavorables -- condiciones socio-económicas. El mismo autor menciona que Herrera recomendó poda y quema de las plantas más dañadas, aspersiones con caldo bordelés para el control de hongos.

Observaciones de Mesa (1959), indican que el combate directo de las enfermedades del henequén es difícil, costoso y en ocasiones infructuoso. - Hasta la fecha no se ha encontrado un método de control seguro, de tal ma- nera que las medidas que se aconsejan son de carácter preventivo. Pueden- sugerirse como eficaces los que consisten en destruir por la acción del -- fuego plantas posiblemente afectadas, así como impedir que el plantío en- fermo sirva de foco de infección.

Bock (1965) menciona que Peregrine (comunicación personal) obtuvo un - control aceptable de la Mancha-zebra, pero que el control directo de la pudrición de tallo todavía está sin resolverse y que solamente la reducción- de los focos de infección en las plantas nos lleva a disminuir la inciden- cia de esta enfermedad.

Peregrine (1969), haciendo pruebas en invernadero y campo, encontró -- que los compuestos de mancozeb y cobre controlan la enfermedad llamada ---- Mancha-zebra, causada por Phytophthora arecae sobre el híbrido 11648 en Tan zania. Como los compuestos de cobre fueron fitotóxicos, se recomienda ---- aplicar el Dithane M-45 (Mancozeb) como protección durante la época de ---- lluvias.

Fröhlich y Rodeward (1970), mencionan que cuando se presentan los ----- hongos Colletotrichum agaves y Coniothyrium concentricum. Sobre algunas es pecies del género Agave, la forma más adecuada para su control es utilizan do el Caldo bordelés. Establecen además que varias especies del género --- Agave, tales como: A. rígida var. sisalana, A. fourcroydes y A. mexicana -- son susceptibles al ataque de varios hongos, sobre todo a dos especies que ocasionan daños considerables en las hojas; Colletotrichum agaves, el que - produce manchas pardas, redondeadas o alargadas que frecuentemente conflu-- yen. Y Coniothyrium concentricum, el cual ocasiona manchas de color pardo - púrpura con el centro gris parduzco.

Menciona además que el mejor medio de luchas contra dichos organismos - es la utilización del Caldo bordelés.

3. ESPECIFICACION DEL PROBLEMA

El henequén se propaga en forma vegetativa, principalmente a través de-

vástagos de rizoma y bulbillos de varejón (inflorescencia).

El material vegetativo que se utiliza actualmente para efectuar las nuevas plantaciones son los vástagos de rizoma, que se extraen de plantaciones en producción, donde por no recibir ningún cuidado se encuentran raquíticos, bajos en vigor y en muchos casos enfermos (por efectos mecánicos, al pisarlos o por patógenos), lo que trae como consecuencia una falta de uniformidad en vigor y altura de los vástagos en el trasplante.

Este sistema no ha llenado hasta la fecha los requerimientos regionales de material vegetativo para sembrar nuevas áreas, ya sea para fibra u otro propósito. Por este motivo el henequén ha sufrido un descenso considerable en cuanto a su superficie cultivada (Tabla 2), ya que los plantales en decadencia y los destruidos por siniestros no han sido renovados con siembras de la magnitud que las circunstancias lo ameritan, este hecho se debe sobre todo a la falta de material vegetativo para efectuar las nuevas plantaciones.

Tradicionalmente se ha sostenido tanto por técnicos como por agricultores henequeneros de gran experiencia práctica, que en Yucatán, la ausencia de hijuelos o bulbillos en la inflorescencia del henequén, es un fenómeno que se ha llegado a considerar como normal y del que se desconocen las causas que lo originan. Sin embargo, algunas observaciones recientes indican que la ausencia de bulbillos en las ramas florales se debe en gran parte a la incidencia de una enfermedad que ataca severamente al varejón,

a las ramas florales y a los propios bulbillos desde muy pequeños, careciéndose por consiguiente de esta fuente de material vegetativo que es tan importante para la solución del problema antes citado; se ha estimado que cada varejón puede llegar a producir hasta 2,500 bulbillos, los cuales representan el mismo número de plántulas que pueden utilizarse para las nuevas plantaciones (CIAPY, 1979).

Por otro lado, en todos los planteles se observan un gran número de manchas sobre las hojas y sobre el tronco de las plantas en el cultivo, (posiblemente ocasionadas por patógenos). Sin embargo, hasta el momento no se han realizado estudios que nos indiquen con precisión la influencia que tienen estas anomalías sobre la posible pérdida de hojas, plantas o el manchado de la fibra del henequén, además de desconocer los agentes causales y su incidencia.

Los problemas que se relacionan con el manejo de las plantaciones son fundamentales y entre ellos la caracterización, prevención y combate de enfermedades ocupa uno de los primeros lugares.

4.- OBJETIVOS

1. Evaluar, caracterizar y jerarquizar las enfermedades del henequén en 50 localidades distribuidas en 4 municipios (Motul, Yaxkukul, Tixkokob

y Baca) pertenecientes a la zona 1 de producción en la zona henequenera (Tabla 3).

2. Identificar los organismos causales de las principales enfermedades en el área de estudio.
3. Controlar la enfermedad de la inflorescencia del henequén (varejón) -- con la aplicación de fungicidas para la obtención de bulbillos.

5. DISEÑO EXPERIMENTAL

5.1. Evaluación de la incidencia de enfermedades.

Se utilizó un diseño muestral estratificado (figura 1), en donde la población se dividió primero en subgrupos (cuadrantes), ya que mediante la estratificación cabe la posibilidad de dividir una población heterogénea en subgrupos más homogéneos (Sarasola, 1975).

Las unidades de muestreo fueron parcelas de tres has. aproximadamente, extrayendo de cada una un total de 100 plantas como muestra (Gómez, 1977).

TABLA 3.- PRODUCTIVIDAD HENEQUENERA EN YUCATAN POR SECTORES.

<u>SECTOR I</u>	<u>SECTOR II</u>
Dzilam González	Temax
Dzidzantún	Tekal de Venegas
Yobaín	Tepakán
Sinanché	Izamal
Telchac Pueblo	Teya
Dzemul	Tekantó
Motul	Hoctún
Cansahcab	Tahmek
Suma	Seyé
Bocobá	Hocabá
Cacalchén	Sanahcat
Tixkokob	Huhí
Yaxkukul	Homún
Mocochá	Cuzamá
Baca	Tekit
	Tixpehual
<u>SECTOR III</u>	<u>SECTOR IV</u>
Mérida	Hunucmá
Conkal	Ucú
Kanasín	Tetiz
Timucuy	Kinchil
Acanceh	Samahil
Tecoh	Umán
	Chocholá
	Abalá
	Kopomá
	Maxcanú
	Halachó

FUENTE: CORDEMEX 1972.

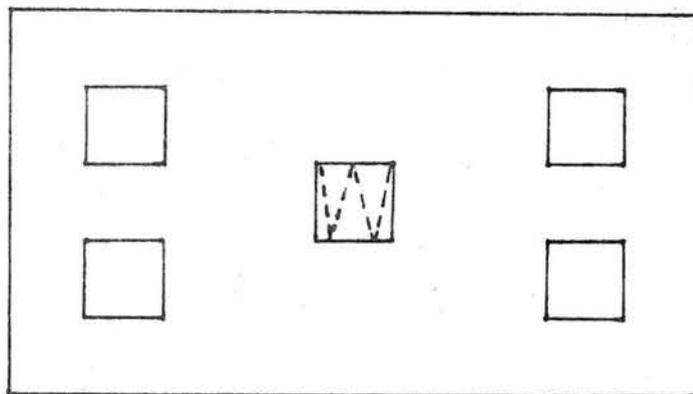


Figura 1.- Diseño de muestreo estratificado para muestrear 100 plantas en una parcela.

El porcentaje de área foliar afectada se estimó mediante una comparación gráfica preestablecida (Fig. 2) (Tarr 1972 y Sarasola 1975).

5.2. Identificación de patógenos y pruebas de patogenicidad.

Se aplicaron los postulados de Koch para determinar el agente causal de las enfermedades en estudio y para la identificación de los patógenos se utilizaron claves especializadas (Jaimes, 1977 y Agrios, 1978).

Para el caso del hongo Cercospora solamente se aplicaron los postulados de Koch ya que había sido previamente identificado por el Dr. Luis C. López (comunicación personal, al inicio del trabajo de tesis), las otras identificaciones se llevaron a cabo bajo la supervisión y ayuda del asesor (arriba citado).

5.3. Aplicación de fungicidas a la inflorescencia del henequén como prevención de enfermedades.

El experimento se montó bajo un diseño experimental "completamente al azar" con diferentes números de repeticiones (Reyes, 1980). Se probaron tres fungicidas con tres dosis cada uno, los testigos fueron varejones a los cuales no se les aplicó.

En el Cuadro 1 se muestran los tratamientos probados.

CUADRO 1.- TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN LA INFLORESCENCIA DEL HENEQUEN COMO PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES.

	PRODUCTOS				Testigo
	Manzate D-80 (gr/2 lt de agua/ planta)	Benlate (50%) (gr/2 lt de agua/ planta)	Caldo Bordelés (gr/2 lt de agua/ planta) Cu SO ₄ CaCO ₃		
D					
O	25	25	50	100	
S	50	50	100	100	
I	75	75	150	100	
S					

Cada planta fue considerada como unidad experimental.

Se aplicaron 10 plantas (repeticiones) con cada dosis (tratamiento) -

de Manzate D-80 y de Caldo bordelés. Con el Benlate (50%) solamente se aplicaron cinco plantas por dosis.

Los testigos fueron 10 plantas.

6. METODOLOGIA

6.1.- Evaluación de incidencia de enfermedades

Se realizaron evaluaciones de porcentaje de incidencia de enfermedades en 50 parcelas ejidales (de aproximadamente 3 has.), localizadas en cuatro municipios de la zona henequenera (Motul, Yaxkukul, Tixkokob y Baca) pertenecientes al sector I de producción (Tabla 3), con el fin de establecer la proporción del ataque y las características sintomatológicas de las enfermedades más comunes.

Las evaluaciones se hicieron por medio de cinco cuadrantes de 20 x 20 m en la parcela, la evaluación en los cuadrantes se efectuó con una trayectoria en forma de W (Fig. 1) hasta evaluar 20 plantas por cuadrante (Hau et al, 1982). El número de plantas afectadas se expresó en porcentaje.

Las enfermedades se caracterizaron (sintomatológicamente) en base a observaciones in-situ.

El porcentaje de área foliar afectada se determinó dividiendo la hoja -- del henequén en partes proporcionales (Fig. 2).

Se desfibraron 100 hojas de cada una de las enfermedades junto con las -- de un testigo (sin enfermedad), para determinar la pérdida en la producción de fibra debido a las enfermedades.

6.2 Identificación de patógenos y pruebas de patogenicidad

Se realizaron en el laboratorio del Campo Agrícola Experimental de la -- Zona Henequenera (CAEZOHE) ubicado en Mocoehá, Yucatán.

De acuerdo a las evaluaciones de enfermedades se hicieron colectas de -- las enfermedades más importantes, la muestra tomada sirvió como fuente para el aislamiento del posible patógeno y así poder realizar las observaciones -- microscópicas pertinentes.

Las muestras que se tomaron consistieron en hojas completas que estuvie-- ron dañadas y en el caso de la inflorescencia (varejón) se cortaron con la -- ayuda de navajas de campo y se colocaron en bolsas de polietileno para ser -- transportadas al laboratorio.

En el laboratorio se examinó detenidamente la superficie de las lesio--- nes, cuando se presentaron esporas o cuerpos fructíferos se transfirieron -- éstos, mediante una aguja de disección estéril a una caja petri conteniendo medio de cultivo general (PDA). De lo contrario, se procedió a aislar los posibles patógenos siguiendo los pasos que a continuación se citan.

