

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y  
AGROPECUARIAS  
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**INFLUENCIA CLIMÁTICA SOBRE EL DESARROLLO DE  
LA ENFERMEDAD PUDRICIÓN DEL COGOLLO DEL  
AGAVE (*Agave tequilana* Weber variedad azul)**

**TESIS PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTA:**

**GUDIÑO OCEGUERA JOSE MARÍA**

**LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JALISCO 15 DE MARZO DE 2005**



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

**M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA**  
**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 E INFORMES, opción TESIS, con el título:

**"INFLUENCIA CLIMATICA SOBRE EL DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD PUDRICION DEL COGOLLO DEL AGAVE (Agave tequilana Weber variedad azul)"**

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

**JOSÉ MARIA GUDIÑO OCEGUERA**

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

<b>DR. JOSE LUIS MARTINEZ RAMIREZ</b>	<b>DIRECTOR</b>
<b>DR. PEDRO POZOS PONCE</b>	<b>ASESOR</b>
<b>M.C. JAVIER GARCIA GALINDO</b>	<b>ASESOR</b>
<b>DR. LEOPOLD FUCIKOVSKY ZAK</b>	<b>ASESOR</b>

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

<b>M.C. SALVADOR HURTADO DE LA PEÑA</b>	<b>PRESIDENTE</b>
<b>DR. FERNANDO SANTACRUZ RUVALCABA</b>	<b>SECRETARIO</b>
<b>M.C. AURELIO PEREZ GONZALEZ</b>	<b>VOCAL</b>

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 7 de marzo de 2005.



*Gonzalez Luna S*

**M.C. SALVADOR GÓNZALEZ LUNA**  
**PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACION**

*Maria Luisa Garcia Sahagun*  
**COORDINACION DE LA CARRERA DE**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**  
**DRA. MARIA LUISA GARCIA SAHAGUN**  
**SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION**

## **AGRADECIMIENTOS:**

A Dios por darme la vida y permitirme disfrutar de estos momentos tan felices de la vida.

A mis Padres por haberme dado la vida y tener el carácter para formarme profesionalmente y ser un hombre de bien.

A mis hermanos por haberme apoyado en los momentos difíciles a lo largo de mi carrera y de mi vida.

A mi director de tesis José Luis Martínez por tenerme la paciencia brindada a lo largo de la realización de la misma.

A todas las personas que de una forma u otra me apoyaron para poder realizar dicha investigación.

# INDICE

	PAGINA
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
3. HIPÓTESIS	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 TAXONOMIA	5
4.2 SINTOMATOLOGÍA DE LA ENFERMEDAD	6
4.2.1 PATÓGENO	7
4.2.2 EPIDEMIOLOGÍA	9
5. MATERIALES Y MÉTODOS	10
5.1 ÁREA DE TRABAJO Y ASPECTOS METEREOLÓGICOS	10
5.1.1 ARENAL	10
5.1.2 DELIMITACIÓN	10
5.1.3 LOCALIZACIÓN	10
5.1.4 OROGRAFÍA	10
5.1.5 HIDROGRAFÍA	11
5.1.6 CLIMATOLOGÍA	11
5.1.7 VEGETACIÓN Y FLORACIÓN	11
5.1.8 FAUNA	12
5.2 CONDICIONES DE TERRENO	12
5.3 APARATOS Y SOFTWARE UTILIZADOS	13
5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	13
5.5 TOMA DE DATOS	14
5.6 ANALISIS ESTADÍSTICOS	18

<b>6. RESULTADOS</b>	<b>19</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>34</b>
<b>8. RECOMENDACIONES</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>36</b>

# ÍNDICE DE FOTOS

	PÁGINA
GRADO 1	15
GRADO 2	16
GRADO 3	16
GRADO 4	17
GRADO 5	17

## ÍNDICE DE CUADROS

### PÁGINA

<b>CUADRO 1. DAÑO POR PUDRICIÓN DEL COGOLLO DEL AGAVE, EN ARENAL, JAL. DEL 15 DE DICIEMBRE DEL 2003 AL 18 DE MARZO DEL 2004</b>	<b>19</b>
<b>CUADRO 2 TEMPERATURAS REGISTRADAS EN EL CAMPO DEL EXPERIMENTO, EN ARENAL, JAL. DEL 15 DE DICIEMBRE DEL 2003 AL 18 DE MARZO DEL 2004</b>	<b>20</b>
<b>CUADRO 3 HUMEDAD RELATIVA REGISTRADAS EN EL CAMPO DEL EXPERIMENTO, EN ARENAL, JAL. DEL 15 DE DICIEMBRE DEL 2003 AL 18 DE MARZO DEL 2004</b>	<b>21</b>
<b>CUADRO 4. ANÁLISIS DE REGRESIÓN</b>	<b>32</b>

## **INDICE DE GRÁFICAS**

### **PÁGINA**

**GRÁFICA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO DE ACUERDO EL GRADO DE DAÑO ARENAL JAL. 15 DE DICIEMBRE DE 2003** **22**

**GRÁFICA 2. DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO DE ACUERDO EL GRADO DE DAÑO ARENAL JAL. 19 DE DICIEMBRE DE 2003** **23**

**GRÁFICA 3. DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO DE ACUERDO EL GRADO DE DAÑO ARENAL JAL. 8 DE ENERO DE 2004** **24**

**GRÁFICA 4. DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO DE ACUERDO EL GRADO DE DAÑO ARENAL JAL. 19 DE ENERO DE 2004** **25**

**GRÁFICA 5. DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO DE ACUERDO EL GRADO DE DAÑO ARENAL JAL. 6 DE FEBRERO DE 2004** **26**

**GRÁFICA 6. DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO  
DE ACUERDO EL GRADO DE DAÑO ARENAL JAL. 17 DE  
FEBRERO DE 2004**

**27**

**GRÁFICA 7. DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO  
DE ACUERDO EL GRADO DE DAÑO ARENAL JAL. 24 DE  
FEBRERO DE 2004**

**28**

**GRÁFICA 8. DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO  
DE ACUERDO EL GRADO DE DAÑO ARENAL JAL. 3 DE MARZO  
DE 2004**

**29**

**GRÁFICA 9. DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO  
DE ACUERDO EL GRADO DE DAÑO ARENAL JAL. 10 DE MARZO  
DE 2004**

**30**

**GRÁFICA 10. DISTRIBUCIÓN DE LA PUDRICIÓN DEL COGOLLO  
DE ACUERDO EL GRADO DE DAÑO ARENAL JAL. 18 DE MARZO  
DE 2004**

**31**

## RESUMEN

En Meso América y Árido América, como los antropólogos han dividido a México es escenario del origen y evolución del maguey, es una planta que ha acompañado a los mexicanos a lo largo de la historia, de este vegetal han obtenido una bebida llamada pulque con registro que data de 300 años a.c.

En nuestros días el tequila es exportado a diversos países siendo uno de los productos que además de generar gran cantidad de empleos aporta divisas para nuestro país.

La preocupación de los agaveros en los últimos años es el precio a futuro porque a decaído; el manejo fitosanitario del agave sus costos se han mantenido altos y principalmente las enfermedades pues éstas ocasionan pérdidas importantes. Dentro de las enfermedades la llamada pudrición del cogollo o marchitez causada por un complejo de hongos y bacterias, ocupa un lugar preponderante por su potencial de daño pues una planta enferma puede sufrir una pérdida del 100%.

Se realizó una evaluación de 2,800 plantas durante 4 meses a partir de diciembre del 2003 al mes de marzo del 2004, tomándose en cuenta las temperaturas ambientales y humedad relativa.

Se evaluaron los datos obtenidos y se sometieron a una serie de pruebas estadísticas la cual nos dio una ecuación predictoría para pronosticar el grado de infección con los factores ambientales.

En los resultados se observó como fue la diseminación de la enfermedad en campo de forma natural para tener una orientación de cómo se distribuyen en plantaciones enfermas.

## 1. INTRODUCCIÓN

En Meso América y Árido América, como los antropólogos han dividido a México es escenario del origen y evolución del maguey (*Agave spp*). En ambas regiones esta planta ha sido utilizada, desde los primeros pobladores hasta la actualidad para satisfacer y complementar una serie de necesidades tales como alimento, forrajes, bebidas y construcción entre otras (Granados, 1993).

El agave cuyo nombre proviene del griego y significa “ Admirable “ fue descrito inicialmente por Linneo en 1753, siendo la primera especie *Agave americana* reportada ( Granados, 1993).

El maguey es una planta que ha acompañado a los mexicanos a lo largo de la historia, de este vegetal han obtenido una bebida llamada pulque con registro que data de 300 años a.c. (Murray, 1994) de tal forma a la llegada de los españoles en el siglo XV encontraron que los indígenas tomaban pulque como bebida embriagante, con fines medicinales y religiosos que le atribuían fuerzas espirituales que la asociaban con una gran cantidad de dioses que están plasmados en la mayoría de los códices. (Luna. 1991)

Sin embargo, los españoles acostumbrados al vino trataron de destilar al pulque sin éxito, por lo que experimentaron con especies de maguey hasta encontrar algunas de las que pudieran obtener licor, así entre el siglo XVIII y XIX en el pueblo de Tequila, al noroeste de Guadalajara, Jalisco se empezó a cultivar *Agave tequilana* L Weber con el cual se produce tequila de excelente calidad (Villalvazo 1996 / Granados 1993).

