



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES IZTACALA



“PRINCIPALES ENFERMEDADES QUE AFECTAN A Agave angustifolia Haw Y Agave americana L. EN EL DISTRITO DE TLACOLULA, OAXACA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

CLAUDIA LOPEZ SANCHEZ

José elías

MEXICO, D. F.

MAYO DE 1989



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

A mis padres
Fernando y María Georgina
y a mis hermanos
Fernando, Jorge y Beatriz
quienes han dado sentido a mi vida.

A mi esposo Felipe
por alentar y apoyar
todas mis metas.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo se desarrolló en el laboratorio de Microbiología del Centro de Graduados e Investigación del Instituto Tecnológico de Oaxaca, como parte del proyecto " Plan de Desarrollo de la Agroindustria del Agave en el Estado de Oaxaca ", bajo la dirección del M. en C. Roberto Montes Belmont a quien reitero mi agradecimiento por su apoyo, enseñanza y amistad, muy importantes durante mi formación.

Al Q.B.P. Héctor Rodríguez, del laboratorio de Fitopatología de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas -I.P.N., por el apoyo desinteresado y su asesoría en el desarrollo de este trabajo.

A la M. C. Jovita Martínez Cruz por sus atinadas sugerencias y por la amistad que ha prevalecido hasta nuestros días.

A los M. en C. Miguel Angel Méndez Rosado, Jaime Marcial Ramírez, Marcos Ramírez López, Alberto Sánchez López y Darío Vásquez Antonio por su valiosa colaboración y por la amistad que nos ha unido.

A la Ingeniero Ana Guadalupe Valenzuela Zapata por su sincero interés, para que se llevara a cabo este estudio y por la amistad brindada.

A los compañeros integrantes del laboratorio de Microbiología; Alejandra, Leticia Victor, Socorro, Judith, Lupita y María Elena quienes con su jovialidad alentaron el desarrollo de este trabajo.

A la srta. Ma. Teresa Villavicencio Glez. quien ha hecho posible la realización final de este documento.

INDICE

	pags.
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1.- Naturaleza de los agaves.	3
1.1.- Características del género Agave .	4
1.2.- Formas de reproducción.	5
1.3.- Distribución y centro de origen.	5
1.4.- Características del grupo Rigidae.	7
1.4.1.- Especies cultivadas.	7
1.4.2.- Características de Agave angustifolia Haw.	8
1.5.- Características del grupo Americanae.	9
1.5.1.- Especies cultivadas.	10
1.5.2.- Agave americana L.	11
CAPITULO 2.- Marco de Referencia.	13
2.1.- Marco geográfico.	14
2.1.1.- Macrolocalización.	14
2.1.2.- Geología y climatología.	15
2.1.3.- Microlocalización.	18
2.2.- Cultivo de Agave en el Estado de Oaxaca.	18
2.2.1.- Importancia socioeconómica del Agave en el país.	33
2.3.- Importancia socioeconómica del género en el Estado de Oaxaca.	37
2.4.- Problemas fitosanitarios y métodos de control.	44

CAPITULO 3.-	Objetivos.	54
3.1.-	Objetivo general.	55
3.2.-	Objetivos específicos.	55
CAPITULO 4.-	Metodología.	56
4.1.-	Selección y tamaño muestral.	57
4.2.-	Diseño para la evaluación de incidencias.	57
4.2.1.-	Evaluación de incidencia por área de cultivo.	60
4.2.2.-	Evaluación de incidencia por planta.	60
4.3.-	Recolección de material enfermo.	62
4.4.-	Aislamiento e identificación de patógenos.	62
4.5.-	Pruebas de patogenicidad.	68
CAPITULO 5.-	Resultados.	69
5.1.-	Caracterización sintomatológica.	70
5.2.-	Evaluación de incidencia.	84
5.2.1.-	Evaluación de incidencia por área de Cultivo	84
5.2.2.	Evaluación de incidencia por planta.	84
5.3.-	Identificación de patógenos y pruebas de patogenicidad.	84
CAPITULO 6.-	Análisis de resultados.	96
CAPITULO 7.-	Conclusiones y sugerencias.	116
7.1.-	Conclusiones.	117
7.2.-	Sugerencias.	119
	Referencias bibliográficas.	120

INTRODUCCION.

Los agaves oaxaqueños en la actualidad constituyen una riqueza no solo natural, sino también de carácter socioeconómico, que han sido utilizados de diversas formas desde tiempos precolombinos. Sin embargo, a partir de la colonia y con el inicio y difusión de proceso de destilación, las especies productoras de mezcal empezaron a tomar una importancia creciente, misma que prevalece hasta nuestros días y que ha sido responsable del incremento de las zonas cultivadas con magueyes mezcaleros.

Por otra parte, al no haber terrenos de primera que puedan ser utilizados para la plantación de agave y dada la topografía del estado, el cultivo se ha visto relegado tierras de segunda y tercera clase sin el adecuado manejo agrícola, lo que ha propiciado que los sembradíos de maguey se vean afectados por la escasez de nutrientes y/o agua y por consiguiente sean susceptibles al ataque de fitopatógenos.

La problemática fitosanitaria del cultivo de agave en el Estado de Oaxaca, no sólo incide en la productividad de magueyes y mezcal, sino que repercute directamente en la economía campesina de más de 10,000 familias que directa e indirectamente obtienen ingresos económicos a partir del cultivo referido.

El presente trabajo sobre las "Principales Enfermedades que Afectan a **A**gave **angustifolia** Haw. y **A**gave **americana** L. en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca"; pretende contribuir al conocimiento de los problemas fitosanitarios que inciden en la productividad del cultivo de agave en la entidad oaxaqueña. Se ha dividido en tres partes esenciales: la primera parte que comprende a los tres primeros capítulos, esta referida a lo conceptualización básica del trabajo, abarcando la taxonomía, repro

ducción, distribución, cultivo e importancia de las especies de agave, así como datos sobre la localización, geología y clima de la zona de estudio. La segunda parte incluye a los capítulos cuatro y cinco, y hace referencia al desarrollo experimental utilizado, que comprende desde la evaluación de la incidencia de las enfermedades, hasta la identificación de los microorganismos responsables de las mismas y las pruebas de patogenicidad. Por último, la tercera parte incluye los capítulos seis y siete que abordan el análisis de los resultados obtenidos, así como las conclusiones y sugerencias que de ellos se han podido hacer.

CAPITULO 1.- NATURALEZA DE LOS AGAVES.

1.1.- CARACTERISTICAS DEL GENERO AGAVE.

Ubicación Taxonómica.

Reino : Vegetal
División : Fanerógama
Clase : Monocotiledonae
Orden : Agavales
Familia : Agavaceae
Tribu : Agavae
Género : Agavae L.

Se considera la siguiente ubicación sin pasar por alto la gran problemática que presenta para los taxónomos, no solo el género sino los taxa superiores; sin embargo tomando en cuenta los criterios aportados por Hutchinson (1954) (Citado por Rivera, 1983), que son avalados por estudios citogenéticos se considera válido para los fines de este trabajo.

Descripción del Género.

Las plantas que se encuentran en este género presentan forma arrosetada, son suculentas monocarpicas o polycarpicas, perenes o multianuales con hojas de larga vida frecuentemente produciendo hijuelos en la base, ocasionalmente son bulbíferas en la inflorescencia; raíces de fibra dura, dispuestas radialmente y poco profundas, tallos gruesos muy cortos, usualmente más cortos que el brote terminal, simple

1.2.- FORMAS DE REPRODUCCION.

Reproducción Asexual: la reproducción a través de rizomas, (es decir vás tagos) es común en la mayor parte de los agaves. El rizoma es un tallo lateral etiolado, el cual crece diageotropicamente con hojas pequeñas excepto cuando se encuentran expuestas a la luz, los rizomas emergen del tallo principal y son inducidos.

También se encuentra una forma de reprod. vegetativa que se caracteriza por la presencia de plántulas en la inflorescencia (bulbillos) este tipo de reproducción ocurre en la naturaleza en muchas familias de plantas por lo general en poliploides y en híbridos complejos como es el caso del agave (apomixis).

Reproducción Sexual: ésta se lleva a cabo por polinización cruzada así como por autopolinización, la primera llevándose a cabo por medio de insectos polinizadores y murciélagos, la segunda al caer el polen por gravedad a las flores más bajas, que tienen el estigma opuesto (Wienk 1980, citado por Bustamante, 1983), los agaves son plantas monocárpicas que producen hasta 100 000 semillas por planta, fuente de gran variabilidad genética.

1.3.- DISTRIBUCION Y CENTRO DE ORIGEN.

El género Agave es un elemento característico de la flora mexicana conociéndose en la actualidad 144 especies distribuidas en dos subgéneros y 20 grupos genéricos (Gentry 1982). Todos ellos abarcando una gran zona del continente Americano e islas que lo rodean desde los 34^o de Latitud Norte hasta los 6^o de Latitud Sur (Ramírez 1936).

o ramoso; hojas largas generalmente suculentas con espina terminal, margen inerme o armado con dientes; inflorescencia alta bracteada, escaposa, espigada, racemosa o paniculada con flores en agrupamientos umbelados, flores generalmente largas, protándricas, perianto tubular a superficialmente funeliforme, los seis segmentos erectos vanamente curvados similarmente a dimórficos, imbricados en el brote, seis estambres exsertos, filamentos largos, insertos en el tubo o sobre la base de los tépalos; anteras versátiles; ovario interior, trilobulado suculento, gruesamente tabicado, con numerosos óvulos axiliares en dos filas por loculo, pistilo elongado, filiforme, tubular, estigma trilobulado, glandular papilado, el fruto es una cápsula dehiscente loculucida, semillas negras aplanadas. (Gómez-Pompa, 1963).

Los agaves presentan un genotipo extremadamente inestable lo cual se traduce en una amplia gama de expresiones morfológicas, no sólo entre las especies, sino dentro de una misma población, dificultando así la correcta distinción entre especies. Al parecer las causas de la gran variabilidad entre individuos son: el alto número cromosómico con que cuentan (la poliploidia), la fácil hibridización inter o intra específica y la eficiente reproducción vegetativa (Gómez-Pompa, 1963).

Además debido a que las plantas representativas del género **Agave** en su mayoría se han desarrollado bajo tensión de agua han adquirido una serie de estrategias de supervivencia. Entre las cuales se encuentran: el metabolismo CAM (metabolismo ácido de las crasuláceas), desarrollo de la cutícula protectora y diversidad de formas de reproducción. (Rivera, 1983).

Algunos autores, entre ellos Berger (1915) (Citado por Rivera, 1983 y Ramírez op.cit.), han propuesto a México como el centro de origen del género **Agave**, dado que es el país en el que se encuentran la mayor parte de las especies conocidas, ocupando diversas áreas de acuerdo a su capacidad de dispersión. Darlington (1956) (Citado por Rivera, 1983), menciona que esto es posible ya que las especies diploides conocidas se encuentran en nuestro país.

1.4.- CARACTERISTICAS DEL GRUPO RIGIDAE.

Descripción y Distribución.

En este grupo se encuentran agaves con hojas ensiformes, lineares patuladas de 10 a 20 veces más largas que anchas, tépalos marchitos, reflejos sobre el tubo, cápsulas claramente ovadas. Su distribución esta más o menos confinada entre los 15° y 25° Latitud Norte aunque el lugar de origen exacto no es conocido (G.Lowck, 1985).

1.4.1.- ESPECIES CULTIVADAS.

Todos los agaves de fibra larga que se han cultivado con el fin de explotación se encuentran en este grupo. Los más conocidos son: **Agave sisalana** Perrine, que crece en varias partes del trópico y **Agave fourcroydes** Lemaire que representa gran importancia para México, el **Agave cantala** aunque con menor grado de importancia, también se encuentra dentro de este grupo (G. Lowck, 1985) en la Península de

Yucatán.

De igual forma el agave del cual se obtiene la materia prima para la producción de tequila se encuentra en este grupo: **Agave tequilana** Weber que se cultiva principalmente en Jalisco.

También se encuentra la mayoría de los magueyes mezcaleros como: **Agave angustifolia** Haw, **A. karwinski** Zucc, **A. rodacantha** Trel. y **A. macro acantha** Zucc, así como sus subespecies variedades y formas que se cultivan en el estado de Oaxaca, en mayor grado (Valenzuela, 1985).

1.4.2.- CARACTERISTICAS DE AGAVE ANGUSTIFOLIA HAW.

Esta especie es la cultivada con mayor frecuencia para la producción de mezcal, ya que incluso ha desplazado a otras.

Descripción.

Planta arbustiva de 1 a 2 m. de altura sin incluir la inflorescencia. Rosetas surculosas extendiéndose radialmente con tallos de 2-6 (hasta 9) cm. de longitud, hojas maduras generalmente de 60-120 x 3.5-10 cm. (la cultivada es mayor) lineares a lanceoladas generalmente rígidas, muy rugosas, fibrosas, de ascendentes a horizontales, color verde pálido a gris blanco, planas a cóncavas de arriba, convexas debajo angostándose y gruesas hacia la base, margen liso a ondulado, algunas veces delgadamente cortilaginoso; dientes generalmente pequeños de 2-5 mm. de longitud, raramen

te más largas uniformemente espaciadas ceradamente o remotos, comunmente café rojizos a café oscuros de bases angostas debajo de puntas débiles curvadas o variando a flexas; espinas variables de 1.5-3.5 cm. de longitud cónicas a subuladas café gris oscuro con la edad de planas a profundamente acanaladas por encima, no decurrentes o delgadamente decurrentes; parrículas de 3-5 m. de alto, abiertas algunas veces bulbíferas, los pedunculos usualmente más grandes que la panícula bracteada; con bracteas triangulares angostas rápidamente secas ramas de la umbela de 10-20 cms. extendiéndose horizontalmente, flores verdes a amarillas de 50-60 mm. de longitud rápidamente se marchitan; los tépalos secándose reflejos a lo largo del tubo, ovario pequeño de 20 a 30 mm. de long. angulado-cilíndrico algo listado en forma fineliforme, a un poco urceolada, de 8-16 mm. de profundidad surcando; tépalos de siguales de 18-24 mm. de longitud de 3-5 mm. de ancho rápidamente abiertos, primero erectos y luego curvados muy pronto marchitos, secándose a partir del tubo reflejo, dos de afuera ampliamente traslapados hacia adentro de la base de obtusos a redondeados y algo encapuchados en el ápice; filamentos de 35-45 mm. de longitud delgados aplanados insertos en la mitad del tubo; anteras amarillas de 20-30 mm. de longitu, céntricas a excéntricas; pistilos sobreextendiéndose de los estambres después de la antesis; cápsulas ampliamente ovoides, grandes, de 3 x 5 cms., café oscuro leñosas, cortamente estipitadas y picudas sin suavidad; semillas grandes negro opaco de 9-12 x 7-8 mm. la hendidura hilar es muy grande. (Gentry, 1982).

1.5.- CARACTERISTICAS DEL GRUPO AMERICANAЕ.

Descripción del Grupo Americanae.

Hojas lanceoladas a lineares con dientes bien desarrollados sobre márgenes

fuertes y variables, eje de la inflorescencia con bracteadas cortáceas más pequeñas; partículas lineares a profundamente ovales fuera de la línea, más anchas a la mitad de las ramas; ovario más pequeño que la corola, hoja usualmente poco masivas, glaucas pálidas (Gentry, 1982).

1.5.1.- ESPECIES CULTIVADAS.

Las especies más comúnmente cultivadas en el estado de Oaxaca son: *Agave scaposa* Gentry, *A. lurida* Aiton, *A. americana* L. var. *americana*, *A. americana* L. var. *oaxacensis* Gentry. El cultivo de estas plantas se realiza en pendientes más o menos pronunciadas, generalmente en zonas desmontadas o en parcelas parecidas a huertos colindantes a sus viviendas. Son intercalados con maíz durante el temporal. Los hijuelos son trasladados de la planta madre a un almacigo para su mayor cuidado.

Pasado un tiempo aproximadamente entre uno y dos años se trasplantan al lugar definitivo. (Gentry, op.cit).

1.5.2.- AGAVE AMERICANA L.

Plantas medianas a grandes, libremente surculosas y productoras de semillas, de tallo corto, las rosetas de 1 a 2 m. de altura, de 2 a 3.7 m. de ancho, hojas generalmente de 10 a 20 x 1.5 a 2.5 dm., planas o acanaladas o reflejas, usualmente acuminadas, glauco grisáceas claras a verdes claras; cutícula lisa a ligeramente áspera; margen ondulado a cremado; dientes variables, las más grandes de 5 a 10 mm. de longitud, las finas puntas rectas a flexas o curvadas, de poca anchura en sus bases, 2 a 6 cm. los separan entre sí, cafés a gris pruinosos, espina de 3-5 cm. de longitud, cónica a subulada acanalada por arriba, desde cerca de la mitad de su longitud, café brillante a gris pruinosa; inflorescencia de 5 a 9 m. de altura, del eje delgado recto con membranas secas más pequeñas que las brácteas triangulares; las panículas generalmente largo-ovales, ligeramente abiertas con 15 a 35 cimbelas ramificadas, extendidas ocupando un medio a un tercio del total del eje floral; flores de 70 a 100 mm. de largo, largo pediceladas, delgadas, apertura amarilla sobre ovarios verdes, ovarios de 30 a 45 mm. de longitud con cuello surcado, con base delgada a estrecha, tubo de 8 a 20 mm. de profundo, 16-20 mm. de ancho, fineliforme de pared gruesa profundamente surcado; tépalos desiguales, los exteriores más grandes de 25-35 mm. de longitud gruesos linear-lanceolados, el apice cuculado, rugoso algunas veces con la punta rojiza, conduplicadamente angostos en la anthesis, los tépalos interiores más cortos conduplicados con quilla muy angosta, prominentemente costato por dentro; filamentos muy largos de 60-90 mm. de longitud, algunas veces aplanados longitudinalmente adelgazados, insertos cerca de la mitad del tubo, 5 a 10 mm. por encima de la base; anteras de 30 a 36 mm. de largo, amarillas, céntricas

o excéntricas, pistilo corpulento con estigma trilobado excediendo a las anteras en longitud, corto estípitas de punta corta; semillas lunadas a lacrimiformes 7-8 x 5-6 mm. negro brillantes. (Gentry, 1982).

CAPITULO 2.- MARCO DE REFERENCIA.

2.1.- MARCO GEOGRAFICO.

2.1.1.- MACROLOCALIZACION.

La región productora de agave en el Estado de Oaxaca, se encuentra comprendida dentro de los límites de dos regiones fisiográficas importantes:

- a) La Sierra Madre del Sur y
- b) La Sierra Madre de Oaxaca

La Sierra Madre del Sur es un sistema montañoso que presenta pequeños Valles transversales a la Sierra, angostos y de fuerte inclinación. Comprende a los Valles Centrales y la región costera del Estado. La Sierra Madre de Oaxaca es un sistema formado por numerosos plegamientos y comprende numerosos y pequeños valles pluviales longitudinales y paralelos a los ejes principales de la serra-nña. Estas dos regiones, son áreas topográficamente muy accidentadas en las que prevalecen altitudes superiores a los 1000 msnm que comprenden los Distritos de:

- | | |
|--------------|------------------|
| 1) Centro | 8) Villa Alta |
| 2) Tlacolula | 9) Mixe |
| 3) Ocotlán | 10) Yautepec |
| 4) Zimatlán | 11) Miahuatlán |
| 5) Zaachila | 12) Ejetla |
| 6) Etlá | 13) Sola de Vega |

7) Ixtlán

ocupando cerca del 30% del territorio oaxaqueño.(fig. 2.1)

2.1.2.- GEOLOGIA Y CLIMATOLOGIA.

Geología.

El basamento general del territorio esta formado por materiales muy antiguos del precámbrico: gneises, esquistos, granitos que afloran en la mayor parte del Estado, así como residuos del Paleozoico que cubren la Sierra Madre del Sur, tales como calizas, pedernales, lititas y pizarras. También son frecuentemente los depósitos aluviales del Cenozoico, distribuidos a lo largo de la Sierra Madre de Oaxaca (Tamaño J. L., 1950).

Climatología.

Debido a su situación geográfica, la climatología del Estado de Oaxaca, esta fuertemente influenciada por la acción del Océano Atlántico. La corriente atlántica asciende dentro del territorio oaxaqueño para la Sierra Madre de Oaxaca y da origen a las lluvias orográficas (o de relieve), de carácter tempestuoso.

