UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS

"DISTRIBUCION E INCIDENCIA DE MARCHITEZ (*Erwinia sp y Fusarium sp*) DEL AGAVE (*Agave tequilana Weber*), EN LOS ALTOS DE JALISCO"

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION FITOTECNIA
P R E S E N T A

MARIO ALBERTO IBARRA NAVA

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL. MARZO 2001

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO
COMITE DE TITULACION

ING. ELENO FELIX FREGOSO
DIRECTOR DE LA DIVISION DE CIENCIAS AGRONOMICAS
PRESENTE

Con toda atención nos permitimos hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobada la modalidad de titulación: TESIS, con el titulo:

" DISTRIBUCION E INCIDENCIA DE MARCHITEZ (Erwinia sp y Fusarium sp) DEL AGAVE (Agave tequilana Weber), EN LOS ALTOS DE JALISCO "

El cual fue presentado por él (los) pasante(s):

MARIO ALBERTO IBARRA NAVA

El Comité de Titulación, designó como director y asesores, respectivamente, a los profesores:

DR.	**JOSE LUIS MARTINEZ RAMIREZ**	**DIRECTOR**
DR.	**GIL VIRGEN CALLEROS**	**ASESOR**
M.C.	**AURELIO PEREZ GONZALEZ**	**ASESOR**

Una vez concluido el trabajo de titulación, el Comité de Titulación designó como sinodales a los profesores:

M.C.	**ADRIANA N. AVENDAÑO LOPEZ**	**PRESIDENTE**
ING.	**LETICIA FREGOSO FRANCO**	**SECRETARIO**
DR.	**EDUARDO RODRIGUEZ GUZMAN**	**VOCAL**

Se hace constar que se han cumplido los requisitos que establece la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara, en lo referente a la titulación, así como el Reglamento del Comité de Titulación.

ATENTAMENTE
"PIENSA Y TRABAJA"
Las Agujas, Zapopan, Jal. a 6 de marzo de 2001.

M.C.JESUS NETZAHUALCOYOTL
MARTIN DEL CAMPO MORENO
PRESIDENTE DELCOMITE DE TITULACION

M.C. SALVADOR GONZALEZ LUNA
SRIO. DEL COMITE DE TITULACION

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre:
Sr. Joaquín Ibarra Guzmán

A la memoria de mi hermana:
Guadalupe Ibarra Nava

A la memoria de mi sobrina:
Alejandra Ibarra Gómez

Con cariño a mi madre:
Sra. Ma. de la Luz Nava Cruz

A mis hermanos:

Javier

María

Héctor

José Asunción

A mis amigos y compañeros

A todas las personàs a quienes de alguna u otra manera colaboraron y me brindaron su ayuda y apoyo para la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Luis Martínez Ramírez por darme todo su apoyo, confianza y dedicación que me brindo a lo largo de mi carrera y a la elaboración de este trabajo.

A la División de Ciencias Agronómicas del C.U.C.B.A.

A todos los maestros por sus valiosas enseñanzas y consejos que me ofrecieron en mi formación.

A mi Alma Mater, Universidad de Guadalajara.

INDICE

	Páginas
Lista de cuadros	v
Lista de figuras	vi
Resumen	I
I.- INTRODUCCION	1
1.1.- Objetivos	3
1.2.- Hipótesis	3
II.- REVISION DE LITERATURA	4
2.1.- Taxonomía	4
2.1.1 Descripción botánica del agave	5
2.2.- Enfermedades	6
2.3.- Marchitez del agave por *Fusarium*	7
2.4.- Marchitez del agave por *Erwinia*	8
2.5.- Incidencia de enfermedades	10
2.6.- Plagas del agave	10
2.7.- Manejo del cultivo en los Altos de Jalisco	13
III.- MATERIALES Y METODOS	21
3.1.- Descripción del área de estudio	21
3.2.- Elección de parcelas	22
3.3.- Cuantificación de incidencia y severidad	24
3.4.- Toma de muestras de material enfermo	24

3.5.- Aislamiento de patógenos en el laboratorio 27

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN 28

V.- CONCLUSIONES 36

VI.- LITERATURA CITADA 37

LISTA DE CUADROS

Páginas

Cuadro 1. Escala para evaluar el daño de marchitez del agave causado por *Erwinia sp.* 25

Cuadro 2. Escala para evaluar el daño de marchitez del agave causado por *Fusarium sp.* 25

LISTA DE FIGURAS

Páginas

Figura 1. Diagrama propuesto para describir el muestreo en una parcela de agave. 26

Figura 2. Gráfica de incidencia y severidad de *Erwinia sp* en Tepatitlán, Jalisco. 31

Figura 3. Gráfica de incidencia y severidad de *Erwinia sp* en Zapotlanejo, Jalisco. 31

Figura 4. Gráfica de incidencia y severidad de *Erwinia sp* en Arandas, Jalisco. 32

Figura 5. Gráfica de incidencia y severidad *de Erwinia sp* en Jesús María, Jalisco. 32

Figura 6. Gráfica de incidencia y severidad de *Erwinia sp* en Atotonilco, Jalisco. 33

Figura 7. Gráfica de incidencia y severidad de *Fusarium sp* en Tepatitlán, Jalisco. 33

Figura 8. Gráfica de incidencia y severidad de *Fusarium sp* en Jesús María, Jalisco. 34

Figura 9. Gráfica de incidencia y severidad de *Fusarium sp* en Atotonilco, Jalisco. 34

Figura 10. Gráfica de incidencia y severidad de *Fusarium sp* en Zapotlanejo, Jalisco. 35

Figura 11. Gráfica de incidencia y severidad de *Fusarium sp* en Arandas, Jalisco. 35

RESUMEN

Durante los años de 1998 y 1999, se realizaron una serie de muestreos para estudiar el grado de distribución de la enfermedad de marchitez, así como establecer el grado de incidencia y severidad causado por *Erwinia sp* y *Fusarium sp.* Los municipios en los cuales se realizaron dichos muestreos fueron: Arandas, Atotonilco, Jesús María, Tepatitlán y Zapotlanejo; en la Región de los Altos, Jalisco. La metodología utilizada para determinar la importancia de incidencia de enfermedades de marchitez de agave se realizó mediante un muestreo estadístico estratificado por municipio, usando una escala de severidad de daño de 1 a 5, donde 1 es planta sana y 5 planta muerta. Se recolectaron muestras infectadas de hojas y raíz de agave en cada uno de los predios para la identificación de los fitopatógenos asociados a los síntomas observados encontrándose *Fusarium sp.* La clasificación de los patógenos se realizó con el uso de claves taxonómicas especializadas para hongos y para el caso de bacterias se sembraron en medio de cristal violeta pectato (CVP) el cual es selectivo para el desarrollo de *Erwinia sp.* Los resultados obtenidos en los muestreos fueron los siguientes: La enfermedad que se encontró con mayor frecuencia fue la marchitez bacteriana causada por *Erwinia sp.* Las enfermedades se encontraron distribuidas en toda la región, destacando también que se observó la presencia de *Erwinia sp* junto con *Fusarium sp* en la misma planta. El municipio más afectado por ambos patógenos fue Tepatitlán. Arandas fue el municipio menos afectado por *Fusarium sp* con 4.77% de incidencia. Atotonilco fue el municipio con más plantas sanas para el caso de *Erwinia sp* con un 75%. El grado de daño que se presentó en la mayoría de los predios muestreados del total regional fue el grado 2 (lesiones acuosas).

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del *Agave tequilana W.* variedad azul, se ha convertido en una actividad de suma importancia debido principalmente a su alta demanda para la elaboración de tequila y en recientes estudios, se han encontrado diversos usos que lo convierten en un producto muy atractivo para las industrias tequilera, farmacéutica y alimenticia (García, 1995).

La industria del tequila ha pasado en pocos años de ser un renglón de la producción nacional, a convertirse en uno de los mercados más promisorios para el comercio internacional mexicano (Valenzuela, 1997).

La enorme demanda de un mercado nacional e internacional, ha creado una industria de grandes dimensiones y una extensa área de cultivo de mezcal en el Estado de Jalisco (Valenzuela, 1987).

A nivel mundial México es el único productor de Tequila y a nivel nacional Jalisco ocupa el primer lugar como productor de agave con una superficie de 60,151 hectáreas, distribuidas principalmente en tres zonas: Altos, Sur y Centro, ubicadas en 54 Municipios del Estado, diseminadas en 9,150 predios con más de 201 millones de plantas de diferentes edades (SAGAR, 1999).

El crecimiento de la superficie cultivada obedece principalmente a la demanda del producto final llamado "TEQUILA". En 1995, la producción total en bebidas destiladas de agaves (excepto pulque), fue de 46 millones de litros, mientras que las ventas fueron estimadas en alrededor de 77 millones de dólares (INEGI, 1997a).

En 1998, se produjeron 169 millones 761,419 litros de tequila, de los cuales 86 millones 534,000 litros fueron exportados. El 80% se envían a los Estados Unidos de Norte América y el resto a más de 60 países del mundo, arrojando una utilidad de más de 200 millones de dólares (SAGAR, 1999).

Sin embargo, en los últimos años al igual que otros cultivos, el agave también se ha visto afectado por factores adversos, destacando los problemas fitosanitarios principalmente aquellos causados por enfermedades.

La importancia de las enfermedades de las plantas se debe a las pérdidas económicas que causan y que deben medirse no solamente por el verdadero daño que ocasionan, sino también por los costos de las clases y variedades de plantas que pueden cultivarse en determinadas zonas (Martínez, 1978).

En el agave se han presentado enfermedades importantes, entre las que destacan aquellas que ocasionan marchitez. Este síntoma se ha asociado a fitopatógenos tales como *Erwinia sp y Fusarium sp* ó bien por ambos fitopatógenos (Martínez, 1994).