1

El agave tequilero es originario de México, se encuentra principalmente en el estado de Jalisco, usado como materia prima para la industrialización de la bebida conocida internacionalmente como tequila, su importancia económica se remonta hacia mediados del siglo XVIII que fue cuando se empezó a comercializarse esta bebida (Luna, 1991).

En nuestros días el tequila es exportado a diversos países siendo uno de los productos que además de generar gran cantidad de empleos aporta divisas para nuestro país (Valenzuela, 1997).

Sin embargo, las zonas agaveras tienen gran cantidad de problemas comunes, entre los que se puede citar la presencia de problemas fitosanitarios. A principios de los 90's, varias plantaciones de agave tequilero en Jalisco se estaban perdiendo con la presencia de la enfermedades (Valenzuela, 1997).

La preocupación de los agaveros en los últimos años es el precio a futuro porque a decaído; el manejo fitosanitario del agave sus costos se han mantenido altos y principalmente las enfermedades pues éstas ocasionan pérdidas importantes.

Virgen (2004) describe que entre los fitopatógenos más importantes de este cultivo sin duda alguna destacan aquellos asociados a la pudrición de cogollo y a la marchitez del agave. Estos síntomas son atribuidos a fitopatógenos tales como *Erwinia sp*, los síntomas típicos de la pudrición del cogollo son lesiones necróticas y acuosas en las hojas, que en la mayoría de los casos, inician en la espina apical o en las espinas laterales. Estas 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 la planta.

Dentro de las enfermedades la llamada pudrición del cogollo o marchitez causada por un complejo de hongos y bacterias, ocupa un lugar preponderante

por su potencial de daño pues una planta enferma puede sufrir una pérdida del 100%.

En base a lo anterior se considera necesario estudiar más a fondo el problema de pudrición de cogollo en *Agave tequilana* Weber Var. Azul, pues se desconoce entre muchas otras cosas su patrón de diseminación así como el efecto de factores ambientales como temperatura y humedad sobre el desarrollo de la enfermedad.

## **2. OBJETIVOS:**

- Determinar la influencia de la temperatura y la humedad relativa en el desarrollo de la pudrición del cogollo.
- Conocer el patrón de diseminación de la enfermedad en la plantación.

## **3. HIPÓTESIS:**

- La enfermedad de pudrición del cogollo se ve afectada por los factores ambientales, temperatura y humedad relativa.
- Los factores ambientales no inciden en la enfermedad pudrición del cogollo.

## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 TAXONOMIA DEL AGAVE

El agave tequilero forma parte de la familia Agavaceae que es endémica de América, estudios recientes concuerda en que la familia Agavaceae puede estar representada por 2 subfamilias, la de las yucas y la de los agaves Agaveae (subgéneros *Agave* y *Littae*, *Manfreda*, *Prochnyanths*, *Polianthes* y *Pseudobravoia*) los agaves han tenido en Jalisco diversos usos además de la elaboración del tequila de algunas especies se extrae aguamiel y pulque de la misma manera sus pencas sirven para la cocción de birria. (Valenzuela, 2003).

El género *Agave* se ubica en la familia Agavacea. En el continente Americano se reportan aproximadamente 310 especies de las cuales en México existen 272, por ello se considera a este país como centro de origen del género (Granados, 1993).

El *Agave tequilana* Weber, se describe de la siguiente forma las hojas de color azul verdoso o glaucas, delgadas y casi planas de 1.25 m. de largo por 8 a 10 cm. de ancho, la espina terminal es de color rojo oscuro de 2 cm; los dientes son rojizos triangulares de 3 a 4 mm y separados a una distancia de 1-1.5cm. El margen que los une es blanquecino. Es la especie que se utiliza en mayor escala en la región; debido a ciertas características importantes, el tiempo de cosecha es menor en comparación con los demás aunando a esto, el contenido de azúcares es mayor y la especie aceptada en la Norma Oficial Mexicana para la elaboración del tequila (Luna, 1991).

#### 4.2 SINTOMATOLOGIA DE LA ENFERMEDAD:

Los síntomas más típicos de la pudrición del cogollo son lesiones necróticas y acuosas de las hojas que en la mayoría de los casos inician en la espina apical o en las espinas laterales, estas lesiones avanzan hacia el centro de la hoja y en el centro del cogollo causando una pudrición descendente que llega hasta la piña y puede provocar la muerte de la planta. (López y Montesinos, 2002)

Las plantas presentan hojas enfermas y con pudrición húmeda y maloliente del cogollo. En este caso el causante es una bacteria que ha penetrado al tejido y termina matando los tejidos en crecimiento (Varela, 2002).

La pudrición de cogollo puede iniciar en la base del cogollo de este a través de los insectos que se albergan en su interior y que transmiten enfermedades o raspan los tejidos internos. Cuando el daño no se controla avanza rápidamente y la planta pierde humedad, las plantas pueden recuperarse a tiempo si la enfermedad es oportunamente tratada (Valenzuela, 2003).

En esta enfermedad la marchitez no se inicia en las hojas más viejas si no en las más jóvenes, o sea, las cercanas al cogollo. Si el daño es incipiente el cogollo se encuentra debilitado con una pudrición maloliente en su interior. Si la enfermedad está avanzada, el cogollo cambia a un color morado oscuro que se puede apreciar desde lejos, el cogollo llega a desprenderse totalmente y en ocasiones vuelve a brotar. Las pudriciones blandas del pie y del cogollo pueden presentarse juntos, acelerando la muerte de la planta es frecuente encontrar la pudrición del cogollo encontrado con secazón en lugares húmedos (Valenzuela, 2003).

En campo, se ha encontrado que la presencia de *Erwinia sp.* (pudrición de cogollo) se asocia en la mayoría de las ocasiones con un inicio a nivel de la base de las espinas, ya sean laterales o apicales, predominando en estas últimas, sobre todo en las hojas centrales de la planta, de donde posteriormente avanza la enfermedad a la piña ( José Luis Martínez Ramírez Com. Pers.).

Por su parte, González (1999) relaciona la enfermedad de pudrición de cogollo con la presencia de picudos (adulto y larva) y afirma que existe una relación de la presencia del picudo con la pudrición parcial o incluso total de la planta.

#### 4.2.1 EL PATÓGENO:

A la fecha se han aislado diferentes especies de bacterias asociadas a la pudrición de cogollo, entre ellas las más común *Erwinia carotovora* misma que se ha diagnosticado en dicho síndrome *Erwinia carotovora* pertenece a la familia de las entero bacterias. La bacteria es un bacilo corto de 1 a 3 micras y tienen flagelos peritricos, son anaeróbicos facultativos y causan un gran número de pudriciones acuosas. Encontraron que *E. carotovora* puede sobrevivir en muchos ambientes, incluyendo el suelo, ríos, lagos y a nivel de océanos. la longevidad de la bacteria *Erwinia carotovora* fue considerada en función de la temperatura del suelo puede invernar en residuos de plantas contaminadas principalmente en suelos después de la cosecha (Lopez y Montesinos 2002).

Fucikovsky (2002) reporta que esta planta ha sufrido ataques principalmente de hongos, bacterias e insectos pero también de virus, nemátodos y de mal manejo. Sin embargo esto no quiere decir que se deben descuidar estos aspectos que pueden ser también vitales para tener un cultivo sano en el futuro.

Fucikovsky (2002) reporta que el hongo *Thielaviopsis paradoxa* es un nuevo patógeno del agave y causa la tristeza y muerte a plantas de muchas edades. Esta muy distribuido en las zonas agaveras y se detectó en 10 sitios en Jalisco y también en Tamaulipas. Los daños en Jalisco ascienden a un 23% en muchos lugares. El hongo se aisló de los tejidos de plantas enfermas, se purificó, se probó su patogenicidad para cumplir con los postulados de Koch, resultando positivo no solamente en agave si no también en frijol, árbol de parota y tabaco, lo que son dos leguminosas y una solanácea.

Fucikovsky (2002) dice que se ha hecho también aislamiento del hongo *Fusarium*, se purificaron, inocularon y después de 3 años no han causado muerte de las plantas de invernadero. Se aislaron bacterias de plantas adultas, tanto como de plantas jóvenes, se purificaron e inocularon en plantas jóvenes produciendo los mismos síntomas de pudrición y enrojecimiento de los tejidos. Estas bacterias pertenecen al grupo de los Coryneformes. Estas bacterias *Pseudomonas fluorescentes* producen daños que ascienden de 35 a 53%, localizándose en los Altos de Jalisco, en Tequila y en la costa Jalisciense cerca de Tomatlán en donde se ha saneado el cultivo. Otras bacterias aisladas de agave, como son las *Pseudomonas fluorescens* biotipo 1 y *P. marginalis* se trataron de la misma forma como las bacterias anteriores produciendo pudriciones blandas en los tejidos y en corto tiempo.