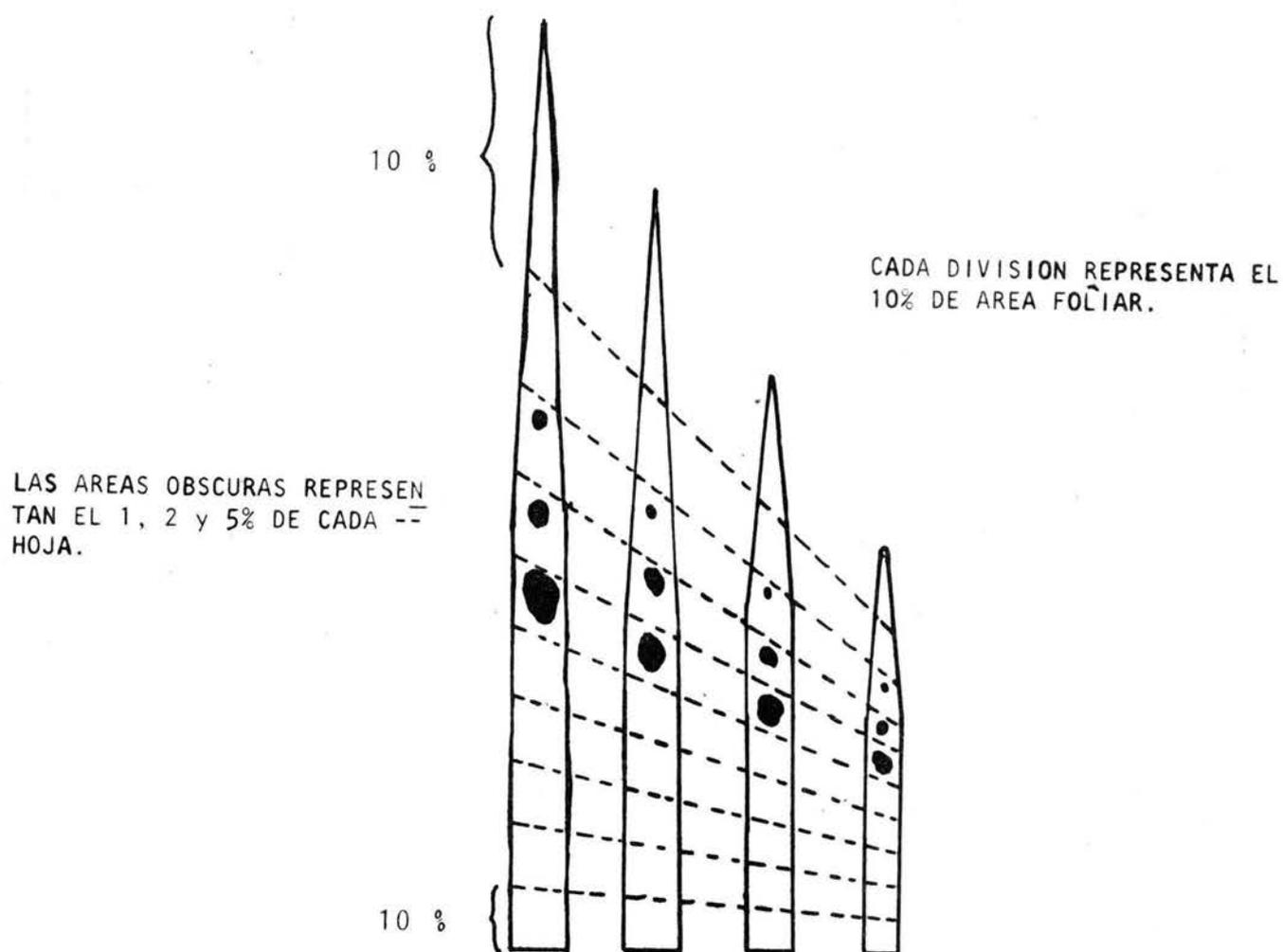


FIG. 2.- INDICE DE AREA FOLIAR AFECTADA POR ENFERMEDADES EN HOJAS DE HENEQUEN.
(TARR, 1972).

Primeramente se preparó medio de cultivo PDA (Difco), esterilizándolo y llenando cajas petri.

De las muestras recogidas en el campo se tomaron fragmentos (2 cm aproximadamente) de los márgenes de la lesión, colocándolos en una solución al 10% de hipoclorito de sodio durante 10 segundos, posteriormente con pinzas estériles (flameadas) se pasaron las secciones del tejido a papel filtro - para secarlas y quitarles el exceso de hipoclorito de sodio; ya secos los fragmentos de tejido se transfirieron a las cajas petri con la ayuda de -- pinzas estériles. A los tres días se realizaron las resiembras de los cultivos iniciales para así tener cultivos puros del patógeno. (Agrios 1978- y López A.G. 1981).

Para aislamientos de bacterias se procedió de la siguiente forma: --- después de haber esterilizado los tejidos se enjuagaron en agua esterilizada y se colocaron 10 trocitos en un tubo de ensayo con agua destilada estéril, se tapó y se mantuvo en reposo por espacio de 1 hora; posteriormente, se colocó aproximadamente 1 ml. de la suspensión en medio de cultivo (PDA) (Echandi 1971 y Schaad 1980).

Todos los pasos anteriores se efectuaron en un ambiente aséptico, utilizando una Campana de flujo laminar y mecheros.

Para probar la patogenicidad del agente aislado, éste se inoculó en -- plantas sanas, siguiendo los postulados de Koch, para ello se utilizaron - plantas de 2 años y varejones de 4 a 5 días (según la enfermedad de que se

trató). El método de inoculación fue por: inyección (utilizando una jeringa hipodérmica estéril), asperjado de esporas (mediante un atomizador estéril) y mediante la colocación del cultivo con el patógeno sobre el tejido vegetal (en el caso de los dos últimos métodos se ocasionaron heridas en el tejido de la planta) (Echandi, 1971).

El inóculo se preparó de la siguiente manera: las cepas puras obtenidas mediante resiembra (en PDA y Kzapek) de los cultivos obtenidos del material enfermo colectado, se mantuvieron bajo condiciones de laboratorio hasta la cobertura completa de la caja petri y su esporulación, posteriormente al contenido de 3 cajas se les adicionó agua destilada estéril y se trituró con una licuadora corriente estéril. La suspensión obtenida se aforó a un volumen de 2 lt para aplicarlo mediante aspersiones a varejones jóvenes y a plantas. Cuando se trató de bacterias, se preparó una suspensión del patógeno en solución salina al 1 por ciento (Barnes, 1968) en 10-ml y se aplicaron mediante inyección en las puntas de las hojas jóvenes, utilizando cultivos de 60 horas de edad, tiempo en el que la colonia se encuentra en buenas condiciones de crecimiento (Echandi, 1971).

Cuando se presentaron síntomas en las inoculaciones se procedió a tomar muestras y a aislar al patógeno de la forma antes descrita para compararlo con el inicialmente inoculado, asimismo se compararon los síntomas que se desarrollaron en las inoculaciones y en los ataques naturales de campo.

Paralelamente a los trabajos de inoculación se realizaron los de identificación, mediante claves morfológicas y taxonómicas adecuadas, utilizando microscopios compuestos y estereoscópicos.

Para la identificación de bacterias Schaad (1980) establece que se requieren relativamente pocas características para la identificación genérica de bacterias fitopatógenas dado el pequeño número de géneros (5) que se encuentran en este grupo.

Dichas características se pueden detectar mediante pruebas simples --- como son las siguientes:

- tinción de GRAM
- Crecimiento en Agar infusión de carne
- Crecimiento en Agar glucosa infusión de carne
- Crecimiento en cilindros de papa esterilizado
- Crecimiento en YDC (extracto de levadura, dextrosa, carbonato de ----- calcio).
- Crecimiento en medio de king
(Echandi 1971, Schaad 1980)

Las cepas puras fueron enviadas al laboratorio de Fitopatología de el Colegio de Postgraduados de Chapingo para la comprobación de los análisis de identificación.

6.3 Aplicación de fungicidas a la inflorescencia del henequén como prevención de enfermedades.

El experimento se estableció en terrenos del Campo Agrícola Experimental Zona Henequenera (CAEZOHE) y en San Félix, Mocochá.

Las aplicaciones se realizaron semanalmente, realizando 24 de Caldo -- bordelés, 23 de Manzate y 20 de Benlate.

Para las aplicaciones se utilizó una bomba cilíndrica marca Evans con capacidad de 10 lt, con la ayuda de una escalera se trató de asperjar la -- parte distal del escapo floral, utilizando 2 lt de agua más el producto, -- para bañar a un varejón.

Los varejones se comenzaron a tratar cuando se inició la formación de -- brazos -- florales (ramificaciones), evitando utilizar los varejones que -- ya tenían brazos de 10 cm de largo.

7. RESULTADOS

7.1. Evaluación de incidencia de enfermedades

El Cuadro No. 2 muestra los porcentajes de plantas y de área foliar - afectada por las principales enfermedades encontradas en planteles ejidales de henequén. Los Cuadros Nos. 3, 4 y 5 muestran la incidencia de enfermedades por etapas del cultivo.

La sintomatología y características de las enfermedades con mayor incidencia se presentan a continuación, de acuerdo a la importancia que adquieren en el cultivo.

- Punta seca de la hoja (o secadera de la hoja)

Las hojas se comienzan a colapsar inmediatamente debajo de la espina - apical, tomando una coloración café oscuro a negro; la parte afectada se - seca rápidamente adquiriendo una consistencia apergaminada y arrugada. La - enfermedad progresa rápidamente de la parte apical hacia la basal pudiendo - cubrir la hoja en su totalidad. (Fig. 3).

Cuando la enfermedad ha avanzado en el primer tercio de la hoja, frecuentemente se puede observar una secreción gomosa de color rojo, motivo -- por el cual en algunas partes se le conoce como gomosis de la hoja.

La enfermedad afecta los tejidos internos destruyéndolos por completo; por lo cual, la hoja que es atacada disminuye en calidad al perder longitud

CUADRO No. 2.- PORCENTAJE DE PLANTAS Y AREA FOLIAR AFECTADA POR ENFERMEDADES EN PLANTELES COMERCIALES DE HENEQUEN.

ENFERMEDADES		ETAPA DEL CULTIVO			\bar{X}
		CULTIVO*	PRODUCCION**	DECADENCIA***	
Punta Seca	%	19	36	55	37
	AFA	13	22	22	19
Pudrición de cogollo	%	.5	6	11	6
Manchas Acorchadas	%	64	70	74	69
	AFA	2	2	3	2
Secadera de Varejón	%	--	--	23	23
	AA	--	--	100	100
Antracnosis	%	63	64	70	66
	AFA	4	2	3	3
Manchas concéntricas de la hoja	%	1	9	25	12
	AFA	2	27	23	17
Otras Manchas	%	23	17	32	24
	AFA	5	4	5	5
% Total de --- Plantas Enfermas		77	81	94	

* Promedio de 10 plantales evaluados

** Promedio de 30 plantales evaluados

*** Promedio de 10 plantales evaluados

En cada plantel se evaluaron 100 plantas

AFA = Porcentaje de área foliar afectado por enfermedades.

AA = Area afectada

% = Porcentaje de plantas enfermas

CUADRO No. 3.- PORCENTAJE DE PLANTAS Y AREA FOLIAR AFECTADA POR ENFERMEDADES EN PLANTELES COMERCIALES DE HENEQUEN EN ETAPA DE CULTIVO.

ENFERMEDAD		L O C A L I D A D										\bar{X}
		1*	2*	3**	4**	5**	6-	7-	8-	9--	10--	
Punta Seca	%	22	10	8	13	14	52	14	32	10	15	19
	AFA	3	4	2	3	4	20	40	27	5	20	13
Pudrición de cogollo	%	1	2	-	1	--	--	--	1	--	--	.5
Manchas Acorchadas	%	34	20	96	93	100	99	42	68	40	45	64
	AFA	1	1	3	3	3	2	2	3	1	2	2
Antracnosis	%	49	15	80	86	88	100	92	100	25	40	63
	AFA	3	2	2	7	6	3	3	3	2	4	4
Manchas Concéntricas de la hoja	%	--	--	--	3	4	--	--	1	--	--	1
	AFA	--	--	--	2	5	--	--	2	--	--	2
Otras Manchas	%	3	10	10	16	14	38	4	46	45	38	23
	AFA	5	2	1	7	1	13	5	8	2	2	5
% Total de plantas enfermas		52	25	98	97	100	100	95	100	50	55	77

* TIXKOKOB

- MOTUL

% = Porcentaje de plantas enfermas

** BACA

-- YAXKUKUL

AFA = Porcentaje de área foliar afectada por enfermedades.

GRABADO NO. 4.- PORCENTAJE DE PLANTAS Y AREA FOLIAR AFECTADA POR ENFERMEDADES EN PLANTELES COMERCIALES DE HENEQUEN EN ETAPA DE PRODUCCION

ENFERMEDAD	LOCALIDADES																															
	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7**	8**	9**	10**	11**	12**	13**	14**	15**	16-	17-	18-	19-	20-	21-	22-	23-	24-	25--	26--	27--	28--	29--	30--	31X	
Mancha Seca	%	95	78	8	50	52	10	26	5	55	30	5	10	33	45	25	51	26	39	40	25	50	62	80	20	9	19	48	55	15	25	36
	AFA	52	29	8	36	41	25	15	23	41	30	10	5	16	27	15	10	32	14	15	10	15	24	10	5	44	10	26	28	30	16	22
Malnutrición de cogollo	%	9	9	8	8	--	1	--	--	--	4	--	--	1	2	4	1	13	12	1	--	5	10	--	--	--	11	2	--	13	1	6
Manchas borachadas	%	90	100	100	100	100	75	85	97	91	75	20	17	25	67	50	98	84	86	42	63	75	20	48	68	35	69	82	80	86	78	70
	AFA	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	2	1	2	3	1	2	3	1	2	3	2	3	2	2
Maltrato	%	98	100	98	98	100	60	10	95	85	50	15	20	42	90	62	98	12	93	80	20	28	49	80	62	8	97	66	72	52	83	64
	AFA	3	4	3	3	3	2	2	2	3	2	1	1	3	2	1	4	1	3	3	2	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2
Manchas concéntricas de la hoja	%	12	--	1	12	8	2	--	--	10	--	--	--	--	15	--	1	7	12	20	--	--	8	5	--	1	14	--	5	--	15	19
	AFA	39	--	100	46	35	30	--	--	13	--	--	--	20	--	10	13	13	15	--	--	20	28	--	10	27	--	22	--	20	27	
Manchas	%	16	4	4	14	18	5	46	42	18	15	5	7	10	42	39	22	8	5	10	30	8	21	18	32	4	8	10	8	18	12	17
	AFA	9	7	7	5	3	2	2	4	10	2	1	1	2	2	1	4	3	5	2	4	1	3	2	4	4	4	4	2	3	3	4
Total de Plantas-Enfermas		98	100	100	100	100	75	85	98	95	80	25	24	50	95	65	98	85	90	85	70	90	67	89	78	45	98	90	92	86	89	81

* TIXKOKOB - MOTUL
 ** BACA -- YAXKUKUL

% = Porcentaje de plantas enfermas
 AFA = Porcentaje de área foliar afectada por enfermedades.