Estas lluvias se producen en la vertiente norte, ya que la corriente al traspasar la serranía pierde humedad al chocar con los altos climas. La corriente del Pacífico no se deja sentir en el Estado porque penetra por el norte del país y

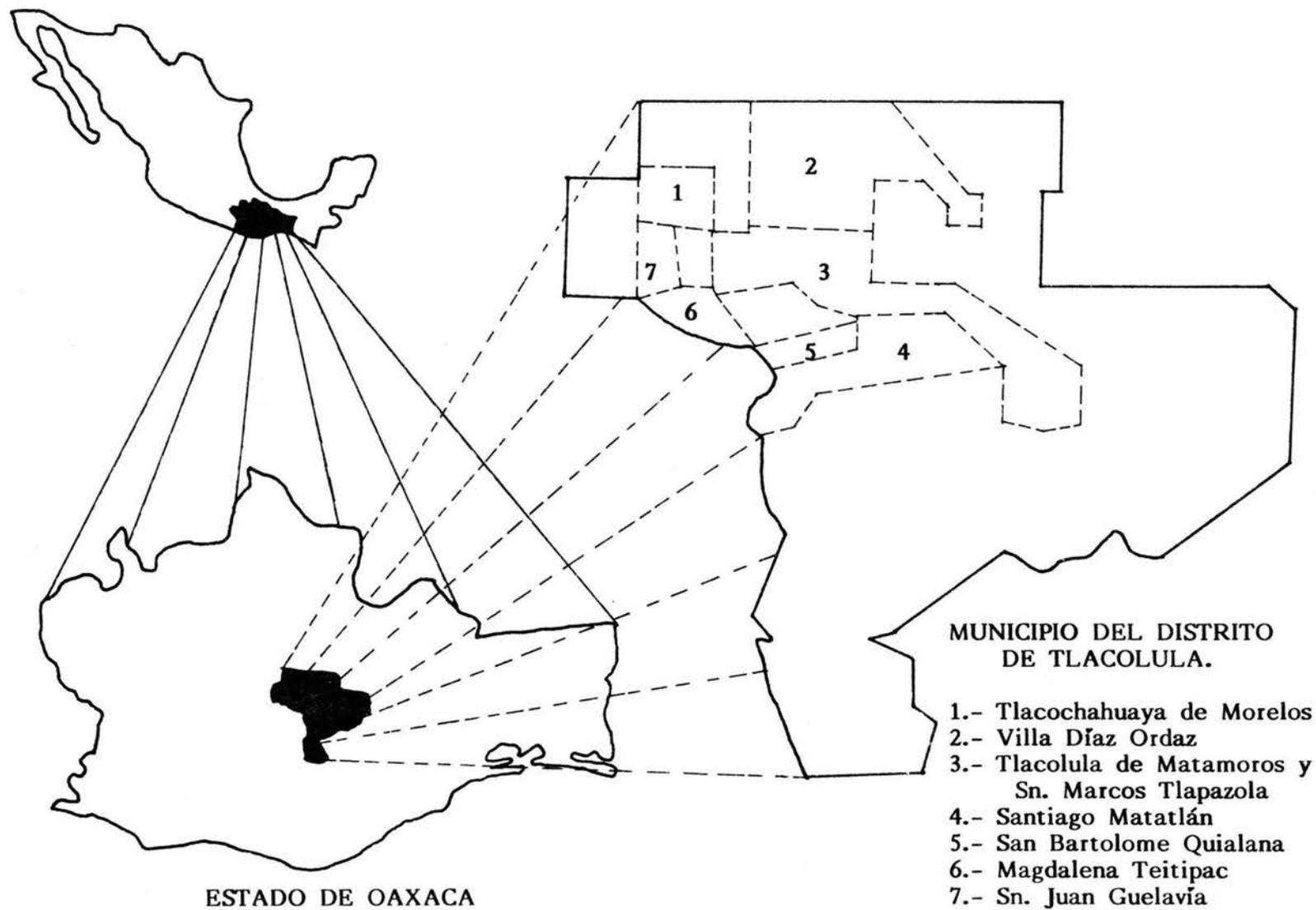


Fig. 2.1.- Macro y Microlocalización de la Zona de Estudio.

cordillera neovolcánica le cierra el paso. La porción sur del Estado recibe lluvias de rivadas de fenómenos locales principalmente de tipo monzónico. La porción central, esta influenciada por los dos sistemas locales climatológicos, aunque obedece a la influencia del Océano Pacífico, sin lluvias de invierno.

La mayor precipitación se presenta en la vertiente del norte de la Sierra Madre de Oaxaca (de 2500-2900 mm. de precipitación anual) para después disminuir en la porción central del Estado (de 800 a 1500 mm. anuales) y volver a disminuir hacia la porción costera (de 500 a 900 mm)(Tamayo J. L., op.cit.).

El período de lluvias es, generalmente muy reducido, pues comprende desde el mes de mayo hasta septiembre. La lluvia se presenta en forma violenta y concentrada (torrenciales) y en el resto del año, sólo se presentan eventuales precipitaciones.

Por su situación geográfica, el Estado comprendido dentro de la zona tropical, pero la temperatura se suaviza por efecto de la altitud, de tal manera que la temperatura mínima no rebase los 0°C (en la Sierra Madre de Oaxaca) y la máxima los 40°C (hacia la región costera). Las faldas y cimas de la Sierra Madre de Oaxaca tienen un clima templado moderado lluvioso, con lluvias en verano e invierno, la temperatura del mes más frío no rebasa los 3°C y la del mes más caliente los 25°C. Los Valles Centrales tienen clima seco estepario, con lluvias en verano, la temperatura media anual es superior a los 20°C. La región de la Sierra Madre del Sur, que comprende los distritos de Sola de Vega, Miahuatlán y Yautepec tienen un clima templado moderado, con lluvias en verano; la temperatura del mes más caliente es superior a los 25°C (Tamayo, op.cit.).

2.1.3.- MICROLOCALIZACION.

Los Valles Centrales absorben el 57% de la superficie sembrada (3824 ha) y el 50% tanto de la producción anual estimada como del valor en la producción. En esta región destaca el Distrito de Tlacolula, en particular los municipios de Tlacolula de Matamoros (San Marcos Tlapazola), San Bartolome Quialana, San Juan Guelavía Tlacoahuaya, Magdalena Teitepac, Santiago Matatlán, Villa de Días Ordaz (Sta. Catarina Albarradas), que conforman la zona magueyera del Distrito y en conjunto explican cerca del 29% de la producción al interior del Distrito. La característica fundamental de esta zona es que son terrenos con muy poca pendiente, sus cultivos de agave no son intensivos, sino intercalados con productos básicos y los magueyes tardan en madurar entre 8 y 9 años lo que les permite tener mejor calidad que los de la zona de Yautepec.

Sus características climatológicas, altitudinales y de tipo de suelo se presentan en el cuadro 2.1.

2.2.- CULTIVO DE AGAVE EN EL ESTADO DE OAXACA.

En el Estado de Oaxaca para la elaboración de mezcal se han seleccionado magueyes en base al tamaño de la piña, contenido de azúcares, tiempo de maduración y tipo de reproducción más idónea; características que al parecer a cubierto el maguey espadín (**Agave angustifolia** Haw) que ha desplazado a una gran cantidad de especies mezcaleras y que se cultiva en casi todo el estado, principalmente en el Distrito de Yautepec y Tlacolula (distritos con la mayor densidad de agave). Sin em

LOCALIDADES EN ESTUDIO	TIPO DE CLIMA	TIPO DE SUELO	ALTITUD
Tlacoahuaya San Juan Guelavía San Marcos Tlapazola Tlacolula de Matamoros	BS ₁ hw'(w)(i')g	Cambisol Cálcico	1600 msnm
San Bartolomé Quialana Magdalena Teitepac Santiago Matatlán	(A)(C)(w'')(w)a(e)g	Cambisol Cálcico Luvisol crómico	1650 msnm
Sta. Catarina Albarradas	C̄(w ₂)(w)big	Cambisol eútrico	1820 msnm

CUADRO 2.1.- Parámetros climatológicos, altitudinales y de tipo de suelo de las comunidades en estudio (Tomado de Detenal, 1978).

bargo aún existe otro que no ha permitido lo desplacen y que le sigue en orden de importancia, que es el maguey arroqueño (**A. americana** L.) que se cultiva principalmente en el Distrito de Ejutla, Ocotlán y Miahuatlán (aunque con menor densidad por hectárea).

No por esto hay que pasar por alto que existen otros magueyes que también son utilizados para la producción de mezcal, aunque se cultivan en menor escala o existen en estado silvestre y que representa un gran reservorio de germoplasma, entre los que destacan:

1.- Maguey Tobalá o Biliá (**Agave potatorum** Zucc) que es el agave que por excelencia se usa para elaborar el mejor mezcal dado su alto contenido de azúcares, con la limitante de su pequeño tamaño de piña lo que comercialmente le ha restado importancia. Actualmente existe en estado silvestre en los Distritos de Sola de Vega, Yautepec, Miahuatlán, Villa Alta, Tlacolula, Ocotlán, Mixe y Ejutla.

2.- Maguey Sierrudo (**Agave americana** L. var **americana** Gentry) que se encuentra en Miahuatlán, Ejutla y Yautepec (cultivado).

3.- Maguey San Martinero, Marteño (**A. karwinski** Zucc) que se localiza en Ejutla y Tlacolula (cultivado).

4.- Tobasiche (**A. karwinski** Zucc forma **miahuatlán**) que se localiza en Miahuatlán y Ocotlán.

5.- Maguey Vicuishe (**A. karwinski** Zucc forma **tehuacán**) que se localiza en Miahuatlán y Sola de Vega.

6.- Maguey Mexicano (**A. rodacantha** Trel.) que se cultiva en los Distritos de Ejutla, Miahuatlán y Ocotlán.

7.- Maguey Tripón o Bola (**A. karwinski** Zucc forma **amatengo**) que se localiza en Ejutla, Miahuatlán y Ocotlán.

8.- Dub-cirial (**A. karwinski** Zucc) se encuentra en casi todo el estado, utilizándose generalmente para cercar terrenos, pero en Ocotlán, Ejutla y Miahuatlán se obtiene mezcal al asociarlo con otros agaves.

9.- Cincoañero o maguey del cinco (**A. macroacantha** Zucc) que alcanza su madurez a los cinco años y que se encontró cultivado en el siglo pasado utilizándose para producir mezcal en gran escala, solo que el menor tamaño de su piña comparado con *Angustifolia* lo desplaza y ahora solo se encuentra en estado silvestre en el Distrito de Yautepec.

En relación a los agaves pulqueros, la especie que existe en estado semicultivado o cultivado es el **Agave salmiana** Otto. ex Salm y el **Agave americana** L. que en la Sierra Norte o en la región de los Albarradas del Distrito de Tlacolula se utilizan como cerca o bien se obtiene pulque para autoconsumo.

Los agaves intleros en general son variedades de **Agave americana** L. entre los que destacan:

- Dua yell (maguey de ixtle) o maguey de castilla **A. americana** L. var **americana**.

- Doba yech du (maguey de ixtle para cordel) **A. americana** L. var **americana**.

- Doba gashon (maguey de Xagacia) **A. salmiana** Otto ex Salm var. **salmiana**.

- Dua lash (maguey del Valle) **A. salmiana** Otto. ex Salm var. **ferox** (Koch) Gentry.
- Dua bekasllyn (maguey de perro) **A. scaposa** Gentry.
- Doba bizuj (maguey gusano) **A. americana** L. var **americana**.
- Dua bsugh (maguey avispa) **A. americana** L. var **oaxacensis** Gentry.
- Doba lach (maguey del Valle) **Agave salmiana** Otto. ex Salm.
- Doba Yej (maguey de flor) o espadin **Agave angustifolia** Haw.

Los cuales se encuentran en la región de los cajonos en el Distrito de Villa Alta y en la región de los Albarradas del Distrito de Tlacolula.

Como es posible observar se encuentra una gran diversidad de especies de agave utilizados en el estado. A pesar de esto como en la mayoría de los casos las demandas comerciales hacen una selección artificial, con tendencia hacia la utilización de sólo uno de ellos por lo que la descripción del cultivo que en Oaxaca se lleva a cabo es casi exclusiva de **A. angustifolia** y con menor frecuencia de **A, americana**.

Los agaves son en general cultivos de zonas áridas y semiáridas. En estas regiones en algunos casos constituyen monocultivos casi obligados, dadas las circunstancias actuales, ya que la erosión sufrida y las desigualdades en el régimen de lluvias o en otros casos (Yucatán) la natural pobreza del suelo impiden que el maíz y otras plantas más productivas rindan cosecha, por lo cual su siembra aún cuando exista es de importancia secundaria (Halfetter, 1957), (Fig. 2.2 y 2.3).

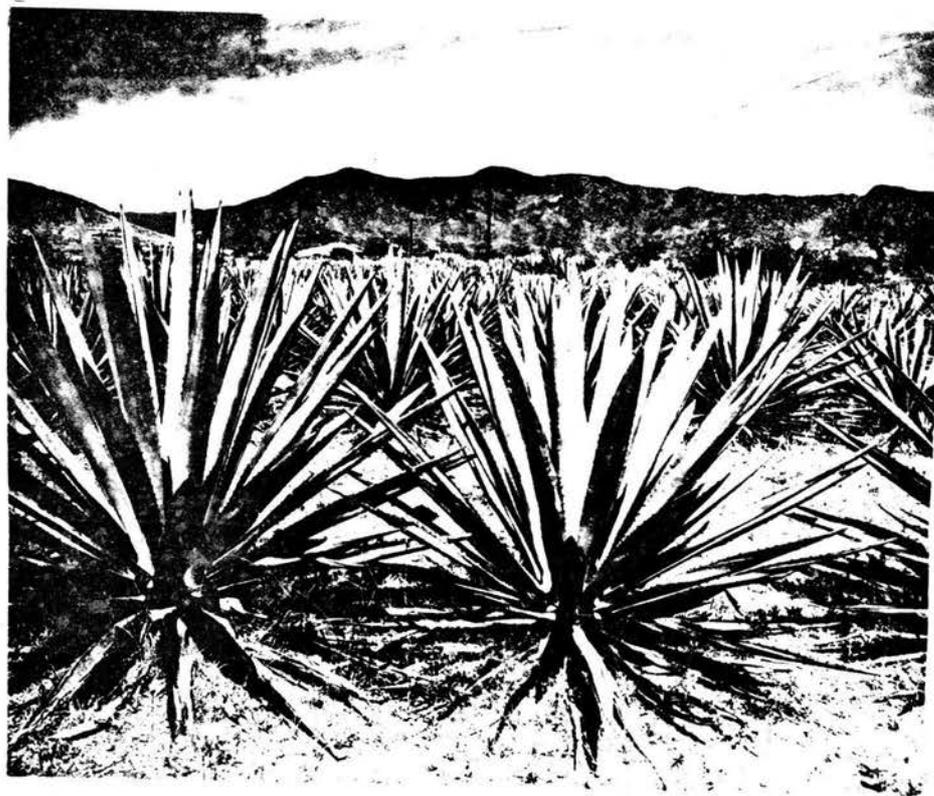


Fig. 2.2.- Aspecto general de una plantación de *Agave angustifolia* Haw.



Fig. 2.3 - Condiciones normales de cultivo para *A. angustifolia* en el Distrito de Tlacolula, Oax.

El cultivo del maguey en Oaxaca es un cultivo de ciclo largo (de 6 a 10 años) y se realiza tanto en propiedades mayores de 5 hectáreas como en menores in dependientemente de que el régimen de tenencia sea ejidal, comunal o pequeña pro piedad, por lo que el tipo de propiedad no determina su proceso agrícola, sino su in tegración al mercado, ya que es un producto comercial, aunque existen lugares don de se destina al autoconsumo, los mezcaleros que cultivan sus propios agaves (Arella nes, 1985).

El maguey es una planta que ha creado toda una tradición de cultivo en el Estado de Oaxaca, que se puede describir de la siguiente forma: En el proceso de producción del maguey se marcan una serie de etapas para su mejor comprensión como son:

- 1) ETAPA DE PROPAGACION.
- 2) ETAPA DE CULTIVO.
- 3) ETAPA DE COSECHA.

Etapa de Propagación.

En esta etapa se asegura el aprovisionamiento de material vegetativo pa ra que se pueda seguir cultivando el agave.

Generalmente los hijuelos son de naturaleza asexual ya que el hacer alma cigos provenientes de semillas no es muy usual, debido a que es muy tardado y co mo es lógico ofrece una gran variabilidad, por lo cual se prefieren hijuelos rizomatoso s solo es necesario esperar a que la planta madre cumpla de dos a tres años de e

dad que es cuando empieza a emitirlos; las actividades relacionadas con el deshije, nombre que recibe este proceso de aprovisionamiento de hijuelos rizomatosos son los siguientes:

a) Limpia de la madre: que consiste es deshierbar para poder observar el número exacto de sucursos.

b) Corte o extracción de los jihuelos, haciendo uso de barretas, coas, pa las, etc..

c) Selección de los magueyes por su tamaño y vigor.

d) Limpia, poda y tratamiento del hijuelo para su resiembra; generalmen te se cortan las hojas mas maltratadas y las raicillas secas, dejando solo el cuerpo principal, se dejan expuestas al sol y después de aproximadamente una semana a quin ce días se resiembra.

Los primeros hijuelos producidos por la planta madre se denominan de pri mera y aún cuando también se utilizan los producidos después (de 2a. y 3a.) son pre feridos los primeros.

Para el caso de la obtención de bulbillos apomicticos, el proceso es más largo y laborioso, sin embargo ofrece a cambio una mayor cantidad de propagulos por planta, ya que la apomixis se induce y se producen aproximadamente 2500 ma gueyitos por escapo floral.

Esta forma de propagación ha recibido especial atención tanto por los cam pesinos, como por programas estatales. En vista de las características propias del gé nero Agave y en especial de Agave angustifolia de producir hijuelos apomicticos se ha sometido a las plantas a un proceso de apomixis inducido que consiste en llevar

a cabo las siguientes actividades:

a.- Selección de los magueyes (planta madre) para el proceso de reproducción en función de su tamaño y resistencia a plagas y enfermedades.

b.- Técnicas culturales especiales durante el crecimiento del escapo floral (deshierbe), en caso de no ser trasladado a un sitio especial para un mejor cuidado (maternidad).

En este sitio se le hace una cepa especial, se fertilizan con abono de gallina y reciben un riego semanal. Incluso algunos campesinos utilizan enraizador comercial para asegurar su readaptación.

c.- Cuando ya se ha producido la inflorescencia (de mayo a junio) y se encuentran las flores aún en botón, se procede a cortar los tépalos con estambres y gineceo para inducir el proceso apomictico lo que comunmente se conoce como capado, es laborioso ya que se corta una por una de las flores.

d.- Después de aproximadamente 5 meses (entre octubre y diciembre) se producen los bulbillos en las umbelas de la inflorescencia, con diferentes grados de desarrollo y algunos amontonados sobre cada ramificación floral, aproximadamente se obtienen por planta de 2500 a 3500 magueyitos.

e.- Selección de los bulbillos para su siembra, se seleccionan en función a su tamaño y forma ya que existen algunos muy deformes.

f.- Preparación del vivero y siembra del magueyito; generalmente la ubicación del vivero es en los patios de la casa del productor, donde es fertilizado y cuidado en forma especial.

g.- Deshierbe y riego ocasional en el vivero que dura aproximadamente de

18 a 24 meses.

h.- Selección del maguey para el trasplante. Se selecciona de acuerdo al tamaño y vigor de las plantas.

i.- Poda y trasplante definitivo al campo de cultivo. Se someten a un periodo de tensión de agua y exposición de sus raíces al sol, para continuar con el corte de las mismas y de las hojas más viejas, para después proceder al trasplante.

Este tipo de proceso se da generalmente a nivel de huerto familiar, en los patios de las casas principalmente en poblaciones del Distrito de Tlacolula (Santa Ana del Valle, Villa de Días Ordaz, San Juan Teitipac, Magdalena Teitipac, Tlacolula de Matamoros y Santiago Matatlán), en menor medida en Ocotlán y Ejutla de Crespo y Yautepec (Sánchez, 1985).

Etapa de Cultivo.

Generalmente se cultiva en zonas con pendientes que van desde los 15° hasta los 45° ó más, en donde en ciertas condiciones aparece como monocultivo de **escarda**, también se cultiva en terrenos planos, en donde suele asociarse con otros cultivos como es el caso del maíz-higuerilla, frijol y calabaza que es lo mas recomendable, para una mejor utilización del suelo.

En esta fase existen algunas diferencias en las prácticas culturales realizadas en base al número y forma del cultivo, por lo cual se ha hecho una división de éstos cultivos para su mejor análisis:

1.- Siembra intensiva-extensiva.

- 2.- Siembra semiintensiva-extensiva.
- 3.- Siembra no intensiva-especializada.
- 4.- Siembra dispersa y especializada.

Siembra intensiva-extensiva.

Bajo esta categoría se define a los cultivos que se realizan principalmente en terrenos con pendientes pronunciadas y que presentan una densidad de 2000 a 2500 agaves/ha.

Este tipo es característico del Distrito de Yautepec, en donde se está ampliando la frontera agrícola, por lo cual se somete al tradicional sistema de roza, tumba y quema. Después se procede a sembrar los agaves auxiliándose de una coa, ya que la pendiente no permite el uso de yunta; se siembra un poco antes de la época de lluvias para aprovecharlas, a una distancia aproximadamente de 2 m.. Después del sembrado, en el primer año el plantel de agave requiere de dos limpiezas que se efectúan al iniciarse las lluvias, durante julio y a finales de septiembre. Durante el segundo y tercer año se realizan las mismas actividades, en los primeros tres años si la pendiente lo permite se puede asociar algún cultivo, después el tamaño de los magueyes lo impide. En Yautepec el agave emite su escapo floral después del séptimo año.

Este tipo de cultivo de **Agave angustifolia** ha traído consigo un deterioro bastante significativo, ya que existen problemas de erosión pronunciados (Palma y López, 1985), debido a que se cultiva por dos y hasta tres ciclos el maguey sin dejar descansar el terreno hasta que el suelo se agota.

Sin embargo, existe la aseveración de que el maguey es una de las plantas retenedoras de suelos y no participa en el proceso de erosión, olvidándose que dicho fenómeno solo se lleva a cabo de manera natural y no en la forma en que se cultiva (mayor densidad de plantas por superficie, monoespecificidad y coetaneidad) y muchos menos si no se toman en cuenta las curvas de nivel.

Cuando se siembra en terrenos recién rozados, se obtienen excelentes rendimientos que van disminuyendo cuando se siembra por segunda o tercera vez presentándose problemas de erosión y fitosanitarios que convierten estas zonas en inaprovechables.

Siembra semiintensiva-extensiva.