Luna (1991) señala que las características del hongo causante de la pudrición del cogollo de *Agave tequilana* L Weber, corresponde a *Fusarium oxysporum* según Booth. Este hongo pertenece a la clase de Deuteromycetes, orden Moniliales y familia Moniliaceae *Fusarium oxysporum* es importante ya que tiene la capacidad para sobrevivir por periodos largos de tiempo. Tal como Zaumeyer y Thomas (1957) menciona que el hongo sobrevive de 5 a 10 años como Saprófito en la materia orgánica del suelo. Causa una pudrición de raíz, rizomas y tallo debido a que el hongo taponea el xilema con el ácido fusarico producto de su metabolismo. Estas pudriciones causan retraso en el crecimiento de la planta por la pérdida de área foliar pero cuando la severidad de la

enfermedad es muy alta ocasiona la muerte de las plantas. La sintomatología causada por *Fusarium oxysporum* en *Agave tequilana* concuerda con la dinámica del patógeno en otros cultivos. Comienza cuando las raíces de las plantas se ponen en contacto con las hifas desarrolladas a partir de las clamidosporas. Ahí el hongo penetra por aberturas naturales o por vía directa en tejidos tiernos, una vez dentro invaden las células y empieza a causar marchitez, luego crece hacia la región del xilema desarrollándose en las traqueidas y los vasos, posteriormente invade el parénquima, donde se agregan enzimas y destruyen el xilema, vasos leñosos y traqueidas. En el inicio de la enfermedad se favorece a elevada humedad y temperatura alta del mismo suelo, mismas que son necesarias para la germinación de las esporas. La sintomatología es en la parte aérea y por ende visibles directamente, se observa una decoloración progresiva de las hojas alcanzando una clorosis y amarillamiento que se combina con una marchitez y enroscamiento de las hojas, después aparecen manchas negras que al pasar el tiempo se convierten en lesiones necróticas que aumentan en la superficie de la hojas en áreas de pudrición mayores, se observa en etapas iniciales al realizar un corte transversal del tejido vascular. Se observa una coloración café todo lo anterior como consecuencia en ataque de hongo en la raíz y tallo de *Agave tequilana* Weber. Por la naturalidad y el amplio rango de hospedantes del patógeno la rotación de cultivo no funciona como medida de control.

#### 4.2.2. EPIDEMIOLOGÍA

Flores y col. (2002) señalan que las condiciones del clima que favorecen la aparición de síntomas para el desarrollo de la Marchitez del agave son: temperatura máxima menor a 25.1°C, temperatura mínima menor a 14.4°C, temperatura media menor a 19.5°C, humedad relativa menor a 76.5% y lluvia menor a 131mm.

## **5. MATERIALES Y METODOS**

### **5.1. ÁREA DE TRABAJO Y ASPECTOS METEREOLÓGICOS**

#### **5.1.1 ARENAL**

El municipio de Arenal se encuentra en el noroeste del estado, en las coordenadas 20°42'44" a 20°52'15" de latitud norte y de los 103°37'04" a los 103°42'45" de longitud oeste, a una altura de 1,450 metros sobre el nivel del mar (SEI-JAL, 2005).

#### **5.1.2 DELIMITACION**

Limita con los municipios de Amatitán al norte y al oeste, al sur con Tala y al este linda con Zapopan (SEI-JAL, 2005).

#### **5.1.3. LOCALIZACIÓN**

El lote experimental estuvo ubicado en el predio del Sr. Donato Ibarra en Arenal Jal, que se encuentra en las coordenadas 20° 45' 38" Norte y 103° 39' 57" Oeste; con una altitud de 1420 msnm. en la región de Arenal Jalisco (SEI-JAL, 2005).

#### **5.1.4. OROGRAFÍA**

El municipio está formado por zonas planas (60%), zonas semiplanas y accidentadas en igual proporción (20% cada una ). Entre la cabecera y el río Grande o Santiago y extendiéndose un poco al oriente para lindar con el municipio de Tequila, se encuentra un valle; la altura media de estas tierras es de los 1,050

a los 1,100 msnm. En la zona norte que colinda con la barranca de Achío, la altura es de los 700 msnm; al sur se encuentra al cerro de Amatitán con altura de los 2,200 msnm (SEI-JAL, 2005).

#### 5.1.5. HIDROGRAFIA

Sus recursos hidrológicos son proporcionados por los ríos y arroyos que conforman la cuenca Lerma-Chapala-Santiago. Los ríos son: Grande o Santiago y Arenal. Los arroyos importantes son: Amatitán, El Ganado y las Pilas (SEI-JAL, 2005).

#### 5.1.6. CLIMATOLOGÍA

El clima es semiseco, con invierno y primavera secos, y semicálido, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 26.1°C, con máxima de 31.9°C y mínima de 14.5°C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de junio y julio, contando con una precipitación media de los 951.7 milímetros. El promedio anual de días con heladas es de 5. Los vientos dominantes son en dirección del este (SEI-JAL, 2005).

#### 5.1.7. VEGETACIÓN Y FLORACION

Su vegetación se compone de árboles frutales, arbustos y plantas de ornamento, también hay guayaba, mamey, pino, mango, ciruela, roble y huizache (SEI-JAL, 2005).

### 5.1.8. FAUNA

El tlacuache, la zorra, el coyote, el tejón, el zorrillo, el conejo, el venado, son algunas especies que pueblan esta región, además de existir algunos reptiles (SEI-JAL, 2005).

### 5.1.9. SUELO

La composición de los suelos es de tipos predominantes Luvisol Vértico y Crómico, con una textura fina en los primeros 30 centímetros del suelo. En la ribera del río Santiago hay suelos de tipos Feozem Háplico, con textura media y gruesa, con fragmentos de piedra en la superficie y cerca de ella; además existe en una pequeña parte suelos de tipo Vertisol Pélico, con textura fina; en las faldas de la mesa de San Juan, los suelos son de tipo Regosol Éutrico, con textura media y gruesa. El municipio tiene una superficie territorial de 20,744 Hectáreas, de las cuales 8,223 son utilizadas con fines agrícolas, 7,021 en la actividad pecuaria, 2,000 son de uso forestal, 120 son suelo urbano y 3,380 hectáreas tienen otro uso. En lo que a la propiedad se refiere, una extensión de 12,936 hectáreas es privada y otra de 7,808 es ejidal; no existiendo propiedad comunal (SEI-JAL, 2005).

## 5.2. CONDICIONES DEL TERRENO

El sitio de la evaluación se localizó en Arenal Jalisco donde ha sido tradicional la siembra del *Agave tequilana* Weber Var. Azul, sin practicar la rotación de cultivos, siendo este un cultivo de 6 a 7 años.

La preparación del terreno fue llevada de la forma tradicional de la región; el mantenimiento del cultivo cuando empieza a aparecer malezas durante y después del temporal de lluvias, estas son eliminadas de forma manual , pasando después con un arado para mover la tierra del callejón y poder hacer una aplicación del fertilizante y cubrirlo para que este no se degrade con el sol.

El terreno cuenta con una pendiente del 1.5 al 2%

### 5.3. APARATOS Y SOFTWARE UTILIZADOS

- Datalogger de temperatura marca HOBO XT, Temperatura Logger
- Datalogger de Humedad Relativa marca HOBO RH, Relative Humidity Logger
- Computadora Vaio Sony Pentium III
- Paquete estadístico mini-tab.
- Paquete estadístico SPSS
- Ecuaciones cuadráticas de regresión lineal .

### 5.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se efectuó en base a unas observaciones realizadas por el Dr. José Luis Martínez Ramírez , en la región el Llano de las Rosas en el Mpio. de Arenal, Jalisco; en las que determinó que la enfermedad se distribuye mas rápidamente en el periodo que comprende los meses de Diciembre a Marzo (Dr. José Luis Martínez Ramírez Com. Pers.).

El trabajo se comenzó a monitorear desde los meses de Diciembre del 2003 a Marzo del 2004.

**REPORTE DE ANOMALIAS**

**CUCBA**

**A LA TESIS:**

**LCUCBA03360**

**AUTOR:**

**GUDIÑO OCEGUERA JOSE MARIA**

**TIPO DE ANOMALIA:**

**Errores de Origen:**

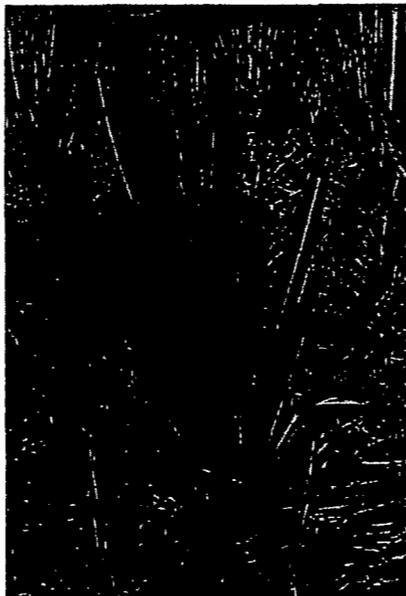
**Falta pagina No. 14**

La escala con la que se evaluó el trabajo fue propuesta por investigadores del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias del área de Fitopatología.