CUADRO No. 5.- PORCENTAJE DE PLANTAS Y AREA FOLIAR AFECTADA POR ENFERMEDADES EN PLANTELES COMERCIALES DE HENEQUEN EN ETAPA DE DECADENCIA.

ENFERMEDAD		LOCALIDAD										\bar{X}
		1*	2*	3**	4**	5**	6-	7-	8-	9--	10--	
Punta Seca	%	55	45	71	33	82	75	48	56	33	52	55
	AFA	36	26	15	20	31	17	15	20	18	21	22
Secadera de varejón	%	10	33	8	15	47	25	4	18	31	42	23
	AA	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pudrición de cogollo	%	20	3	6	--	7	--	13	--	21	9	11
Manchas Acorchadas	%	77	85	65	89	78	60	92	87	68	42	74
	AFA	2	3	3	2	4	2	3	4	3	2	3
Antracnosis	%	53	67	79	92	82	38	62	40	85	99	70
	AFA	2	3	3	3	4	3	4	4	1	2	3
Manchas Concétricas de la hoja	%	47	15	10	33	45	--	8	12	21	32	25
	AFA	31	20	7	17	12	--	20	18	31	50	23
Otras Manchas	%	15	19	11	21	41	17	39	52	61	48	32
	AFA	8	3	4	3	4	7	8	5	4	6	5
% Total de plantas enfermas		95	97	85	100	98	87	95	89	99	100	94

* TIXKOKOB

- MOTUL

% = Porcentaje de plantas enfermas

** BACA

-- YAXKUKUL

AFA = Porcentaje de área foliar afectada por enfermedades.

AA = Area afectada

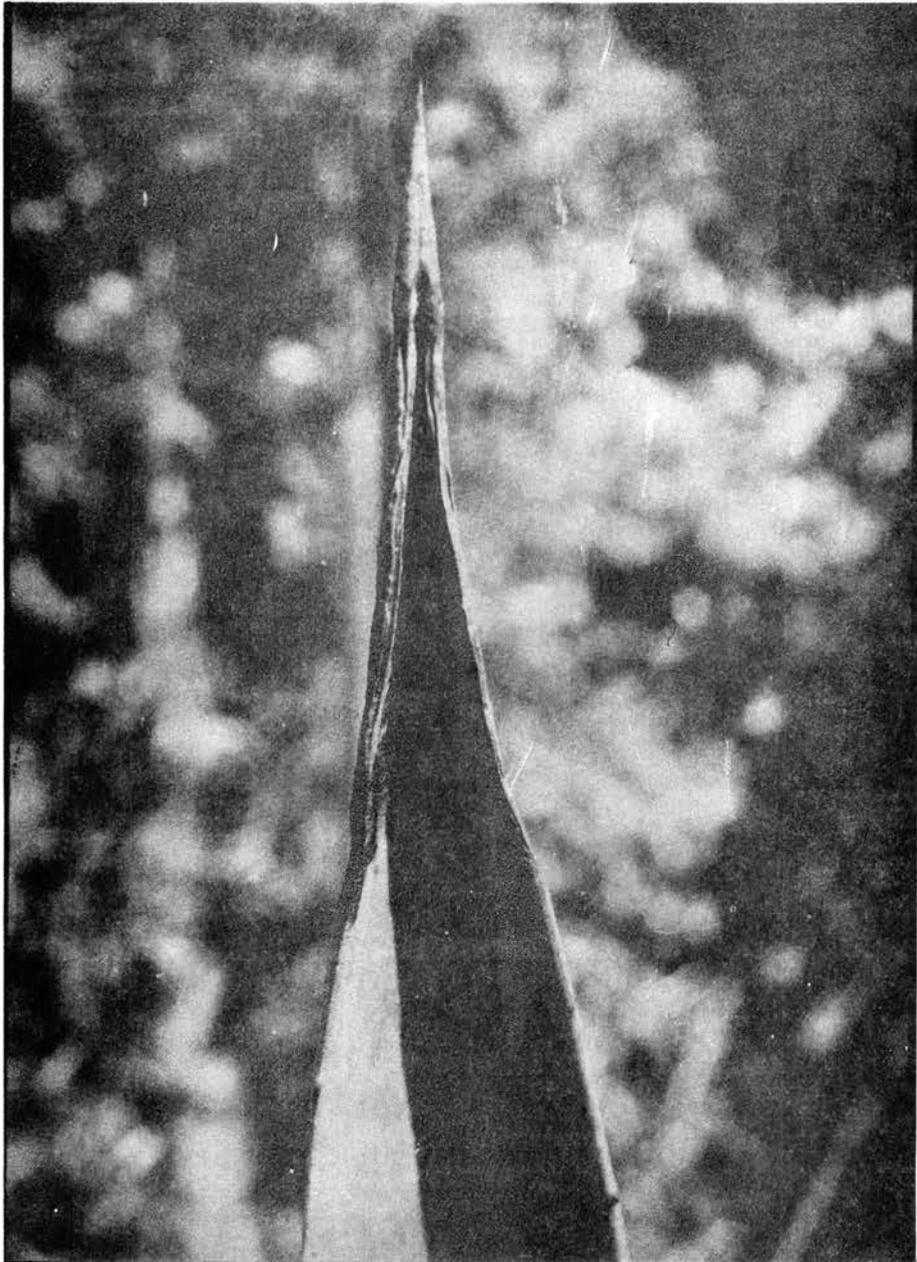


Fig. 3.- Punta seca de la hoja o gomosis .

o se pierde por completo, según el grado de avance de la enfermedad.

- **Pudrición de cogollo**

Enfermedad muy difícil de detectar al inicio, ya que normalmente comienza en la parte interna del verticilo de hojas que forma el cogollo. Normalmente se observa cuando al soltarse algunas hojas las internas ya presentan la enfermedad, la cual se presenta comúnmente en la parte media o superior de las hojas; presentan coloración roja o púrpura en la zona de avance de la enfermedad cambiando a gris y negro conforme avanza la pudrición, por último las hojas (por lo común) se desintegran en fragmentos al secarse. (Fig.4).

Cuando la enfermedad se encuentra en su etapa más avanzada, el centro completo se pudre y las hojas se ven colapsadas a su alrededor, en este momento la planta se pierde en su totalidad.

En el campo normalmente se presenta en forma de manchones infestados de la enfermedad.

- **Secadera del varejón**

Los primeros síntomas de la enfermedad se presentan con pequeños círculos rojizos a café oscuros, los cuales conforme se desarrolla la enfermedad van cambiando a un color pardo oscuro o gris con centros claros (debido a la esporulación del patógeno), la zona de avance se puede observar de color pardo claro. (Fig.5).

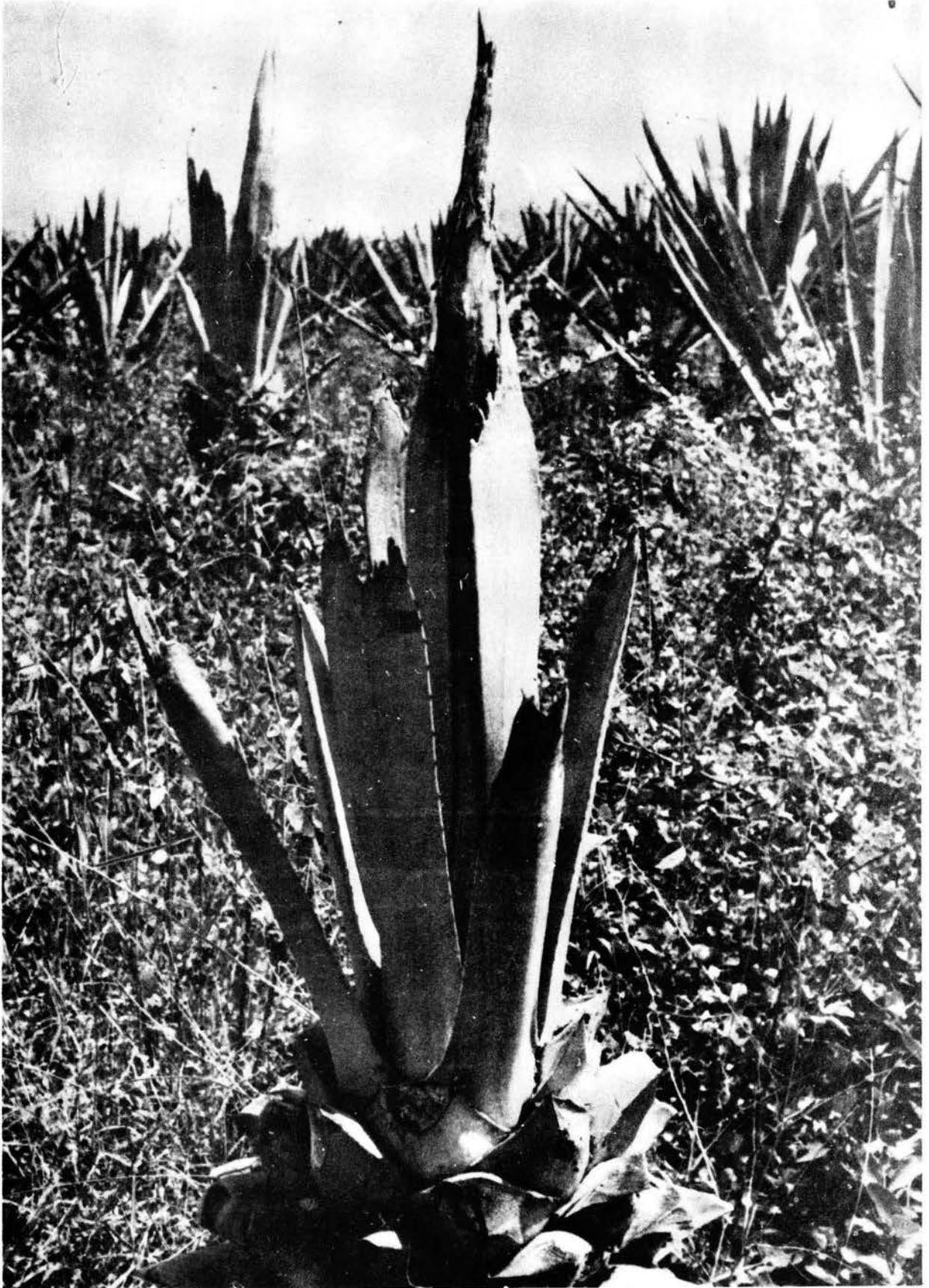


Fig. 4.- Pudrición del cogollo.