En esta categoría se incluyen a los cultivos que se realizan en terrenos de segunda y tercera clase, en laderas, lomas y terrenos pedregosos no aptos para otros cultivos que presentan una densidad no mayor de 1500 agaves/ha. Es decir aproximadamente a 2 m. de distancia entre agaves, dejando un espacio entre hilera e hilera de magueyes de 3.5 a 5.0 m.; esta distancia y la densidad varía de lugar a lugar, porque aprovechan para sembrar de manera asociada maíz, frijol y calabaza. En algunos lugares por la disposición de los agaves, el cultivo asociado se puede realizar hasta los 4 años; sin embargo en otros por ejemplo (San Marcos Tlapazola, Tlacolula) se puede cultivar en estos terrenos durante toda la vida del maguey hasta que este es aprovechado. En los Valles Centrales para aprovechar el agave desde que se siembra hasta su madurez pasa de 8 a 10 años, que es en donde se localiza este tipo de siembra semi-intensiva y extensiva. En estos lugares se aprovecha mucho me

por el suelo, ya que existen en general los cultivos asociados que se traduce en menores problemas de plagas y enfermedades, el **Agave angustifolia** es el cultivado de esta manera.

Siembra no intensiva-especializada.

En este tipo se encuentra un caso específico en el estado, que se da en el Municipio de Amatengo Distrito de Ejutla. Este tipo de cultivo a pesar de llevarse a cabo en pendientes pronunciadas no implica problemas de erosión, por el contrario, los campesinos siembran sus magueyes en los límites de las terrazas lo cual además de brindarles beneficios, les sirven como retenedores de suelo.

Este caso además implica no solo el cultivo del maguey espadín (**Agave angustifolia** Haw) sino representa una buena estrategia de utilización del recurso al utilizar diferentes especies del género asociadas, no solo en el cultivo, sino en el mismo proceso de fermentación para la producción de mezcal. Entre los agaves cultivados así, se encuentra el maguey arroqueño (**A. americana** L.) que es de los cultivados el segundo en importancia, el maguey barril verde (**A. karwinski** Zucc), el maguey barril amarillo (**A. karwinski** Zucc forma **amatengo**), el maguey sierrudo (**A. americana** L. var **americana**), el maguey xolo (**A. americana** L.), maguey coyote (**A. americana** L.), maguey mexicano (**A. rodacantha** Trel), maguey blanco coyote (**A. americana**L.), maguey barril chino (**A. karwinski** Zucc forma **amatengo**), maguey de pulque (**A. americana** L.), Tobasiche (**A. karwinski** ZUcc), maguey de rayo (**A. lurida** Aiton), Tabasiche espina negra (**A. karwinski** Zucc forma **miahuatlán**), maguey barril gordo (**A. karwinski** Zucc forma **amatengo**), maguey de castilla (**A. americana**) maguey cenizo (**A. karwinski** Zucc).

La densidad por hectáreas es menor a 400 agaves, la distancia entre agaves es de 2 a 3 m. y entre hileras de agave varía de 8 a 15 m., por lo que además de asociar agaves, asocian el cultivo de maguey con el de otros productos básicos como maíz, frijo y calabaza. Las actividades culturales a que se someten las plantaciones son deshierbe, ocasional, sin quitar completamente la cobertura vegetal del suelo.

Siembra dispersa-especializada.

Esta forma de cultivo se da en comunidades en que se aprovechan los agaves para la obtención de ixtle y en menor grado para la elaboración de mezcal para autoconsumo. Se caracteriza por sembrarse en terrenos con pendientes no muy pronunciadas, generalmente en zonas desmontadas o en parcelas parecidas a huertos familiares. Son intercalados con maíz durante el temporal cuando no se siembran como manchones recordando a como se encuentran en forma natural, sin embargo los tienen bien localizados e identificados, los hijuelos son trasladados de la planta madre a un semillero para su mejor cuidado, pasado un tiempo aproximadamente 1-2 años son trasplantados en el lugar definitivo.

Esta forma de cultivo se da en la región de los Cajonos de la Sierra Norte y de los Albarradas en el Distrito de Tlacolula, los agaves cultivados son diferentes variedades de **A. americana** L.

Etapa de Corte o Cosecha de los Agaves.

Tanto los agaves silvestres como los cultivados cuando llegan a su estado

adulto se procede a cortar el escapo que recién ha emergido (capado), con la finalidad de que el tallo modificado o piña engrose utilizando la energía que iba a ser destinada para la floración. La edad en la que el escapo floral empieza a emerger varía en la misma especie debido a las condiciones climáticas y de cultivo, en el caso del **A. angustifolia** Haw, el Distrito de Yautepec comienza a salir el qurote a los 6 ó 7 años, mientras que en los Valles Centrales dura de 8 a 10 años por ser un lugar con temperatura menos cálida que en el Distrito de Yautepec.

Cuando el productor considera que el maguey esta a punto de "sazón" procede a cortarlo. El procedimiento consiste en cortar una a una las hojas, con machetes largos y auxiliados de barretas magueyeras, se procede a cortar las raíces procurando aprovechar la mayor cantidad de piña.

2.2.1.- IMPORTANCIA SOCIOECONOMICA DE AGAVE EN EL PAIS.

Diversos estudios han reconocido el importante papel económico, social y cultural que el maguey ha jugado durante siglos en nuestro país. Se reconoce que el maguey era para los antiguos mexicanos alimento, bebida y vestido, medicina y material para escribir, al respecto Goncalvez de Lima (1954), dice "...Seguramente jamás ha reunido la naturaleza en un objeto tan pequeño tantos elementos con que satisfacer lo que exige la necesidad, la comodidad y la civilización".

Los metl, indudablemente estaban ligados a la vida de los pueblos de Mesoamérica, a tal grado que puede ser considerada como una planta nacional a la altura del maíz y frijol, esto porque el maguey, ha producido por sí solo innumerables

beneficios para la vida de los habitantes de las grandes culturas prehispánicas los cuales desarrollaron técnicas empíricas para la obtención de diversos productos de tal manera que han utilizado la planta en forma integral (Granados, 1981) lo que Gentry llama la simbiosis hombre-agave.

Ya en las culturas precortesianas los productos obtenidos a partir del maguey fueron bien apreciados. Incluso durante la colonia la producción de bebidas alcohólicas y los distintos usos asignados al maguey sugirieron cambios importantes, debido a que cambiaron las relaciones sociales de producción y por tanto la estructura económica del país.

Cabe mencionar que la elaboración del pulque no sufrió cambios significativos.

Respecto a la elaboración de mezcal diversos autores comparten la idea de que no se producía antes de la conquista española. Fueron los españoles los que introdujeron a México la destilación del fermentado de maguey, para obtener maguey y de esta manera después de una serie de experimentos llegaron a elaborar una bebida alcohólica aceptable a la que llamaron mezcal en referencia al maguey asado que como dulce habían ya conocido los pueblos prehispánicos como Mexcalli. Humboldt destaca que se fabricaba en grandes cantidades mezcal en las intendencias de Valladolid, México, Durango y en el Reino de León hacia fines del siglo XVIII y principios del siglo XIX (Arellanes, 1985).

Es claro por tanto la importancia que tuvo en la sociedad colonial el cultivo del agave. Cuenta Humboldt la existencia de grandes plantíos de maguey en el Antiplano en particular en la intendencia de Puebla y en la de México; señala así mismo que pertenecen a especies diferentes de Maguey.

Con la Guerra de Independencia se rompen los lazos coloniales con España y con ellos se dan algunas de las condiciones necesarias para el avance pleno de las relaciones capitalistas de producción.

Es en el Porfiriato con la ampliación y la generalización de distintas obras de infraestructura (los ferrocarriles principalmente) y el mantenimiento de la estabilidad política cuando se diversifican y modernizan algunas ramas de productivas como la industria textil, la del vidrio y las de algunas bebidas alcohólicas entre las que destacan el tequila, el mezcal y otros aguardientes (Arellanes, 1985).

En la actualidad la importancia que tienen en México los distintos productos obtenidos de los agaves cultivados y algunas especies silvestres es trascendente. Haciendo incapie en que los principales usos a los que se destina es a la obtención de fibra y a la producción de bebidas (Arellanes, op.cit.).

En cuanto a la obtención de fibra las regiones mas extensas y comerciales son la zona ixtlera del Norte del país y la zona de Yucatán. Recordemos que el henequén es base fundamental de la economía yucateca, ya que en esta entidad se produce la mayor parte de la fibra para satisfacer la demanda del país, así como la internacional. La producción henequenera representó el 18.3% en tonelaje y el 48.3% en valor de la producción agrícola de Yucatán en 1980, con una superficie de explotación de 135,740 hs. que dió empleo a 57,000 hombres que concentraron su energía en el cultivo y otros 5,000 en la industrialización (Ramírez, 1985).

Por otra parte la lechuguilla (**Agave lechuguilla** Torr) y la palma samandoca (**Yuca carnerosana** Trel.) son plantas silvestres que se desarrollan predominantemente en las zonas áridas y semiáridas del país y de cuyo tallado se obtienen el ixtle del que dependen numerosas familias campesinas en la zona ixtlera del norte

del país, la cual se ubica exactamente en la porción Norte y Noroeste de la República Mexicana abarcando gran parte de los estados de Coahuila, Sur de Nuevo León Sureste de Tamaulipas, Norte de San Luis Potosí y Noroeste de Zacatecas con una extensión territorial de 200,000 km², en donde la población que habita la zona ixtlera se encuentra distribuida en forma dispersa e irregular en 1,761 localidades comprendidas en 41 municipios con una población total de 904,869 habitantes en 1970 (De Caire, 1985).

La importancia del pulque en la economía dietética rural de gran parte de la Mesa Central es decisiva y es la principal bebida y gran fuente de alimento de muchas regiones del centro del país (por ejemplo los llanos de Apam se dedican desde el siglo pasado al cultivo intenso del maguey pulquero (Halfter, 1957). Las zonas dedicadas al cultivo de este tipo de maguey ocupan unas 33,000 hs. distribuidas principalmente en Hidalgo, Tlaxcala y Puebla (Piña-Lujan, 1982).

En otras regiones se usa a los agaves como estrategia de subsistencia, tal es el caso del maguey verde (**Agave salmiana** Otto. ex Salm ssp **crassispina** Trel., Gentry) el cual constituye junto con otras especies base fundamental de la existencia de pobladores rurales del Altiplano Potosino, que es utilizado como materia prima para la elaboración de mezcal, para uso forrajero y en la construcción (Martínez, 1985).

En el caso de los agaves tequileros, vale la pena mencionar que el **Agave tequilana** Weber ha desplazado a la mayoría de las especies utilizadas para este fin, con más de 62,000,000 de plantas cultivadas en una superficie de unas 22,000 hs, de las cuales 20,000 corresponden a Jalisco y las restantes a Michoacán y Nayarit.

La producción de tequila ha evolucionado paralelamente con el desarrollo

capitalista de la rama industrial de bebidas alcohólicas, la producción de maguey para esa bebida ha sido una de las más dinámicas, tanto que creció en el período de 1950-1970 en un 286.7%, siguiéndole en importancia el maguey para mezcal cuya tasa de crecimiento fue de 9.7% como se muestra en el cuadro 2.2.

Para 1970 las entidades del país con mayor número de agaves plantados eran Jalisco (52%), Nayarit (14%), San Luis Potosí (11%) y Oaxaca (8%) por lo que consideramos (al carecer de datos recientes) que son las áreas actualmente con mayor importancia a nivel nacional ya que en ese año representaban más del 60% de la superficie sembrada del país. Como se muestra en el cuadro 2.3.

2.3.- IMPORTANCIA SOCIOECONOMICA DEL GENERO EN EL EDO. DE OAXACA.

Los agaves oaxaqueños constituyen una gran riqueza no solo natural, sino también de carácter socioeconómico. Existiendo 33 taxas del género en el estado que incluyen 27 especies, 3 variedades y 3 formas (Palma, 1989), lo cual se explica por las condiciones fisiográficas y climáticas del mismo, que brindan un gran reservorio de germoplasma que ha permitido la selección de especies con características más favorables desde el punto de vista utilitario.

Las culturas prehispánicas del estado utilizaban ampliamente a los agaves por lo que desde esa época su importancia socioeconómica ha prevalecido. Sin embargo al iniciarse el proceso de destilación de mezcal en la época de la colonia y al difundirse su práctica, los agaves mezcaleros comenzaron a tomar una gran trascendencia, todavía a finales del siglo XIX, se cultivaban diversas especies de **Agave** y ya para estas fechas se hablaba de la existencia de abundantes plantaciones en los Distritos de Yautepec, Tlacolula y Miahuatlán (Arellanes, 1985).

TIPO DE MAGUEY	1 9 5 0		1 9 7 0		VARIACION PORCENTUAL 1950-1970 % SUP. OCUPADA
	SUPERFICIE OCUPADA (HAS.)	TOTAL DE PLANTAS (MILES)	SUPERFICIE OCUPADA (HAS.)	TOTAL DE PLANTAS (MILES)	
Para agua miel	47,656	25,104	33,667	35,771	-29
Para mezcal	5,153	n. d.	10,293	17,351	99.7
Para tequila	5,882	n. d.	22,749	63,699	286.7
Totales	58,691	n. d.	66,709	116,791	13.6

CLADRO 2.2.- Agaves productores de bebidas alcohólicas en la República Mexicana (Tomado de Arellanes Meixueiro, 1985).

E S T A D O	1950 SUPERFICIE OCUPADA (HAS.)		1970 SUPERFICIE OCUPADA (HAS.)		VARIACION PORCENTUAL DE 1950 a 1970 % (Superficie Ocupada)
	TOTAL	%	TOTAL	%	
Jalisco	2,089	40.5	2,760	27	32
Guerrero	1,372	27	936	9	-32
San Luis P.	561	11	2,795	27	398
Sinaloa	331	6	1,305	13	294
Michoacán	304	6	296	3	-4
Oaxaca	149	3	611	6	310
Tamaulipas	19	0.4	402	4	3,094
Nayarit	3	0.06	298	3	9,833
Sonora	-	-	500	5	-
Resto del país	325	6	390	4	20
TOTAL	5,153	99.96	10,293	100	99.7

CUADRO 2.3.- Principales estados productores de maguey en la República Mexicana 1950-1970 (Tomada de Arellanes Meixueiro, 1985).

Con el paso del tiempo se incrementa el cultivo del agave mezcalero, tanto que a partir de la década de los 40 del presente siglo el cultivo de magueyes pulqueros e ixtleros prácticamente se abandona. La producción de mezcal va en ascenso y la del ixtle y pulque en decadencia. Nuevas áreas en los distritos con vocación para el cultivo se incorporan, como es el caso de el Camarón Yautepec, que pronto se convierte en el principal productor de agave mezcalero.

Del año 1950 a 1970 se observa un incremento considerable en la extensión superficial de más del 300% (superior a la tasa nacional) lo que representó el 6% de la superficie ocupada a nivel nacional, por lo que para la década de los 70 se conforma plenamente la región magueyera de la entidad como puede apreciarse en el cuadro 2.4.

Arellanes (1984) plantea que al no encontrar datos confiables para los años subsecuentes en cuanto a producción de agaves, considera conveniente hacer estimaciones en base a la cantidad de materia prima absorbida por la producción de mezcal en la entidad elaborando el cuadro 2.5.

Elaborado en base a los siguientes criterios:

- a) El coeficiente técnico de rendimiento 7.7 kg. de agave/litro de mezcal.
- b) Promedio de toneladas por hectárea 75.
- c) Los precios de agave no incluyen el costo de transporte.

M U N I C I P I O S	SUPERFICIE OCUPADA (HAS.)	TOTAL DE PLANTAS	PLANTAS EN EDAD DE PRODUCCION
Centro	43	82,085	7,950
Ejutla	1	9,590	4,108
Miahuatlán	31	82,455	10,300
Tlacolula	278	381,829	78,210
Ocotlán	15	24,168	14,104
Yautepec	215	443,232	40,238
Otros	243	97,121	18,185
TOTAL DEL ESTADO	611	1'120,480	173,095

CUADRO 2.4.- Principales Distritos productores de maguey en 1970 para el Estado de Oaxaca (Tomada de Arellanes op.cit.).

CONCEPTO	A Ñ O S								
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Superficie cosechada (has.)	520	560	620	635	897	972	895	922	852
Producción (tons.)	39,025	42,046	46,516	47,678	67,288	72,884	67,159	69,154	63,864
Valor de producción (miles de pesos)	13,008	21,023	28,297	38,142	69,529	75,313	134,318	195,936	574,780

CUADRO 2.5.- Producción estimada de maguey para los años 1976-1984 en el Estado de Oaxaca (Tomada de Arellanes op.cit.).

d) Para 1984, no esta considerada la compra de agave por las empresas tequileras del Estado de Jalisco.

e) Area cosechada y producción, sin considerar daños por plagas y enfermedades.

De 1976 a 1981 se observa una producción creciente de agave, misma que también incrementa el valor de la producción. Sin embargo, a partir de 1982 se nota una disminución en la superficie cosechada de agave para consumo interno, lo cual puede explicarse debido al incremento en precio que fue de un 193%.

En un estudio de disponibilidad de materia prima elaborado por el Plan de Desarrollo de la Agroindustria del Agave en el Estado de Oaxaca (1984), se estimó una superficie de 10 mil hectáreas para el año de 1980, que comparadas con las que se estimaron para 1983 (6,726.5 hs.) se observa una disminución real de un poco más de 3 mil hectáreas, lo que nos indica que si bien la producción agave creció, en menor proporción lo hicieron las plantaciones para reponer las superficies cosechadas, lo que nos muestra que a corto plazo habrá una escases de materia prima para mantener a la industria mezcalera de la entidad o en caso de haberlas, los precios por tonelada serán sumamente elevados.

Esto implica problemas socioeconómicos graves para el sustento de alrededor de 16 mil campesinos entre grandes y pequeños productores, por lo cual se justifica el estudio de las principales enfermedades que afectan este recurso que pueden propiciar aún mas un decremento en la producción de Agave en el Estado de Oaxaca.

2.4.- PROBLEMAS FITOSANITARIOS Y METODOS DE CONTROL.

Problemas Fitosanitarios.

Cuando los cultivos de **Agave** en Oaxaca dejaron de ser solo para autoconsumo y se convirtieron en grandes áreas de explotación, provocaron una serie de problemas agronómicos entre los que destacan los de tipo fitosanitario, fertilidad y erosión del suelo y la escasa diversidad de especies entre otros.

Como resultado de las constantes visitas de campo a las áreas magueyeras, hemos constatado la presencia de plagas y enfermedades cuya incidencia por área de cultivo y por planta son en algunos casos graves e incluso han provocado que campos enteros de maguey sean abandonados ante la simple idea de invertir tiempo y dinero en un cultivo que no tendrá los rendimientos deseados.

En vista de que no existen trabajos que se avoquen al estudio de las enfermedades de las especies de agave en el estado se procedió a recabar información sobre esta temática, aunque basada en otras especies que a continuación se enumeran:

Pérez Lázaro en 1887 describe una enfermedad conocida como "gangrena" causada por microorganismos no identificados, los cuales propiciaban la descomposición de las raíces y el tallo (piña) del **Agave tequilana** Weber en la región de Tequila Jalisco.

Grant 1904 (Citado por Díaz Plaza), reportó una mancha foliar encontrada en varias especies del género **Agave** como: **Agave americana**, **A. atrovirens**, **A. horrida**, **A. potatorum**, **A. uthaensis**, y **A. spp.**, causando frecuentemente la muerte de

plantas jóvenes, la sintomatología se presentaba como manchas circulares y elípticas que se iban uniendo hasta cubrir toda la penca, de color verde olivo a café o gris causada por **Colletotrichum agave** Cav., tal daño se encontró en especies del Jardín Botánico de Washington D.C.

Gabriel Blanco en 1906 cita una enfermedad que atacaba al **Agave tequila** Weber en Tequila Jalisco y, que consistía en la aparición de pequeñas puntuaciones negras sobre la epidermis de la hoja, que se agrandaban al paso del tiempo y tomaban una coloración café oscuro de apariencia seca y de la que se desconocía a esa fecha el agente causal.

Gandara (1912), reporta un daño producido por el hongo **Homostegia parry** (Farlow) y que presentaba la siguiente sintomatología; se iniciaba al parecer con la presencia de manchas amarillentas de 5 mm. de diámetro aproximadamente que aparecían tanto en el haz como en el envés de la penca para después aumentar en diámetro y número de las manchas las cuales se presentaban como en relieve viéndose en ellas círculos concéntricos de puntos de color leonado que van secando por completo la penca, esta enfermedad fue encontrada en el maguey de mezcal de Tequila Jalisco.

Cook (1939) estableció que la enfermedad más común del sisal (**A. sisalana**), en Puerto Rico era una antracnosis causada por **Colletotrichum agaves** Cav., además mencionaba que en Brasil se encontraba una antracnosis ocasionada por **Gleosporium agaves**, en Colombia una mancha foliar ocasionada por **Marssonina agaves**, en Argentina otra mancha foliar causada por **Septoria megalospora** y en Costa Rica un trastorno de las hojas llamado "peca" producido por **Tebercularia agaves**.

Según Cortés en 1943 las plantaciones de Yucatán presentaban picaduras del pulgón del género **Pseudoschnapsis** en las pencas del henequén (**A. fourcroyde**), lo cual confería fácil sitio de entrada al hongo **Colletotrichum agaves**.

Pérez en 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. Además establece que el hongo más comúnmente encontrado en las hojas del henequén (**A. fourcroydes**) era el **Colletotrichum agaves**.

Halfter (1958) cita varios autores entre ellos a Herrera (1907), Urzueta (1938) y Pérez (1938), quienes reportaban que del 60 al 70% de las plantas observadas presentaban distintas manchas foliares y que en la mayoría de los casos existían crecimientos fungosos. Los hongos hallados fueron: **Colletotrichum agaves**, **Helminthosporium sp.** y **Pleospora sp.** el primero como patógeno y los demás como saprofitos, todo esto en plantaciones de henequén.