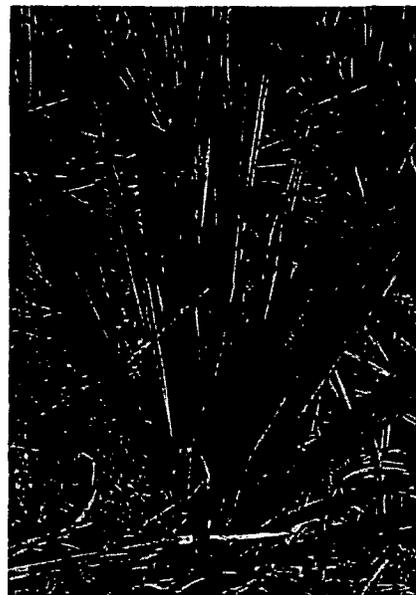
### Escala empleada para la evaluación del daño de Pudrición de Cogollo

GRADO 1	Planta sana
GRADO 2	Lesion en el cogollo en 1/3 partes
GRADO 3	Lesion en el cogollo en 2/3 partes
GRADO 4	Lesion necrotica en el cogollo que
GRADO 5	Lesion necrotica en el cogollo que

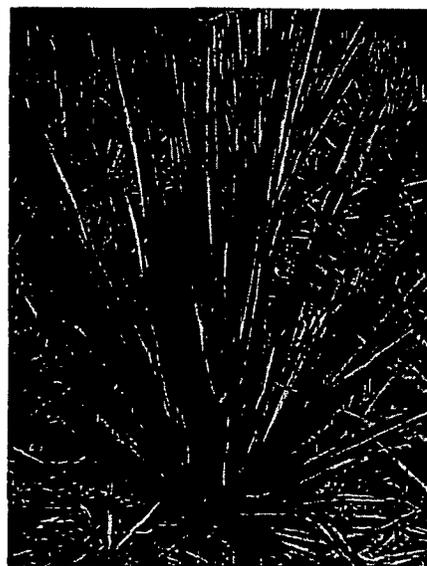
**GRADO 1** Planta sana



**GRADO 2** La planta comienza con los síntomas de pudrición de cogollo en la parte aérea, comenzando con manchas necróticas y llega a abarcar hasta 1/3 del cogollo en este grado.



**GRADO 3** La planta presenta ya una pudrición de cogollo desde la parte aérea hasta 2/3 partes del cogollo a la piña desplazándose con rapidez.



**GRADO 4** La planta presenta la lesión en el cogollo hasta llegar a la piña, pero sin afectar la piña.



**GRADO 5** La planta presenta la muerte total de la planta ladeándose el cogollo hasta desprenderse afectando la piña.



## 5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el análisis estadístico se utilizaron los programas estadísticos de SPSS Ver.10.0 bajo las herramientas del programa que son las ecuaciones cuadráticas de regresión lineal .

Entre los datos climáticos y el grado de daño de pudrición del cogollo usando el paquete estadístico mini-tab, para obtener la forma en que avanza la enfermedad.

## 6. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el periodo de evaluación.

**Cuadro 1. Daño por Pudrición del cogollo del agave, en Arenal, Jal. del 15 de diciembre del 2003 al 18 de marzo del 2004**

FECHA	G .1 %	G .2 %	G .3 %	G .4 %	G .5 %
15-Dic-03	84.29	10.59	1.07	0.29	3.76
19-Dic-03	82.07	12.46	1.15	0.29	4.04
8-Ene-04	76.27	17.90	1.32	0.36	4.15
19-Ene-04	67.97	25.52	1.72	0.47	4.33
06-Feb-04	44.56	45.49	4.72	0.72	4.51
17-Feb-04	23.94	62.46	6.98	1.43	5.19
24-Feb-04	16.36	66.03	9.91	2.43	5.26
03-Mar-04	13.71	65.68	11.24	3.94	5.44
10-Mar-04	11.95	63.96	12.85	4.94	6.30
18-Mar-04	11.35	62.03	13.64	5.55	7.44

En el cuadro 1 se muestra como se fueron presentando los grados de infección del periodo de 15 de Diciembre 2003 al 18 de Marzo 2004; teniendo en cuenta que el tamaño de muestra es de 2800 plantas evaluadas y los porcentajes mostrados la suma de todos los grados de 1 al 5 en la fecha nos dan el 100%.

La fecha mas representativa fue el día 6 de Febrero por lo que la enfermedad de tener un desplazamiento lento, se desplazo de tener de 68% de sanidad la plantación paso a un 44.5% esta se vio favorecida a una helada que se registro en esa semana que afecto a la plantación dejando la planta débil y facilitando la entrada del patógeno favoreciendo la humedad relativa ideal para el

avance de la enfermedad lo que origino el grado de enfermedad dentro de la plantación evaluada.

**Cuadro 2 Temperaturas registradas en el campo del experimento, en Arenal, Jal. del 15 de diciembre del 2003 al 18 de marzo del 2004**

FECHA	T. MAX	T. MIN	T. MED
15-Dic-03	26.41	5.33	16.01
19-Dic-03	25.22	2.21	13.91
8-Ene-04	30.64	1.96	16.64
19-Ene-04	26.41	4.29	14.02
06-Feb-04	27.9	0.1	14.4
17-Feb-04	26.41	3.24	14.38
24-Feb-04	28.9	1.4	15.13
03-Mar-04	29.9	-0.3	15.83
10-Mar-04	33.7	6	20.49
18-Mar-04	34.4	5.2	19.14

En el cuadro 2 se muestran las temperaturas máxima, mínima extrema y temperatura promedio. Note que se registraron 2 heladas el 6 de Febrero y 3 de Marzo durante el lapso de la evaluación, estas pequeñas heladas nos dieron la pauta para que aumentara la enfermedad en gran escala en la parcela evaluada.

Se registra que las temperaturas máximas fueron aumentando gradualmente lo que no hay cambios drásticos en la planta pero en la temperaturas mínimas se muestra como no hay una forma gradual si no lo contrario hay un descontrol en la planta por las heladas registradas y ocasiona que la planta entre en un estado de estrés y facilite la entrada del patógeno.

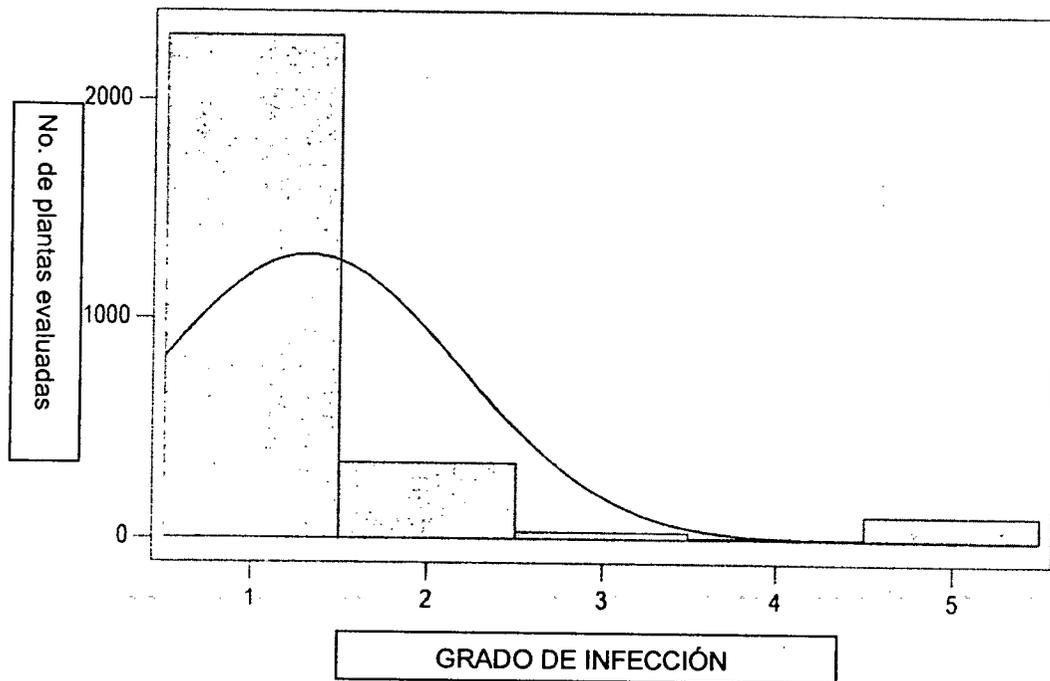
**Cuadro 3 Humedad relativa registradas en el campo del experimento, en Arenal, Jal. del 15 de diciembre del 2003 al 18 de marzo del 2004**

FECHA	HR. MAX	HR. MIN	HR. MED
15-Dic-03	100	10.4	63.5
19-Dic-03	86.2	7.6	39.3
8-Ene-04	93.6	13.5	54.7
19-Ene-04	100	29.3	74.3
06-Feb-04	99	9	65.42
17-Feb-04	97	8	55.44
24-Feb-04	96	10	44.02
03-Mar-04	97	7	51.92
10-Mar-04	91	12	50.64
18-Mar-04	91	9	45.05

En el cuadro No. 3 se muestran como fue disminuyendo la humedad relativa durante el periodo del 15 de Diciembre del 2003 al 18 de Marzo del 2004 en este lapso de tiempo la humedad relativa se mantiene alta a las lluvias que se presentaron en el mes de Enero del 2004 .