Los síntomas típicos de la marchitez bacteriana son lesiones necróticas acuosas en las hojas que en la mayoría de los casos inician en la espina apical ó en las espinas laterales, éstas lesiones avanzan hacia el centro de la hoja y en el centro del cogollo causan una pudrición descendente que llega hasta la piña y puede provocar la muerte de las mismas. Por otra parte el hongo *Fusarium sp* produce síntomas iniciales tales como: Encarrujamiento y decoloración de las hojas que contrastan con el azul típico de las plantas sanas, también causa una pudrición seca del sistema radical, dejando una apariencia polvosa que avanza hacia la piña (muerte ascendente). A diferencia de la pudrición bacteriana no existen lesiones acuosas en las hojas (Martínez, et al, 1998).

1.1 Objetivos:

Con base a lo anterior nació la idea de realizar un estudio en Los Altos de Jalisco con los objetivos siguientes:

a) Estudiar el nivel de distribución de la enfermedad de marchitez causada por *Erwinia sp. y Fusarium sp* en la zona de los Altos.

b) Establecer la severidad e incidencia de enfermedades señaladas en los principales Municipios productores de agave de los Altos de jalisco.

1.2 Hipótesis:

En el cultivo del agave de la zona de los Altos de Jalisco la mayor incidencia de enfermedades con síntomas de marchitez son causadas por *Erwinia sp y Fusarium sp.*

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El nombre "Agave", vocablo de origen Griego, Agavus, significa "admirable" ó "noble" y fue a partir de la especie *Agave americana* que Carlos Linneo empleo en 1753 para designar un grupo de plantas oriundas de América de mayor importancia comercial (de la Cerda, 1967).

2.1 Taxonomía:

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Monocotiledóneas
Familia:	Agavaceas
Género:	Agave
Especie:	tequilana
Weber:	Nombre del botánico europeo que la clasifico (López, 1990).

El origen de la diversidad de variedades y morfoespecies de agave son el resultado de varias acciones, entre las que están: la selección de fenotipos sobresalientes en poblaciones nativas, la hibridación natural cuando algunos de éstos fenotipos coincidían en un mismo sitio y la dispersión de esta variación por los mismos habitantes, lo que semeja un caso de selección masal recurrente (Gil, 1997).

Generalmente, la clasificación de las especies estuvo basada en características vegetativas y cuando se presentaban plantas con diferencias significativas se consideraban como nuevas especies (Gil, 1997).

Gentry (1982) consideró mejor la taxonomia basada en la morfología de la hoja y de la flor, la clasificación en grupos fue llevada a cabo basada principalmente en la morfología de hojas y flores y zonas geográficas donde se encontraron éstas plantas. De ésta manera identificó dos formas distintas en la inflorescencia, una que

agrupo dentro del subgénero Littaea, presenta flores unidas al eje floral, en pares, agrupadas y rara vez en racimos en pequeños grupos distintos, un ejemplo *Agave obscura*.

Por otro lado, las plantas con flores paniculadas en grandes grupos con umbelas en ramas laterales fueron agrupadas en el subgénero Agave (subgénero Euagave de autores previos), con *Agave tequilana* como un ejemplo típico (Gil, 1997).

Durante varias décadas la elaboración de tequila se llevó a cabo a partir de diferentes variedades o especies afines a *Agave tequilana* Pérez (1887) mencionó que los agaves con que se producía el tequila eran diferentes variedades y que se conocían con los nombres regionales de: "mezcal chino", "azul", "bermejo", "sigüín", "mano larga", "zopilote", "pata de mula" y otros más, sin especificar cuales.

2.1.1 Descripción botánica del agave.

Es una planta surculosa que se extiende radicalmente, de 1.2 a 1.8 metros de altura. Su tallo es grueso, corto de 30 a 50 cm de altura al madurar. Las hojas de 90 a 120 x 8 a 12 cm lanceoladas, acuminadas, de fibras firmes, casi siempre rígidamente estiradas, cóncavas, de ascendentes a horizontales. Lo más ancho de las hojas se encuentra hacia la mitad y son angostas y gruesas hacia la base, generalmente de color glauco azulado a verde grisáceo. El margen de las hojas es recto a ondulado o repando; los dientes generalmente son de tamaño regular y espaciados irregularmente, en su mayoría de 3 a 6 mm de largo a la mitad de la hoja. Los ápices de los dientes son delgados, curvos o flexos desde poca altura de la base piramidal. Los dientes son de color café claro a obscuro, de 1 a 2 cm de separación; rara vez son remotos o largos. La espina por lo general es corta de 1 a 2 cm de largo, rara vez larga achatada o abiertamente surcada de arriba, su base es ancha, de color café obscura decurrente o no decurrente. La inflorescencia es una panícula de 5 a 6 metros de altura y densamente ramosa a lo largo, con 20 a 25 umbelas largas difusas de flores verdes y estambres rosados. Las flores son de 68 a 75 mm de largo con bracteolas sobre los pedicelos de 3 a 8 mm de longitud. El

ovario es de 32 a 38 mm de largo, cilíndrico con cuello corto, inconstricto, casi terminado en punta sobre la base. El tubo floral es de 10 mm de profundidad, de 12 mm de ancho, funeliforme y surcado. Los pétalos son desiguales de 25 a 28 mm de longitud por 4 mm de ancho, lineares, erectos pero rápidamente flojos en la antesis, cambiando entonces a cafesosos y secos. Los filamentos miden de 45 a 50 mm de largo doblados hacia adentro junto al pistilo, insertados de 7 a 5 mm cerca de la base del tubo; las anteras son de 25 mm de largo. El fruto es una cápsula ovada a brevemente cuspitada (Gentry, 1982 citado por Gil, 1997).

2.2 Enfermedades.

El daño causado por enfermedades en las plantas, se observa a simple vista y es consecuencia del desarrollo de microorganismos dentro de ellas. Los patógenos (microorganismos dañinos) consumen de la planta sus alimentos y producen sustancias tóxicas que interfieren en su funcionamiento. La planta se defiende y en ocasiones la enfermedad sucumbe sola, pero en otras prosigue hasta llegar a ser crónica o letal (Valenzuela, 1985).

En el agave tequilero, Pérez (1887) hacía mención sobre una enfermedad llamada "Gangrena" que descomponía las raíces y la cabeza.

Blanco en 1906 (citado por Valenzuela, 1985) reportó otra enfermedad que iniciaba con pequeñas puntuaciones negras en la epidermis de la hoja, estos puntos al crecer adquirían una coloración café y una consistencia seca, parecida al ataque de algunos hongos o de "fumaginas".

Vázquez (1976) mencionó que la Antracnosis *Colletotrichum agave cav.* se caracteriza por presentar manchas circulares de color café claro al principio y obscuro al final a lo largo de la hoja, las manchas en ocasiones pasan al envés, el hongo se va favoreciendo por los excesos de humedad.

1. Negrilla *(Asterina mexicana ell y ev.).*

El desarrollo de este hongo se ve favorecido principalmente por las mielecillas componentes de los excrementos de los insectos (escamas). Las hojas aparecen con manchas semejantes a verdaderas capas de hollín o tizne, todas las hojas se encuentran cubiertas por ese tizne. No obstante que el hongo no parasita directamente al tejido vegetal, sino que se nutre de los azúcares que contienen los excrementos de los insectos, el daño que ocasiona consiste en que el encubrimiento que da a las hojas obstaculiza su función clorofílica (Vázquez, 1976).

2. Tizón *(Alternaria agavvi).*

Los síntomas que la planta presenta son fácilmente identificables por el número de hojas color café que presenta la planta, produciendo manchas negras y regulares en número de 2 a 6 a lo largo de la hoja (Vázquez, 1976).

López 1989 (citado por Valenzuela, 1997) señaló que en el agave espadín *(A. angustifolia)*, que se utiliza para la elaboración de mezcal en Oaxaca, se presentan las siguientes enfermedades y sus agentes causales: Mancha cebra *(Alternaria sp.)*, Punta seca *(Fusarium sp)*, Secazón *(Erwinia sp)*, Mancha marginal *(Phomopsis sp)*, Mancha angular *(Fusarium sp)*, Fumagina *(Capnodium sp)* y degradación de la materia de causa no identificada.

2.3 Marchitez del agave por *Fusarium.*

1. Clavo *(Fusarium sp):*

El síntoma que presenta la planta es la falta de crecimiento y desprendimiento de hojas del cogollo. Al desenterrarla y partirla en dos, el daño se observa desde el tronconcito del rizoma hasta la cabeza. Se observa un endurecimiento vertical de color rojizo a ocre, está presente en hijuelos de reciente plantación, al cabo de un tiempo mueren (Valenzuela, 1997).

2. Mancha marginal y punta seca *(Fusarium sp):*

Las pudriciones que avanzan a partir del margen de las hojas en tonos violeta se les ha denominado "Mancha marginal". Sus efectos son localizados, difícilmente dañan grandes áreas foliares. Los ápices secos se asocian a las marchiteces, aunque en ocasiones suelen presentarse solos sin avance de otros daños. Es común observar los daños de "punta seca" en el invierno (Valenzuela, 1997).

Martínez, et al (1998) mencionaron que el hongo *Fusarium sp* produce síntomas iniciales tales como: Encarrujamiento y decoloración de las hojas que contrastan con el azul típico de las plantas sanas, también causa una pudrición seca del sistema radical, dejando una apariencia polvosa que avanza hacia la piña (muerte ascendente).

Vélez, et al (1996) señalaron que *Fusarium sp* se caracteriza por pudrición en la raíz y cabeza, hojas encarrujadas color violeta y en la base de éstas una coloración amarilla.