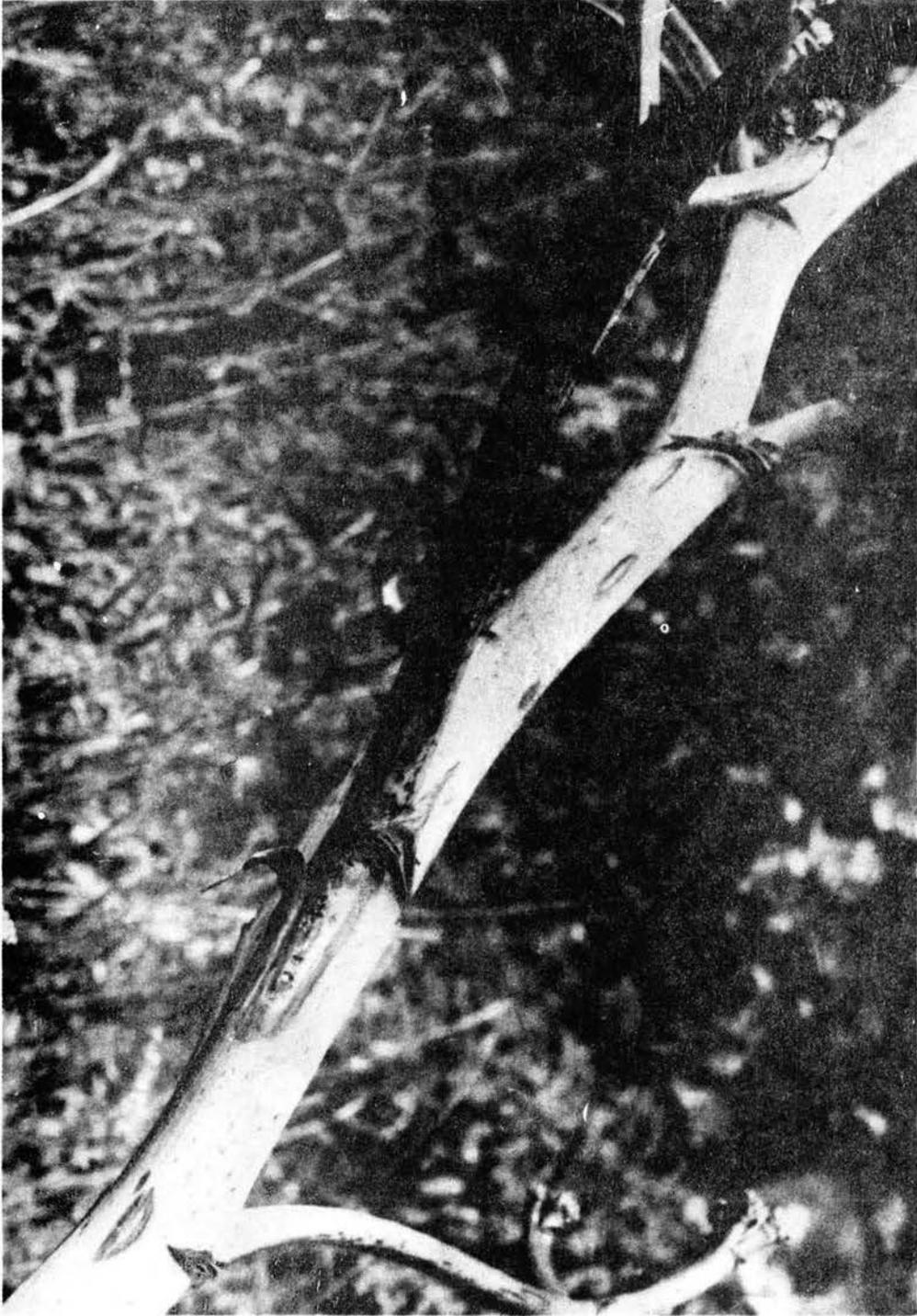


Fig. 5.- Secadera de varejón.

La enfermedad comienza en el tronco del varejón avanzando rápidamente hacia las ramificaciones o brazos del escapo floral, las manchas se unen formando zonas necróticas extensas que al final cubren por completo la inflorescencia, evitando la producción de bulbillos y la formación de cápsulas, (en su interior se originan las semillas).

- **Manchas concéntricas de la hoja**

Las hojas presentan inicialmente manchas ovales pequeñas en la parte basal de la hoja, (tercio basal) ésta mancha al desarrollarse puede llegar a medir hasta 20-25 cm x 6-8 cm, de color pardo grisáceo y el centro gris claro, los bordes son de color pardo claro y corresponde a la zona de avance de la enfermedad (Fig. 6).

La enfermedad afecta los tejidos vasculares de la hoja, por lo que ésta toma un color amarillento y finalmente se dobla de la base, observándose la parte afectada de un color negro, toda el área foliar restante se dobla en dirección al tronco y más tarde muere. Si las hojas no son cortadas cuando presentan los primeros síntomas, la enfermedad las destruye en su totalidad.

- **Manchas Acorchadas**

Normalmente pequeñas, raramente llegan a medir 10 cm de largo, nunca cubren grandes extensiones foliares. Se presentan como manchas café oscuro que sobresalen de la superficie foliar, de consistencia dura y acorchada,

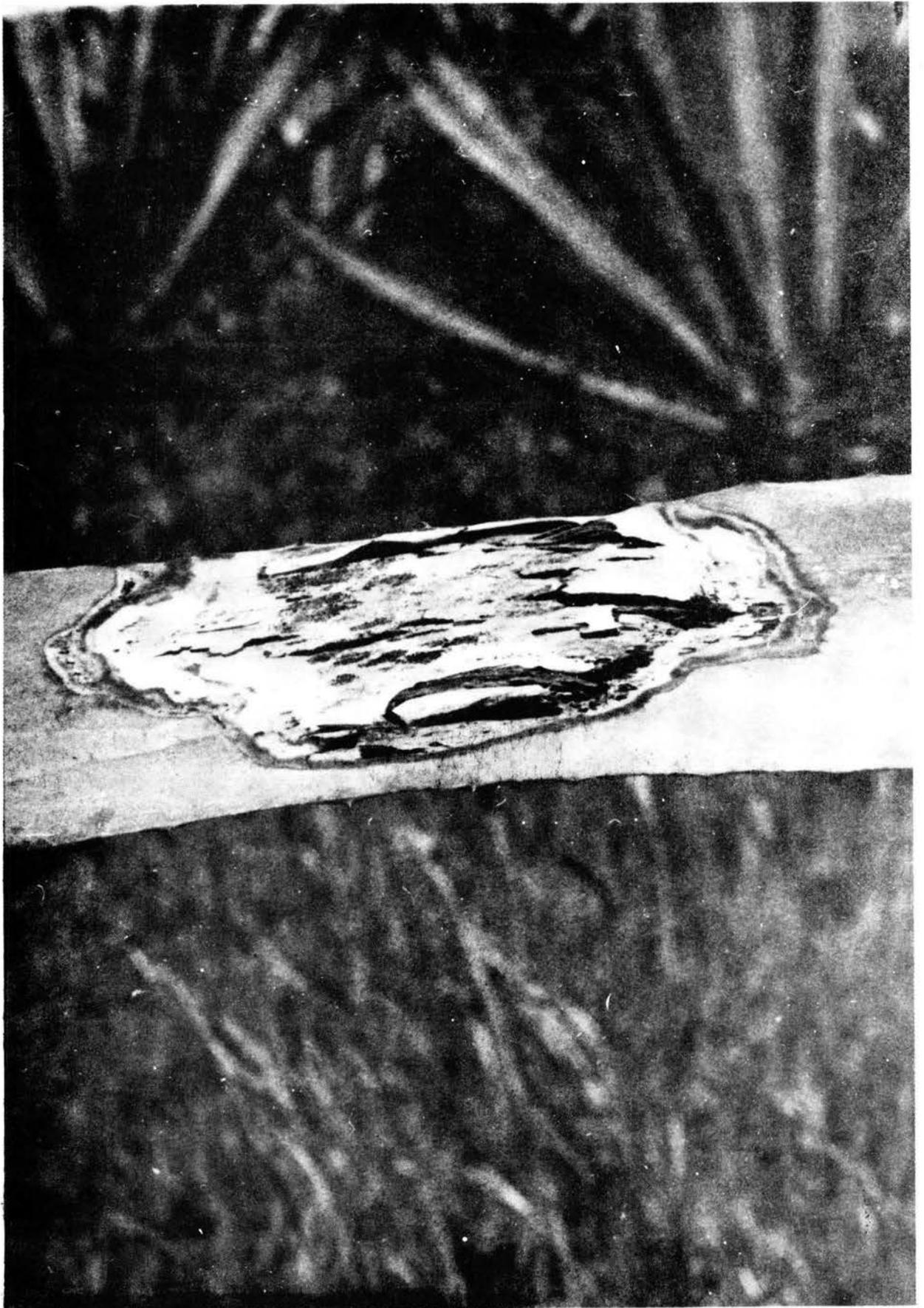


Fig. 6.- Mancha concéntrica de la hoja.

en la parte superior se forman depresiones aparentando pequeñas erupciones, cuando están bien desarrolladas la parte superior se torna oscura. (Fig.- 7).

El ataque es superficial y no afecta los tejidos internos, ocasionando solamente pequeñas manchas a la fibra más externa de la hoja; como la calidad se mide en longitud, no se ve afectada.

- Manchas debidas a Antracnosis

Manchas pequeñas distribuidas irregularmente, puntos circulares de --- color café oscuro y a veces de tonalidades rojizas que no pasan de 1 cm de diámetro y pocas veces cubren grandes extensiones de la hoja. (Fig. 8).

Manchas superficiales que no afectan los tejidos internos por lo cual, no afectan ni a la fibra ni a la calidad (longitud) de la hoja.

- Otras Manchas

Manchas que se presentan con poca frecuencia y que por sus características no afectan la calidad de la hoja ni de la fibra.

a) Manchas irregulares de color café oscuro, que en estado avanzado ---- pueden llegar a medir de 6-8 cm x 3-5; los tejidos internos de la hoja no son afectados. Normalmente se presenta en el ápice o primer tercio de la hoja.

b) Manchas irregulares de color gris con contornos blancos, la hoja apa--

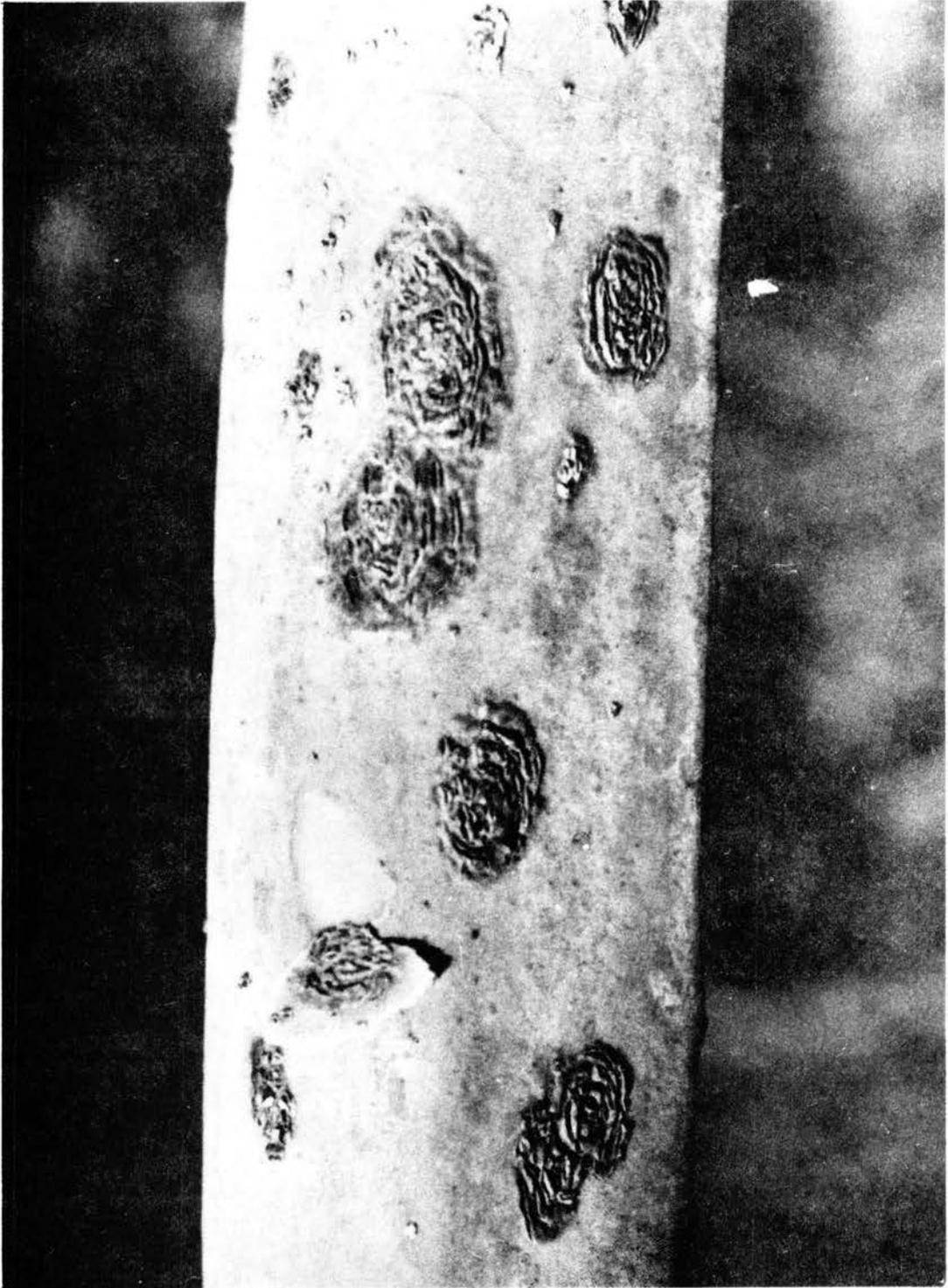


Fig. 7.- Manchas acorchadas.