Como se puede observar siempre en todo el periodo de evaluación se mantiene la humedad promedio algo estable y fue disminuyendo gradualmente.

Los datos de incidencia y severidad se muestran en las siguientes graficas para apreciar mejor como fue incrementándose la enfermedad.

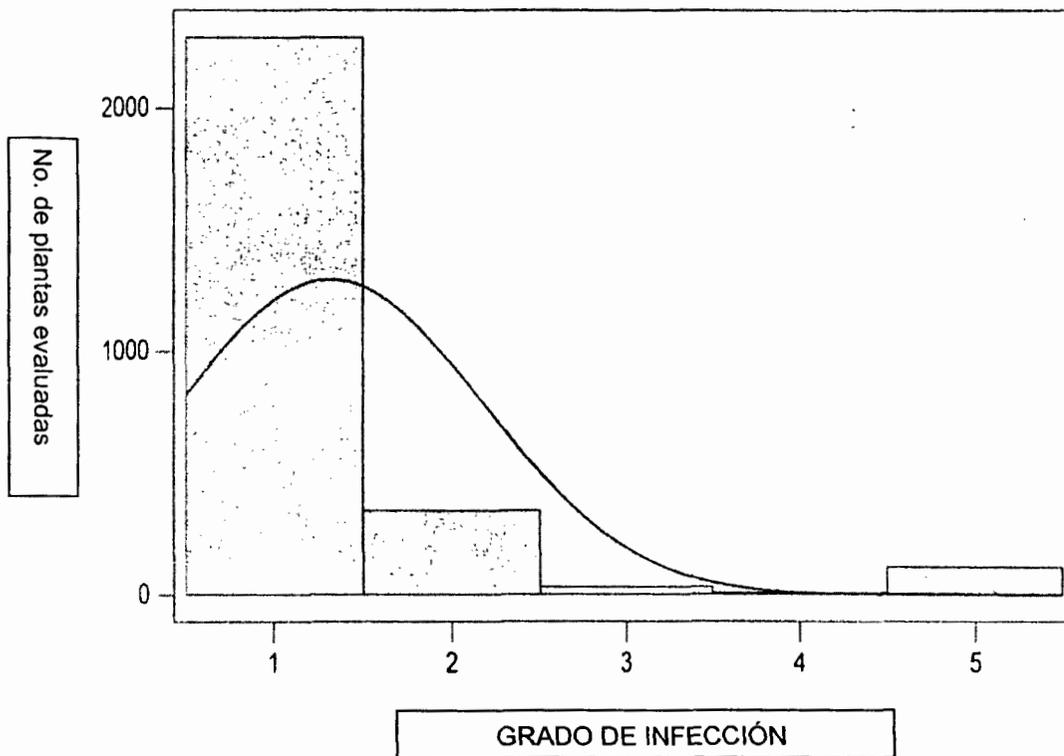


15 diciembre 2003

**GRAFICA 1** Distribución de la pudrición del cogollo de acuerdo al grado de daño, Arenal, Jal. 15 de diciembre del 2003.

En la gráfica 1 se muestra como esta la plantación, teniendo un 84.3% de sanidad y un 3% de mortandad en la parcela que consta de 2800 plantas.

Así se comenzó a monitorear la plantación de agave, teniendo alrededor de 2360 plantas sanas, con una mortandad de 84 plantas en grado 5 estas fueron las que comenzaron con la diseminación de la enfermedad en la plantación.

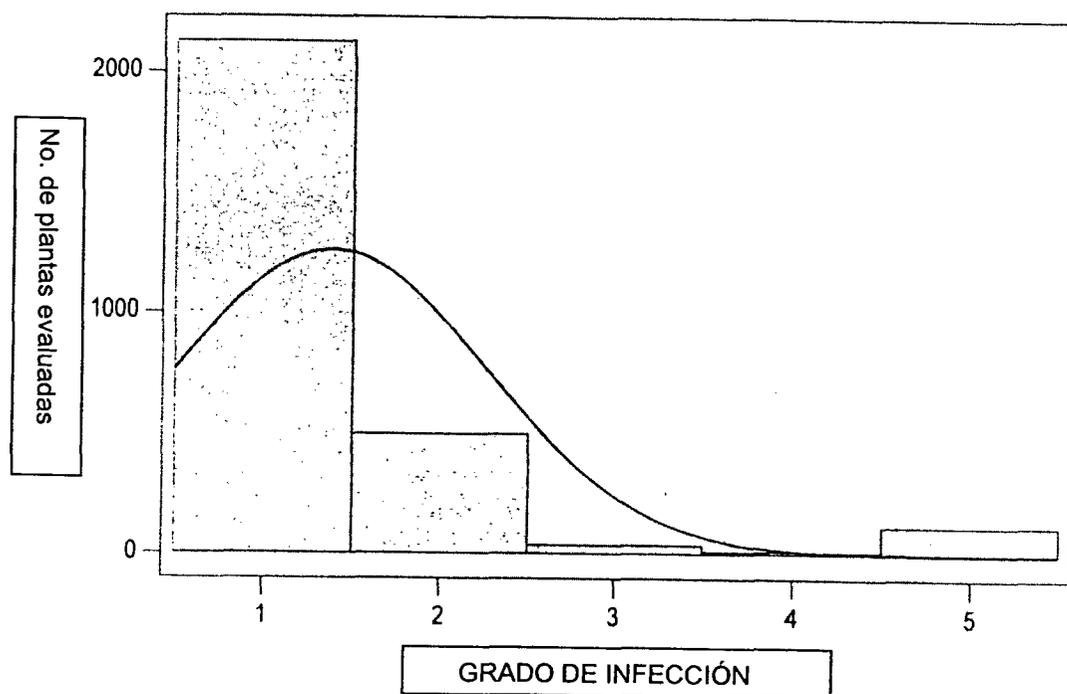


19 diciembre 2003

**GRAFICA 2 Distribución de la pudrición del cogollo de acuerdo al grado de daño, Arenal, Jal. 19 de diciembre del 2003.**

En la gráfica 2 se observa como la enfermedad se comienza a mover lentamente, perdiendo un 2.4% de sanidad de la plantación.

En la semana posterior del inicio de la evaluación se registro un aumento de plantas enfermas muy poco estas aumentando alrededor de 56 plantas que comenzaban con la enfermedad.