2.4 Marchitez del agave por *Erwinia.*

1. Secazón *(Erwinia sp):*

Los primeros síntomas se observan en el cogollo; las hojas cercanas a éste se marchitan y presentan ciertos puntos en relieve. La marchitez se torna general, en ocasiones acompañada con la pudrición del cogollo. Las tonalidades rosas y rojizas en las bases de las hojas aparecen como una falsa madurez. Esta enfermedad se acompaña de exudados de color rojizo (sanguinolentos) en la base de las hojas (Valenzuela, 1997).

Martínez, et al (1998) mencionaron que los síntomas típicos de la marchitez bacteriana son lesiones necróticas acuosas en las hojas que en la mayoría de los casos inician en la espina apical ó en las espinas laterales, éstas lesiones avanzan

hacia el centro de la hoja y en el centro del cogollo causan una pudrición descendente que llega hasta la piña y puede provocar la muerte de las mismas.

Vélez, et al (1996) señalaron a *Erwinia sp* del grupo Carotovora como patógeno involucrado en la pudrición blanda de diversas especies vegetales.

Otras enfermedades en *Agave tequilana* son el tizón de las pencas causado por *(Alternaria sp y Stangonospora gigantea)*, la pudrición roja de las pencas es causada por *(Chalariopsis sp)*, pudrición de raíz es causada por los hongos *(Armillaria mellosa y Fusarium sp)* (Granados, 1993).

2. Pudrición seca del pie *(Phytophthora sp):*

La enfermedad inicia en el troncón y es una pudrición tan endurecida como el clavo y del mismo color. La diferencia es que invade totalmente la cabeza de plantas mayores de tres años de cultivo. Las hojas que empiezan a secarse son las cercanas al suelo y conforme avanza la enfermedad se marchitan las de estratos foliares superiores (Valenzuela, 1997).

3. Pudrición blanda del pie *(Aspergillus sp):*

La enfermedad inicia en el tallo en su parte basal en plantas adultas mayores de tres años y su primer síntoma es la marchitez de las hojas más viejas. Conforme avanza la marchitez llega a los estratos de hojas superiores. La pudrición descompone el pie y la cabeza de la planta, la cual se ladea hasta caerse. La consistencia de los tejidos muertos es blanda migajonosa con olor a humus (Valenzuela, 1997).

A la fecha se han identificado diferentes fitopatógenos tales como: *Erwinia sp, Fusarium oxysporum, Phytophthora sp, Asterina mexicana y Pleospora sp* (Virgen, 1999).

Adicionalmente se están realizando ensayos con algunos plaguicidas como los fungicidas Marvig y Bactrol para el control de *Erwinia sp y Fusarium sp* (Virgen, 1999).

2.5 Incidencia de Enfermedades.

a) Altas densidades de plantación crean un microclima húmedo y poco ventilado.
b) Condiciones de acidez del suelo.
c) Ineficiente aplicación de abonos y fertilizantes.
d) Los problemas de marchitamientos en la región de los Altos cunden rápidamente de pequeños manchones a superficies mayores en plantas de tres años de edad en adelante.

2.6 Plagas del agave.

Los daños causados por insectos de mayor incidencia en el cultivo de agave, son plagas de raíz, plagas de la cabeza y de las hojas (Valenzuela, 1997).

Los daños de los insectos en el agave son desde dos puntos de vista por alimentación directa y como vectores potenciales de enfermedades al ocasionar puertas de entrada de patógenos o introducirlos directamente (Luna, 1998).

(González, 1998) mencionó que el tipo de insectos que más predomina en los predios de agave en los Altos de Jalisco, son piojos harinosos *(Homoptera pseudococcidae)*, Chinche del agave *(Hemiptera miridae)*, Escamas armadas *(Homoptera diaspididae)*, Larvas tejedoras *(Lepidoptera)* y Picudo del agave. Aunque dado lo estable del agroecosistema también se han observado densidades abundantes de insectos benéficos, principalmente coccinélidos, trips tubelíferos y moscas sirfidas, depredando sobre las escamas armadas, así como chinches asesinas o reduvidas depredando quizás las larvas tejedoras de seda.

Plagas de la Raíz:

1. Larvas del Suelo.

Las larvas de gallina ciega *(Anomala sp., Phyllophaga spp.)* y diabrótica *(Diabrótica ssp.)* son las que más comúnmente causan daños a las raíces. Estos daños son frecuentes en plantaciones recién establecidas, cuyas raíces son carnosas. Los síntomas más evidentes de su ataque son un debilitamiento general de la planta y el cambio de color azul a tonalidades rojizas y púrpuras. El crecimiento se detiene y no se desenvuelven hojas del cogollo, las plantas sin raíces se pueden extraer fácilmente (Valenzuela, 1997).

Plagas de la Cabeza:

1. Barrenador *(Acentrocreme hesperiares).*

Es una mariposa que oviposita en el ápice de las hojas, en una diminuta canaleta formada por la espina. Los primeros daños que causa el barrenador se observan en las hojas, consisten en pequeños rasguños que a veces exudan líquidos gomosos. Se trata de galerías temporales de las pequeñas larvas, que se entierran y alimentan mientras se dirigen a la cabeza. Al llegar a la base de las hojas, forman una cueva o galería mayor y permanente, cubierta por un material acorchado rojizo. En este lugar la plaga pasa su etapa de pupa para después salir (Vázquez, 1976).

2. Picudo o Mayate Negro *(Scyphophorus acunpunctatus).*

Es un descomponedor de la cabeza después de una pudrición. Este insecto prefiere las cabezas adultas para colocar y alimentar a sus larvas, así como las maduras en exceso. Esta plaga se encuentra en plantas con marchitez avanzada por pudriciones. Las larvas carcomen la cabeza y la dejan deshecha (Valenzuela, 1997).

3. Grana o Cochinilla *(Dactylopius coccus).*

Este insecto vive dentro de la cabeza. Se agrupa en pequeñas colonias de motitas blancas y algodonosas. El síntoma del ataque de la grana o cochinilla es un marchitamiento que inicia en la base de las hojas más viejas y continúa hacia las más jóvenes. El daño se ha observado sobre todo en plantas jóvenes de cero a tres años y en sus hijuelos (Valenzuela, 1997).

Plagas de las Hojas:

1. Escamas *(Aonidiella sp., Aspidiotus sp. y Lepidosaphes sp.)*

Es poco frecuente el daño por escamas, pero cuando ocurre éstas afectan el vigor de la planta pues cubren el área fotosintética (Valenzuela, 1997).

2. Algodoncillo o piojo harinoso *(Planococcus harinoso).*

Es frecuente al final de la temporada de lluvias en plantaciones muy vigorosas. Se encuentra presente en la superficie del cogollo y en las hojas jóvenes. El daño que causa se observa como pequeños puntos pálidos (Valenzuela, 1997).

Plagas del Cogollo:

1. Cortador del Cogollo.

El daño que ocasiona es parecido a un corte parejo de machete en la base del cogollo. Ataca principalmente plantas jóvenes con cogollos tiernos. El corte del cogollo es total y pueden observarse en un mismo surco hasta cuatro plantas seguidas descogolladas. Las partes dañadas se observan casi completas, lo cual sugiere que se alimenta del brote más tierno del cogollo o de los exúdados de miel (Valenzuela, 1997).

2. Larvas del Cogollo.

El amarillamiento del cogollo frecuentemente se relaciona con larvas en su interior que lo carcomen y raspan. Las hojas cercanas a éste sé acigarran o enrollan, para después marchitarse (Valenzuela, 1997).

3. Trips *(Frankliniella occidentalis)* y Pulgones *(Rhopalosiphum maidis, Schizaphis graminum).*

El interior del cogollo es un lugar protegido donde los tejidos tiernos de las hojas son fácilmente atacados por trips y pulgones. El síntoma causado por pulgones es visible en el ápice de las hojas del cogollo y consiste en una coloración verdosa obscura con un marchitamiento duro a partir de la espina. Las plantas atacadas por trips muestran un síntoma de debilitamiento del cogollo de color verde pálido amarillento y pequeños puntos (Valenzuela, 1997).

2.7 Manejo de cultivo en los Altos de Jalisco.

Las plantaciones de altas densidades 5,000 plantas/ha., demandan gran cantidad de mano de obra durante los primeros tres años del cultivo. Al cubrirse el terreno con el follaje del agave, se controla la maleza y se reduce el impacto de factores físicos en el suelo. Las pérdidas de humedad del suelo son menores cuando el agave adquiere mayor área foliar. El laboreo de suelos es mínimo, así como la insolación y ventilación de las mezcaleras.

Son frecuentes los problemas de enfermedades cuando se recurre a este sistema de producción, sobre todo los causados por aquellas que atacan el pie ó tallo subterráneo del agave y que ocasionan un marchitamiento foliar acentuado. Los barbeos ó podas no se practican regularmente. El corte de hojas ó chaponeo se hace con cazangas.

Una menor labranza de suelos puede ocasionar en plantaciones jóvenes, baja porosidad y deficiente retención de humedad. La baja capacidad de almacenamiento

de agua en el suelo produce un síntoma de sequía en las plantas. Es un sistema muy productivo con una cosecha total de 373 (Ton./Ha.) distribuidas en 93.4 Ton./Ha. anual en cuatro años de cosecha si se reparte la cosecha total entre diez años, se tendría un equivalente a 37.35 Ton./Ha. (Valenzuela, 1997).

Problemática de la Producción:

a) Altas densidades de plantación, por unidad de superficie cultivada.
b) Erosión y degradación física de los suelos.
c) Control de malezas.
d) Alargamiento del ciclo vegetativo, mayores costos de mano de obra.
e) Alto riesgo de enfermedades.