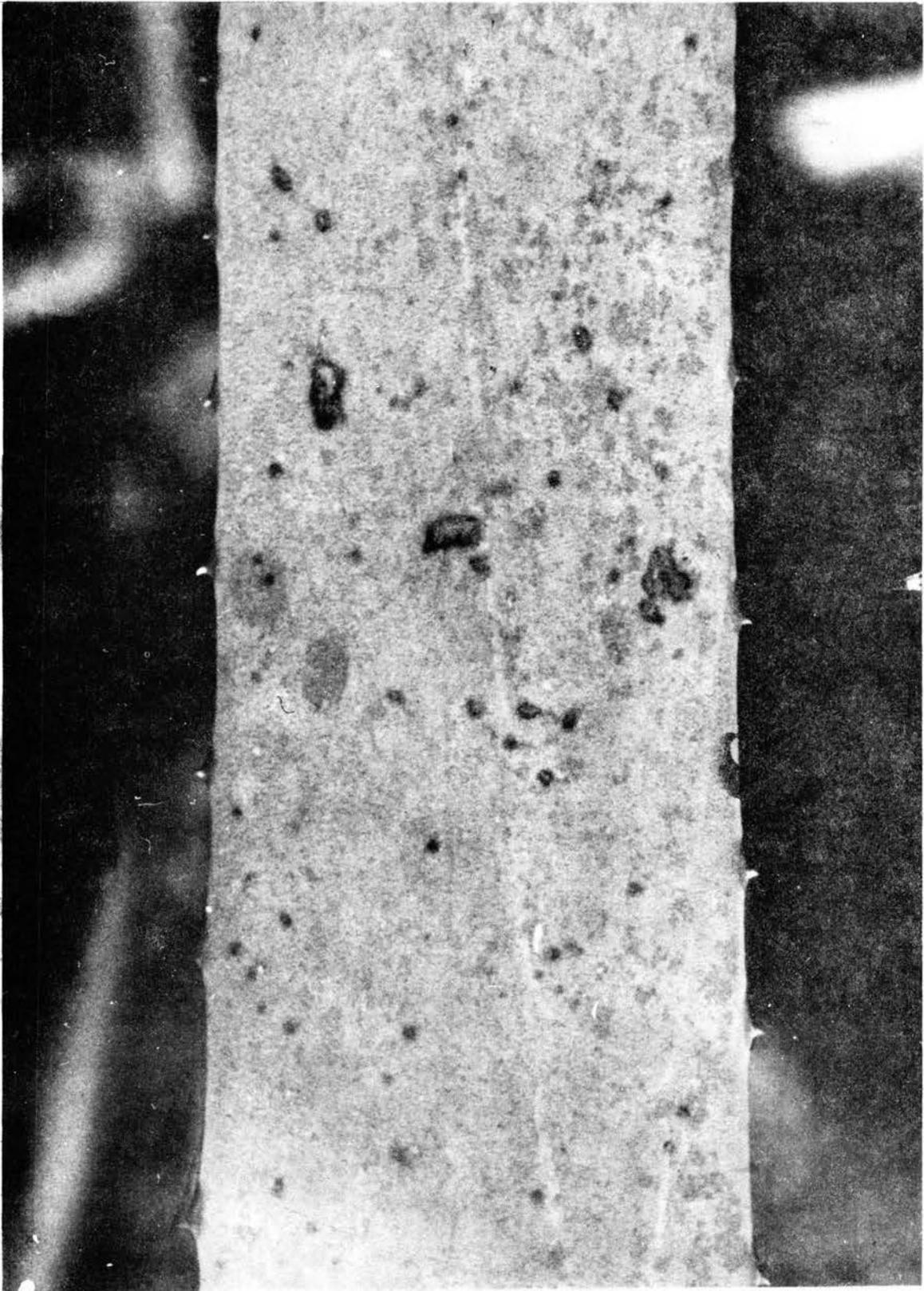


Fig. 8.- Manchas debidas a antracnosis.

renta estar quemada por el sol. Cuando avanza la enfermedad puede --- cubrir grandes extensiones de la hoja pero por no afectar los tejidos- internos de la hoja no disminuye la calidad de la fibra ni de la hoja.

Ambas manchas se presentan normalmente en el envés de la hoja.

La cantidad de fibra obtenida a partir de hojas enfermas se muestra en el Cuadro No.6.

7.2 Identificación de patógenos y pruebas de patogenicidad.

De acuerdo a las evaluaciones realizadas se procedió con la identifica- ción de los agentes causales de las primeras cuatro enfermedades, debido a- que se determinaron como las de mayor importancia para el cultivo de la --- zona.

- Punta seca

De los cultivos en PDA (Barnes, 1968 y Echandi, 1971) que se realiza- ron de material enfermo se aisló repetidas veces una bacteria, por lo cual- se procedió a efectuar las pruebas de patogenicidad.

Se inocularon 15 plantas en campo de aproximadamente dos años de edad, utilizando 3 hojas por planta y 15 hojas se usaron como testigos al inyec- tarles solamente agua. A los 4 días se comenzaron a presentar los primeros síntomas de la enfermedad, mostrándose bien desarrollados a los 12 días de- la inoculación, de las 45 hojas inoculadas mostraron los síntomas de la en-

CUADRO No. 6.- PRODUCCION DE FIBRA EN HOJAS DE HENEQUEN ATACADAS POR DIFERENTES ENFERMEDADES.

	LONGITUD DE HOJA CM.	PESO DE FIBRA KGR/100 HOJAS	% DE DECRE- MENTO
Testigo (hojas sanas)	103	4	--
Antracnosis	101.5	4.2	--
Mancha Acorchada	99.3	4.4	--
Otras Manchas	102	4	--
* Manchas Concéntricas	86.6	2.8	30
* Punta Seca	83.3	2.6	35
Pudrición de Cogollo	66	2	50

* La longitud de la hoja se redujo 20 cm al eliminarse la parte enferma de la hoja.

fermedad 38, lo que equivale al 84 por ciento, las hojas testigo no presentaron ningún síntoma. La bacteria original se aisló nuevamente de las ---- hojas inoculadas.

Para la identificación de la bacteria se utilizaron las siguientes -- pruebas en el laboratorio del CAZOHE.

- a) Tinción de Gram. Resultando Gram Negativa.
- b) Crecimiento en medio de agar infusión de carne. El crecimiento fue - abundante y de color amarillento.
- c) Crecimiento en medio de agar glucosa infusión de carne, obteniendo un crecimiento amarillo, abundante y mucoso.
- d) Crecimiento en cilindros de papa esterilizada. Resultando un creci-- miento amarillo, abundante terminando por digerir la papa.
- e) Crecimiento en Medio YDC. Obteniéndose un crecimiento amarillo mucoso.
- f) Crecimiento en Medio de king. Resultando un crecimiento pobre y no - observándose pigmento fluorescente.

Las pruebas que se realizaron en el Colegio de Postgraduados de Cha-- pingo para la corroboración de la identificación fueron las que a continua-- ción se mencionan.

- Tinción de Gram: Negativa
- Disposición de flagelos: Peritrica
- Pudrición de tubérculos de papa: Positiva
- Crecimiento a 19° C: Positiva
- Crecimiento a 36° C: Negativa
- Fermentación y oxidación de glucosa: Positiva
- Fluorescencia: Negativa
- Hidrolisis de almidón: Negativa
- Licuefacción de gelatina: Positiva
- Actividad lipolítica: Negativa
- Reducción de nitratos: Positiva
- Producción de ácido a partir de maltosa: Positiva

Las pruebas realizadas mostraron que la bacteria pertenece al género Erwinia (Echandi, 1971; Buchanan, 1974 y Schaad, 1980).

- Pudrición de cogollo

De estas lesiones se aisló un hongo y una bacteria, los cuales se cre
cieron e inocularon por separado.

El hongo que se aisló del material afectado pertenece al género Fusa-
rium (Fig. 9 y 10), según claves morfológicas de Barnett, (1960), Booth --
(1977) y Rubert (1979). El cual, al ser inoculado por aspersión de esporas
a 10 plantas con el cogollo pinchado, 6 de ellos desarrollaron síntomas ca-
racterísticos de la pudrición después de cinco días, observándose una peque

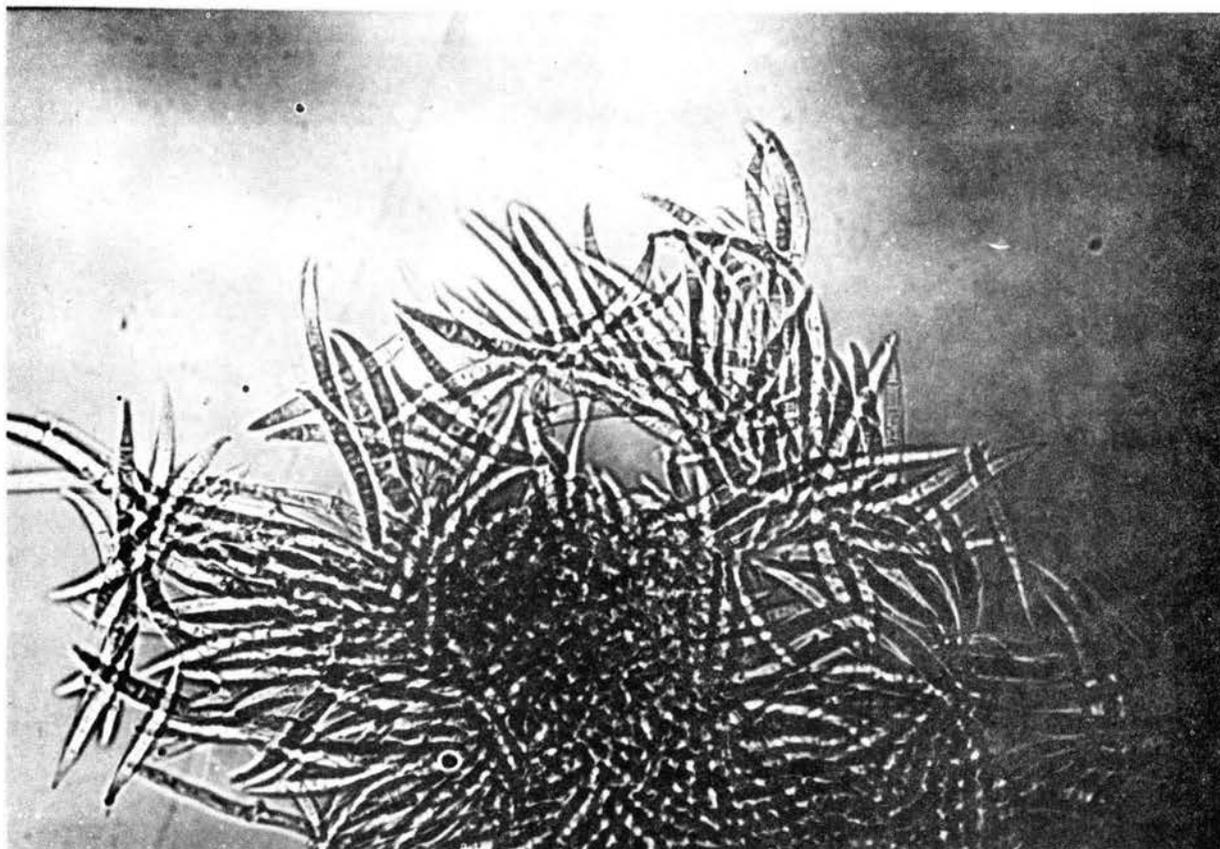


Fig. 9.- Esporodoquio de *Fusarium*.

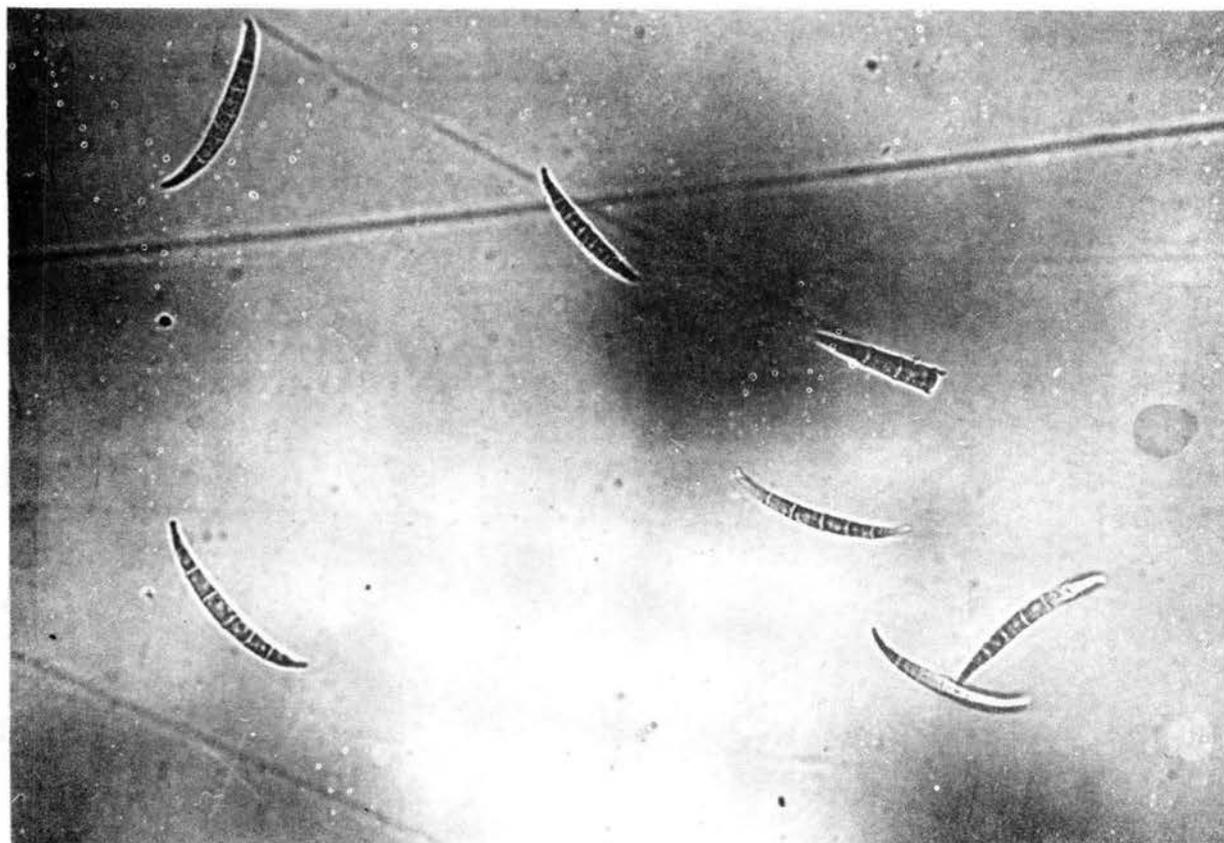


Fig. 10.- Conidios de *Fusarium*.