Halfter (1957) cita a Péres Toro quien reporta una enfermedad conocida como "manchado o antracnosis" que afecta notablemente al **Agave fourcroydes** en Yucatán y que era causada por un conjunto de hongos entre los cuales los más importantes son: **Colletotrichum sp.** y **Sphaceloma sp.**, este mismo autor aseguraba que en los plantíos del henequén se notaba un gran número de hojas secas total o parcialmente con apariencia amarillenta y rojiza que además presentaban exudaciones viscosas que era causada por una bacteria no identificada. Esta enfermedad era conocida como "gomosis o secazón".

Mesa (1959) señala la presencia de manchas ocasionadas por microorganismos en **Agave fourcroydes** en la península de Yucatán principalmente por bacterias

no identificadas, (sequedad de la hoja) por el hongo **Colletotrichum agaves** (antracnosis), y **Phytophthora sp.** (podredumbre del cogollo).

Rojas (1959, citado por Díaz Plaza) menciona que frecuentemente existe la presencia de gran cantidad de manchas en las pencas que ocasionan que un porcentaje considerable de estas resulte de la clase "B" (segunda calidad). Estas manchas demeritan la calidad de la fibra y se debe a que el campesino sólo se preocupa por sacar provecho inmediato, sin poner el menor empeño, ya que dichas manchas sólo se evitarán con tener limpios los campos.

Menon y Colaboradores citados por Jacob y Vexkull (1964) establecieron que en donde se presenta la pudrición del cogollo, el tizón de la penca y la pudrición de la penca en plantas del género Agave, los suelos denotan una marcada pobreza de nutrientes especialmente de potasio.

Bock (1965) citado por Díaz Plaza resalta que en periodos prolongados de lluvias y alta humedad relativa hay un mayor ataque de patógenos. Así mismo cita que la enfermedad mas importante que presentaba el 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 el sisal, la presencia de manchas en las hojas causada por hongos es esporádica y que generalmente eran parásitos de heridas que sólo ocasionalmente producían pérdidas económicas, por ejemplo **Colletotrichum agaves** que ocasionaba una antracnosis sobre el sisal, además los siguientes hongos eran capaces de producir lesiones en las pencas del sisal: **Myrothecium verrucaria**, **N. roridum**, **Fusarium semitectrum**, **F. solani**, **Botrydiploidia theobromae** y **Aspergillus niger**.

También reporta a la enfermedad mancha-cebra como una de las más importantes que atacaba al híbrido 11,648 de Tanzania la cual es causada por las especies: **Phytophthora arecae** y **P. nicotiana** (p. parasítica).

Bock (1965) citando a Grandall et.all. (1964) menciona que la mancha negra de la hoja del henequén (**Agave letonea**), causada por **Botryodiplodia theobromae** ocasionaba pérdidas en la producción hasta del 30% en el Salvador.

González (1968), establece que la pudrición del cogollo del henequén era ocasionada por un hongo del género **Fusarium** que desarrolló los síntomas en las pruebas de patogenicidad sin embargo el mismo menciona, que también se aislo una bacteria de esta enfermedad que no produjo los síntomas típicos pero que probablemente al hacer pruebas de sinergismo aumentará el vigor parasítico de la enfermedad.

Frolich y Rodeward (1970) mencionan que las dos especies de hongos que podían causar daños marcados en el cultivo del género Agave: **A. rigida** var sisalana, **A. fourcroydes** y **A. sisalana** son **Colletotrichum agaves** produciendo manchas café oscuras que ocasionan un marchitamiento de las hojas, manchas elípticas de un color café o púrpura con centro gris o café brillante eran debidas al ataque de **Contothyrion concentricum**.

En Cuba, González, Avila y Barrios, 1971 (Citados por Díaz Plaza, 1984), al examinar microscópicamente material enfermo proveniente del escapo floral (varejón) y de hojas de plantas jóvenes, ambas con ataque semejante encontraron la presencia de abundantes esporas de un hongo del género **Cercospora** por lo cual concluyeron que este organismo era el causante de dicha enfermedad o anomalía.

Kachecheba, 1976 (Citado por Díaz Plaza) establece que la pudrición del ta

llo era causado por **Aspergillus niger** era la mas seria enfermedad del sisal. El mismo autor menciona que **A. niger** no es el único patógeno causante de esta pudrición. **Pythium spp.**, **Phytophthora sp.**, **Botryodiplodia theobromae**, **Erwinia sp.** y **Pythium aphanidermatum** se han encontrado como responsables de pudriciones similares. La enfermedad mancha-cebra es de importancia en el sisal de Tanzania y es causado por **Phytophthora spp.** incluyendo a **P. parasítica** var **nicotiane** y **P. infestans** además es ocasionada también por **Pythium aphanidermatum**.

The Tanganika Sisal Grower's Association (1974) reporta una serie de enfermedades que atacan al sisal (**A. sisalana**); la enfermedad que mas estragos causaba es la conocida como "tronco" podrido que se manifiesta al principio como un suave pudrimiento amarillo del tronco, de donde se extendía a la base de las pencas. Un color rojizo podía ser observado en la base de las pencas y finalmente cuando todas las hojas quedaban amarillas, el tronco en su totalidad se pudría y las hojas caían sobre él, y lo ocasionaba **Aspergillus niger**, si se encontraba asociado con condiciones bajas de calcio en tierras ácidas y por hongos del género **Pythium** o **Phytophthora**, si existían en condiciones excesivas de humedad, suelos encharcados o arcillosos. La misma asociación menciona también una enfermedad que causa graves pérdidas en el agave híbrido número 11,648 y es conocida como la mancha-cebra, que es una mancha foliar que comenzaba como una lesión circular rápidamente creciente sobre las hojas y que predomina durante el tiempo de humedad. Las manchas de esta enfermedad estaban caracterizadas por anillos concéntricos los cuales al secarse daban un rayado muy especial y era producido por un hongo del género **Phytophthora**. También cita una enfermedad más que es conocida como "antracnosis", y que se mostraba como manchas circulares o ligeramente ovaladas de 10 a 25 mm. de diámetro sobre ambas superficies de la hoja. Que se indicaban como puntos verdes indi

viduales los cuales eran más oscuros que el tejido circundante y subsecuentemente se tornaban de tabaco a gris y se profundizaban, el agente causal es **Colletotrichum agaves**.

Pérez Serrato (1980) menciona una producción bacteriana de la cabeza que manifestaban sus síntomas en el cogollo y en las pencas basales, establece además que era la enfermedad más importante de esa fecha del antiplano; sobre todo en el Estado de México, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala y también se han encontrado fuertes daños en Oaxaca, Jalisco y la Península de Yucatán en donde se cultivan varias especies del género **Agave**. A esta enfermedad también se le conocía como "secadera y pudrición blanda del mayollote" el agente causal es una bacteria del género **Erwinia**.

Díaz Plaza en 1984, describe una enfermedad que presenta la siguiente sintomatología; 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 en forma rápida de la parte apical hacia la basal pudiendo cubrir la hoja en su totalidad. Frecuentemente se puede observar una secreción gomosa de color rojo y el agente causal es una bacteria del género **Erwinia**, cita además otras enfermedades como: una antracnosis foliar concéntrica ocasionada por un hongo del género **Cercospora**, y una enfermedad muy típica y relevante para el cultivo de henequén en la Península de Yucatán que afecta al escapo floral, disminuyendo notablemente la posibilidad de producción de bulbillos ocasionada por una especie del género **Cercospora**.

El Dr. Leopoldo Fucikowski (1984) hizo una visita al Estado de Oaxaca,

específicamente a la región del Camarón Yautepec en donde tomó muestras de plantas afectadas desde la raíz hasta el cogollo con una pudrición semiseca de color café rojizo. Reporto la sintomatología como una marchitez, ennegrecimiento y muerte de las hojas inferiores que afectan en gran medida al *Agave angustifolia* y que es denominada "secazón".

Métodos de Control.

Pérez Lázaro en 1887 propone extirpar de los cultivos los magueyes que comienzan a presentar síntomas de la epidemia, y luego poner fuego en el lugar que ocupaban para destruir los gérmenes remanentes, si los había e impedir su propagación a las plantas inmediatas.

Bowen y Obregón (1954) citados por Díaz Plaza en 1984, mencionan que la utilización de productos que eleven el costo del cultivo no se deben utilizar, como lo son fungicidas e 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 encuentran en el campo, evitar usar utensilios contaminados al hacer el corte y cortar las hojas cuando esten enfermas y destruirlas con fuego.

Pérez Serrato (1957) citado por Halfter propone adoptar medidas generales para el control de la antracnosis y otras enfermedades como:

Limpieza de los plantales; cuarentena de las zonas más afectadas, abono y siembra correctas para estimular el desarrollo de las plantas; establecimiento de los nuevos plantales usando hijuelos sanos y otras medidas particulares para cada en

fermedad. Es importante quemar todos los troncos viejos o plantas muy dañadas, pues son focos constantes de infección. Deben desinfectarse los instrumentos de corte o poda al pasarse de plántulos enfermos a otros sanos.

Deben evitarse todas las heridas innecesarias en las hojas. Este autor menciona que el control de las enfermedades bacterianas es difícil y costoso y en ocasiones infructuoso, pero existen algunas medidas que conviene probar como: los antibióticos Agrymicin.

Halfter (1958) indica que el control de plagas y enfermedades del henequén ha sido muy descuidado debido en parte a las desfavorables condiciones socioeconómicas. El mismo autor menciona que Herrera recomienda podas y quema de las plantas más dañadas y 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. El mismo menciona que hasta la fecha no se ha encontrado un método de control seguro, de tal manera que las medidas que se aconsejan son de carácter preventivo.

Boock (1967) menciona que Peregrine (com.per.) obtuvo un control aceptable de la mancha-cebra, pero el control directo de la pudrición del tallo todavía está sin resolverse; y que solamente la reducción de los focos de infección en las plantas lo ha llevado a disminuir la incidencia de esta enfermedad. Peregrine, haciendo pruebas en invernadero y en campo encontró que los compuestos de Mancozeb y cobre controlan la enfermedad llamada mancha-cebra causada por **Phytophthora arecae** sobre el híbrido 11,648 en Tanzania, y recomienda que cuando los compuestos de cobre sean tóxicos, se aplique el Dithane M-45 (Mancozeb) como protección durante la época de lluvias.

Frolich y Rodeward (1970) mencionan que cuando se presentan los hongos **Colletotrichum agaves** y **Coniothyrium concentricum**, sobre algunas especies del género **Agave**, la forma más adecuada para su control es utilizando el caldo bordelés. Es blecen además que varias especies del género **Agave**, tales como: **A. rigida**, var. **sisalana**, **A. fourcroydes** y **A. mexicana** son susceptibles al ataque de varios hongos so bre todo a dos especies que ocasionan daños considerables en las hojas; **Colletotri** chum agaves y **Coniotyrium concentricum**.

The Tanganyka Sisal Grower's (1975) propone la corrección de drenaje o deficiencias del suelo como un tipo de control cultural para el caso de la enferme dad tronco podrido que afecta al **Agave sisalana** y para el caso de la mancha-cebra sugiere como un control parcial el uso de algunos fungicidas. Además establece que el híbrido 11,648 no deberá ser plantado en declives en tierras muy gruesas o du ras, o en la dirección del declive.

Pineda (1983) en base a un estudio experimental, establece que el caldo bordelés cumple satisfactoriamente con el control de la enfermedad conodida como "pudrición café del meyollote", producido por una bacteria del género **Erwinia** afec tando al **Agave atrovirens**.

CAPITULO 3.- OBJETIVOS.

3.1.- OBJETIVO GENERAL.

Determinar, evaluar y jerarquizar las principales enfermedades que afectan al *Agave angustifolia* Haw. y *A. americana* L. en el Distrito de Tlacolula.

3.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Determinar sintomatológicamente las principales enfermedades que afectan al *Agave angustifolia* Haw. y *A. americana* L. en el Distrito de Tlacolula.

- Evaluar los daños producidos a las plantas en estudio por los diferentes patógenos en cuanto a Incidencia por Area de Cultivo y por Planta.

- Aislar e identificar el agente causal de cada una de las enfermedades hasta género.

- Realizar pruebas de patogenicidad de cada uno de los microorganismos aislados.

CAPITULO 4.- METODOLOGIA.

4.1.- SELECCION Y TAMAÑO MUESTREAL.

En vista de la inexistencia de estudios básicos respecto al cultivo de maguey en el Estado e Oaxaca, se realizaron visitas prospectivas con la finalidad de reconocer las condiciones de cultivo de **Agave**. La selección de los municipios muestreados se hizo en base a la importancia que tienen estos en la región mas destacada por su tradición magueyera, así mismo, se consideró la densidad de maguey, y se encontraron los siguientes poblados: Magdalena Teitepac, San Bartolomé Quiana, Tlacochahuaya de Morelos, San Marcos Tlapazola, Tlacolula de Matamoros, San Juan Guelavía, Santiago Matatlán y Santa Catarina Albariadas.

De cada uno de los municipios seleccionados, se eligieron cinco parcelas con un promedio de 200 magueyes cada una, con plantas de mas de 5 años de edad, lo que en total representó 40 parcelas en las que se realizaron los trabajos de campo.(Fig. 4.1)

La unidad de análisis utilizada, entre otras cosas, para conformar los cuadros sintomatológicos fué la planta completa de cada una de las especies de **Agave** en estudio.(Fig. 4.2)

4.2.- DISEÑO PARA LA EVALUACION DE INCIDENCIAS.

En este rubro se incluyeron las evaluaciones de la incidencia por área de cultivo y la incidencia por planta, para lo cual se utilizó el Método Muestreal Estratificado al Azar, que consiste en dividir una población neterogénea en unidades homogéneas capaces de representar a la población en estudio (Sarrasola, 1975). Para la

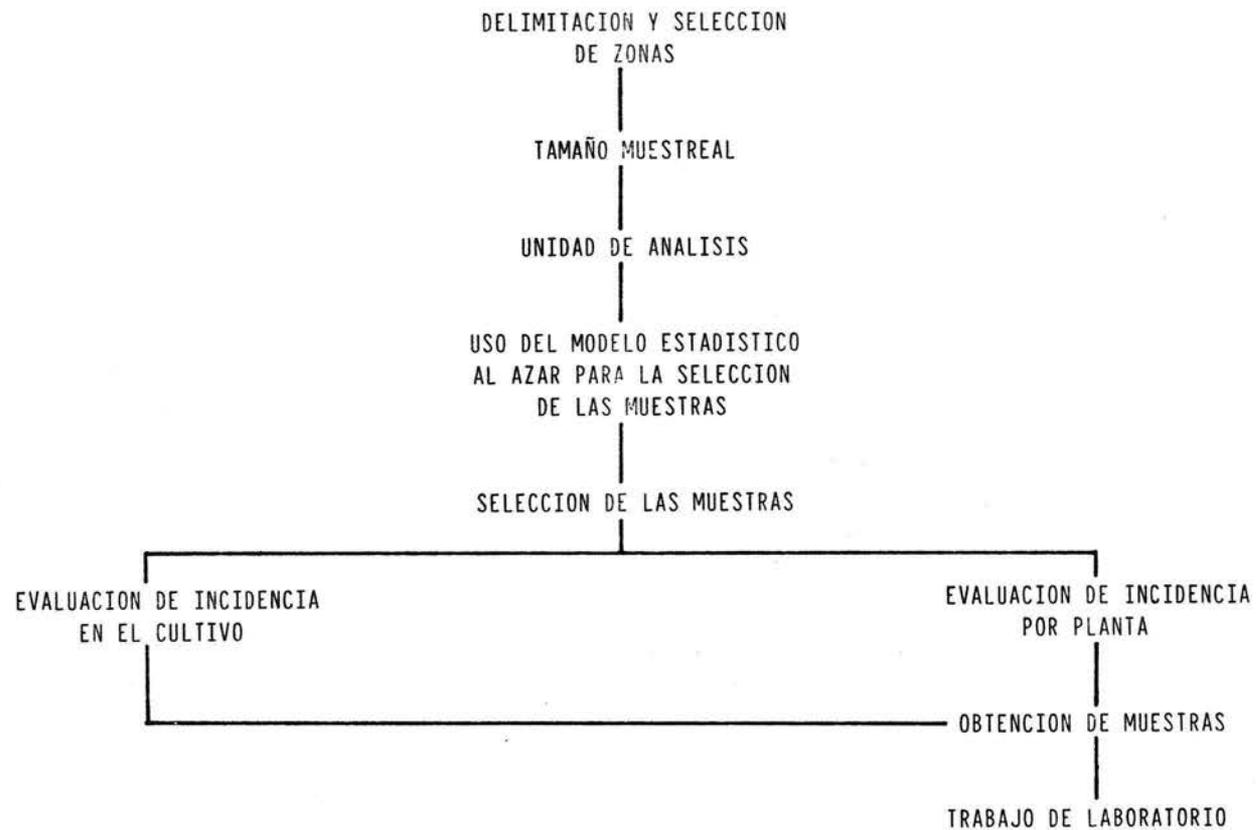


Fig. 4.1.- Diagrama de Flujo de la Metodología Utilizada.

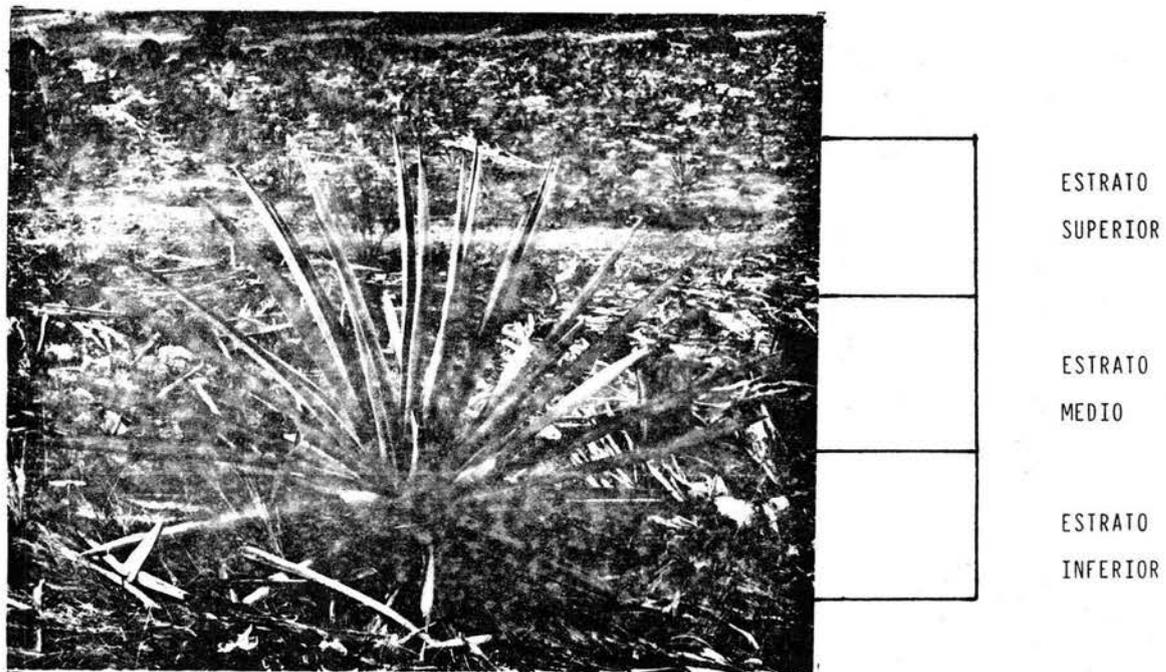


Fig. 4.2.- Estratificación *Agave angustifolia* Haw. utilizada para la caracterización sintomatológica de las enfermedades.

aplicación de dicho método se hizo necesario el manejo de la densidad de plantas por parcela, con la finalidad de uniformizar el tamaño muestral y finalmente se trabajo con parcelas de 1500 m^2 y 20 magueyes en promedio.

De las unidades mencionadas, se seleccionaron cinco cuadrantes estratificadamente, en los que a su vez se eligieron cinco plantas en cada cuadrante seleccionado, conformando un total de 25 plantas por cada parcela de 1500 m^2 . (Fig. 4.3)

Las parcelas de 1500 m^2 que cuentan con aproximadamente 200 magueyes se dividen en 10 cuadrantes de $10 \times 15 = 150 \text{ m}^2$, de ellos se tomaron cinco cuadrantes en forma estratificada y se muestrea sólo cinco magueyes de cada cuadrante que corresponde aproximadamente al 10% del total de magueyes por parcela, resultando muestreadas en total 25 plantas por unidad de área muestreada.

4.2.1.- EVALUACION DE INCIDENCIA POR AREA DE CULTIVO.

El total de plantas muestreadas por cultivo representó el 100% y en base al desarrollo sintomatológico, la incidencia se cuantificó como presencia o ausencia de cada una de las enfermedades expresado en porcentaje.

4.2.2.- EVALUACION DE INCIDENCIA POR PLANTA.