Metabolismo del Agave.

La adaptación ecológica más importante de los agaves es la toma de CO_2. La apertura de los estomas ocurre principalmente durante la noche con la subsiguiente toma de CO_2, para su uso diurno en la fotosíntesis; la senda CAM. El intercambio de gases se da cuando la temperatura está más baja que la diurna lo cual reduce la pérdida de agua de los tallos de las plantas CAM (Luna, 1998).

Propagación del Agave tequilero.

Tiene tres formas de propagarse:
a) En forma de semillas (vía sexual).
b) Por hijuelos de rizoma (vía asexual).
c) Por bulbillos (pequeños hijuelos) de la inflorescencia ó quiote (vía asexual).

La vía sexual, por semillas verdaderas, pocas veces es utilizada ya que se corta la floración del cultivo. Las semillas tienen bajo porcentaje de germinación, su crecimiento es lento y las plántulas resultantes son muy heterogéneas para ser utilizadas en el cultivo.

Los hijuelos de rizoma son usados comúnmente para el establecimiento de plantaciones. Esta ha sido la única forma de propagación que se ha practicado durante mucho tiempo. La ventaja de esta forma de propagación es la rapidez con que se obtienen plántulas de buen tamaño y la cantidad de éstas que produce la planta.

Los bulbillos son hijuelos pequeños que emergen en el quiote, junto con las flores no fecundadas que caen sin formar frutos. Son poco frecuentes y casi desconocidos porque la floración se reprime. Estos hijuelos no se utilizan en la propagación de material vegetativo para la plantación (Valenzuela, 1997).

Selección del terreno donde se va a plantar.

Al respecto se toman en cuenta principalmente, los factores suelo y clima. Los suelos que actualmente se utilizan se encuentran en lomeríos y valles sin hundimientos que no se inundan y tienen textura media (franca). Las condiciones de una textura media ó franca son las óptimas para un balance hídrico adecuado al mezcal, pues retienen la humedad de las lluvias sin encharcarse. Son ideales los suelos con una profundidad mínima de 40 cm que no presenten capas endurecidas (piso de arado y/o tepetates). Es importante, además, que estos suelos sean rojos o cafés, que poseen en su mayoría las características físicas y químicas deseables para el cultivo (Luna, 1998).

Precipitación Pluvial.

Más de 600 mm de precipitación pluvial anual total en suelos adecuados para el cultivo. Esto evidencia una estrecha relación entre la humedad y las condiciones del suelo para satisfacer las necesidades hídricas del agave (Luna, 1998).

(Valenzuela,. 1997) consideró que las condiciones ambientales adecuadas para el cultivo del agave tequilero son las de una planta tropical con un periodo de lluvias estacional (temporal).

Altitud sobre el nivel del mar.

Las altitudes comprendidas en un rango de 1,000 a 1,800 (msnm) pueden considerarse aceptables para establecer plantaciones de agave tequilero de calidad, siempre bajo condiciones de total asoleamiento (Valenzuela, 1997).

Preparación del suelo.

La época de preparación de suelos más adecuada es de marzo a mayo. Las labores de preparación de suelos comúnmente realizadas se hacen con maquinaria agrícola, si las características del terreno tales como pendiente, profundidad y pedregosidad lo permiten. El primer paso consiste en el desmonte, la limpia y la quema, sobre todo en terrenos que han estado fuera de cultivo. Si el suelo se ha cultivado anteriormente, se acostumbra iniciar la preparación con un paso de arado de subsuelo, después dar dos pasos de arado y otro de rastra en forma cruzada (SAGAR, 1998).

pH del suelo.

En cuanto al pH del suelo óptimo para el cultivo, es tendiente a la acidez, con valores de 6 a 6.8 los resultados sugieren también que el agave prefiere la neutralidad (pH 7) de los suelos (Valenzuela, 1997).

Aplicación de materia orgánica antes de la plantación.

Las aplicaciones de abonos orgánicos antes de la plantación pueden hacerse al terreno en general, bandeado en los surcos que serán plantados ó en la cepa de plantación. La aplicación en bandas se realiza formando surcos con bordeadora en el suelo ya preparado y tirando posteriormente el estiércol en bandas con un remolque. Actualmente en los Altos se usan como abonos orgánicos estiércoles de gallina y cerdo (Luna, 1998).

Selección de hijuelos.

Los hijuelos son arrancados de plantaciones jóvenes de tres a cinco años durante los meses de marzo a mayo (Flores, 1998).

Libres de plagas y enfermedades, con buena estructura foliar de la cabeza, vigorosos, buen peso y color azul intenso. La planta "hijuelos" se sumerge y se baña en diferentes mezclas de insecticidas y/o fungicidas con el fin de combatir plagas y enfermedades para su prevención (SAGAR, 1998).

Trazo de plantación.

Los trazos ó líneas para ordenar los surcos ó hileras dependen de la topografía del terreno, de la mecanización del cultivo y del sistema de producción. En terrenos planos y sin ceborucos las distancias entre plantación varían de acuerdo al manejo, ya sea con ó sin maquinaria y los implementos agrícolas que se usen para tal efecto. En los Altos la distancia entre plantas es de 1.10 y entre surcos es de 2.80 metros formando un marco real (Flores, 1998).

Plantación.

La plantación se realiza manualmente abriendo la cepa con un azadón. Se entierra un 75% del volumen de la planta y después se apisona la tierra a su alrededor para evitar que se caiga, quedando bien segura (Valenzuela, 1997).

La época de plantación más adecuada es poco antes de iniciar la temporada de lluvias, de abril a junio se recomienda plantar en seco con el fin de aprovechar totalmente el periodo de lluvias (Luna, 1998).

Densidad de población.

La densidad de población depende principalmente del sistema de producción que se decidió manejar. Los sistemas pueden ser de monocultivo con altas y bajas

densidades ó complementarse con cultivos intercalados y pastoreos controlados. En los Altos se acostumbran densidades de 3,000 a 5,000 plantas por hectárea ó incluso más (Valenzuela, 1997).

Después de la plantación se requiere hacer una supervisión para saber cuantas plantas están caídas y no "prendidas" y reponerse. Con un buen manejo general no debe recurrirse a más de un 10% de replantes (SAGAR, 1998).

Mantenimiento.

El mantenimiento de la plantación consiste básicamente en el control de malezas, fertilización, afloje al suelo, barbeos (podas), prevención y control de plagas y enfermedades (SAGAR, 1998).

Fertilización.

Las aplicaciones de abonos orgánicos dirigidas a la cepa de plantación en los Altos suelen ser frecuentes (Valenzuela, 1997).

Los abonos más utilizados son la gallinaza, pollinaza y en menor proporción otros estiércoles, sin embargo la mayoría los aplica previa descomposición y algunos los aplican en el cogollo de la planta (Luna, 1998).

En cuanto a la fertilización química los más usados son fertilizantes nitrogenados, en menor escala triples y muy escasa la aplicación de fórmulas que será lo más adecuado para una fertilización balanceada, se aplican al suelo en la zona de absorción radicular durante los meses de junio a septiembre (Luna, 1998).

Unidades de medida empleadas son de "puño", por lo cual varía mucho la medida. La promotora regional del agave (1985), establece que la aplicación de fertilizante debe ser de 50 a 100 gramos por planta por año, agregando más de 300 gramos de estiércol antes de realizar "la pica" en dos aplicaciones: Una a los tres años y otra a los siete (SAGAR, 1998).

La aplicación de los fertilizantes es manual y el 80% de los productores los dirigen al cogollo. En la Región de los Altos, Jal. los tratamientos por hectárea son de 106 - 31 - 35 a 211 - 16 - 91 con una densidad de plantas de 4,500 por hectárea (SAGAR, 1998).

Podas o barbeos.

La poda del agave consiste en realizar cortes de las hojas con diferentes modalidades dependiendo el objetivo de la misma. La poda se realiza en la preparación de hijuelos para el transplante (poda de semilla), poda de acceso (cacheteo ó chaponeo), cortes sanitarios, podas de formación y de maduración.

La época más idónea para realizarlas abarca el periodo de sequía, para minimizar riesgos de ataque de patógenos es conveniente realizar aplicaciones protectoras a base de fungicidas de contacto ó sistémicos (Luna, 1998).

Control de malezas.

La plantación debe mantenerse limpia, ventilada y asoleada. El tipo de control de maleza dependerá del sistema de producción del cultivo (Valenzuela, 1997).

Combina las formas mecánica y química, los productores utilizan los herbicidas autorizados que se distribuyen en la región, debiéndose de tener cuidado al hacer las aplicaciones, para no causar daños a las plantas (SAGAR, 1998).

Labores de afloje al suelo.

Va encaminado a modificar su estructura para aumentar la retención de humedad y la aireación, así como para propiciar la emergencia de hijuelos vigorosos y bien desarrollados (Flores, 1998).

Cuando es posible introducir maquinaria, se aran calles en invierno ó antes de las lluvias, en altas densidades poco se realiza este afloje, solo con arado de yunta

en terreno pedregoso ó en laderas (ceborucos), se hace un afloje llamado "pica" lo más cercano a la planta a una profundidad de 5 cm (SAGAR, 1998).

Desquiote.

Consiste en cortar el escapo floral (quiote), cuando este tiene de 1 a 1.5 m de altura, para evitar que los azúcares se pierdan en la floración, la quiotación ocurre en plantaciones de 5 a 6 años, el desquiote se realiza en los meses de febrero y marzo (Luna, 1998).

Jima.