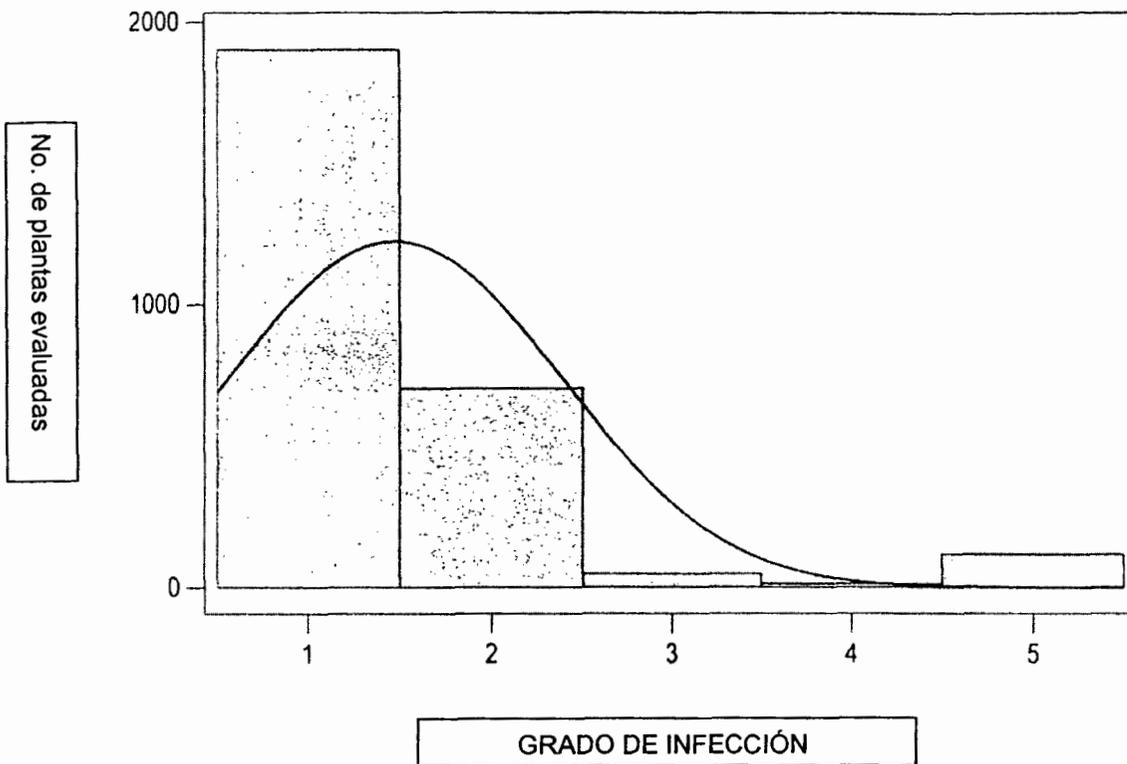


8 enero 2004

**GRAFICA 3** Distribución de la pudrición del cogollo de acuerdo al grado de daño, Arenal, Jal. 8 de enero del 2004.

En la gráfica 3 como se puede observar comienza a disminuir considerablemente la sanidad aumentando el grado de infección en la parcela.

Este aumento de plantas enfermas se da porque empiezan los focos de infección a ser mas y el patógeno se empieza a establecer en mas plantas aparentemente sanas a la vista.

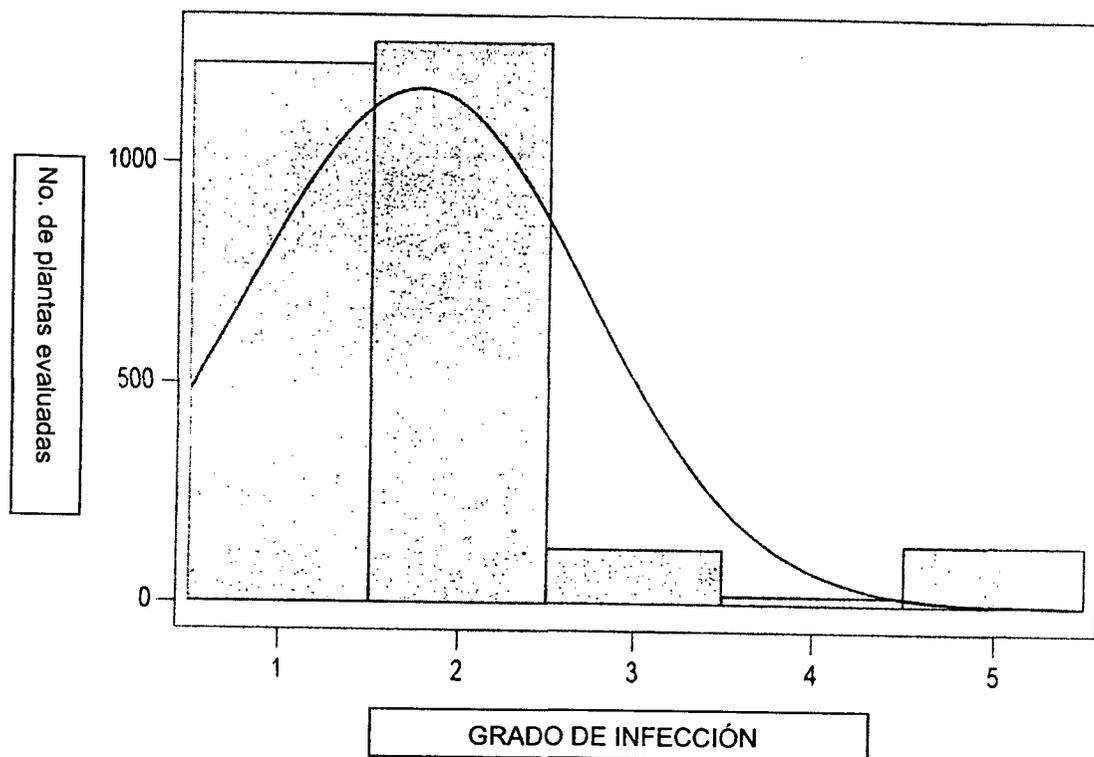


19 enero 2004

**GRAFICA 4** Distribución de la pudrición del cogollo de acuerdo al grado de daño, Arenal, Jal. 19 de enero del 2004.

En la gráfica 4 se indica como empieza a ganar terreno la enfermedad dentro de la parcela; las condiciones aumentan y de tener 84.3% de sanidad en tan solo 40 días llega a tener un 68% de sanidad, aumentando el grado de infección en la plantación.

En tan solo cuarenta días la enfermedad empieza a ganar terreno en la plantación dando 457 plantas enfermas mas a las que se tenían con anterioridad llegando a 1904 plantas sanas a la vista.



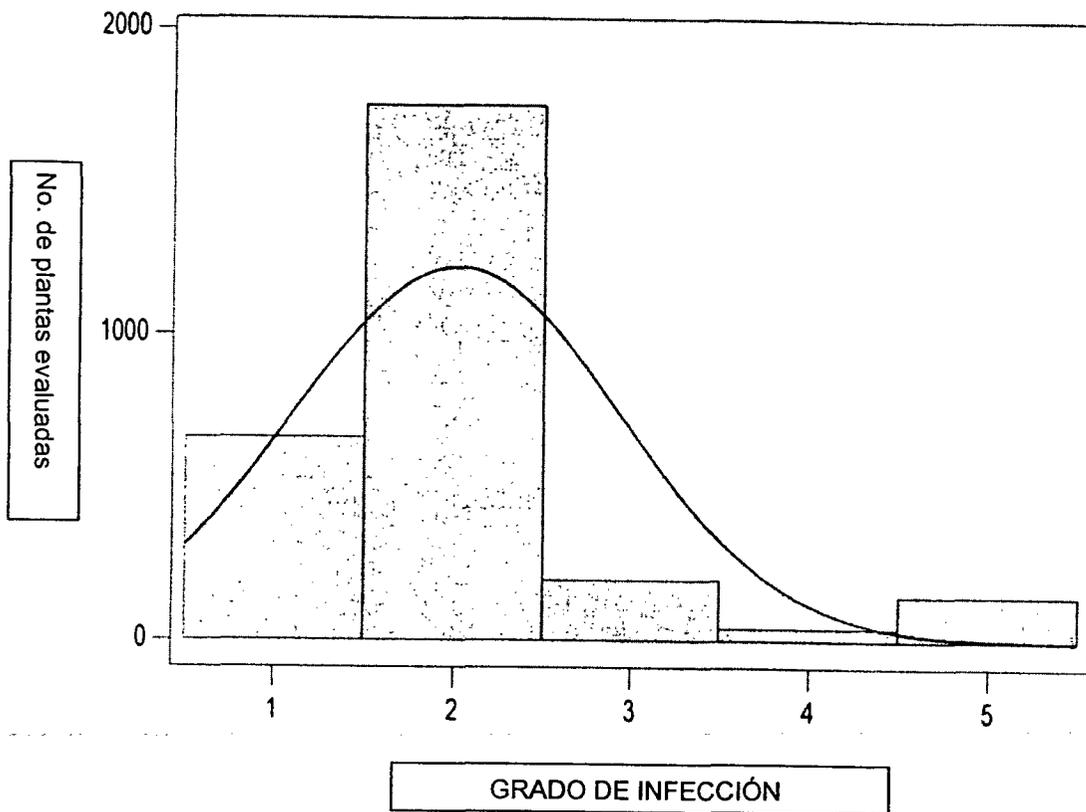
**6 febrero 2004**

**GRAFICA 5 Distribución de la pudrición del cogollo de acuerdo al grado de daño, Arenal, Jal. 6 de febrero del 2004.**

En la gráfica 5 se puede observar que la enfermedad se ve favorecida con una baja temperatura (helada) porque aumenta la enfermedad en todos los grados considerablemente, considerándose el punto crítico de disparo de la enfermedad.

En tan solo 20 días la enfermedad se vio favorecida a raíz de una helada, de tener 1904 plantas sanas llegamos a tener 1246 plantas sanas a la vista contra

1554 plantas con la enfermedad de pudrición de cogollo en los distintos grados de infección.