Este parámetro se determinó en base al número total de hojas dañadas contra el total de hojas por planta, en promedio para *Agave angustifolia* Haw. Se han encontrado 50 hojas por planta y para *A. americana* L. 30 hojas por planta en

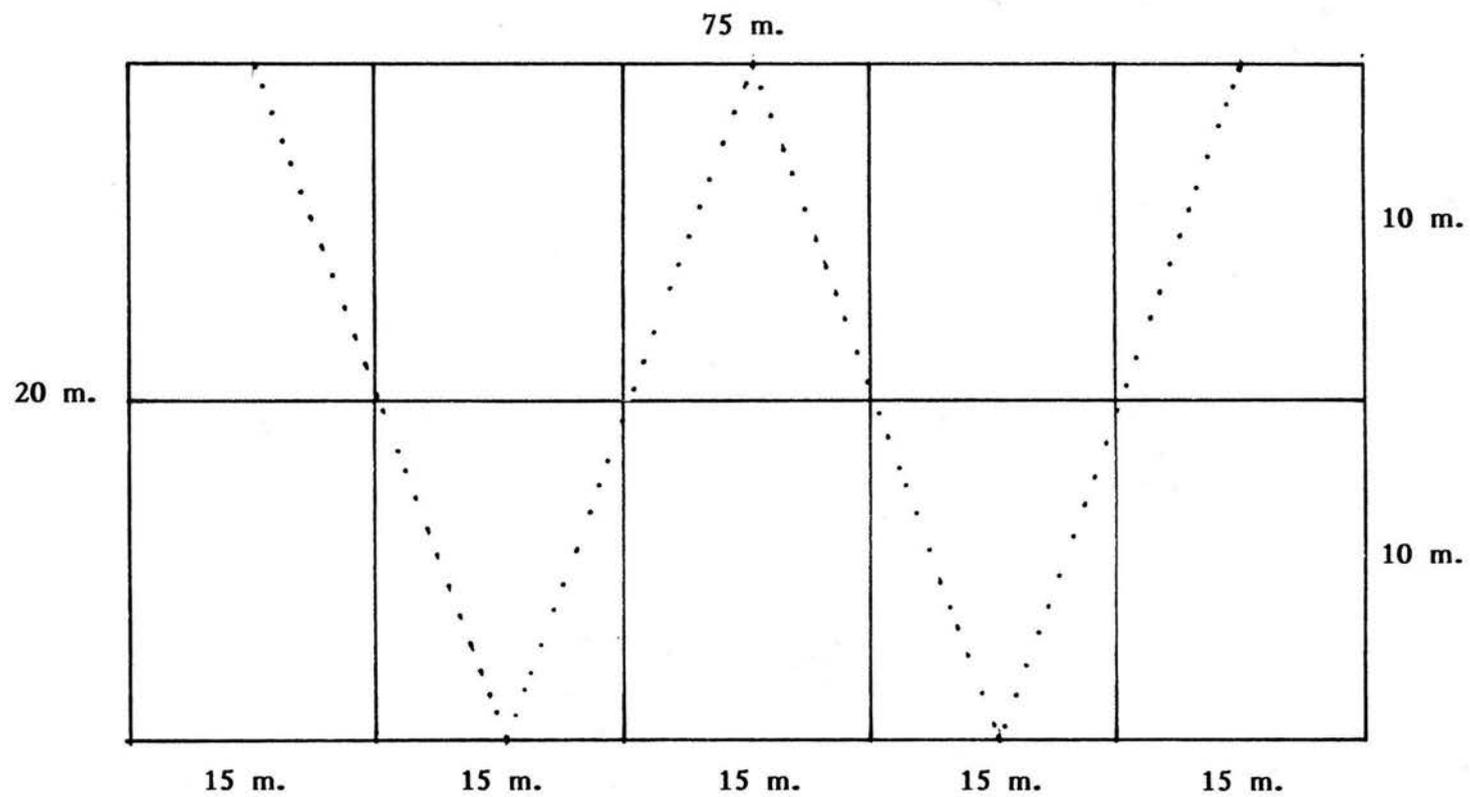


Fig. 4.3.- Modelo de muestreo aleatorio estratificado utilizado para la evaluación de enfermedades de Agave.

promedio.

4.3.- RECOLECCION DE MATERIAL ENFERMO.

Simultaneamente a la evaluación de ambas incidencias se colectaron las muestras de material enfermo, primero con el fin de caracterizar exhaustivamente cada una de las enfermedades sintomatológicamente y después para utilizarlo como material de aislamiento de los posibles agentes causales.

Las muestras tomadas consistieron en hojas completas con diferentes grados de desarrollo, ya que la mayor parte de las enfermedades fueron por daño foliar se transportaron al laboratorio hojas completas y partes de tejido de la piña o tallo modificado, en bolsas de plástico debidamente rotuladas, que se sometieron a diferentes pruebas de laboratorio.(Figs. 4.4, 4.5)

4.4.- AISLAMIENTO E IDENTIFICACION DE PATOGENOS.

Según el tipo de enfermedad y el grado de desarrollo del patógeno se siguieron los siguientes procedimientos:

Preparación de Improntas.

La utilización de improntas implicaba hacer preparaciones directas a partir de tejido dañado que contará ya con estructuras de reproducción del hongo que nos permitieran su rápida identificación. El método consiste en hacer preparaciones

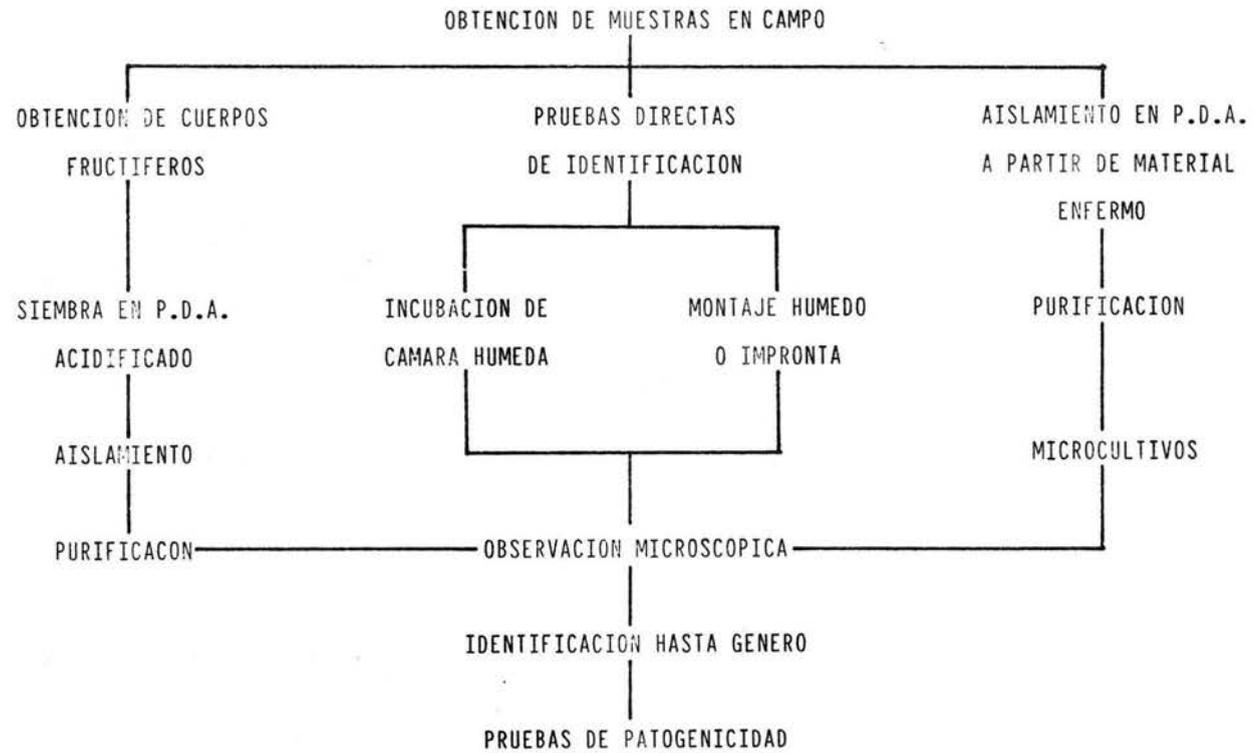


Fig. 4.4.- Diagrama de flujo del trabajo de laboratorio para la identificación de hongos que provocan las enfermedades de *Agave angustifolia* y *A. americana*.

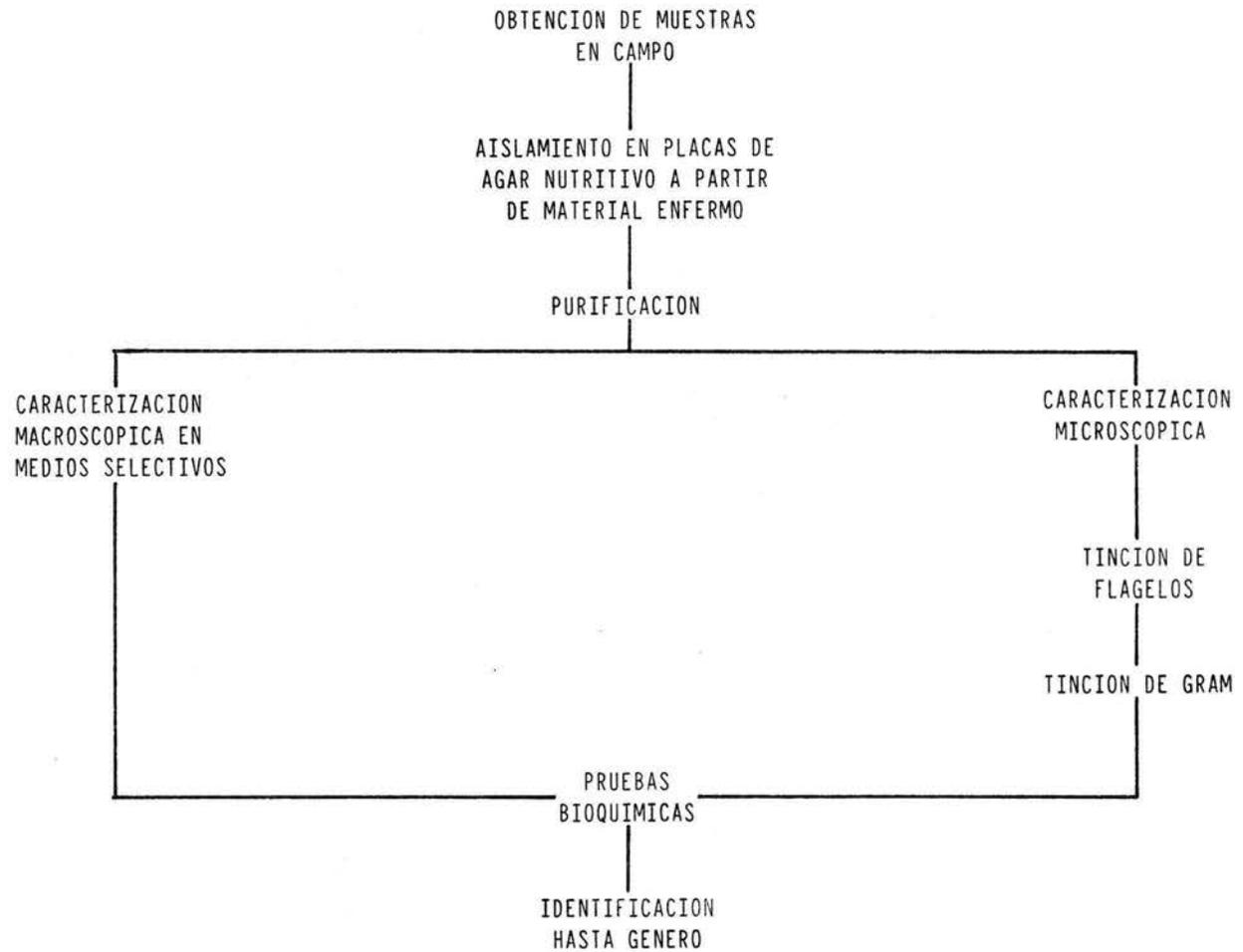


Fig. 4.5.- Trabajo de laboratorio para el aislamiento e identificación de bacterias que causan en fermedades en *Agave angustifolia* y *A. americana*.

en húmedo con aguja de disección estéril o por cintazo, (cinta adhesiva transparente) sobre el tejido dañado se pegó y después se transfirió a un portaobjetos que conte nía ya lactofenol (Agríos 1980 y López 1975).

Después, estas preparaciones se observaron al microscopio con el fin de i dentificar de forma directa.

Incubación en Cámara Húmeda.

Este procedimiento se realizó con el fin de propiciar el desarrollo rápido de estructuras que nos permitieran identificar al patógeno sobre todo se realiza, si se tiene la sospecha de que se trata de un hongo y consistió en colocar partes de tejido dañado dentro de una caja petri o bolsa de plástico que contara con papel ab sorbente y de esta manera propiciar una humedad relativa mayor que traería consigo la fructificación del hongo.

Cabe mencionar que las dos técnicas referidas anteriormente son rápidas y directas por lo cual es posible tener una aproximación del origen del agente cau sal, las que se describen a continuación son más específicas, ya que al menos se de bía tener idea de que microorganismo se trataba, para la preparación de medios se lectivos para su posterior aislamiento.

Aislamiento de Hongos en Medios de Cultivo.

Este tipo de aislamiento se realizó de dos formas: el primero, en caso de encontrarse estructuras de reproducción o fragmentos miceliales del hongo se sem braron directamente en el medio de cultivo (PDA acidificado) en placas previamente

preparadas, se incubo por espacio de 48 horas a 28°C y después de este tiempo se realizaron reaislamientos para lograr un cultivo puro, y de este se caracterizó la morfología macroscópica y posteriormente se realizaron microcultivos o preparaciones directas que se observaron al microscopio con el fin de identificación.

La otra forma de aislamiento se realizó a partir de material dañado, es decir cuando sólo se encontraron lesiones o manchas sin ninguna estructura evidente del microorganismo. El procedimiento fué el siguiente, se cortaron trozos de tejido de aproximadamente un cm^2 en el margen de la lesión, tomando parte de tejido sano y enfermo. Después se transfirieron a vasos de precipitado con una solución al 1% de hipoclorito de calcio por cinco minutos, y se pasaron nuevamente a vasos con agua destilada para enjuagarse, sucesivamente en dos o tres ocasiones, después de esto se colocaron en papel absorbente en condiciones de esterilidad, y por último se colocaron los trazos de tejido sobre el medio de cultivo con pinzas previamente flameadas. Se incubó a 28°C por 48 horas y de aquí se hicieron reaislamientos para lograr un cultivo puro y caracterizar macroscopicamente y después realizar microcultivos de cada uno de ellos.

Preparación de Microcultivos.

El microcultivo consiste en poner pequeños cuadros de medio de cultivo de aproximadamente un cm^2 sobre un portaobjetos y sembrar el microorganismo e incubarlo dentro de una caja petri con papel absorbente previamente humedecido en el fondo de esta. Después de 48 horas de incubación a 28°C se somete a vapores de lactofenol por 20 minutos para matar al microorganismo y con extremo cuidado se coloca el cubreobjetos donde creció el hongo sobre otro portaobjetos que ya tiene

lactofenol y de esta forma se observó al microscopio las estructuras de reproducción en condiciones ideales para su identificación, mediante comparación con claves especializadas (Barnett 1960).

Aislamiento de Bacterias en Medios de Cultivo.

En caso de sospechar que el patógeno pudiera ser una bacteria el tratamiento es diferente. Se cortan también trozos de tejido dañado de aproximadamente un cm^2 en el margen de la lesión, tomando parte de tejido sano y enfermo. Paralelamente se prepararon tubos con agua destilada estéril y tubos con desinfectante (hipoclorito de sodio al 1%), en cada tubo con desinfectante se depositan los trozos de tejido dañado por espacio de 5 minutos y después se enjuagan con agua destilada estéril, se sacan los trozos de los tubos y se transfieren a otros con agua destilada estéril y se dejan en ellos por espacio de una hora con la finalidad de obtener una suspensión que contenga a los microorganismos deseados.

De la suspensión obtenida se toma 0.1 ml. y se deposita sobre una placa de Agar nutritivo previamente preparadas, distribuyéndose homogéneamente con una varilla acodada, se incubaron por 24 horas a 37°C , y pasado este tiempo se aislaron en cultivo puro y se caracterizó morfología colonial. En base al tipo de bacteria que se trataba según bibliografía se seleccionó los medios de cultivo selectivos y también las pruebas bioquímicas para la identificación hasta género.

4.5.- PRUEBAS DE PATOGENISIDAD.

Para comprobar que los microorganismos aislados son realmente los agentes causales de la enfermedad, se realizan pruebas de patogenicidad siguiendo los postulados de Koch, para ello se utilizaron 5 plantas de 2 años de edad de cada una de las enfermedades para lo cual se procedió de la siguiente manera: de los cultivos puros en caja previamente caracterizados tanto macro como microscópicamente con 48 horas de edad se cortaron cuadros de aproximadamente un cm².

Se seleccionaron previamente cinco magueyes por enfermedad y 3 pencas por planta, los cuales se lavaron y desinfectaron con una solución de etanol al 95%, cada una de las pencas fué dañada en forma diferente, una de ellas fué raspada con una lija de agua (abrasivo), a otra se le fué levantada la cutícula o capa cerosa y a la tercera no se le provocó daño, cada uno de los tratamientos se hizo en tres partes de la penca; en la parte apical, la parte media y la basal.

Después se inocularon tres hojas de cada planta depositando los trozos de agar con el microorganismo, este proceso de inoculación se hizo por la mañana y se las plantas con bolsas de plástico para facilitar la penetración de patógeno, una vez transcurridas las 24 horas se retiraron las bolsas de plástico y se hicieron observaciones diarias del desarrollo de cada una de las enfermedades, posteriormente se realizaron aislamientos por el método de siembra en trozo de tejido enfermo que se describió con anterioridad para corroborar la presencia del microorganismo que se había inoculado.

CAPITULO 5.- RESULTADOS.

5.1.- CARACTERIZACION SINTOMATOLOGICA.

Las diferentes enfermedades que afectan a los **Agaves angustifolia y americana** en el Distrito de Tlacolula presentan la siguiente sintomatología:

Mancha Cebra (*Alternaria* sp).

Esta enfermedad (Fig. 5.1 y 5.2) causa un daño foliar que se inicia con una lesión circular de color café en cualquier parte de la hoja, y avanza rápidamente en forma concéntrica. Las manchas coalescen adquiriendo una coloración cremosa que cubre la totalidad de la hoja, siendo los bordes de las manchas de un café más intenso, tomando la hoja entonces una consistencia apergaminada. Se presenta en especies de **Agave angustifolia y Agave americana** en estado adulto y daña generalmente las hojas de los estratos del tercio medio y superior (Fig. 4.2).

Punta Seca (*Fusarium* sp).

En dicha enfermedad (Fig. 5.3 y 5.4) las hojas comienzan a colapsarse inmediatamente por debajo de la espina apical, tomando una coloración café oscuro a negro, endureciéndose conforme se deshidratan. La enfermedad progresa rápidamente de la parte apical hacia la basal de la penca pudiendo cubrir la hoja en su totalidad. Dicha enfermedad puede dañar a **Agave angustifolia y A. americana**, afectando las hojas más viejas, así como las más jóvenes es decir que puede encontrarse en el estrato superior, medio y bajo.

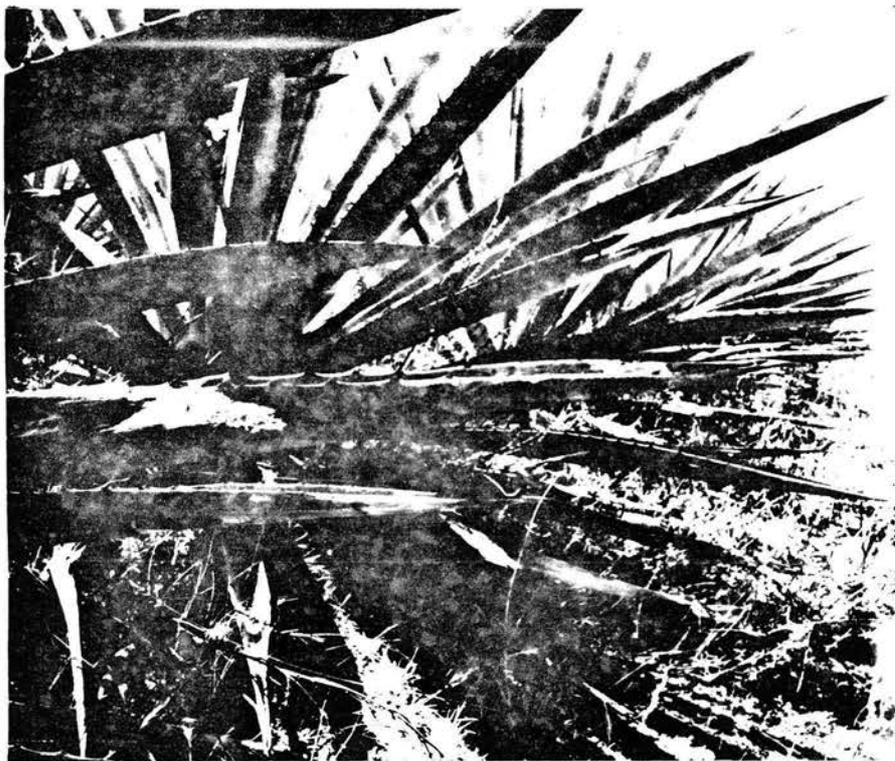


Fig. 5.1.- Mancha Cebra en *Agave angustifolia* Haw.

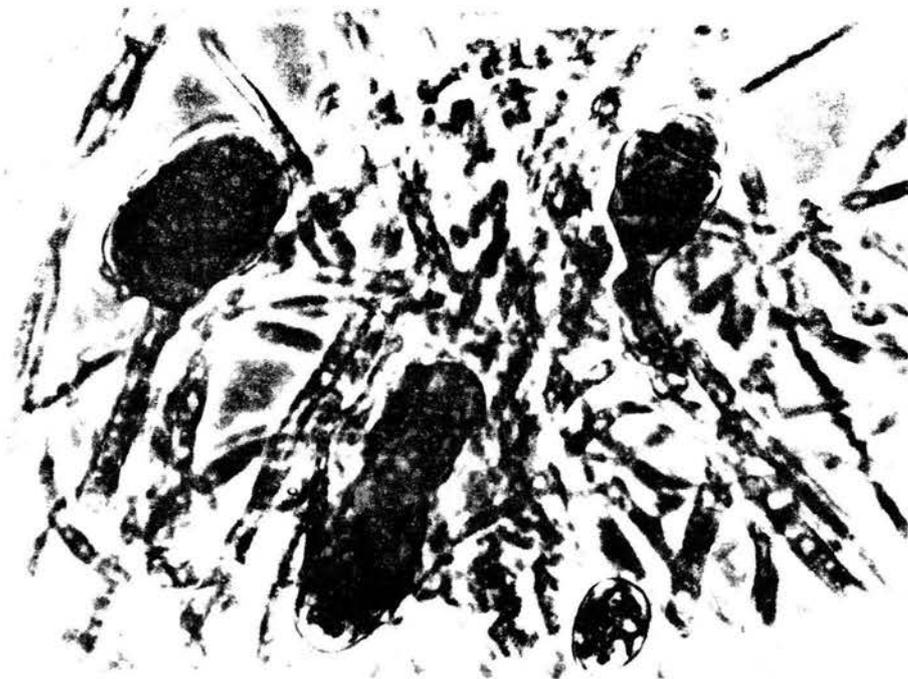


Fig. 5.2.- *Alternaria* sp., organismo causante de la Mancha Cebra en los *Agaves americana* y *angustifolia* en Ilacolula, Oax.