La jima ó cosecha consiste en cortar la planta y sus hojas con una "coa de jima" para dar forma a un cuerpo ovoide que es la cabeza compuesta por el tallo y la vaina de las hojas. No existe una época determinada para esta labor, durante todo el año se cosecha mezcal. La maduración en las plantaciones generalmente no es uniforme, varía dependiendo de la heterogeneidad inicial de la plantación. Durante el primer año se extrae un 15% de la plantación, el segundo año se jima un 65% y por último el 20% restante en el tercer año, cada piña pesa en promedio 60 kg (Luna, 1998).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área de estudio.

La zona del agave en la Región de los Altos, Jal. se ubica entre las coordenadas extremas de 101° 56' 30" a 103° 17' 07" longitud oeste y 20° 21' 43" a 21° 02' 57" latitud norte, con una altura que oscila dentro de los 1,520 y los 2,100 metros sobre el nivel del mar, cuenta con una extensión territorial de 5,984.8 km^2.

La región del agave en los Altos está constituida por los Municipios de Acatic, Arandas, Atotonilco el Alto, Ayotlán, Jesús María, Tepatitlán de Morelos y Zapotlanejo.

Los municipios de estudio elegidos por ser los de mayor superficie cultivada con agave tienen las siguientes colindancias:

Al Norte con: Ixtlahuacán del Río, Cuquío, Yahualica de González Gallo, Valle de Guadalupe, San Miguel el Alto, San Julián y San Diego de Alejandría.

Al Este con: El Estado de Guanajuato.

Al Sur con: Degollado, La Barca, Ocotlán y Poncitlán, así como con el Estado de Michoacán.

Al Oeste con: Juanacatlán, El Salto y Tonalá.

El clima es semiseco, con otoño e invierno secos, semicálido, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 19°C, con máxima de 28°C y mínima de 9°C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de Junio, Julio y Agosto, contando con una precipitación media de 800 mm, el promedio anual de días con heladas es de 15.4, los vientos dominantes son en dirección del Sureste al Noroeste (INEGI, 1997b).

Esta región tiene una fisiografía variada con lomeríos, mesetas, llanuras y sierras que se cultivan con agave. En los Municipios de Zapotlanejo y Tototlán los lomeríos y llanuras se destinan al cultivo de agave y en los de Arandas y Jesús María el cultivo se extiende también en las partes planas de altas mesetas (Valenzuela, 1997).

Por lo general esta región cuenta con mayor superficie semiplana (47%) el resto se divide en zona plana (38%) y zona accidentada (15%) (INEGI, 1997b).

Los suelos cultivados con agave son en su mayoría Luvisoles férricos fuertemente abonados con estiércoles de gallina, cerdo ó bovinos. Los Luvisoles férricos tienen una acumulación de arcillas considerable, son suelos de colores rojizos típicos del trópico que han sido constantemente lavados y poseen altos contenidos de hierro (Fitz Patrick, 1984 citado por Valenzuela, 1997). Las condiciones de pH tienden a la acidez, misma que se acentúa cuando se hacen aplicaciones excesivas y frecuentes de fertilizantes de reacción ácida y abonos orgánicos.

Su vegetación se compone básicamente de pastos naturales e inducidos y bosques en donde las principales especies son los encinos blancos y rojos, pinos, roble, madroño. Existe selva baja espinosa, con huizache, nopal, palo dulce, granjeno y algunas especies de árboles frutales (INEGI, 1997b).

3.2 Elección de parcelas.

Se realizaron muestreos continuos de septiembre de 1998 a abril de 1999, para determinar el estado fitosanitario de la zona de los Altos, tomando un sitio de muestreo por cada 100 hectáreas y 100 plantas por sitio de muestreo.

El muestreo se realizó en parcelas plantadas de agave, localizadas en cada uno de los municipios que participan en este trabajo de investigación, el número de sitios muestreados por municipio estuvo en función del total de la superficie cultivada con agave. Esto como parte de un proyecto a nivel estatal.

La selección de sitios de muestreo por cada municipio fue elegido al azar procurando cubrir toda el área de estudio y esto a través de un plano y un directorio de productores para tener mejor panorama en cuanto a la distribución de las enfermedades y que la toma de datos fuera más confiable.

Arandas ocupa una superficie plantada de 1900 has. por lo tanto se muestrearon 19 sitios, es decir 1 sitio por cada 100 has. Atotonilco tiene una superficie plantada de 900 has. por 9 sitios muestreados, Jesús María 500 has. plantadas, se muestrearon 5 sitios. Tepatitlán 1100 has. para un total de 11 sitios muestreados y Zapotlanejo con una superficie de 700 has. para solo muestrear 7 sitios.

Para determinar la importancia de los problemas fitosanitarios del agave se utilizó un muestreo estadístico estratificado por municipio, para estimar su distribución en la zona, porcentaje de incidencia en base al muestreo y severidad por observación de síntomas y número de daño en la escala (Cuadro 1 y 2).

El porcentaje de incidencia se determinó tomando el número de plantas con síntomas del total de plantas muestreadas por parcela que fue de 100. La severidad se midió usando una escala arbitraria de 1 a 5, la cual se muestra en el Cuadro (1) y Cuadro (2), en base a la sintomatología reportada por (Martínez, 1998) para las enfermedades ocasionadas por *Erwinia sp* y *Fusarium sp* respectivamente.

El muestreo se realizó en forma sistemática tomando 5 surcos por parcela ubicados como se muestra en el croquis (figura 1). En cada surco se calificaron 20 plantas contadas a partir de la número 11, como se muestra en la figura lo que nos dio un total de 100 plantas por parcela.

3.3 Cuantificación de incidencia y severidad.

Para cuantificar el grado de incidencia y severidad de las enfermedades se procedió a lo siguiente: Después de haber obtenido todos los datos de los muestreos en campo, se procedió a analizarlos. Para obtener el porcentaje de incidencia de cada Municipio se obtuvo por medio de una escala (Cuadro 1 y 2), efectuándose una sumatoria por el número de daño (2,3,4,5) por separado de todos los sitios de un mismo Municipio y dividiéndose entre el número de sitios muestreados, obteniendo así el porcentaje de incidencia en cada Municipio y de cada una de las enfermedades.

La severidad se obtuvo de la sumatoria (grado 3 – 5 de la escala) de todos los sitios de un mismo Municipio.

En el caso donde se presentaron ambas enfermedades en la misma planta se procedió a hacer la sumatoria de todas las plantas en todos los sitios de todos los Municipios y se dividió entre el total de sitios muestreados.

3.4 Toma de muestras de material enfermo.

De las plantas muestreadas se procedió a la toma de muestras de plantas enfermas (con síntomas de tizón, manchas foliares, marchitez, etc.) de la siguiente manera: Se seleccionaron las partes enfermas y se cortaron con navaja si eran hojas ó plantas completas cuando se trató de piña ó raíz. Las muestras de hojas se guardaron en bolsas de plástico para ser llevadas al laboratorio. Las muestras de suelo se tomaron de una profundidad de 0 – 30 cm usando una pala en diferentes partes de la parcela, después fueron mezcladas y se tomo una submuestra de aproximadamente 1 kg para posteriormente hacer la extracción de nemátodos en el laboratorio. Se tomaron datos del marco de plantación (distancia entre hileras, entre plantas, así como altura de plantas).

Cuadro N° 1 Escala para evaluar la severidad del daño de marchitez del agave causado por *Erwinia sp.*

Grado de daño	Descripción
1	Planta sana
2	De 1 a 5 lesiones acuosas con una longitud de 1 a 30 cm iniciando en las espinas apicales ó laterales.
3	De 1 ó más lesiones acuosas de más de 30 cm ó bien más de 6 lesiones de 5 a 30 cm.
4	Lesión necrótica en el cogollo que avanza hasta casi llegar a la piña.
5	Cogollo completamente dañado llegando hasta la piña, planta evidentemente muerta.

Cuadro N° 2 Escala para evaluar la severidad del daño de marchitez del agave causado por *Fusarium sp.*

Grado de daño	Descripción
1	Planta sana.
2	De 1 a 5 hojas externas con encarrujamiento ligero.
3	De 6 a 10 hojas externas con encarrujamiento.
4	Planta con más de 10 hojas con encarrujamiento acentuado.
5	Planta muerta fácil de desprenderse del suelo.