ña pudrición blanda, (típica de la enfermedad observada en el campo en las hojas con pudrición avanzada) en la hoja externa inoculada del cogollo. De 5 plantas inoculadas con fragmentos de medio de cultivo con el hongo, solamente dos desarrollaron el síntoma aún y cuando se lesionó el cogollo con agujas de disección ya que el medio de cultivo se desecó.

En ambas inoculaciones las plantas se cubrieron con bolsas de plástico para proporcionar humedad y temperatura favorable al crecimiento del hongo. El hongo Fusarium fue recuperado de las inoculaciones.

La bacteria, al ser inoculada a 10 plantas no mostró síntomas de la enfermedad en ningún caso, aunque desarrolla una pudrición suave, ésta no avanza más de 3 ó 4 cm; éste patógeno no fue identificado.

Los testigos (5) tratados con agua no desarrollaron ningún síntoma.

- Secadera del varejón y Manchas concéntricas de la hoja.

Observaciones directas de material dañado en estas lesiones muestran en ambos casos la presencia de un hongo del género Cercospora (Fig. 11 y 12) (según claves morfológicas antes citadas), el cual se sembró en PDA, directamente de la lesión, para ser inoculado por aspersiones y con fragmentos del cultivo a hojas y varejones de henequén.

De 8 varejones (de 3 y 4 días de edad) inoculados por aspersiones del cultivo del hongo (con esporas) desarrollaron síntomas 7 de ellos; los

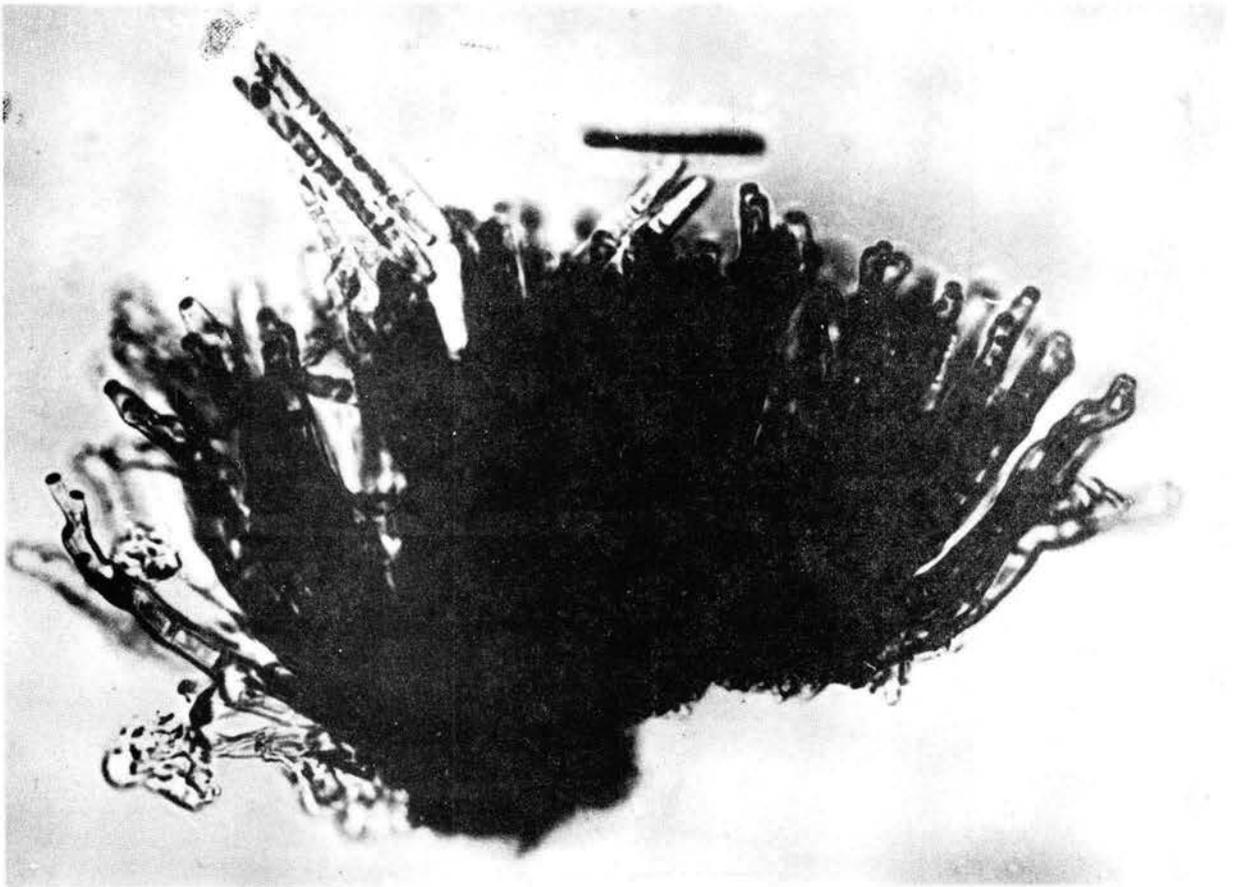


Fig. 11.- Conidioforo de *Cercospora*.

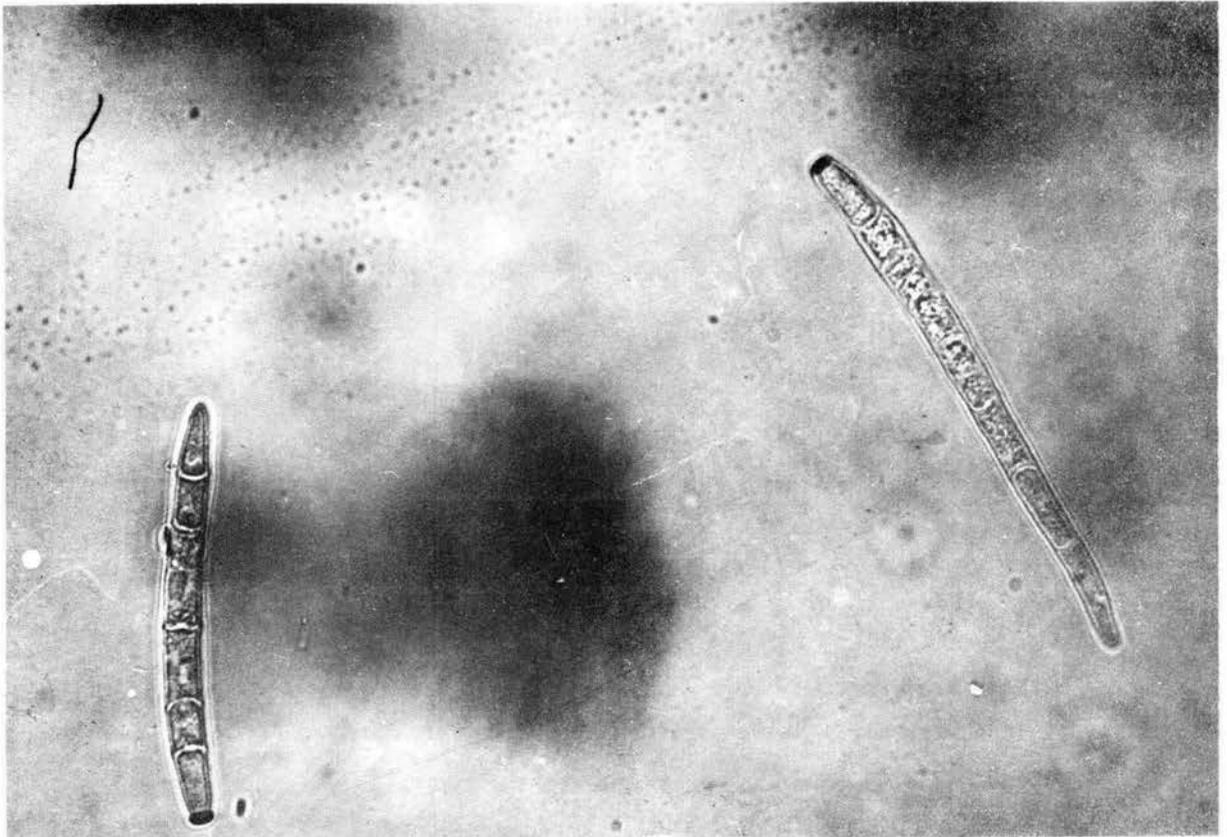


Fig. 12.- Conidios de *Cercospora*.

síntomas se presentaron en los lugares donde se lesionó al varejón. Los síntomas corresponden a los que normalmente se observan en el campo, comenzando con una pequeña mancha café obscura, la cual al crecer se torna parda y gris.

Las inoculaciones de fragmentos de cultivo del hongo no dieron resultado, ya que el medio se deseca rápidamente y se cae del varejón por encontrarse en posición erecta.

De 20 hojas en las cuales se inoculó por aspersion al patógeno en 12 de ellas, se pudo observar los síntomas iniciales de la enfermedad, la cual se caracteriza por manchas ovales pequeñas de color pardo, semejantes a las que se presentan comúnmente en los planteles.

En ambos casos el hongo Cercospora fue aislado de las lesiones inducidas.

7.3 Aplicación de fungicidas a la inflorescencia de henequén como prevención de enfermedades.

En el Cuadro 7, se pueden apreciar el número de bulbillos producidos en cada tratamiento.

Las pérdidas de varejones debidas a la enfermedad y algunos sinietros fueron en los siguientes tratamientos: Manzate D-80 (25 gramos por planta) perdió 2 plantas debido a la enfermedad y 1 a causa de su rompimiento por el fuerte viento. Manzate D-80 (50 gramos por planta) perdió 2

CUADRO No. 7.- PRODUCCION DE BULBILLOS OBTENIDOS DE INFLORESCENCIAS DE HENEQUEN TRATADAS CON FUNGICIDAS EN LAS LOCALIDADES DEL CAEZOHE Y SAN FELIX. MOCOCHA, YUCATAN. 1981-1982.

REPETICION	T R A T A M I E N T O S						T E S T I G O			
	MANZATE D-80 (gr/planta)		BENLATE 50% (gr/planta)		CALDO BORDELES (gr/planta)		A*	B**	C***	
	25	50	75	25	50	75	A*	B**	C***	
1	353	147	472	291	360	100	--	--	--	---
2	904	230	110	1960	580	210	--	--	--	---
3	236	120	626	544	394	110	--	--	--	---
4	147	649	354	1070	100	168	--	--	--	---
5	118	238	236	758			--	--	--	---
6	681	126	350				--	--	--	---
7	110	21					--	--	5	---
8		118					--	--	7	---
TOTAL	2549	1649	2148	4623	1438	588	--	--	12	---
\bar{X}	364.1	206.1	358	924.6	359.5	147	--	--	1.5	

* Corresponde a la dosis de 50 gr de CuSO_4 + 100 gr de CaCO_3

** Corresponde a la dosis de 100 gr de CuSO_4 + 100 gr de CaCO_3

*** Corresponde a la dosis de 150 gr de CuSO_4 + 100 gr de CaCO_3

El tamaño de los bulbillos obtenidos osciló entre 3-10 cm.

plantas por el ataque del patógeno. Manzate D-80 (75 gramos por planta) -- perdió 4 plantas por la misma causa. Benlate 50% (50 gramos por planta) -- perdió 1 planta debido a la enfermedad y no obstante, que se rompieron 2 varejones, estos alcanzaron a producir, sucediendo lo mismo con 4 plantas del Benlate 50% (75 gramos por planta), sólo que una de ellas si se perdió. En cuanto al testigo y a los tratamientos de Caldo Bordelés, todos se perdieron debido a la enfermedad, con excepción de 2 plantas de este último que produjeron 12 bulbillos en total.

Debido a lo anterior, fue obvio el efecto de los tratamientos Benlate 50% y Manzate D-80 a diferencia del testigo y el Caldo Bordelés, los cuales no solo no produjeron bulbillos, sino que los varejones se perdieron a causa de la enfermedad. Por tal motivo los análisis estadísticos se efectuaron solamente con varejones que tuvieron producción de bulbillos y para los tratamientos de Benlate 50% y Manzate D-80. En el Cuadro 8 podemos observar que existen diferencias altamente significativas (al 1%) entre tratamientos, por lo que se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Duncan (al 1%) la cual se muestra en el Cuadro 9, donde se establece que el mejor tratamiento fue el de Benlate 50% a dosis de 25 gramos por planta con un promedio de producción de 925 bulbillos por planta. Los demás tratamientos fueron estadísticamente iguales.