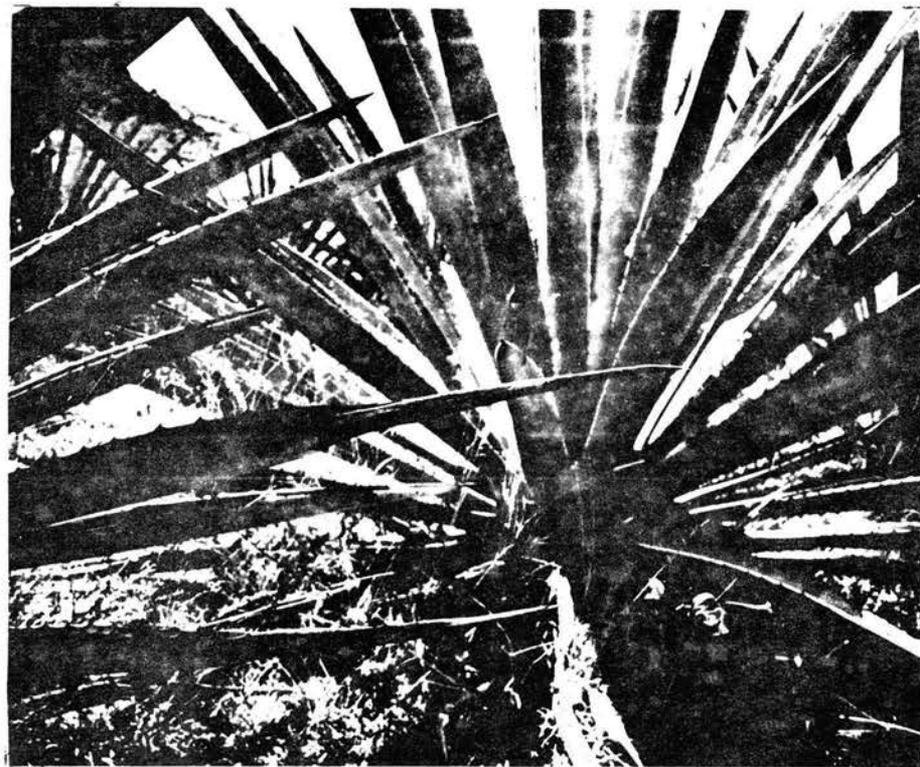


Fig. 5.3.- Daños foliares producidos por Punta Seca en plantaciones de *Agave angustifolia*.



Fig. 5.4.- La enfermedad conocida como "Punta Seca" es producida por microorganismos del género **Fusarium sp.**

Secazon (*Erwinia* sp).

Esta es la única enfermedad (Fig. 5.5 y 5.6) de las encontradas que no só lo afecta la porción foliar, sino que su daño es aún mas severo al afectar el tallo o piña del maguey. La infección inicia a partir de la porción basal de la penca (axila) en el estrato medio, dirigiéndose hacia la piña, así como hacia la parte apical de la penca. El avance del patógeno se refleja por una coloración que va del amarillo clorítico al rojo purpura pasando por un rosa rojizo acompañado de flacidez y pudrición seca de los tejidos de la planta. La apariencia final es una madurez prematura que se refleja por una marchitez completa de la planta la cual permanece erecta. Esta enfermedad que potencialmente presenta un grave peligro para el cultivo daña principalmente plantas de **Agave angustifolia**.

Mancha Marginal (*Phomopsis* sp).

Se inicia como su nombre lo indica a partir del margen de la hoja en cualquier estrato de la planta (Fig. 5.7), y en ocasiones sigue el margen hasta la espina, estas manchas necróticas avanzan hasta dañar mas de la mitas de la hoja tomando una coloración cafe negruzco y una consistencia cartacea. Esta enfermedad prevalece en **Agave angustifolia**, aunque también puede afectar a **A. americana**.

Degradacion de Materia (no identificado).

Esta enfermedad (Fig. 5.8) se produce a partir de la región apical de la hoja, avanzando hacia la base de ésta, presentando una coloración blanco-cremoso



Fig. 5.5.- Daños severos producidos por la Secazón en cultivos de maguey espadin.

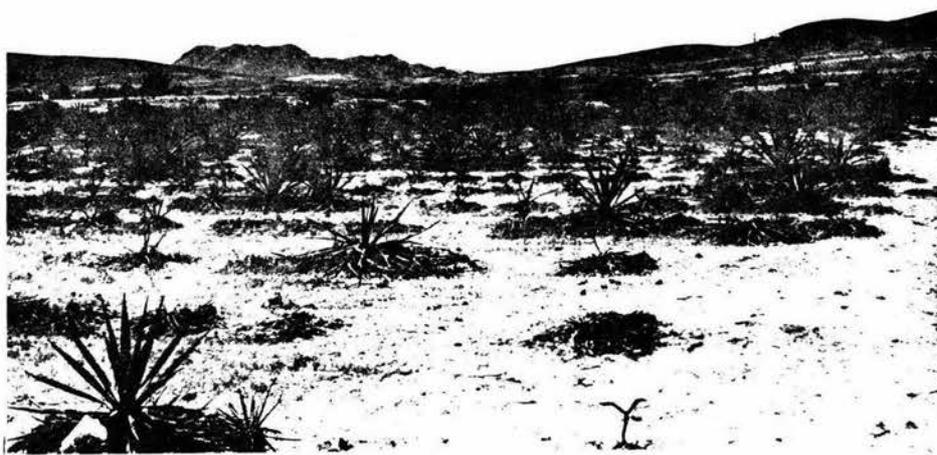


Fig. 5.6.- Daños producidos por la Secazón en grandes extensiones cultivadas con Agave angustifolia Haw.



Fig. 5.7.- Hojas de *Agave angustifolia* Haw. con Mancha Marginal.



Fig. 5.8.- Degradación de Materia afectando a *Agave angustifolia* Haw.

con puntuaciones negras. Deja a su paso un daño tan severo que destruye todo el te
jido de la hoja, proporcionándole una fragilidad tal, que al frotarlo se deshace en la
mano. Ataca cualquier estrato foliar principalmente en **A. angustifolia**, sin embargo
se observó también en **A. americana** en otra localidad fuera del área de estudio.

Mancha Angular (*Fusarium* sp.).

Este tipo de lesión se caracteriza por la presencia de una mancha amarill
lenta (fig. 5.9 y 5.10) de aproximadamente 5 cm. de diámetro que presenta un halo
mas claro, puede presentarse en cualquier parte de la hoja. Durante su desarrollo adq
uiere una coloración café negruzca que aumenta en tamaño muy lentamente. Se pres
enta en **A. angustifolia** en forma generalizada en el estrato foliar medio de la plant
ta.

Fumagina (*Capnodium* sp.).

Es una enfermedad ligeramente severa (Fig. 5.11) y po frecuente, su daño
ñ consiste en cubrir el área fotosintética de la totalidad de las hojas e incluso tod
os los estratos de la roseta. Se presenta como un crecimiento micelial superficial
de color negro que forma una película o costra sobre la penca de maguey de consist
tencia pulverulenta. Este hongo generalmente se desarrolla como saprobio de excrec
ciones de insectos escaina (*Aspidiotus* sp y *Aonodiella* sp). Dicho daño se presenta
en plantas maduras cercanas a la cosecha de las especies estudiadas.



Fig. 5.9.- Mancha Angular en *Agave angustifolia* Haw.



Fig. 5.10.- Los microorganismos que aparecen aquí del género *Fusarium* son los responsables de la Mancha Angular de ***Agave angustifolia***.



Fig. 5.11.- Fumagina presentándose en *Agave angustifolia* Haw.

5.2.- EVALUACION DE INCIDENCIA.

5.2.1.- EVALUACION DE INCIDENCIA POR AREA DE CULTIVO.

El cuadro 5.1 muestra la incidencia por cultivo de enfermedades que afectan a **Agave angustifolia** en el Distrito de Tlacolula en ocho de los municipios mas importantes dada su tradición de cultivo. Los datos están expresados en porcentaje y pretenden mostrar la gravedad del problema. Para el caso del cuadro 5.2 las localidades que aparecen citadas son las únicas en el distrito en las que se encuentra cultivada la especie **americana** de los **Agaves**.

5.2.2.- EVALUACION DE INCIDENCIA POR PLANTA.

A este respecto los datos se muestran en el cuadro 5.3 y pretenden dar a conocer el grado de afectación que tienen las plantas de **Agave angustifolia** en los cultivos de cada municipio. El cuadro 5.4 muestra los mismos datos que el anterior, solo que están referidos a **A. americana** en el Distrito en estudio.

5.3.- IDENTIFICACION DE PATOGENOS Y PRUEBAS DE PATOGENICIDAD.

En función de las evaluaciones de incidencia por cultivo y por planta se identificó a los agentes causales de las principales enfermedades las cuales se describiben a continuación:

	LOCALIDAD	MANCHA CEBRA	SECAZON	PUNTA SECA	MANCHA ANGULAR	DEGRADACION DE MATERIA	MANCHA MARGINAL	FUMAGINA
1	TLACOCHAHUAYA	100	--	95	70	1	--	1
2	SAN JUAN GUELVIA	90	1	40	5	1	1	--
3	SAN MARCOS TLAPAZOLA	1	--	15	70	1	5	--
4	TLACOLULA DE MATAMOROS	90	90	10	1	5	--	1
5	SN. BARTOLOME QUIALANA	--	--	90	1	5	--	1
6	MAGDALENA TEITIPAC	--	--	1	1	--	--	--
7	SANTIAGO MATATLAN	100	60	20	1	1	--	1
8	STA. CATARINA ALBARRADAS	40	--	10	--	--	--	--

CUADRO 5.1.- Incidencia por cultivo de enfermedades que afectan a *Agave angustifolia* en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca; expresada en porcentaje.

	LOCALIDAD	MANCHA CEBRA	PUNTA SECA	MANCHA MARGINAL	FUMAGINA
1	SN. MARCOS TLAPAZOLA	5	--	--	--
2	SN. JUAN GUELAVIA	30	5	20	1
3	MAGDALENA TEITIPAC	20	--	--	--
4	SN. BARTOLOME QUIALANA	5	--	10	1
5	STA. CATARINA ALBARRADAS	1	5	10	1

CUADRO 5.2.- Incidencia por cultivo de enfermedades que afectan a **Agave americana** en el Distrito de Ilacolula, Oax. Ex presada en porcentaje.

	LOCALIDAD	MANCHA CEBRA	SECAZON	PUNTA SECA	MANCHA ANGULAR	DEGRADACION DE MATERIA	MANCHA MARGINAL	FUMAGINA
1	TLACOCHAHUAYA	50	--	35	1	10	--	1
2	SAN JUAN GUELAVIA	50	1	10	1	1	1	--
3	SAN MARCOS TLAPAZOLA	5	--	15	10	1	5	--
4	TLACOLULA DE MATAMOROS	40	20	5	5	1	--	1
5	SN. BARTOLOME QUIALANA	--	--	30	1	1	--	1
6	MAGDALENA TEITIPAC	--	--	1	1	--	--	--
7	SANTIAGO MATATLAN	70	30	10	1	1	--	1
8	STA. CATARINA ALBARRADAS	20	-	5	--	--	--	-

CUADRO 5.3- Incidencia por planta de las enfermedades que afectan a *Agave angustifolia* en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca. Expresada en porcentaje.

	LOCALIDAD	MANCHA CEBRA	PUNTA SECA	MANCHA MARGINAL	FUMAGINA
1	SN. MARCOS TLAPAZOLA	5	--	--	--
2	SN. JUAN GUELAVIA	15	5	10	1
3	MAGDALENA TEITEPAC	10	--	--	--
4	SN. BARTOLOME QUIALANA	5	--	5	1
5	STA. CATARINA ALBARRADAS	1	5	5	1

CUADRO 5.4.- Incidencia por planta de las enfermedades que afectan a *A. americana* en Tlacolula, Oax. Expresada en porcentaje.

Mancha Cebra.

De los aislamientos realizados a partir de material enfermo según técnicas descritas por Agrios, 1978, se presentó un hongo de micelio de color gris aterciopelado de 3.7 cm de diámetro a las 72 horas en placas de Agar de dextrosa y papa que fué sometido a pruebas de patogenicidad en plantas de aproximadamente dos años de edad, utilizando cinco plantas por enfermedad y de cada una de estas se inocularon cuatro pencas, en las cuales se inoculó en tres sitios diferentes; la parte apical, media y basal, una penca de cada planta se uso como testigo, dañandola en la misma forma que las inoculadas, solo que a estas se les cubrio con una torunda de algodón humedecida en agua destilada estéril.

De los 45 lugares inoculados con el patógeno sólo 25 mostraron los síntomas característicos a los 30 días lo cual representa el 60%; es necesario hacer notar que los 15 sitios que no fueron dañados no presentaron ningún daño.

Después se procedió a realizar aislamientos en placas de PDA para comprobar la presencia del patógeno inoculado encontrándose al mismo hongo con que fué infectada la planta por lo que se identificó auxiliándose de manuales especializados (Barnet, 1960) y se encontró que correspondía a un micromiceto del género **Alternaria** que presenta las siguientes características microscópicas:

Es un deuteromiceto del orden moniliales, que presenta conidioforos oscuros, generalmente simples, cortos o alargados, típicamente se desarrollan como una cadena simple o ramificada de conidias. Las conidias son de color oscuro (porosporas); presentan septos transversales y longitudinales de formas variadas, de clavado invertido a oval o elíptico, frecuentemente crecen en forma acropétala en largas cadenas. Son parásitos o saprobios de vegetales. Ness.

Punta Seca.

De esta enfermedad también se aisló un hongo, con micelio anaranjado filamentosos de 2.5 cm de diámetro a las 72 horas en placas de PDA. En el caso de esta enfermedad de los 45 sitios inoculados sólo se observó que en 32 de ellos se presentó la sintomatología característica a los 10 días avanzando después hasta cubrir toda la hoja, dicho avance fué mayor cuando se encontraba el inóculo en la parte apical, además se observó que no existía ningún efecto respecto a los métodos de inoculación ya que el hongo crecía indistintamente en hojas dañadas o sanas.

Después se procedió a identificar al hongo y correspondió a un deuteromiceto del género *Fusarium* según las características descritas por Link que se dan a continuación:

Hongo de micelio filamentosos; de coloraciones anaranjadas, purpuras o rosadas; los conidioforos son variables, frágiles y simples o fuertes y cortos, ramificados irregularmente o en espiral sobre filídes, son simples o agrupadas en esporodios, las conidias (phialosporas) son hialinas, variables principalmente de dos clases; las macroconidias que son pluricelulares, ligeramente curvadas y angostándose en la punta, típicamente en forma de canoa; las microconidias son unicelulares ovoides u oblongas. Son parásitos o saprobios de plantas superiores.

Secazón.

Para la identificación del microorganismo responsable de esta enfermedad se contaba con antecedentes que nos permitían suponer que se trataba de una pudrición de origen bacteriano, debido a que Fucikowski (1985) realizó una visita al Ca

marón Yautepec, Oaxaca, en donde se encontró la mas alta incidencia de ésta enfermedad y diagnosticó que se trataba de un daño bacteriano.

Por lo cual se trató la muestra para aislar bacterias, encontrándose en Agar-Extracto de Carne una bacteria de crecimiento mucoso de color amarillo en forma predominante.

Después se procedió a inocular las hojas de Agave y la enfermedad se presentó en 28 de los 45 sitios inoculados. Mas adelante se aisló la bacteria original de los magueyes inoculados por lo cual se consideró como el agente causal.

Posteriormente se procedió a su identificación mediante el cultivo en medios selectivos para caracterizarla macroscópicamente encontrándose los resultados que se muestran en el cuadro 5.5. Todo lo anterior nos dió pauta para pensar que era una bacteria del género *Erwinia*, sin embargo se hizo necesario corroborar mediante pruebas bioquímicas que se describen en el cuadro 5.6, mediante estas pruebas se comprobó que la bacteria pertenecía al género *Erwinia*.

Mancha Angular.

En los aislamientos realizados a partir de pencas dañadas con esta enfermedad se encontró la presencia de un hongo de micelio anaranjado, filamentoso de 2.7 cm de diámetro a las 72 horas de crecimiento en placas de Agar de dextrosa y papa que fue sometido a pruebas de patogenicidad, encontrándose que si se presentaba la sintomatología descrita, aunque se mostró un daño más severo que en campo, probablemente los magueyes inoculados eran más susceptibles a esta enfermedad. De los 45 sitios inoculados, 40 mostraron los síntomas. Después se reaislo el fitopatóge

MEDIO DE CULTIVO	FORMA DE CRECIMIENTO
Agar-infusión de carne	Abundante y amarillo
Agar-glucosa-infusión de carne	Abundante, amarillo y mucoso
Cilindros de papa	Abundante y amarillo
Medio de King	Escaso sin pigmento fluorescente.

CUADRO 5.5.- Características de crecimiento de la Bacteria en estudio.

TIPO DE PRUEBA BIOQUIMICA	RESULTADO
Producción de ácido a partir de maltosa	+ Positivo
Reducción de nitratos	+ Positivo
Tinción de Gram	- Negativa
Pudrición de tubérculos de papa	+ Positivo
Hidrólisis de almidón	- Negativa
Fermentación y oxidación de la glucosa	+ Positiva
Fluorescencia	- Negativa

CUADRO 5.6.- Pruebas bioquímicas confirmatorias para la identificación del género de la Bacteria de estudio.

no de las pencas dañadas y se encontró el mismo hongo, por lo cual se procedió a su identificación, y correspondía a un micromiceto del género **Fusarium**.

Degradación de Materia.

Esta enfermedad como se ha mencionado, causa un daño bastante drástico, por lo que se tornaba interesante la identificación del agente causal, sin embargo cuando se llevaron a cabo los cultivos de este fitopatógeno, se encontró que se trataba de un hongo de micelio blanco filamentoso de crecimiento muy lento, que no presentaba estructuras de fructificación. Se inoculó a plantas sanas por el método antes descrito y solo 12 de los sitios inoculados presentaron la sintomatología.

Mancha Marginal.

De los aislamientos a partir de material enfermo desarrollo un hongo de micelio color blanco-cremoso de aspecto filamentoso que tenía un diámetro de 1.5 cm a las 72 horas de crecimiento en Agar de dextrosa y papa; se inoculó a plantas sanas y de los 45 sitios inoculados, 38 mostraron la capacidad de causar la enfermedad, aún sin que la planta se encontrara dañada. El microorganismo que se aisló de las plantas enfermas fué el mismo hongo que se inoculó, por lo cual se procedió a su identificación; mediante comparación microscópica se demostró que era un hongo del género **Phomopsis**, ya que concordaba con la descripción del manual de Barnett que se da ha continuación: hongo deuteromiceto del orden de los Shaeropsidales que tiene picnidio oscuro ostiolado, inmerso errumpente, globoso con conidioforos simples; conidias hialinas unicelulares de dos tipos: ovoides o fusoides; parásito causando va

rias manchas, estado imperfecto de Diaporthe.

Fumagina.

El microorganismo causante de esta enfermedad se identificó directamente de las muestras de material colectado, ya que este patógeno no causa daño directo a la planta sino que sólo crece alimentándose a partir de excreciones de insectos escama (**Aspidiotus sp.**), el daño que causa sólo limita el paso de luz a la planta.

Se identificó por cintazo o impronta encontrándose que el fitopatógeno pertenece a un hongo del género **Capnodium**. Es un hongo deuteromiceto que presenta conidioforos, conidios cortos globoso multicelulares de color oscuro en cadenas o aislados son epifitos de plantas (Agris, 1985).

CAPITULO 6.- ANALISIS DE RESULTADOS.

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de este trabajo, nos mostraron que las enfermedades que presentaban los más altos porcentajes de Incidencia en las plantaciones de maguey son, en orden de importancia: Punta Seca (88%), Mancha Cebra (63%), Mancha Angular (38%), Secazón y Degradación de Materia (25%) y Mancha Marginal (13%); cuadro 6.1, gráficas 1,3,5 y 7.

En el caso de Punta Seca, que es una enfermedad que presenta un daño a nivel foliar relativamente severo, ha sido reportada para *Agave fourcroydes* en Yucatán por Díaz (1984), sin embargo él identificó al agente causal como una bacteria del género *Erwinia* y en este trabajo para *Agave angustifolia* en Oaxaca se reporta a un hongo del género *Fusarium* lo cual puede explicarse debido a la diferencia en las condiciones climáticas, tipo de suelo y diferentes especies de *Agave*, lo cual puede favorecer la presencia de uno u otro microorganismo provocando la misma sintomatología.

La enfermedad Mancha Cebra ocasiona daños a nivel foliar, lo cual merma la productividad de la planta; ha sido reportada en Tanzania para *Agave sisalana* en el híbrido 11648, sin embargo en esa región el agente causal es un hongo del género *Phytophthora* o *Phythium* mientras que lo encontrado en Oaxaca para *Agave angustifolia* fué un hongo del género *Alternaria*, en este caso es posible establecer que son las condiciones climáticas y del suelo lo que explica la diferencia en cuanto al agente causal, ya que para Tanzania se menciona que las deficiencias en drenaje (suelos pesados) y pH del suelo (ácido), promueve la presencia del hongo reportado, mientras que en Oaxaca las condiciones de textura y pH son contrarias a las mencionadas.