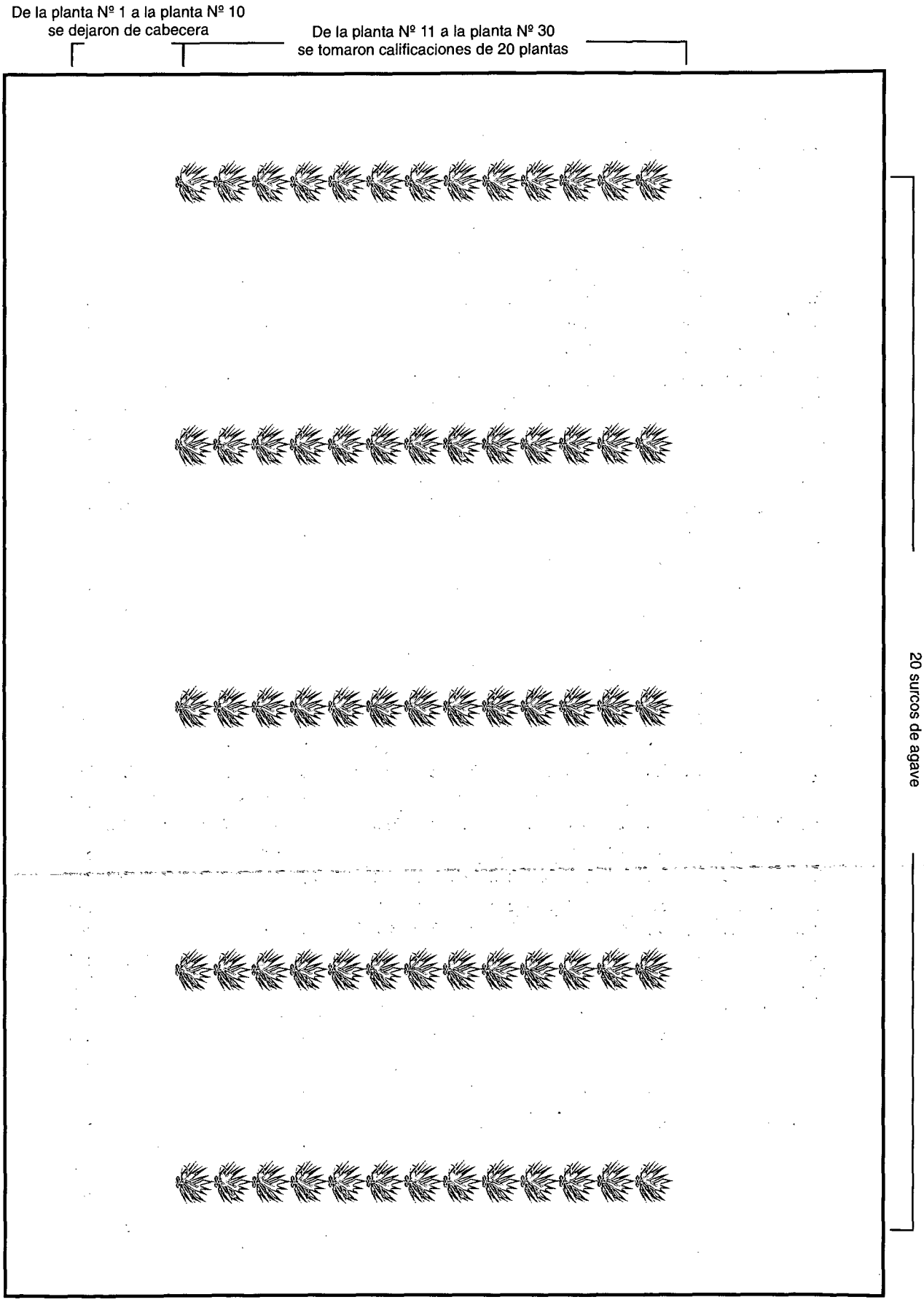

Figura 1. Diagrama propuesto para describir el muestreo de una parcela de agave.

3.5 Aislamiento de patógenos en el laboratorio.

Aislamiento de la Bacteria *Erwinia sp.*

Procedimiento:

Se lavaron las muestras de agave con agua destilada esterilizada se cortaron en trozos pequeños y se desinfectaron con hipoclorito de Sodio al 1% durante 1 minuto, se eliminó el exceso de desinfectante. Se colocaron en tubos de ensayo con agua destilada esterilizada, se agitó vigorosamente para desprender las bacterias. Posteriormente se sembraron con asa bacteriológica flameada, en estrías en medio de cultivo agar nutritivo, PDA ó CVP para confirmar que se trata de *Erwinia* pues este medio de cultivo es selectivo para dicho género de bacterias. Se incubaron a temperatura de 24°C durante una semana, revisando el desarrollo diariamente.

Aislamiento del Hongo *Fusarium sp.*

Procedimiento:

Las muestras de raíz se lavaron con agua destilada esterilizada, se cortaron trozos del borde de avance de la lesión y se desinfectaron con hipoclorito de Sodio al 1% durante 1 minuto, se eliminó el exceso de desinfectante y se sembraron en medio de cultivo PDA o Komadas, este medio de cultivo es selectivo para el género *Fusarium*. Se incubaron a temperatura de 24°C por una semana. Se revisaron diario para ver el desarrollo del patógeno. Una vez esporulado el hongo fue identificado mediante las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1972).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos para cada uno de los Municipios en la región de los Altos de Jalisco, se encontró para el caso de la marchitez bacteriana causada por *Erwinia sp* en Tepatitlán, que el 8% del total de la población muestreada tiene plantas muertas (grado 5), siguiéndole el grado 3 (lesiones necróticas graves) 9%, el grado 2 (lesiones necróticas acuosas) 75% y solo el 7% de plantas sanas. Presenta 93.25% de incidencia y de casos con daño grave (grado 3 – 5) de la escala un 18.53%. (Figura 2).

Para el caso de Zapotlanejo no hubo plantas con grado 5, el grado 3 (lesiones necróticas graves) afecta al 12% de la población. El grado 2 (lesiones necróticas acuosas) se encontró el 54% de las plantas, el porcentaje de plantas sanas es de 32%. Presentando un 68.27% de incidencia y daño grave en un 13.7%. (Figura 3).

En Arandas se observa que el 10% de las plantas tienen el cogollo muerto (grado 5), el 42% del total de la población muestreada presenta lesiones acuosas (grado 2) y un 45% de plantas sanas. Presentó un 54.78 % de incidencia total y daño grave en un 12.73% de los casos. (Figura 4).

Para el caso de Jesús María las plantas muertas, representan el 1% de la población. Sin embargo, el 62% del total de la población muestreada presenta lesiones necróticas acuosas (grado 2) y el 35% plantas sanas. Presentando un porcentaje de incidencia total de 64.8% con solamente un 3.8% de casos graves. (Figura 5).

En Atotonilco el grado 5 (plantas muertas), está representado por el 4% del total de la población muestreada, siguiéndole un 20% con lesiones acuosas (grado 2), y un 75% de plantas sanas. Presentando un 24.32% de incidencia total con solamente un 4.77% de casos con daño grave. (Figura 6).

Cuando se analiza la situación para la marchitez por *Fusarium sp* se presentó afectando al cultivo en Tepatitlán de la siguiente manera: el grado 5 (plantas muertas) tiene el 6 % del total de la población muestreada, el grado 4 (encarrujamiento acentuado) 2%, el grado 3 (encarrujamiento grave) 13%, el grado 2 (encarrujamiento ligero) 42% y el 37% plantas sanas. Encontramos que la situación es algo diferente, así tenemos que Tepatitlán es el municipio con mayor incidencia con un 63.08% y daño grave (grado 3 – 5 de la escala) se presento en el 20.54% de los casos. (Figura 7).

Para el caso de Jesús María, el grado 5 (plantas muertas) y el grado 4 (encarrujamiento acentuado) tienen 0% del total de la población muestreada, el grado 3 (encarrujamiento grave) 14%, el 33% con encarrujamiento ligero (grado 2) y el 53% plantas sanas. Presentando un 46.6% de incidencia total y un 14% de daño grave. (Figura 8).

En Atotonilco se observa 0% de plantas muertas, el grado 3 (encarrujamiento grave) tiene el 3%, siguiendole el grado 2 (encarrujamiento ligero) con un 29% y un 67% de plantas sanas. Obteniendo un 33.43% de incidencia total con solamente un 4.21% de casos de daño grave. (Figura 9).

Para el caso de Zapotlanejo se observa 0% de plantas muertas del total de la población muestreada, 7% con encarrujamiento acentuado (grado 4), 58% con encarrujamiento grave (grado 3), el 35% con grado 2 (encarrujamiento ligero) y 0% de plantas sanas. Presentando un 6.13% de incidencia total con tan solo 3.99% de casos con daño grave. (Figura 10).

En cuanto al Municipio de Arandas el grado 5 (plantas muertas), tiene el 1% del total de la población muestreada, el grado 4 (encarrujamiento acentuado) el 7%, siguiéndole el 50% de plantas con encarrujamiento ligero (grado 2) y un 36% de plantas sanas. Presentando 4.77% de incidencia total y un 0.99% de casos con daño grave. (Figura 11).

Las enfermedades se encontraron distribuidas en toda la región, destacando también que se observo la presencia de *Erwinia sp* junto con *Fusarium sp* en la misma planta. Los casos en donde se presentaron ambas enfermedades fueron relativamente pocos 5.58% del total regional.

De lo anterior se deduce que la enfermedad que se encontró con mayor frecuencia fue la marchitez bacteriana causada por *Erwinia sp.*

La marchitez por *Fusarium sp* aunque en menor grado de incidencia también representa un peligro potencial por lo difícil de su combate.

El municipio más afectado por ambas enfermedades fue Tepatitlán. Mientras que Arandas fue el municipio menos afectado por *Fusarium sp* con 4.77% de incidencia.

Atotonilco fue el municipio con más plantas sanas para el caso de *Erwinia sp* con un 75%. El grado de daño que se presentó en la mayoría de los predios muestreados del total regional fue el grado 2 (lesiones acuosas).

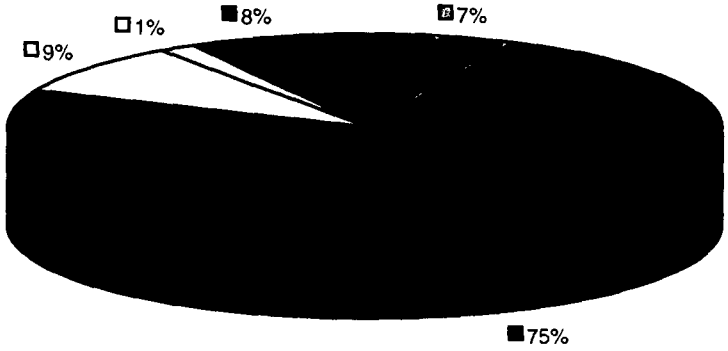

Figura 2. Incidencia y Severidad de *Erwinia sp* en Tepatitlán, Jal.

Severidad

- 1 Planta sana
- 2 De 1 a 5 lesiones acuosas longitud de 1 a 30 cms.
- 3 De 1 ó más lesiones acuosas de más de 30 cms, ó bien de 6 lesiones de 5 a 30 cms.
- 4 Lesión necrótica en el cogollo.
- 5 Cogollo completamente dañado llegando hasta la piña.