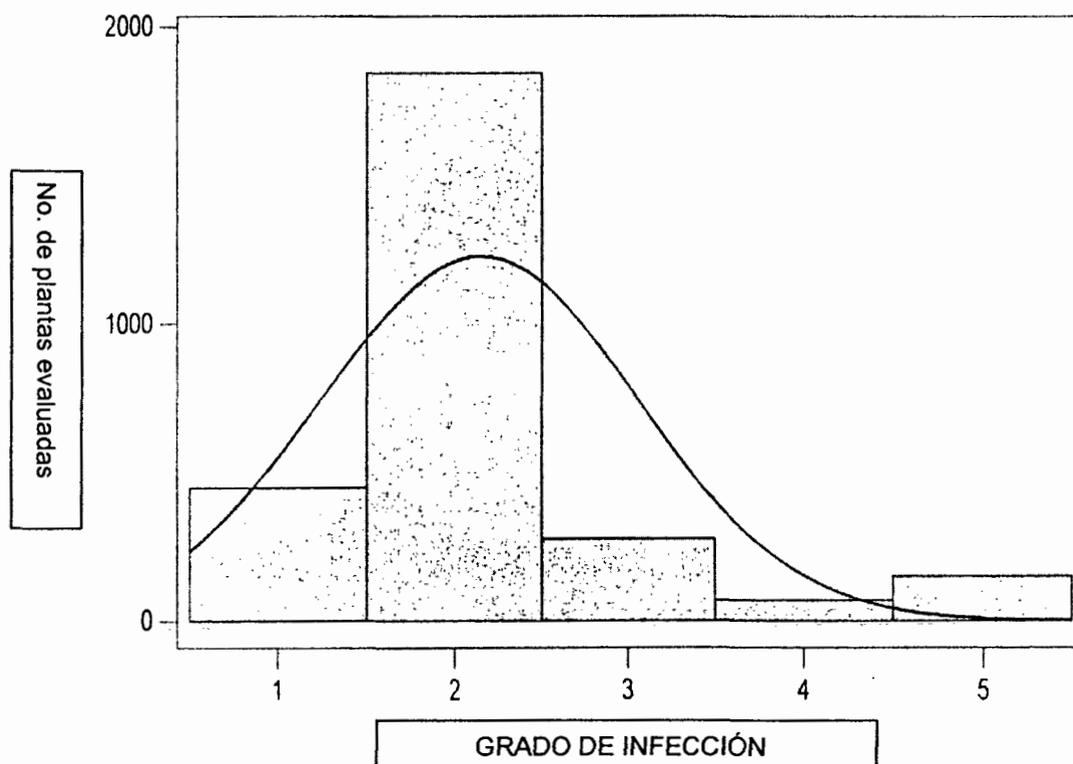


17 febrero 2004

**GRAFICA 6** Distribución de la pudrición del cogollo de acuerdo al grado de daño, Arenal, Jal. 17 de febrero del 2004.

En la gráfica 6 como se observa en la grafica No. 6 la helada favoreció que la planta sufriera una quemadura que permitió a la bacteria infectar y desplazarse en la parcela y tener un aumento muy alto en la enfermedad llegando a un 76 %.

En tal solo 11 días se llega a tener 2128 plantas enfermas en sus distintos grados de infección de la enfermedad de pudrición de cogollo.

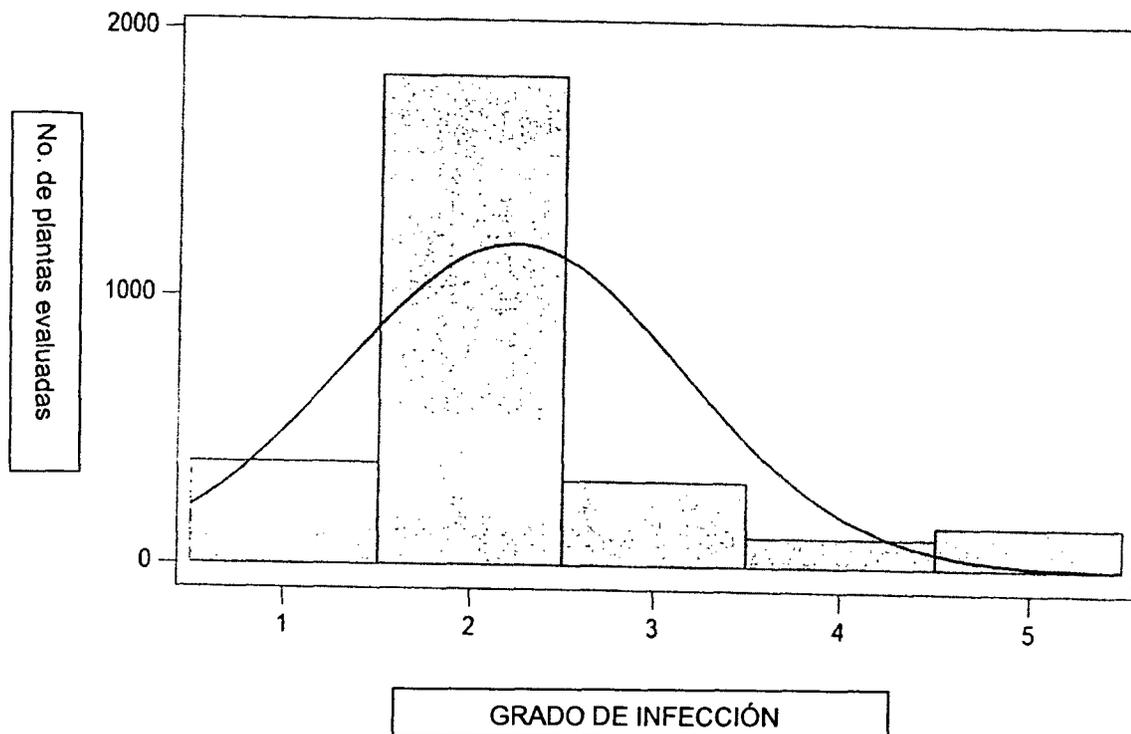


**24 febrero 2004**

**GRAFICA 7 Distribución de la pudrición del cogollo de acuerdo al grado de daño, Arenal, Jal. 24 de febrero del 2004.**

En la gráfica 7 se observa como la enfermedad esta adquiriendo fuerza en el grado 2 y teniendo un incremento en los demás grados de infección.

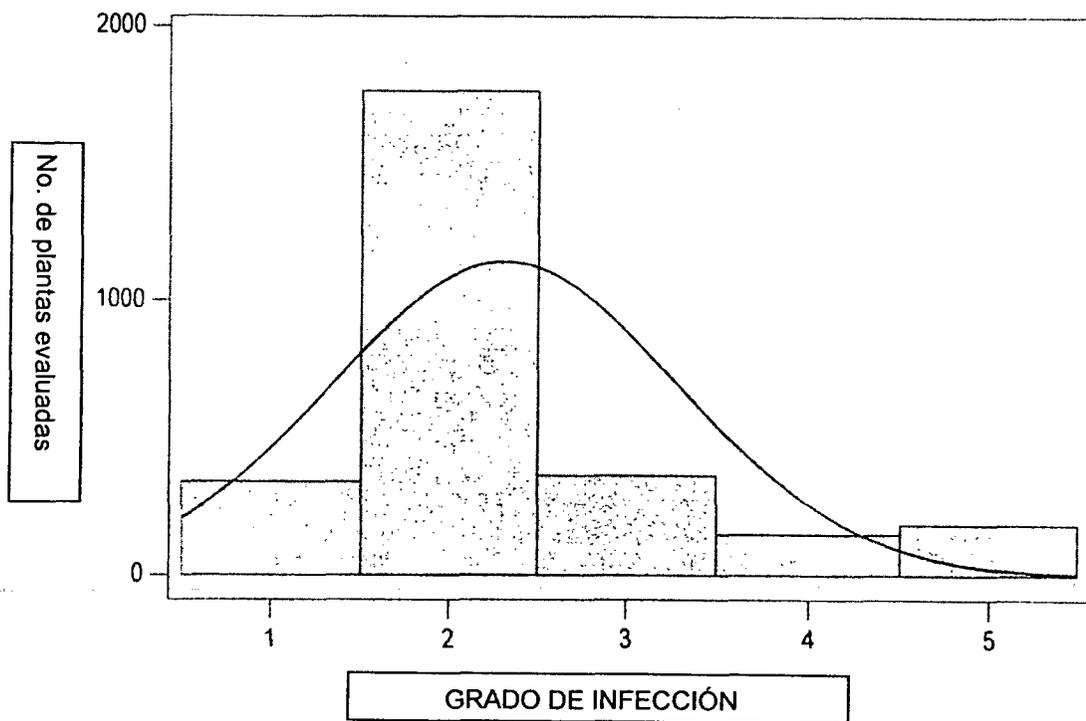
La mayor parte de la plantación esta en fase inicial o grado 2 pero los demás grados empiezan a tomar fuerza y prácticamente la plantación esta infectada toda.



3 de marzo 2004

**GRAFICA 8** Distribución de la pudrición del cogollo de acuerdo al grado de daño, Arenal, Jal. 3 de marzo del 2004.

En la gráfica 8 se observa como comienza a desplazarse lentamente la enfermedad teniendo otra helada mayor que la primera y favoreciendo la entrada de la bacteria por las quemaduras causadas por el frío.