La Secazón tiene gran potencialidad de producir epifitias por que daña a

ENFERMEDAD	ZONA DE MUESTREADA	
	I.C.*	I.P.*
Mancha Cebra	63	75
Secazón	25	25
Punta Seca	88	90
Mancha Angular	38	25
Degradación de mat.	25	15
Mancha Marginal	13	15
Fumagina	0	0

I.C. Incidencia por cultivo.

I.P. Incidencia por planta.

CUADRO 6.1.- Contingencia de las enfermedades de Agave angustifolia en la zona muestreada expresado en porcentaje.

LOCALIDAD	% ENFERMEDADES	
	I.C.*	I.P.*
Tlachahuaya	71	71
San Juan Guelavía	86	89
San Marcos Tiapazola	71	71
Tlacolula de Matamoros	86	89
San Bartolome Quialana	57	42
Magdalena Teitipac	29	28
Santiago Matatlán	86	89
Sta. Catarina Albarradas	29	28

I. C. Incidencia por cultivo.

I. P. Incidencia por planta.

CUADRO 6.2. Contingencia del porciento de enfermedades de Aga .
ve angustifolia por Municipio.

nivel de tallo modificado, lo cual ocasiona la muerte de las plantas infestadas. Al respecto Pérez Serrato (1980) reportó una enfermedad similar en especies pulqueras del antiplano y encontró el mismo género de Bacteria reportado en este trabajo.

La Mancha Angular (*Fusarium* sp) y Mancha Marginal (*Phomopsis* sp) no habían sido reportados hasta la fecha lo que significa una pequeña contribución al conocimiento de las enfermedades de Agave.

La Incidencia por planta es el parámetro que refleja el daño directo de los fitopatógenos sobre los agaves. A ese respecto la Mancha Cebra presenta los valores más altos (20-70%), pues daña considerablemente el tejido foliar en cualquiera de los estratos de **Agave**, redundando en decrementos de su productividad; sigue en orden de importancia la Punta Seca (5-35%), este daño aunque muy incidente es menos severo que el anterior y por último, de las enfermedades más representativas, la Secazón en el Distrito de Tlacolula presenta valores de incidencia por planta del 20 al 30%, lo cual es bastante significativo, ya que su daño es drástico; cuadro 5.3, gráficas 2, 4, 6 y 8.

Todo lo anterior se refiere a las evaluaciones realizadas en plantaciones de maguey espadín (**Agave angustifolia**), sin embargo para el caso del maguey arroqueño (**A. americana**) los resultados de evaluación muestran que el orden de importancia de las enfermedades encontradas es como sigue:

La Mancha Cebra ocupa el primer lugar con 80% de Incidencia por cultitivo en promedio, le sigue la Mancha Marginal con un 60% y por último la Punta Seca con un 40%. Siendo los fitopatógenos identificados los mismos que para **Agave an**gustifolia; cuadro 6.3, gráficas 9 y 11.

ENFERMEDAD	ZONA MUESTREADA	
	I.C.*	I.P.*
Mancha Cebra	80	80
Punta Seca	40	40
Mancha Marginal	60	60
Fumagina	0	0

I.C. Incidencia por cultivo.

I.P. Incidencia por planta.

CUADRO 6.3.- Contingencia de las enfermedades de **A. americana** en la zona muestreada expresada en porcentaje.

LOCALIDAD	%	ENFERMEDADES	
		I.C.*	I.P.*
San Marcos Tlapazola	25	25	25
San Juan Guelavía	100	100	100
Magdalena Teitipac	25	25	25
San Bartolome Quialana	75	75	75
Sta. Catarina Albarradas	100	100	100

I.C. Incidencia por cultivo.

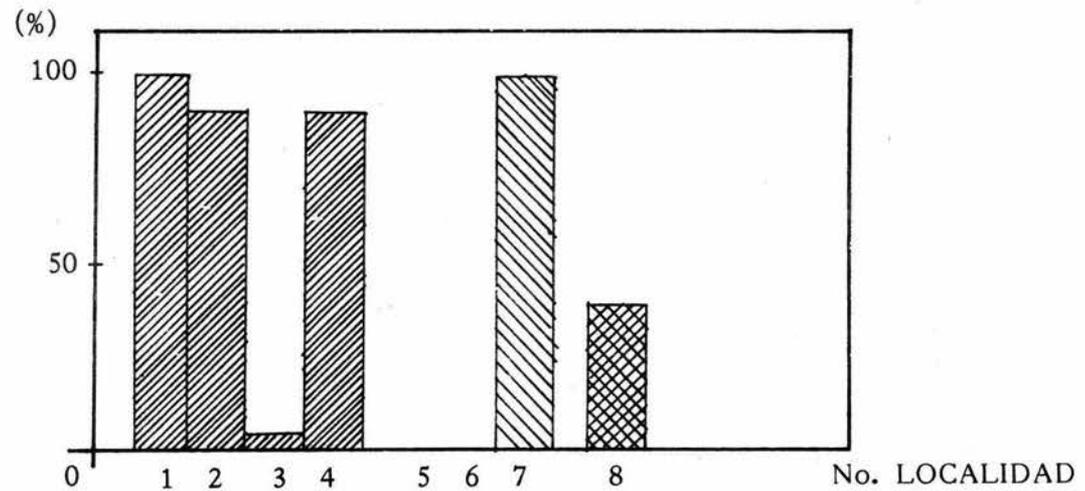
I.P. Incidencia por planta.

CUADRO 6.4.- Contingencia del por ciento de enfermedades de **Agave americana** por Municipio.

Los municipios de Tlacoachahuaya de Morelos, San Juan Guelavía, Tlacolula de Matamoros y San Marcos Tlapazola son los sitios que se han visto más afectados por la presencia de enfermedades como se puede observar en el cuadro 6.2. En estos municipios es donde se encuentran las mas altas densidades de maguey en el Distrito de Tlacolula y también es en donde se maneja a la plantación como un monocultivo, siendo no sólo estos factores los determinantes de las altas incidencias, porque se suman a ellos la baja fertilidad de suelos en que se cultiva y la poca humedad que les proporciona el temporal, dado el clima que prevalece, como se puede observar en la gráfica 1 para el caso de **A. angustifolia**.

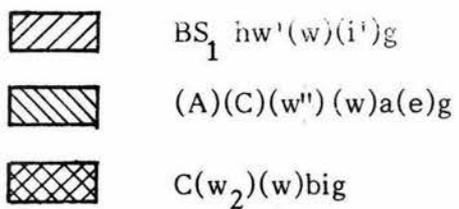
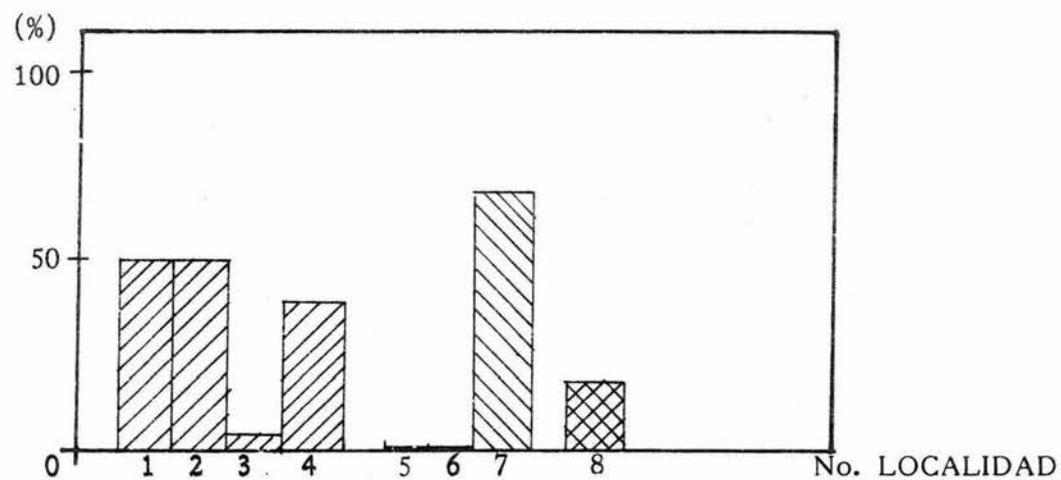
En el caso de **A. americana**, San Juan Guelavía es el que presenta las mayores incidencias (1-30%), sin embargo estas son realmente pequeñas si las comparamos con las de **A. angustifolia** debido a que este último ha sido cultivado de manera extensiva e intensiva que **A. americana**, además que ha perdido parte de su vigor natural; cuadro 6.4, gráficas 10 y 12.

GRAFICA 1.- Incidencia por cultivo de la enfermedad "mancha cebra" para *Agave angustifolia* en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca.

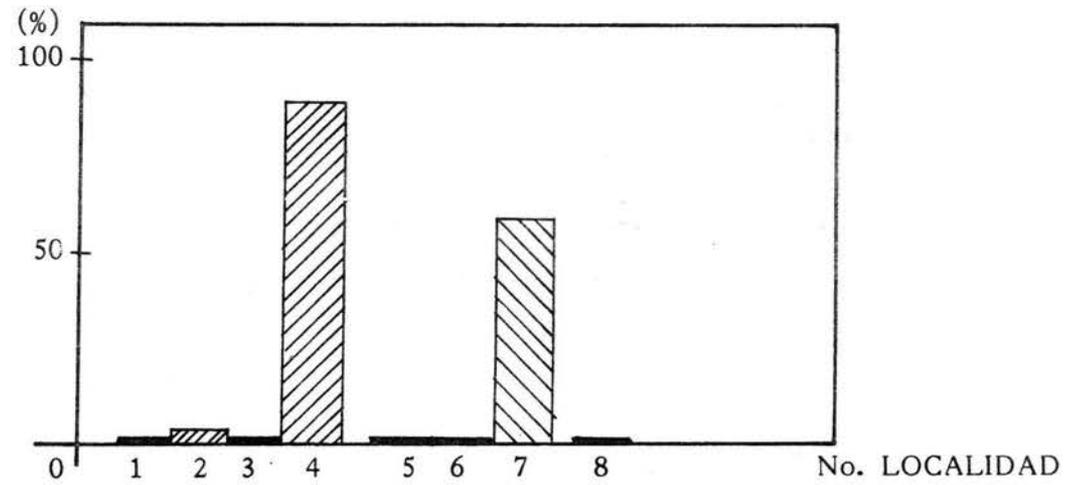


-  $BS_1 \text{ hw}'(w)(i)'g$
-  $(A)(C)(w'')(w)a(e)g$
-  $C(w_2)(w)big$

GRAFICA 2.- Incidencia por planta de la enfermedad "mancha cebra" para *Agave angustifolia* en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca.

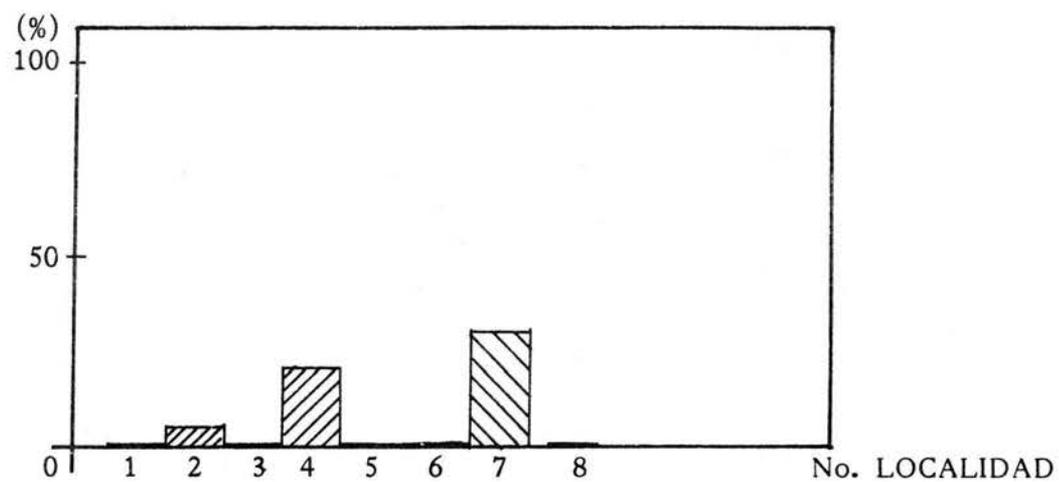


GRAFICA 3.- Incidencia por cultivo de la enfermedad "secazón" para *Agave angustifolia* en el Distrito de Ilacolula, Oaxaca.



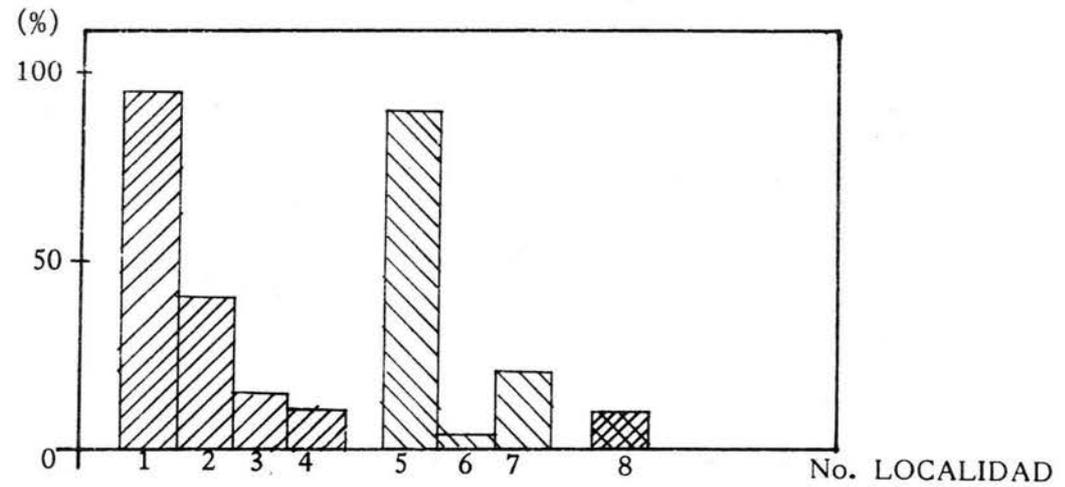
-  $BS_1 hw'(w)(i')g$
-  $(A)(C)(w'')(w)a(e)g$
-  $C(w_2)(w)big$

GRAFICA 4.- Incidencia por planta de la enfermedad "secazón" para *Agave angustifolia* en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca.



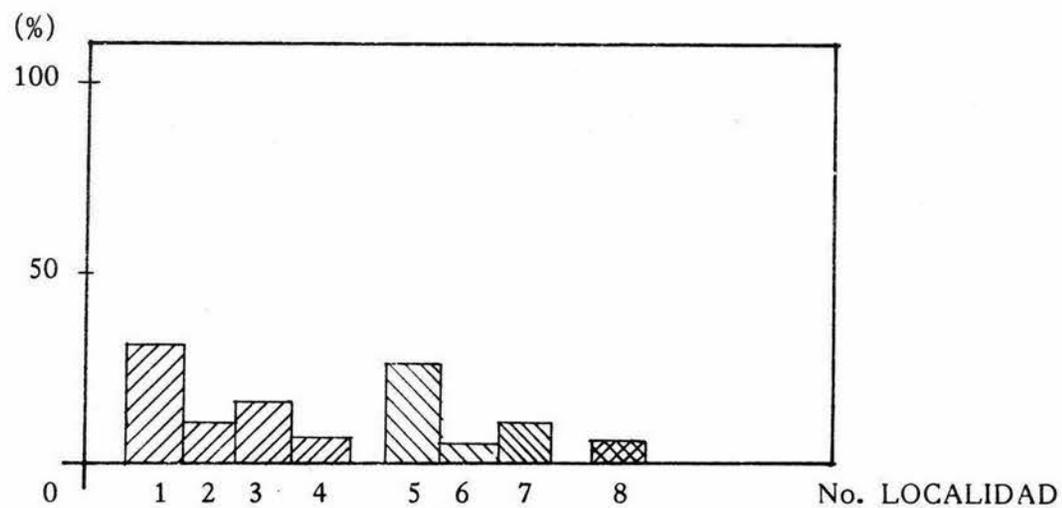
-  $BS_1 hw'(w)(i')g$
-  $(A)(C)(w'')(w)a(e)g$
-  $C(w_2)(w)big$

GRAFICA 5.- Incidencia por cultivo de la enfermedad "punta seca" para *Agave angustifolia* en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca.



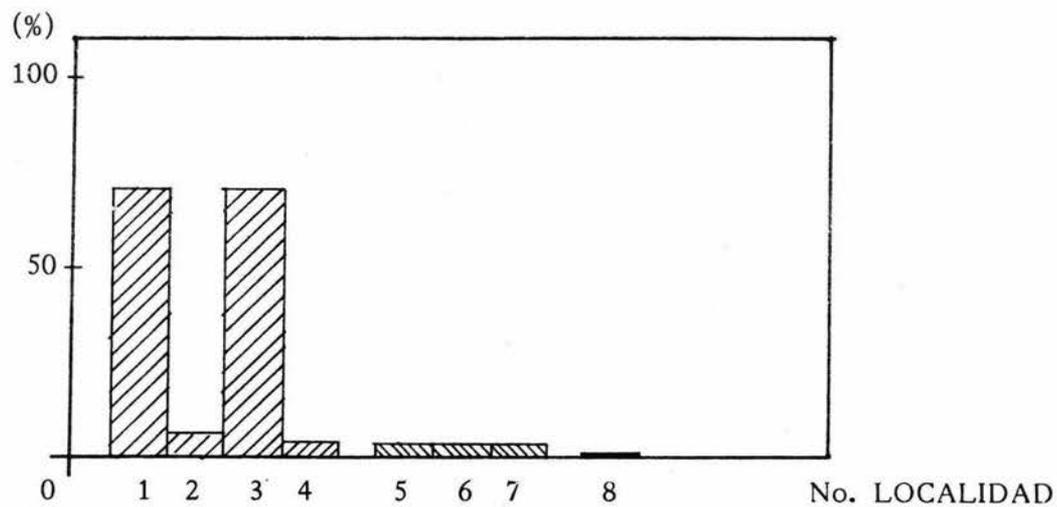
-  $BS_1 \text{ hw}'(w)(i)'g$
-  $(A)(C)(w)'(w)a(e)g$
-  $C(w_2)(w)big$

GRAFICA 6.- Incidencia por planta de la enfermedad "punta seca" para *Agave angustifolia* en el Distrito de Ilacolula, Oaxaca.



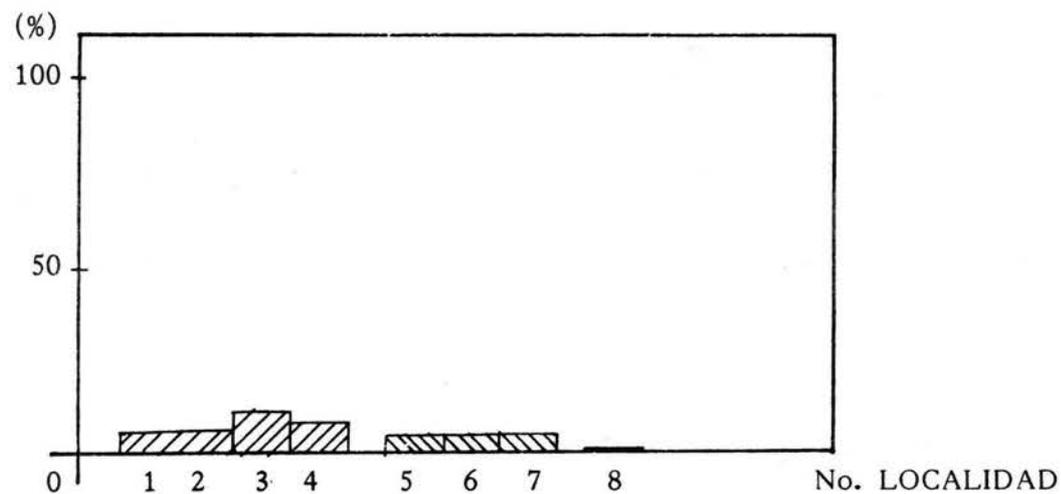
-  $BS_1 hw'(w)(i')g$
-  $(A)(C)(w'')(w)a(e)g$
-  $C(w_2)(w)big$

GRAFICA 7.- Incidencia por cultivo de la enfermedad "mancha angular" para *Agave angustifolia* en el Distrito de Ilacolula, Oaxaca.



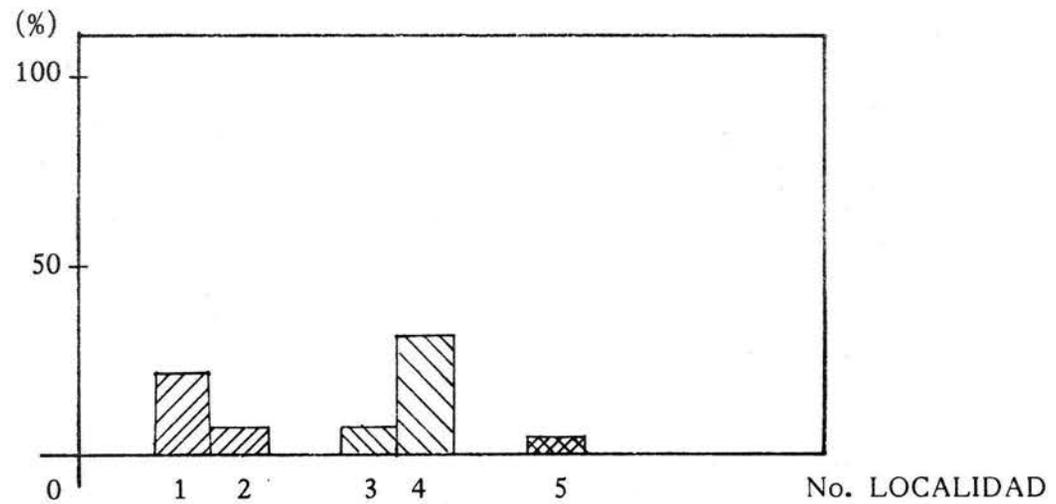
-  BS_1 hw'(w)(i')g
-  (A)(C)(w'')(w)a(e)g
-  $C(w_2)(w)big$

GRAFICA 8.- Incidencia por planta de la enfermedad "mancha angular" para *Agave angustifolia* en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca.