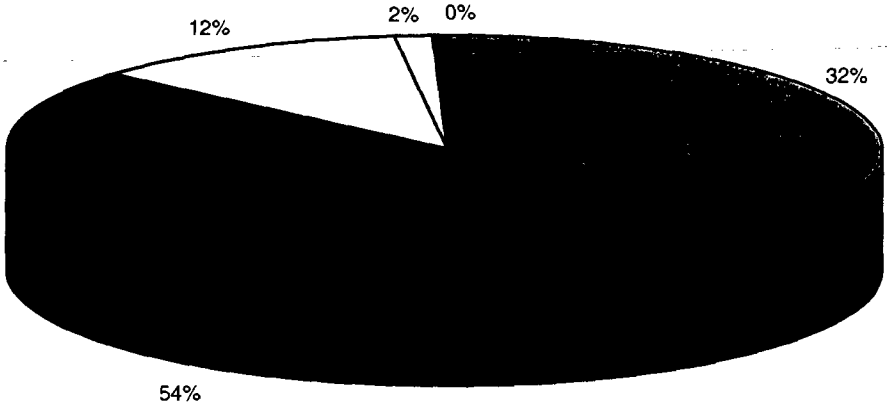

Figura 3. Incidencia y Severidad de *Erwinia sp* en Zapotlanejo, Jal.

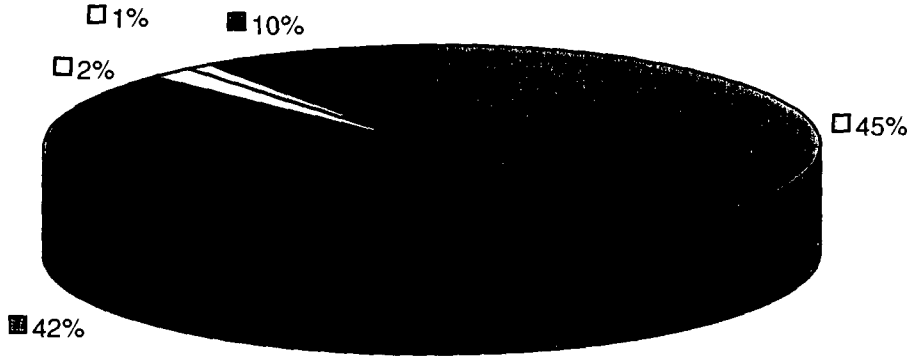

Figura 4. Incidencia y Severidad de *Erwinia sp* en Arandas, Jal.

Severidad

1 Planta sana

2 De 1 a 5 lesiones acuosas longitud de 1 a 30 cms.

3 De 1 ó más lesiones acuosas de más de 30 cms, ó bien de 6 lesiones de 5 a 30 cms.

4 Lesión necrótica en el cogollo.

5 Cogollo completamente dañado llegando hasta la piña.

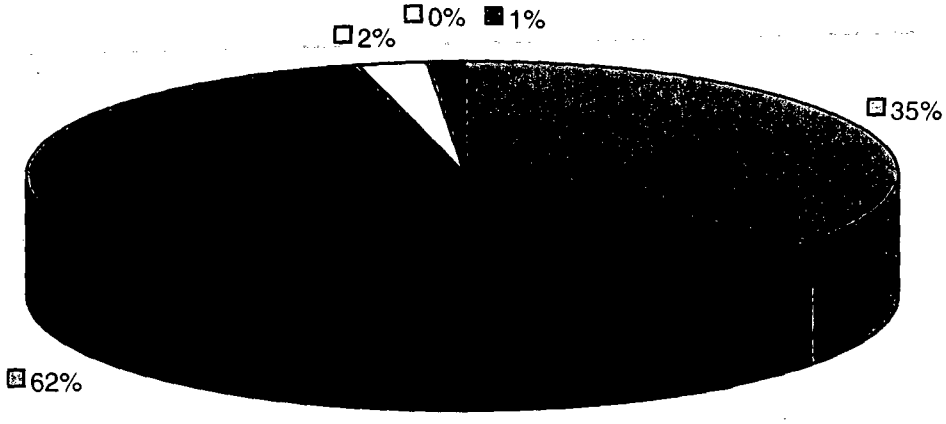

Figura 5. Incidencia y Severidad de *Erwinia sp* en Jesús María, Jal.

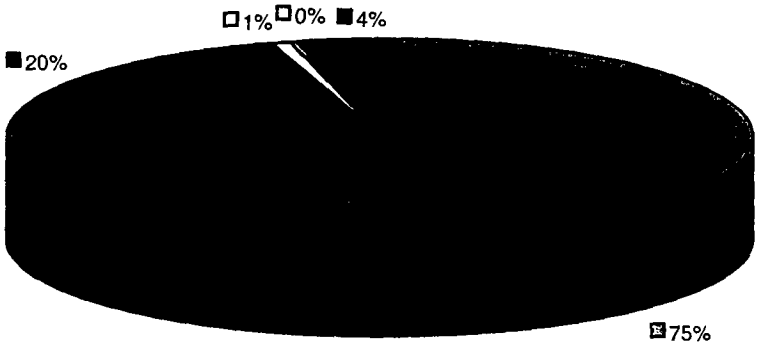

Figura 6. Incidencia y Severidad de *Erwinia sp* en Atotonilco,Jal.

Severidad	Severidad
1 Planta sana	1 Planta sana
2 De 1 a 5 lesiones acuosas longitud de 1 a 30 cms.	2 De 1 a 5 hojas externas con encarrujamiento ligero.
3 De 1 ó más lesiones acuosas de más de 30 cms, ó bien de 6 lesiones de 5 a 30 cms.	3 De 6 a 10 hojas externas con encarrujamiento.
4 Lesión necrótica en el cogollo.	4 Planta con más de 10 hojas con encarrujamiento acentuado.
5 Cogollo completamente dañado llegando hasta la piña.	5 Planta muerta fácil de desprenderse del suelo.

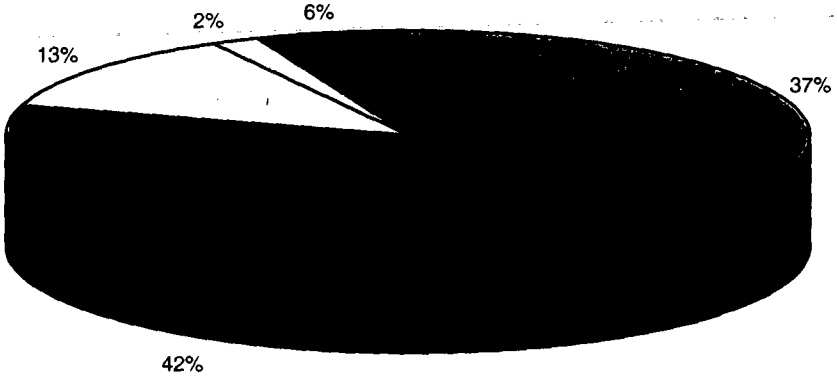

Figura 7. Incidencia y Severidad de *Fusarium sp* en Tepatitlán, Jal.

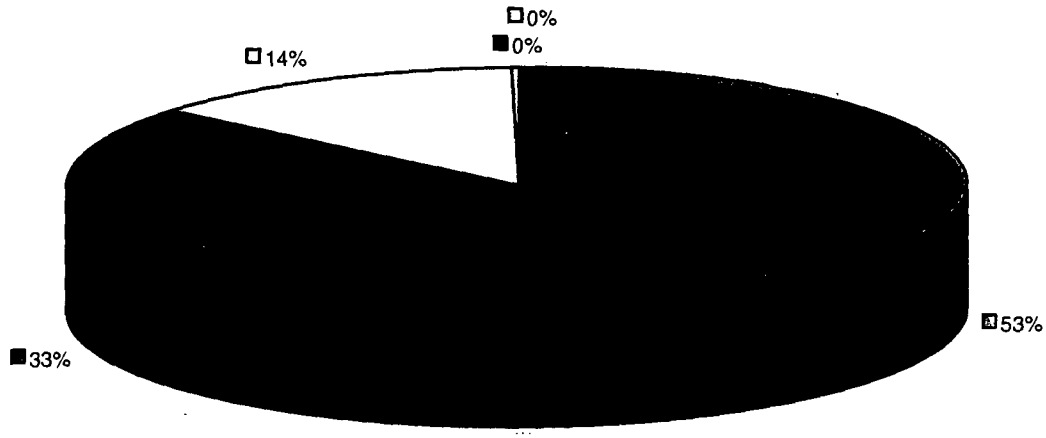

Figura 8. Incidencia y Severidad de *Fusarium sp* en Jesús María, Jal.

Severidad

- 1 Planta sana
- 2 De 1 a 5 hojas externas con encarrujamiento ligero.
- 3 De 6 a 10 hojas externas con encarrujamiento.
- 4 Planta con más de 10 hojas con encarrujamiento acentuado.
- 5 Planta muerta fácil de desprenderse del suelo.