CUADRO No. 8.- ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DE PRODUCCION DE BULBILLOS. MOCOCHA, YUCATAN. 1983.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t		S.E.
					0.01	0.05	
Tratamientos	5	1948141.7	389628.34	3.9	3.75	2.56	**
Error	28	2791783.9	99706.56				
TOTAL	33	4739925.6					

** = Altamente significativa al 1%

C.V. = 82.6 %

\bar{X} = (Media general) = 382.2

CUADRO No. 9.- RESULTADOS DE LA PRUEBA DE DUNCAN SOBRE LA PRODUCCION DE BULBILLOS EN IN FLORESCENCIAS TRATADAS CON FUNGICIDAS. CAEZOHE. SAN FELIX. 1981-1982. M0 COCHA, YUC. 1983.

T R A T A M I E N T O S g/2 lt agua por planta	MEDIAS DE TRATAMIENTOS
Benlate 25 gr	924.6 a
Manzate 25 gr	364.1 b
Benlate 50 gr	359.5 b
Manzate 75 gr	358 b
Manzate 50 gr	206.1 b
Benlate 75 gr	147 b

Las cifras con las mismas letras son estadísticamente iguales entre sí, al 5% de significancia.

C.V. = 82.6%

\bar{X} = (Media general) = 382.2

8.- DISCUSION DE RESULTADOS

8.1.- Evaluación de incidencia de enfermedades.

El porcentaje promedio de plantas en planteles ejidales, que presentan diversas manchas debidas a enfermedades oscila entre 77 por ciento en cultivo hasta el 94 por ciento en decadencia lo cual es superior a la reportada por Halfter (1958).

Las enfermedades con mayor porcentaje de incidencia fueron las manchas semejantes a Antracnosis (66%) y las manchas acorchadas (69%); sin embargo, por sus características sintomatológicas son las que menos daños causan a la hoja y a la fibra ya que el ataque es superficial, no afectan los tejidos internos y en la mayoría de las ocasiones no cubren grandes extensiones de área foliar. Lo anterior coincide parcialmente con Halfter (1958), Mesa (1959), Pérez (1949) y Bock (1965) ya que mencionan a la antracnosis (ocasionada por Colletotichum agaves) como una de las enfermedades que más comúnmente se presentan; sin embargo, ellos no mencionan las manchas acorchadas.

Los resultados sobre la obtención de fibra a partir de hojas enfermas, es la base principal para definir (en función al descenso de producción) -- cuales son las enfermedades que más daño causan al cultivo del henequén; observándose que la antracnosis y manchas acorchadas, así como otras manchas con poca incidencia, tienen una producción y calidad muy semejante a la ob-

tenida a partir de hojas sanas. La mancha concéntrica redujo la producción de fibra en un 30 por ciento y la punta seca en un 35 por ciento, debido a la eliminación de la parte afectada de la hoja; la pudrición de cogollo redujo la producción en un 50 por ciento.

Sin embargo, lo que se comercializa por el productor (ejidatario, parcelario o pequeño propietario) es la hoja, la cual es clasificada en tres -- grupos, de acuerdo a la longitud que presenta: La A, de 100 cm en adelante; la B, de 80 a 99 cm y la C que va de 60 a 79 cm. Recibiendo una cotización de \$ 1000, \$ 750 y \$ 600 pesos por millar de hoja respectivamente.

Por lo arriba citado y según el porcentaje de incidencia y de área --- foliar afectada que se registró en las evaluaciones de parcelas en etapa de producción, existe un elevado número de hoja (9 por ciento de mancha concéntrica y 37 por ciento de punta seca) que al ser seleccionada en las desfibradoras pasa de clase A a la clase B a causa de la reducción en la longitud de la hoja.

Si tomamos como base que un plantel ejidal tiene una densidad de población aproximada de 3500 plantas por ha, y se cortan alrededor de 25 hojas -- por planta al año, obtenemos 87500 hojas por ha (en un plantel en producción) de las cuales 32375 hojas presentan la punta seca, hojas que al ser seleccionadas entrarán en la clase B, representando una pérdida económica aproximada de \$ 8,098 pesos anuales por ha. En cuanto a las manchas concéntricas (9 -- por ciento de incidencia en planteles en producción) y a la pudrición de co-

gollo (6 por ciento de incidencia), las hojas que presentan la enfermedad no son aprovechadas, debido a que la hoja es muy corta y a que la labor de corte se dificulta, pues estas hojas se presentan muy cerca del cogollo.

El número de hojas que son afectadas por la mancha concéntrica asciende a 1260 por ha por año (perdiendo 4 hojas por planta), lo que representa una pérdida aproximada de \$ 945 pesos (considerando que toda la hoja fuera de clase B). En el caso de la pudrición de cogollo, cada planta pierde un promedio de 10 hojas, significando una pérdida de 8750 hojas por hectárea al año, lo que representa una pérdida de \$ 6562 pesos por ha a consecuencia de dicha enfermedad.

En algunas ocasiones, cuando la hoja presenta un porcentaje de área foliar afectado muy alto (10 por ciento o más) de la mancha acorchada, la hoja se castiga pasando como de clase B, aún y cuando el rendimiento de fibra no se ve afectado.

Las evaluaciones se realizaron a partir del mes de julio de 1982 terminándose en mayo del 83, las parcelas evaluadas fueron ejidales y se escogieron al azar dentro de un municipio enclavado en la zona principal de producción henequenera. Cabe hacer notar que no se eligieron parcelas de pequeños propietarios ni de parcelarios debido a que normalmente ellos expresan que no tienen problemas fitosanitarios, además de que ellos dan mayor atención a sus planteles.

8.2 Identificación de Patógenos y Prueba de Patogenicidad.

La secadera de varejón y la Mancha Concéntrica de la hoja son producidas por una especie de hongo pertenecientes al género Cercospora, identificación realizada por el Dr. López (comunicación personal, al inicio del trabajo de Tesis), además de que se coincide con González y Barrios (1971) en establecer que Cercospora ocasiona esta enfermedad en el henequén y con los síntomas descritos.

Punta seca o gomosis. Esta enfermedad es ocasionada por una bacteria del género Erwinia, lo cual es semejante a lo descrito por Mesa (1959), solamente que él la describe como sequedad de la hoja y no dá el género de bacteria que él considera como causante.

Pudrición de cogollo. Las pruebas de patogenicidad indican que el causal de la enfermedad es una especie del hongo Fusarium, coincidiendo con los trabajos realizados por González (1968) en Cuba; sin embargo, no se coincide con lo manifestado por Mesa (1959). La bacteria aislada de las lesiones no indujo la enfermedad por lo que se desecha como posible causal.

Se coincide con González (1968) en el sentido de realizar trabajos de inoculación del hongo Fusarium y la bacteria juntos y observar el efecto que se puede desarrollar.

El material identificado fue corroborado en forma positiva por el de

partamento de fitopatología vegetal del Colegio de Postgraduados de Chapin-
go.

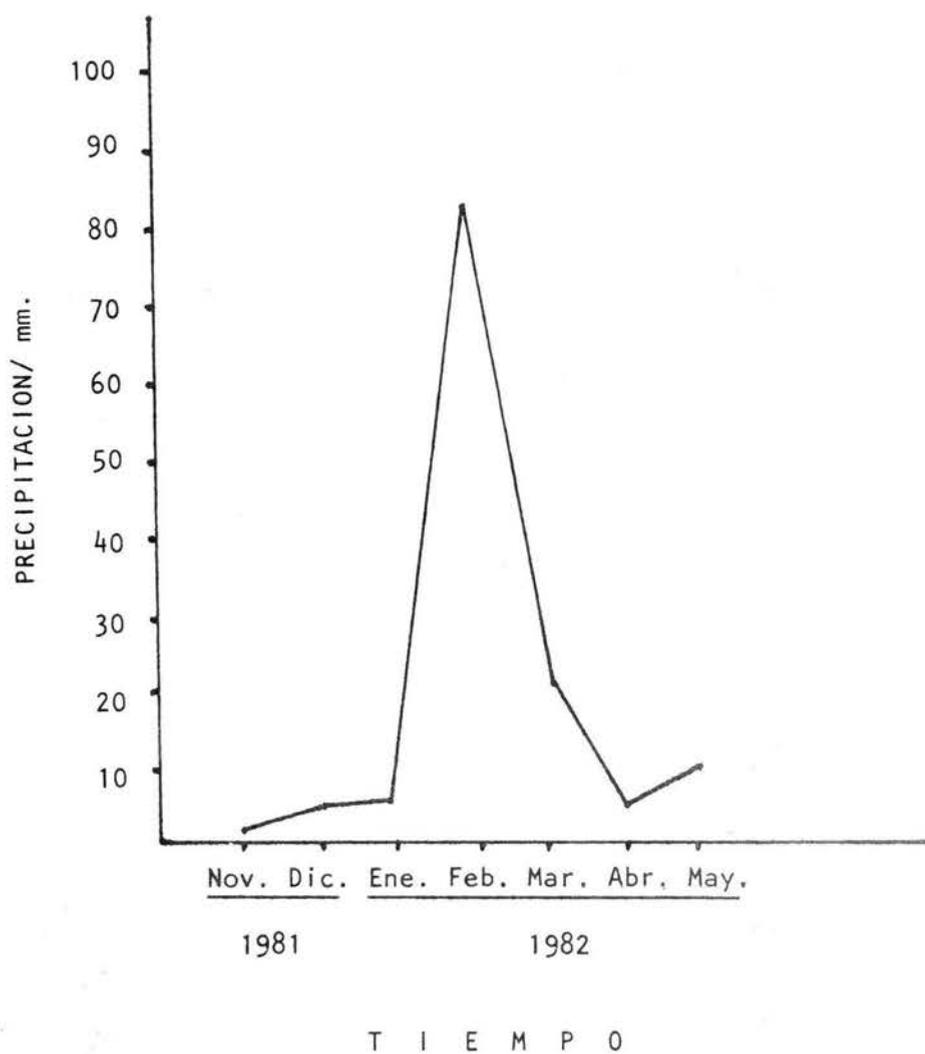
8.3 Aplicación de fungicidas a la inflorescencia del henequén como preven- ción de enfermedades.

El trabajo se realizó a partir de Noviembre de 1981 a Mayo de 1982.

Cabe hacer notar que las condiciones de humedad relativa fueron bajas, ya que el mes con mayor precipitación durante el tiempo que duró el ensayo - fue febrero (Gráfica 1) con una humedad relativa promedio de 65.57 mientras- que Wright (1967), menciona que la normal en la zona henequenera oscila ---- entre 75-90 por ciento y a su vez la monografía de Yucatán (1982), establece una media de 72-80 por ciento. La gráfica 1 muestra que la precipitación -- que hubo en la zona durante el lapso de noviembre de 1981 a mayo de 1982 fue escasa, teniendo en el mes de febrero al más lluvioso con un total de 82.7 - mm; sin embargo, estas condiciones fueron suficientes para la aparición de - la enfermedad y aún así el Caldo Bordelés no mostró efectividad. No obstan- te, no se presentaron lluvias frecuentes que lavaran el producto aplicado y - alteraran la efectividad o confiabilidad de acción de los productos utiliza- dos.

Ahora bien, si el análisis estadístico muestra al Benlate 50% con ---- dosis de 25 gramos por planta como el mejor tratamiento, el análisis económi- co (Cuadro 10, 11 y 12), de los productos utilizados establece que económica- mente la dosis de Manzate D-80 de 25 gramos por planta es mejor a la arriba-

GRAFICA 1.- PRECIPITACION MENSUAL REGISTRADA EN EL CAEZOHE.
DE NOV. DE 1981 A MAYO DE 1982. MOCOCHA, YUC.



CUADRO 10.- COSTOS DE APLICACION DE CALDO BORDELES.

DOSIS CaCO ₃	(g/2 lt de agua por planta) CuSO ₃	CANTIDAD USADA CaCO ₃	CANTIDAD USADA CuSO ₃	COSTO TOTAL	COSTO POR BULBILLO	BULBILLO PROD.
100 g	50 kg	24 kg	12 kg	\$ 1,068.00	-----	----
100 g	100 g	24 kg	24 kg	2,028.00	-----	----
100 g	150 g	24 kg	36 kg	2,938.00	\$ 249.00	12

Fecha de inicio de aplicación: 26 de Noviembre de 1981.

Fecha de término de aplicación: 6 de Mayo de 1982.

Total de aplicaciones: 24 (una cada semana)

** CuSO₃ = \$ 80 kg.

** CaCO₃ = \$ 4.5 kg

CUADRO 11.- COSTOS DE APLICACION DE MANZATE D-80.

DOSIS (g/2 lt agua por planta)	CANTIDAD USADA	COSTO TOTAL	COSTO POR BULBILLO	BULBILLO PROD.
25 g	5.750 kg	\$ 3,220.00	\$ 1.2	2549
50 g	11.500 kg	6,440.00	3.9	1649
75 g	17.250 kg	9,660.00	4.5	2148

Fecha de inicio de aplicación: 1º de Diciembre de 1981.