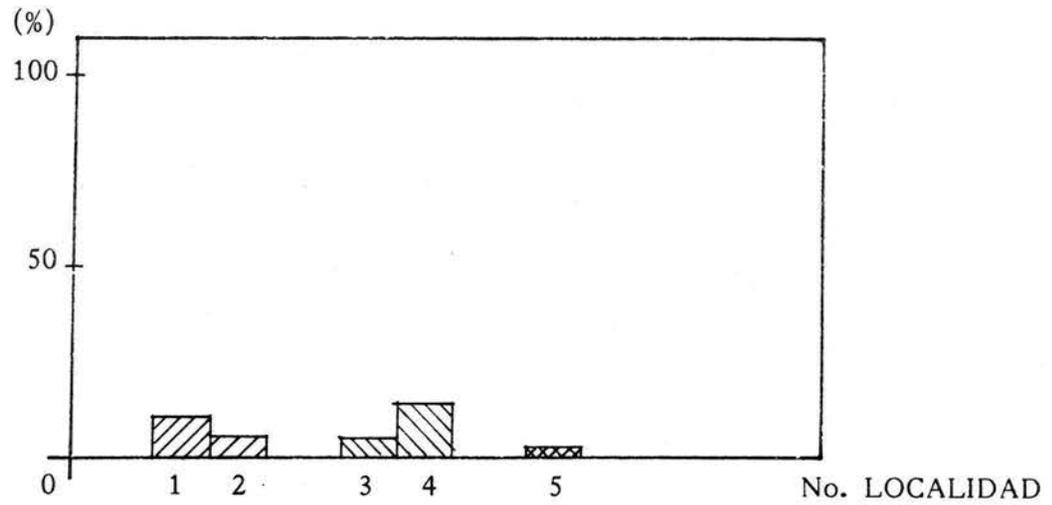
-  $BS_1 \text{ hw}'(w)(i)'g$
-  $(A)(C)(w'')(w)a(e)g$
-  $C(w_2)(w)big$

GRAFICA 9.- Incidencia por cultivo de la enfermedad "mancha cebra" para *Agave americana* en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca.



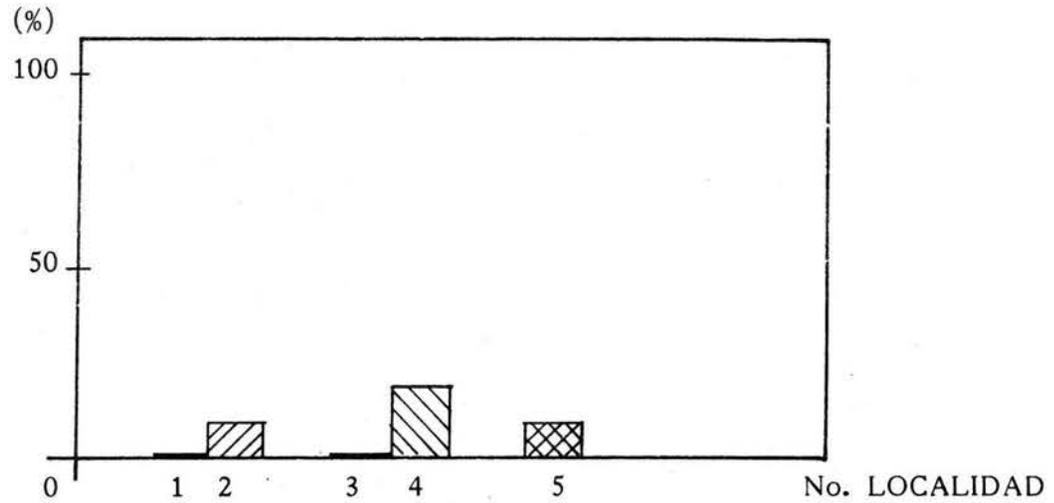
-  BS₁ hw'(w)(i')g
-  (A)(C)(w'')(w)a(e)g
-  C(w₂)(w)big

GRAFICA 10.- Incidencia por planta de la enfermedad "mancha cebra" para *Agave americana* en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca.



-  BS_1 hw'(w)(i')g
-  (A)(C)(w'')(w)a(e)g
-  $C(w_2)(w)$ big

GRAFICA 11.- Incidencia por cultivo de la enfermedad "mancha marginal" para *Agave americana* en el Distrito de Ilacolula, Oaxaca.



BS_1 hw'(w)(i')g

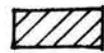
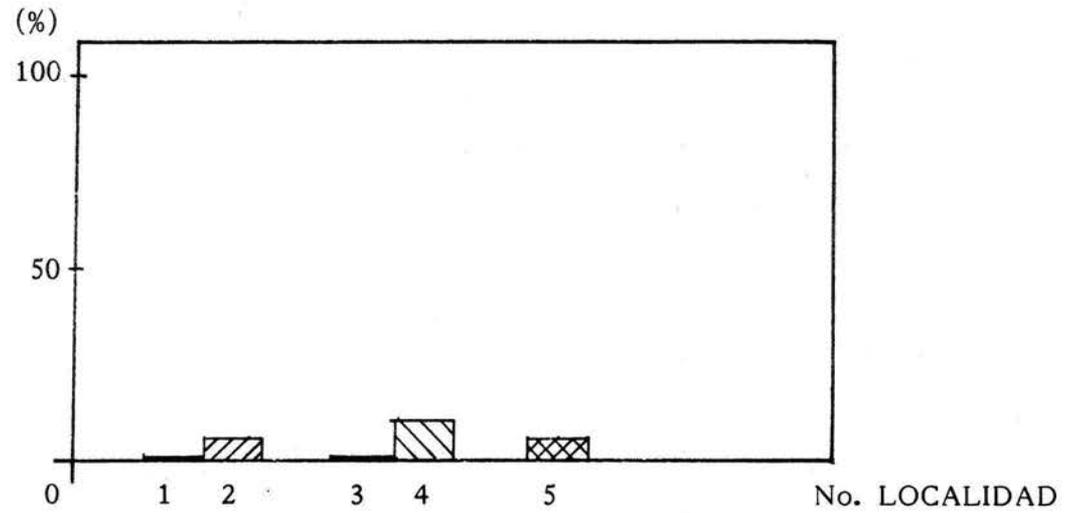


(A)(C)(w'')(w)a(e)g

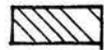


$C(w_2)(w)$ big

GRAFICA 12.- Incidencia por planta de la enfermedad "mancha marginal" para *Agave americana* en el Distrito de Tlacolula, Oaxaca.



BS_1 hw'(w)(i')g



(A)(C)(w'')(w)a(e)g



$C(w_2)(w)$ big

CAPITULO 7.- CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.

7.1.- CONCLUSIONES.

1.- Los porcentajes de incidencia por cultivo y por planta evaluados para **Agave angustifolia** se encuentran entre rangos de 10-100% y los de **A. americana** entre 10-30%, lo cual denota la pérdida de vigor de **A. angustifolia** dado su grado de manejo, y su alta sensibilidad a los fitopatógenos.

2.- Para el caso de la Incidencia por cultivo de **A. angustifolia**, las enfermedades por orden de importancia son: Punta Seca (88%), Mancha Cebra (63%), Mancha Angular (38%), Secazón y Degradación de materia (25%) y Mancha Marginal (13%).

3.- Para **A. americana** las evaluaciones de Incidencia por planta y por cultivo colocan a las enfermedades en el siguiente orden: Mancha Cebra (80%), Mancha Marginal (60%), Punta Seca (40%).

4.- En las evaluaciones de maguey espadín, en cuanto al daño por planta, el orden de importancia se invierte y es Punta Seca la que presenta mayores daños, después continúa en severidad Mancha Cebra y Secazón; esta última es una enfermedad con posibilidades de desencadenar una epifítica.

5.- El daño físico más relevante, es provocado por la Secazón, aunque esta se considere en tercer lugar de importancia; mientras que Mancha Cebra y Punta Seca, en realidad dañan indirectamente la productividad y estado fisiológico de los agaves al reducir el área fotosintética total de la planta, lo que se refleja en el retardo en el tiempo de maduración, alargamiento de ciclo de vida y disminución de su productividad.

6.- Los patógenos encontrados como responsables de las enfermedades que afectan a las especies en estudio son:

Mancha Cebra	- <i>Alternaria</i> sp.
Punta Seca	- <i>Fusarium</i> sp.
Secazón	- <i>Erwinia</i> sp.
Mancha Angular	- <i>Fusarium</i> sp.
Mancha Marginal	- <i>Phomopsis</i> sp.
Degradación de Materia	- N.I.
Fumagina	- <i>Capnodium</i> sp.

7.- Los municipios que tienen problemas serios de enfermedades son: Tlacochahuaya de Morelos con 71%, San Juan Guelavía con 86%, San Marcos Tlapazola con 71% y Tlacolula de Matamoros con 86% de Incidencia de cultivo promedio, estas localidades presentan características afines como tipo de clima, tipo de suelo y manejo de cultivo (como monocultivo) lo cual al parecer favorece la presencia de microorganismo.

8.- La presencia de plagas de insectos, favorecen la incidencia y desarrollo de algunas enfermedades en el cultivo de agave, por ejemplo: el ataque de los aldultos de un curculionido conocido como "torito" (*Scyphophorus acupunctatus*), es de terminante en las altas incidencias de la secazón; los insectos escama (*Aspidiotus sp* y *Aonidiella sp*) y los daños que ocasionan en las hojas de los magueyes, favorecen y están ligados a la incidencia de la fumagina y manchas foliares que alteran el área fotosintética de las diferentes especies de agave cultivados.

9.- Los terrenos en donde se ha sembrado maguey por mas de una ocasión, son los sitios en donde la incidencia de enfermedades en verdad es alarmante, debiéndose particularmente al desgaste nutricional y de materia orgánica, resultado de la manutención de un cultivo de escarda como lo es el **Agave**.

10.- La resistencia a la sequía, la capacidad de retención de suelo, la buena producción de biomasa y el poco requerimiento de cuidados en el desarrollo de la planta, ha propiciado que tradicionalmente se considere a las plantaciones de maguey como un cultivo bondadoso, sin embargo esto ha traído consigo que se cultive en terrenos de segunda y tercera clase, sin buen manejo agrícola, lo que ha propiciado que sean susceptibles al ataque de plagas y enfermedades.

7.2.- SUGERENCIAS.

1.- Hacer una revisión minuciosa del material vegetativo para hacer nuevas plantaciones debido a que la secazón se puede transmitir y difundir por medio del rizoma y los hijuelos rizomatosos pueden estar dañados.

2.- Cultivar de manera asociada el cultivo de **Agave** ya que de esta manera se establecen barreras naturales, tanto para plaga como para enfermedades.

3.- Hacer evaluaciones de control químico de enfermedades para poder observar el comportamiento de los fitopatógenos y evaluar la pérdidas y el rendimiento económico al utilizar este tipo de control.

4.- Se encontraron otras enfermedades con incidencias bajas y que se tuvieron que pasar por alto, sin embargo pueden ser problemas potenciales para el cultivo por lo cual se sugiere un estudio minucioso de ellas, debido a que el caso de de una pudrición blanda del cogollo y otras manchas foliares causan serios problemas a los magueyes tequileros en Jalisco.

5.- Y por último se sugiere controlar a las plagas del maguey ya que pueden asociarse con diferentes enfermedades.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1.- Agrios, G. N. 1978. PLANT PATHOLOGY. Academic Press. New York U.S.A., p.p. 1-450.
- 2.- Alexopolous, C.J. 1977. INTRODUCCION A LA MICOLOGIA. Ed. Universitaria Buenos Aires Argentina p.p. 1-615.
- 3.- Almaraz, A.N. 1984. ESTUDIO ETNOBOTANICO DE LOS AGAVES DEL ALTIPLANO POTODINO. Tesis Licenciatura de Biología. E.N.E.P. Iztacala U.N.A.M., p.p. 1-123.
- 4.- Alvarez, L.R. 1983. GEOGRAFIA GENERAL DEL ESTADO DE OAXACA. Ediciones del Gobierno del Estado de Oaxaca, México, p.p. 62-78.
- 5.- Arellanes, M.J. 1985. ESTUDIO SOCIOECONOMICO DEL PLAN DE DESARROLLO DE LA AGROINDUSTRIA DEL A GAVE EN ES ESTADO DE OAXACA. Instituto Tecnológico de Oaxaca, México, p.p. 35-230
- 6.- Barnett, H.L. 1960. ILUSTRATED GENERA OF IMPERFECTI FUNGI. Burgess Publishing Company U.S.A., p.p. 1-183.
- 7.- Blanco, G. 1907. ESTUDIO SOBRE EL MAGUEY LLAMADO MEZCAL. Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate 24: 73-116, México.
- 8.- Brunner, P. 1963. EL MAGUEY PULQUERO. Seminarios de Otoño. U.A.C.H. México, p.p. 29-56.
- 9.- Bufete de Profesionistas del Sur. 1982. PLANOS DE LOS DISTRITOS DE OAXACA. 29 Planos, Oaxaca.
- 10.- Bustamante, M.E. 1983. ESTUDIO AGROECOLOGICO DE LOS AGAVES DE LA ZONA DE INFLUENCIA A TEQUILA

JALISCO. Tesis Licenciatura Biológica. E.N.E.P., Iztacala U.N.A.M. p.p. 1-112.

- 11.- Castillo, T.J. 1987. MICOLOGIA GENERAL. Ed. Limusa, México. p.p. 15-191.
- 12.- Crist, R.E. 1940. SOME GEOGRAPHIC ASPECT OF THE MANUFACTURE OF MEZCAL Sci Month. 50: 234-236.
- 13.- Cruz, C. del Castillo L. 1985. BIOLOGIA Y APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL HENEQUEN Y OTROS AGAVES. Centro de Investigación Científica de Yucatán. p.p. 27-291.
- 14.- De Caire, R.E. 1985. EL IXTLE, PROBLEMATICA SOCIECONOMICA. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Cap. VI. p.p. 279-291.
- 15.- Diaz, P.R. 1984. IDENTIFICACION E IMPORTANCIA DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL HENEQUEN. Tesis Licenciatura de Biología. E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. p.p. 1-135.
- 16.- Fröhlich, G. y Rodeward W. 1970. ENFERMEDADES Y PLAGAS DE LAS PLANTAS TROPICALES, DESCRIPCION Y LUCHA. U.T.E.H.A. México. p.p. 57-179.
- 17.- Fucikousky, L. 1984. REPORTE A LA VISITA DE CAMPO A LA REGION MAGUEYERA DE YAUTEPEC OAXACA. Exp. 133 del Centro de Graduados del Inst. Tec. de Oaxaca. México.
- 18.- García, A.M. 1976. PRIMER CATALOGO DE ENFERMEDADES DE PLANTAS MEXICANAS. Dir. General de Sanidad Vegetal S.A.R.H. México, Fitofilo No. 71: 1-112.
- 19.- Gentry, S.H. 1982. AGAVES OF CONTINENTAL NORTH AMERICA. The University of Arizona Press. Tucson

son Arizona U.S.A. p.p 1-670.

- 20.- González, M. 1968. PUDRICION DEL COGOLLO DEL HENEQUEN (*Agave furcroydes*) CAUSADA POR UNA ESPECIE DE FUSARIUM. Revista de Agricultura Vol. 2(1): 31-34, La Habana, Cuba.
- 21.- Granados, S.D. 1981. ETNOBOTANICA DE LOS AGAVES DE LAS ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS. Simposium Internacional sobre Problemas y Perspectivas de la Biología y Aprovechamiento Integral del Henequén y otros Agaves CICY=CONACYT Yucatán México.
- 22.- Halfter, G. 1957. PLAGAS QUE AFECTAN A LAS DISTINTAS ESPECIES DE *Agave* CULTIVADAS EN MEXICO. Dir. Gral. Defensa Agrícola S.A.G. México. p.p. 1-135.
- 23.- Jacob, A. y Uexkull, H.V. 1964. FERTILIZACION. Editado por Veeman and Zonen N.V. Wageningen, Holanda. p.p. 1-10.
- 24.- Kaerger, K. 1986. AGRICULTURA Y COLONIZACION EN MEXICO EN 1900. Universidad Autónoma de Chapingo. p.p. 7-327.
- 25.- Lezama. M.H. 1952. HISTORIA, PRODUCCION, INDUSTRIALIZACION Y ALGUNAS PLAGAS DE LOS AGAVES, Chapingo México. Tesis E.N.A. p.p. 1-63.
- 26.- López, A.G. 1980. MANEJO DE HONGOS FITOPATOGENOS. Departamento de Enseñanza e Investigación en Parasitología Agrícola. U.A.C.H. México. p.p. 1-135.
- 27.- Manowsky de E.C. 1982. IDENTIFICACION DE BACTERIAS FITOPATOGENAS. Depto. de Parasitología Agrícola. U.A.C.H. México. p.p. 1-109.

- 28.- Mesa, A.M. 1959. EL CULTIVO DEL HENEQUEN EN LOS RECURSOS DEL SURESTE Y SU APROVECHAMIENTO. INIMRNR 13: 61-91.
- 29.- Molina, G.J. 1983. RECURSOS AGRICOLAS DE ZONAS ARIDAS Y SEMIARIDAS DE MEXICO. Edit. Colegio de Postgraduados de Chapingo, México. p.p. 9-39 y 67-104.
- 30.- National Academy of Sciencis. 1981. DESARROLLO Y CONTROL DE LAS ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS. Colección: Control de plagas, plantas y animales. Vol. I. Edit. Limusa México. p.p. 1-223.
- 31.- Pelczar, M.J. 1978. MICROBIOLOGIA. Ediciones del Castillo. Madrid, España. p.p. 106-120.
- 32.- Pascual, F.F. 1985. INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL AGAVE EN OAXACA. Té sis Licenciatura. Escuela de Arquitectura 5 de Mayo U.A.B.J.O.
- 33.- Pérez Lázaro. 1887. ESTUDIO SOBRE EL MAGUEY LLAMADO MEZCAL EN EL ESTADO DE JALISCO. Bol. Soc. Agric. Mex. 11: 130-133, 163-165, 186-187 y 195-198.
- 34.- Pérez Serrato, P. 1980. PRINCIPALES PROBLEMAS FITOSANITARIOS DEL MAGUEY PULQUERO (Agave atro virens Karw) EN LA MESA CENTRAL DE MEXICO. Tesis. U.A.C.H. Chapingo, Méxi co. p.p. 1-64.
- 35.- Pineda, M.G. 1983. CONTROL QUIMICO DE LAS PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL MAGUEY PULQUERO (Agave atro virens Karw). Tesis U.A.C.H. México. p.p. 1-81.
- 36.- Ramírez, Ch. J. 1977. METODOLOGIA PARA EL CONTROL DEL MAX DEL HENEQUEN (Scyphophurus Inferti

tialia) BAJO CONDICIONES DE CAMPO. Inf. Tec. Depto. de Eutomología. INIA SARH
3(1): 172-182.

- 37.- Ramírez, Ch. J. 1980. AVANCES SOBRE LA BIOLOGIA DEL MAX DEL HENEQUEN (*S. infertitialis*) BAJO
CONDICIONES DE LABORATORIO. Inf. Coord. Nal. de Apoyo Eutomológico. INIA-SARH
3(2): 79-83.
- 38.- Ramírez, L.A. 1930. CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LOS AGAVES DE MEXICO. El *Agave karwinski*
Zucc. An. Inst. Biol. TOMO I (4): 318-371.
- 39.- Ramírez, L.A. 1936. DISTRIBUCION DE LOS AGAVES EN MEXICO. An. Inst. Biol. México 2(1): 17-43
- 40.- Rivera, C.J. 1983. ESTUDIO CITOGENETICO Y FITOGEOGRAFICO DE *Agave aff. tequilana* y *A. karwinski*
EN LOS VALLES DE TEHUACAN, PUEBLA Y CENTRALES DE OAXACA. Tesis Licenciatura
de Biología E.N.E.P. Iztacala U.N.A.M. p.p. 1-84.
- 41.- Rzedowski, J. 1983. VEGETACION DE MEXICO. Edit. Limusa. México. p.p. 21-56, 145-158, 189-203
y 237-261.
- 42.- Sánchez, L.A. 1984. REPORTE DE LA VISITA AL CAMARON YAUTEPEC, OAX. Exp. 117 Centro de Gradua
dos del I.T.O. México.
- 43.- Sarasola, A.A. y Rocca A.M. 1975. FITOPATOLOGIA CURSO MODERNO. Edit. Hemisferio Sur B. Aires
Argentina. Tomo I. p.p. 31-211.
- 44.- Tamayo, J. 1981. GEOGRAFIA DE OAXACA. Comité Organizador del CDL Aniversario de la Ciudad de

Oaxaca de Juárez. México. p.p. 16-22, 28-39 y 53-60.

45.- Taugan y Ka Sisal Grower's Association 1974. UN MANUAL PARA PRODUCTORES DE SISAL. Copilado de la Plana Mayor de la Sisal Research Station, Mlingand-Tauzania. p.p. 1-162.