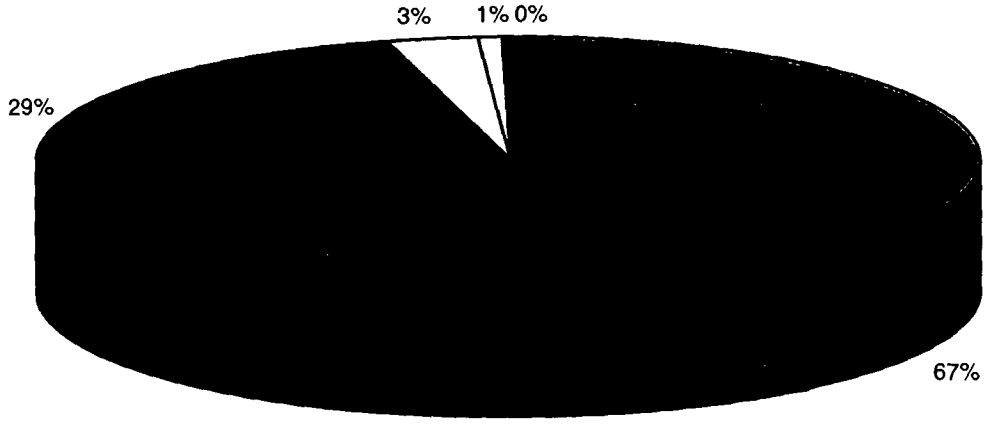

Figura 9. Incidencia y Severidad de *Fusarium sp* en Atotonilco, Jal.

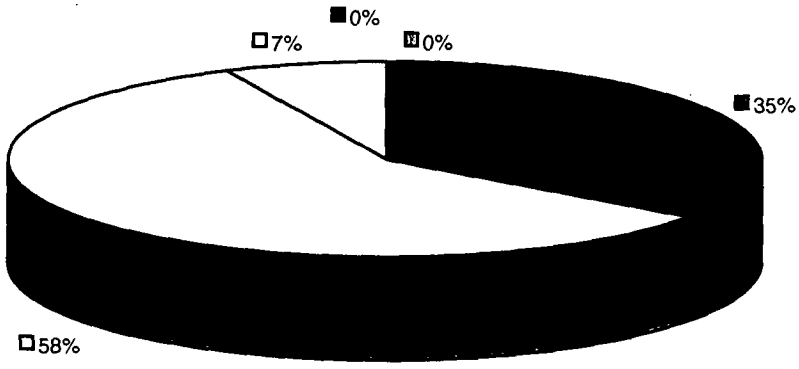

Figura 10. Incidencia y Severidad de *Fusarium sp* en Zapotlanejo, Jal.

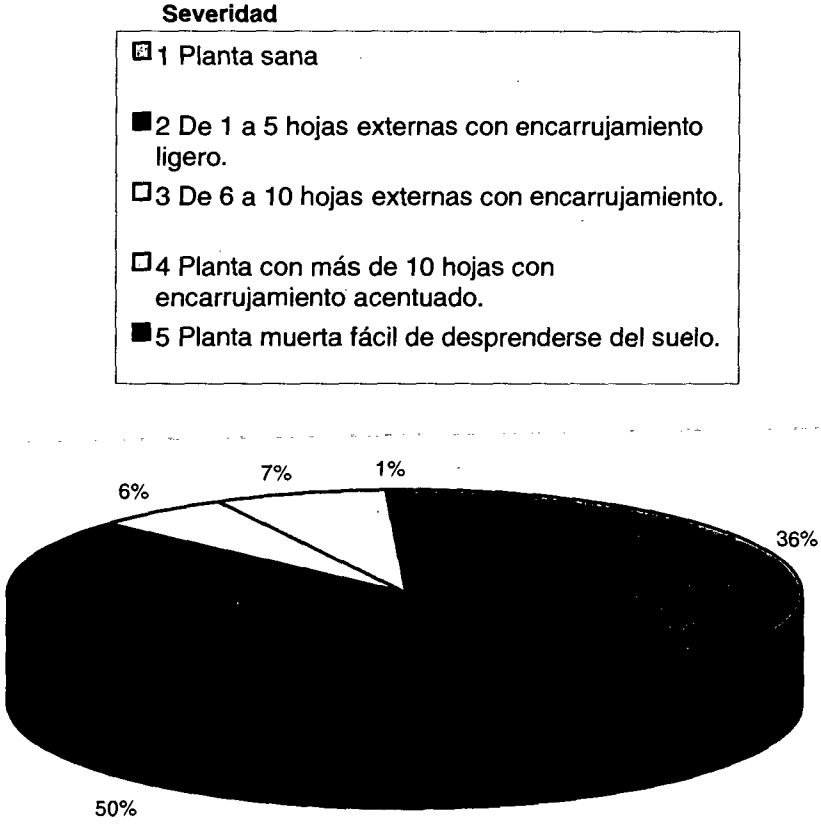

Figura 11. Incidencia y Severidad de *Fusarium sp* en Arandas, Jal.

V. CONCLUSIONES

1) El agave tequilero *(Agave tequilana Weber)* variedad azul, está siendo afectado fuertemente por dos enfermedades: la marchitez bacteriana causada por *Erwinia sp* y la marchitez por *Fusarium oxysporum.*

2) La distribución de ambas enfermedades fue general en toda la zona de muestreo predominando el patógeno *Erwinia sp.*

3) El municipio más afectado por ambas enfermedades fue Tepatitlán con un 93.25% de *Erwinia sp* y un 63.08% de *Fusarium sp.*

4) La mayoría de los predios en la región de los Altos esta afectado en forma incipiente por el grado 2 por lo que todavía esta en situación de aplicar medidas de control.

VI. LITERATURA CITADA

1.- **Barnett, H. L., Barry, B. H. 1972.** Illustrated genera of imperfect fungi. Third edition. Editorial Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minesota. 241 páginas.

2.- **de la Cerda, J. A. 1967.** Fibras duras. La ciencia en las zonas áridas, serie aridocultura Tomo III México. 385 páginas.

3.- **Flores, M. F. J. 1998.** El cultivo de agave azul tequilana (Weber), Foro de análisis de la problemática de la cadena productiva agave – tequila. p. 57- 66.

4.- **García, G. R., González, G. F. J. 1995.** Agave, alternativa económica para la zona de Arandas, Jal. Tesis de Licenciatura C. U. C. B. A., U. de G.

5.- **Gentry, Howard S. 1982.** Agaves of Continental North America, The University of Arizona Press, Tucson, Arizona. p. p. 61, p. p. 382 – 586.

6.- **Gil, V. K. 1997.** Caracterización genética del agave sp utilizando marcadores moleculares. Tesis de Maestría en Ciencias, CINVESTAV. Irapuato, Guanajuato. México.

7.- **González, H. H. 1998.** Avances del proyecto: Determinación de las principales plagas del agave en Jalisco y algunas medidas de control. Programa general de apoyo y desarrollo tecnológico a la cadena Productiva agave – tequila.

8.- **Granados, S. D. 1993.** Los agaves de México, Universidad Autónoma de Chapingo.

9.- **INEGI, 1997a.** Encuesta industrial mensual. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.

10.- **INEGI, 1997b.** Monografías Municipales. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.

11.- **INEGI, 1997c.** El agave tequilero en el Estado de Jalisco. VII Censo Agropecuario 1991 Ed. INEGI, Aguascalientes, Ags.

12.- **López, U. J. P. 1990.** Evaluación de diferentes dosis de fertilización (N – P – K) en el agave tequilero (Agave tequilana Weber). Tesis de Licenciatura C. U. C. B. A. U. de G.

13.- **Luna, H. G. 1998.** Boceto: Primer eslabón en la cadena productiva Agave – Tequila. Diplomado Desarrollo Rural Sostenible, Guadalajara, Jal.

14.- **Martínez, R. J. L. 1978.** Diagnóstico de enfermedades de plantas. Tesis de Licenciatura C. U. C. B. A. U. de G.

15.- **Martínez, R. J. L. 1994.** Informe sobre el diagnóstico de la marchitez en Agave. Tequila Cuervo. Inédito.

16.- **Martínez, R. J. L., Vázquez, G. M., Pimienta, B. E., Torres, M. P., Bernal, M. F., Rodríguez, R. R., Flores, M.F. y Virgen, C. G.** Centro de Investigación en Parasitología Vegetal, Departamento de Producción Agrícola, CUCBA U. de G. 1998. Avances del proyecto: Epidemiología y manejo integrado de problemas fitosanitarios en agave. Foro de análisis de la problemática de la cadena productiva Agave – Tequila. p. 20 – 25. 165 páginas.

17.- **Pérez, Lázaro 1887.** Estudio sobre el agave llamado mezcal, Boletín de la Sociedad Agrícola Mexicana. México. 11: 132 – 136.

18.- **SAGAR, 1998.** Boceto: Información general del agave tequilero en Jalisco, 25 páginas.

19.- **SAGAR, 1999.** Datos estadísticos de agave azul tequilana Weber.

20.- **Valenzuela, Z. A. G. 1985.** Enfermedades en el cultivo del agave tequilero. Agro – Cultura. La revista con más campo. Grupo editorial EKON S.A de C.V. Año 5 No. 34.

21.- **Valenzuela, Z. A. G. 1987**. La poda en el agave tequilero (Agave tequilana Weber) y su influencia en la productividad. Tesis de Licenciatura C. U. C. B. A. U. de G.

22.- **Valenzuela, Z. A. G. 1997.** El agave tequilero; su cultivo e industria. Editorial Litteris Segunda Edición, 204 páginas.

23.- **Vázquez, V. P. 1976.** Proyecto de la instalación e industrializadora de mezcal (Agave tequilana). Tesis de Licenciatura C. U. C. B. A. U. de G.

24.- **Vélez, G. C., Alvarez de la C. y Rodríguez, G. B. 1996.** Aislamiento de Erwinia del grupo Carotovora como patógeno de agave tequilana. Resumen XXIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Guadalajara, Jal. México.

25.- **Virgen, C. G. 1998**. Avances del proyecto: Epidemiología y manejo integrado de problemas fitosanitarios en agave (Agave tequilana Weber). Programa general de apoyo y desarrollo tecnológico a la cadena productiva Agave – Tequila.