Fecha de término de aplicación: 6 de Mayo de 1982.

Total de aplicaciones: 23 (1 cada 8 días)

** Manzate D-80 = \$ 560.00 kg

CUADRO 12.- COSTOS DE APLICACION DE BENLATE 50%.

DOSIS (g/2 lt de agua por planta)	CANTIDAD USADA	COSTO TOTAL	COSTO POR BULBILLO	BULBILLO PROD.
25 g	5 kg	\$ 10,275.00	\$ 2.2	4623
50 g	10 kg	20,550.00	14.2	1438
75 g	15 kg	30,825.00	52.4	588

Fecha de inicio de aplicación: 23 de Diciembre de 1981.

Fecha de término de aplicación: 6 de Mayo de 1982.

Total de aplicaciones: 20 (1 cada semana)

** Benlate = \$ 2,055.00 kg

** Precios de Junio de 1983.

El análisis económico no incluye los gastos de aplicación.

citada ya que se obtiene un costo por bulbillo producido de 1.2 pesos, en comparación a la de Benlate 50% con la misma dosis, en cuyo caso el costo es de 2.2 pesos.

Los resultados nos indican que si existe protección de los fungicidas contra la secadera del varejón. El alto coeficiente de variación (C.V.) registrado (82.6%) nos muestra y establece la bondad de los tratamientos de Manzate D-80 y Benlate 50%. La variabilidad detectada se pudo deber a varios problemas que se presentaron a través del trabajo, tales como: rompimiento de los varejones por fuertes vientos; la aplicación se inició tres meses después de que el varejón apareció, por lo que en algunos ya se presentaba el ataque, el cual no se controló; la bomba que se utilizó no bañaba la parte más distante del varejón, aún ayudados por la escalera, por lo cual en esa parte se comenzó a presentar la enfermedad; y, por último los bulbillos ya formados se vieron fuertemente atacados por un lepidoptero barrenador del cogollo, destruyendo un 30 por ciento de la producción y presentando un 45 por ciento de ataque en los bulbillos cosechados.

9. CONCLUSIONES

- 1.- El porcentaje de incidencia de enfermedades en plantales ejidales de henequén varía según la etapa de cultivo, siendo de 77 por ciento en la etapa de cultivo, del 81 por ciento en la etapa de producción y del 94 por ciento en la etapa de decadencia.
- 2.- Las enfermedades más importantes y que más daño causan al cultivo son: La secadera del varejón, pues evita la producción de bulbillos, los cuales son de gran importancia para facilitar la obtención de vástagos para nuevas siembras. La punta seca o gomosis, la cual destruye los tejidos internos de las hojas, ocasionando que un porcentaje considerable de éstas resulten de la clase " B " o se pierdan. La pudrición de cogollo, la cual destruye las hojas del verticilo o cogollo y por lo común ocasiona la muerte de la planta y por último la Mancha Concéntrica de la hoja, pues destruye los tejidos internos de la hoja y como ataca en la parte basal de ésta la dobla y bloquea los tejidos vasculares ocasionando la muerte de la hoja.
- 3.- Las enfermedades que causan pérdidas económicas al cultivo del henequén son: La punta seca, mancha concéntrica y la pudrición de cogollo.
- 4.- Las enfermedades con mayor porcentaje de incidencia, fueron las manchas acorchadas (69%) y las manchas semejantes a antracnosis (66%), sin embargo por sus características sintomatológicas son las que menos daños causan ya que el ataque se presenta superficialmente.

- 5.- Se comprobó mediante pruebas de patogenicidad que la secadera de varejón y la mancha concéntrica de la hoja son producidas por una especie de hongo perteneciente al género Cercospora.
- 6.- La enfermedad llamada punta seca o gomosis es ocasionada por una bacteria del género Erwinia.
- 7.- Una especie del hongo Fusarium es el agente causal de la pudrición de cogollo del henequén.
- 8.- El Caldo Bordelés no controla la enfermedad de la inflorescencia (varejón) del henequén.
- 9.- El Manzate D-80 y el Benlate (50%) controlaron aceptablemente la enfermedad del varejón, siendo el Benlate (50%) a dosis de 25 gramos -- por planta el tratamiento que mejor se comportó, al alcanzar una ---- media de producción de 924 bulbillos por planta.

10.- SUGERENCIAS

De acuerdo a los resultados del presente trabajo se pueden establecer lineamientos para futuros trabajos que vayan encaminados a los estudios de problemas fitopatológicos del henequén tales como:

- 1º Realizar evaluaciones de incidencia de enfermedades en los planteles pertenecientes a pequeñas propiedades, parcelarios y ejidales para establecer si existen diferencias en la incidencia de enfermedades debido a los diferentes manejos de plantaciones. Así como evaluar la incidencia de enfermedades en otras localidades de la zona henequenera.
- 2º Estudiar la influencia que tienen los cortes en la presencia de enfermedades y como disminuyen éstas al ser cortadas las hojas atacadas.
- 3º Continuar las evaluaciones de pérdida de producción de fibra debido a enfermedades, considerando un número mayor de hojas y con diversos porcentajes de área foliar afectada.
- 4º Identificar los agentes causales de otras enfermedades.
- 5º Efectuar prueba de dosis más bajas tanto de Benlate 50% como de Manzate D-80, pues el hecho de que las dosis de 25 gramos por planta sean las que den mejores resultados, indican que son dosis aún altas; por lo cual, se debe realizar la curva de dosis para detectar la más eficiente; de la misma forma, probar otros productos más económicos.
- 6º No se puede pasar por alto el sistema de aplicación, ya que el utili-

zado no llenó los requerimientos necesarios para este tipo de trabajo, por lo cual se necesita probar otro tipo de implementos que nos permita bañar por completo las plantas y su inflorescencia.

- 7º El inicio de las aplicaciones es también un factor muy importante, - pues cuando se realiza tardíamente, se corre el riesgo de que el patógeno ya esté presente en la inflorescencia y es más difícil su --- control; por lo tanto, es recomendable comenzar las aplicaciones --- cuando el varejón o inflorescencia tenga una o dos semanas de emitido, ya que así se tendría un mayor control de la enfermedad.
- 8º El conocimiento y control del barrenador de los bulbillos (Lepidóptero), es muy importante, ya que esta plaga destruye un alto porcentaje de material producido; por lo tanto, se recomienda efectuar estudios relacionados al insecto.

11.- LITERATURA CITADA

- 1.- AGRIOS, G.N. 1978. Plant Pathology. Academic Press, New York.
- 2.- BARNES, H.E. 1968. Atlas and Manual of Plant Pathology. Appleton-Century-Crofts. New York.
- 3.- BARNETT, H.L. 1960. Illustrated Genera of Imperfect fungi. 2a. Ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minn.
- 4.- BOCK, K.R. 1965. Diseases of sisal. World Crops. 64-67.
- 5.- BOWEN, S.C. and L. OBREGO. 1954. Mechanics of the control of henequén black leaf spot in El Salvador. Plant diseases reporter. 38(6): 380-383.
- 6.- BOOTH, C. 1977. FUSARIUM. Commonwealth Micological Institute. Kew, Surrey, England.
- 7.- BUCHANAN, R.E. y N.E. GIBBSON. 1974. Bergey's Manual of determinative Bacteriology. 8th. ed. Edit. Board. U.S.A.
- 8.- CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION AGROPECUARIA LA HABANA. 1975. Normas Técnicas y Agrícolas del Henequén. Cuba. INRA.
- 9.- CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS DE LA PENINSULA DE YUCATAN. --- (CIAPY). 1979. Marco de Referencia Regional del CIAPY. Mérida, Yucatán, CIAPY.

- 10.- CIAPY 1981. Logros y Aportaciones de la Investigación Agrícola en el estado de Yucatán. Mérida, Yucatán, CIAPY.
- 11.- CIAPY. 1982. Superficie Cosechada, Volumen y Valor de la Producción de henequén en el estado de Yucatán. Hojas desplegadas. - Unidad de Diagnóstico Socioeconómico del CIAPY.
- 12.- CIAPY. 1982. Día del productor henequenero. Mérida, Yucatán. CIAPY.
- 13.- COOK, M.T. 1939. Enfermedades de las plantas económicas de las Antillas. Monografía de la Universidad de Puerto Rico. Río Piedras, Puerto Rico.
- 14.- CORDEMEX, 1972. Productividad henequenera en Yucatán por sectores. Cordemex. Mérida, Yucatán.
- 15.- CORTEZ, R.D. 1943. El Sisal. Agricultura Venezolana. 8. (91/92) --- 9,13.
- 16.- CHOUSSY, F. 1943. Sobre una enfermedad de origen fungoso en los Margueyales de Oriente. El café del Salvador. 13(156), 267-369.
- 17.- DZIB, E.R. 1981. Efecto de factores químicos y físicos en la ruptura de la dominancia apical en rizomas de Henequén. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2. Mérida, Yucatán.
- 18.- ECHANDI, E. 1971. Manual de Laboratorio para Fitopatología general. Herrero Hermanos Sucesores, S.A. Méx.

- 19.- FRÖHLICH AND RODEWARD. 1970. Pests and diseases of tropical crops and their control. Pergamón Press. Oxford.
- 20.- FRÖHLICH, G. y W. RODEWARD. 1970. Enfermedades y plagas de las plantas tropicales. Descripción y lucha. U.T.E.H.A. México, D.F.
- 21.- GARCIA, E. 1973. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- 22.- GOBIERNO DEL ESTADO DE YUCATAN. 1982. Monografía de Yucatán. Gobierno del estado de Yucatán, dirección de Fomento y Desarrollo. Mérida, Yucatán.
- 23.- GOMEZ, A.J.R. 1977. Introducción al Muestreo. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- 24.- GONZALEZ AVILA y G. BARRIOS. 1971. Cercosporosis en Henequén. Revista de Agricultura Cubana. Vol. 4(2): 72-74.
- 25.- GONZALEZ, M. 1968. Pudrición de cogollo del henequén (Agave fourcroydes Lemaire) causada por una especie de Fusarium. Revista de Agricultura (Cuba) Vol. 2(1): 31-34.
- 26.- GONZALEZ, M.A. 1982. Fertilización para la producción de Granos Básicos en suelos pedregosos de la zona henequenera. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila.

- 27.- HALFTER, G. 1958. El Henequén. México Agrícola. 4(47): 29, 34-36.
- 28.- HAU, F.C. et. al. 1982. Inoculum distribution and sampling methods for Cylindrocladium crotalariae in a peanut field. Plant Disease. 66(7): 568-571.
- 29.- JAIMES, S.F. 1977. Manual de Prácticas de bacterias fitopatógenas. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.
- 30.- KACHECHEBA, J.L. 1976. Major Pests and diseases of sisal. African - Journal of plant protection. 7: 181-188.
- 31.- LOPEZ, A.G. 1981. Manejo de hongos fitopatógenos. Departamento de Enseñanza e Investigación en Parasitología Agrícola. Chapingo, México.
- 32.- LOPEZ FRIAS, L.C. 1981. Avances de la Investigación Agrícola en el cultivo del Henequén. Primer Simposio del Agave. Memorias. 15pp.
- 33.- MESA, A.M. 1959. Cultivo del henequén. Los recursos del sureste y su aprovechamiento. INIMRNR. 13:61-91.
- 34.- MIRANDA, F. 1978. Vegetación de la Península Yucateca. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 35.- Ofrecen a los ejidatarios todos los vástagos de henequén que necesitan. Diario de Yucatán. Mérida, Junio 11, 1982. 1c, 6c.
- 36.- PEREGRINE, W.T.H. 1969. Investigation on chemical control of Zebra-disease in agave hybrid No.11648. Ann.Appl.Biol. 63, 45-51.

- 37.- PEREZ, T.A. y C. FLORES. 1949. Enfermedades, plagas y anomalías del henequén en la región del estado de Yucatán. Chapingo. 3(27): -- 181-184, 208-211.
- 38.- PURSEGLOVE, J.W. 1972. Tropical Crops: Monocotyledons. London, Longman.
- 39.- REYES, C.P. 1980. Diseño de experimentos aplicados. Trillas. México, México.
- 40.- ROJAS, G.A. 1959. Henequén. Vida rural de México. 12(22): 26-29.
- 41.- RUBERT, B.S. 1979. The Diagnosis of Plant Diseases. The University of Arizona Press. Tucson, Arizona.
- 42.- SARH. 1981. Boletín Informativo No. 10. Sub-Programa de Economía Agrícola. Mérida, Yucatán.
- 43.- SARASOLA A.A. y ROCCA, A.M. 1975. Fitopatología, Curso Moderno. Tomo I. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.
- 44.- SCHAAD, N.W. 1980. Laboratory Guide for Identification of plant pathogenic bacteria. Bacteriology Committee of American phytopathological Society. St. Paul Minnesota.
- 45.- TARR, S.A. 1972. Principles of Plant Pathology. Mac. Millan Press. -- London. Great Britain.
- 46.- WALKER, CH.J. 1975. Patología Vegetal. Omega. Barcelona, España.