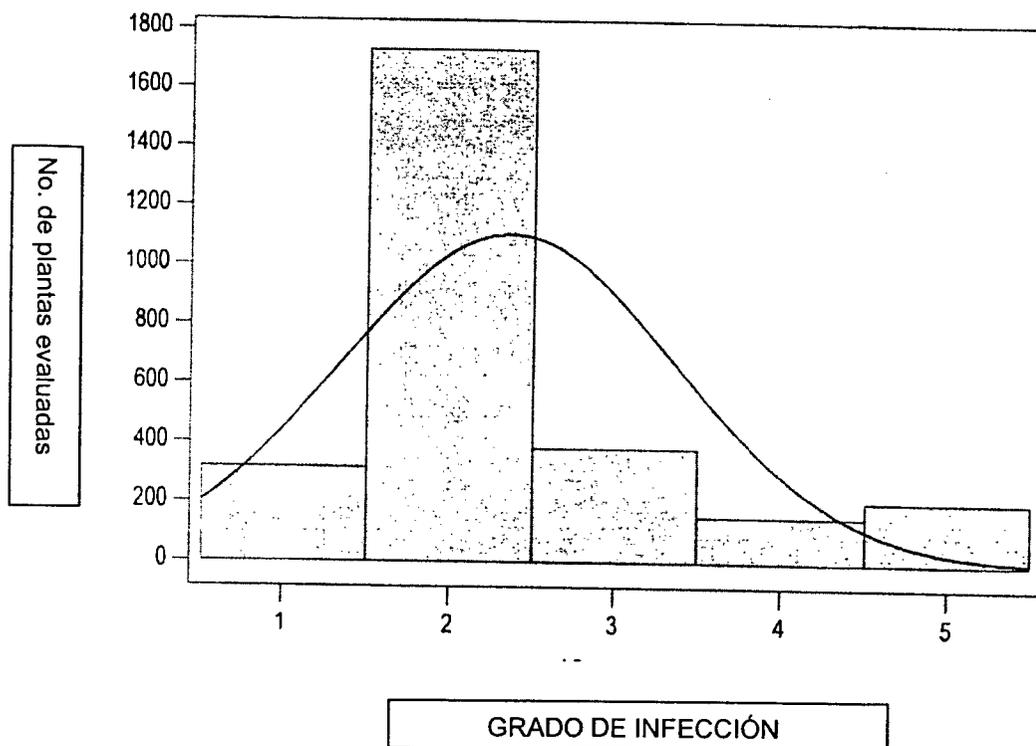


10 de marzo 2004

**GRAFICA 9** Distribución de la pudrición del cogollo de acuerdo al grado de daño, Arenal, Jal. 10 de marzo del 2004.

En la gráfica 9 se presenta como la enfermedad ya avanzo un 88% de la parcela que se evaluó .

Aquí se muestra que tenemos 2464 plantas enfermas en sus distintos grados pero con mayor fuerza el grado 2, siguiendo el grado 3, continuando con el grado 5 y finalmente el grado 4 con menor numero de plantas.



18 de marzo 2004

**GRÁFICA 10** Distribución de la pudrición del cogollo de acuerdo al grado de daño, Arenal, Jal. 18 de marzo del 2004.

En la gráfica 10 se observa como el experimento termino dando un total de un 89% de enfermedad en la plantación.

Como se termino la evaluación el día 18 de Marzo se llega a 300 plantas sanas en toda la plantación, continuando con el grado 2 con mayor numero de plantas enfermas de 1700 en grado 3 tenemos la cantidad de 380 plantas, en el

grado 4 se registraron 190 plantas en fase terminal y en grado 5 o fase muerta se registraron 230 plantas teniendo la plantación con un 89% de enfermedad en la plantación y un 11% de sanidad

Al realizar el análisis de regresión cuadrática se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro 4 Análisis de regresión.**

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	21.55	53.96	0.40	0.690
T. max.	-0.0883	0.6806	-0.13	0.897
T. min.	-0.062	1.007	-0.06	0.951
H.R. max.	0.0095	0.4919	0.02	0.985
H.R. min.	0.096	0.3518	0.03	0.978
S = 26.14		R -Sq = 0.92%		

Con el análisis de regresión obtuvimos el siguiente modelo matemático que nos puede servir para predecir el grado de daño de pudrición del cogollo que tendremos en función de la temperatura y humedad presente en la parcela a evaluar, ya que todos las condiciones se presentan y existe la posibilidad de que la enfermedad y la bacteria tenga las condiciones optimas para reproducirse y a su vez poder prevenir y actuar con la aplicación de algún producto preventivo.

$$\% \text{ ENFERMEDAD} = 21.5 - .088 \text{ TMAX} - .06 \text{ TMIN} + .010 \text{ HRMAX} + .010 \text{ HRMIN}$$

La enfermedad de pudrición de cogollo se mostró de la siguiente manera ya que esta se comenzó a evaluar el 15 de Diciembre del 2003 con un mínimo de focos de infección y estos estaban distribuidos en toda la parcela que se evaluó, a partir de esto se fue diseminando alrededor de las plantas con mayor grado avanzado hacia los lados, se fue diseminando a partir de las plantas enfermas por

eso es que se da la distribución de la enfermedad en manchones localizados a partir de las plantas muertas y enfermas de grado 3 en adelante .

Agregando que la parcela había sido sembrada anteriormente con agave, las enfermedades pueden invernar por varios años en el suelo y estas a su vez se desarrollan cuando las condiciones ambientales son favorables y óptimas, estado fisiológico de las plantas, estas salen de su estado de hibernación para atacar a la planta y provocar los síntomas de lesiones y posteriormente la muerte de la planta.

## 7. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos de la presente evaluación, considerando las condiciones de temperatura y humedad relativa registradas dentro del lote experimental se derivan las siguientes conclusiones:

1.- La enfermedad de pudrición de cogollo en *Agave tequilana* Weber Var. Azul si se ve favorecida por los factores ambientales como son temperatura y humedad relativa ambiental.

2.- Se da a conocer que la enfermedad de pudrición de cogollo en *Agave tequilana* Weber Var. Azul se manifiesta en manchones al azar, diseminándose con facilidad.

3.- Las condiciones más favorables para que la enfermedad de Pudrición de cogollo en *Agave tequilana* Weber Var. Azul se ven reflejadas cuando hay temperaturas bajas (Heladas) con humedad relativa de 65% se originan lesiones en el agave favoreciendo la entrada del o los patógenos en el tejido del agave y ocasionando la infección y la muerte de la planta si esta no es atendida oportunamente.

## **8. RECOMENDACION**

Los datos recabados en este trabajo son de un solo periodo de evaluación, por lo que para dar una predicción de cuando ataca la enfermedad es necesario continuar con este tipo de evaluaciones por varios periodos y localidades, para predecir con seguridad cuando se presentan las condiciones favorables para la diseminación de la pudrición del cogollo y tomar una decisión para evitar la enfermedad.

## BIBLIOGRAFÍA

Flores López H. E, K.F. Byerly Nyrphy, J. J, Aceves Rodríguez, J. Ireta Moreno, R. Soltero Quintana, C. Álvarez Moya, H. Castañeda Vázquez, J. A. Ruiz Corral, P. Rodríguez González, J. Flores Mendoza, 2002 , Análisis agroecológico del *Agave tequilana* Weber var. Azul con énfasis en problemas fitosanitarios en Jalisco Ed. INIFAP, ejemplar 1 publicación especial pp.51-61

Fucikovsky Zak L, 2002, Problemas importantes del *Agave tequilana* var. Azul. Instituto de fitosanidad del Colegio de Postgraduados. Texcoco -México 2001, Ed. Consejo Regulador del Tequila A.C. pp. 147- 178.

González H. H. 1999, Determinación de las principales plagas del agave en los altos de Jalisco y algunas medidas de control. Reporte de actividades del programa General de Apoyo y Desarrollo Tecnológico a la Cadena Productiva Agave-Tequila, Puebla, México ..

Granados, S.D. 1993, Los agaves de México. Universidad Autónoma de Chapingo.Chapingo, México; Ed. Mundiprensa. pp. 9,20,21,31

López M.M, Montesinos E, 2002 Patología vegetal I, Ed. Grupo mundiprensa, pp. 523-527

Luna G H. 1999, Hacia un Manejo Integrado de Plagas, Ed. Mundiprensa, pp.107-109

Luna, Z.R. 1991, La historia del tequila, de sus regiones y sus hombres. Ed. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México D.F. ; pp: 2

Minitab.2003 Software estadístico. Versión 5.1.

Murray, P.G. 1994. Las plantas que México apporto al mundo Revista Muy Interesante año X No. 9 México DF.

SEI-JAL 2005, Sistema Estatal de Información Jalisco, en base a datos tomados de la Enciclopedia Temática de Jalisco. ( INEGI.)

SPSS. 2002; Software, estadístico. Versión 10.0

Valenzuela, Z.A.G. 1994. El agave tequilero su <sup>3</sup> cultivo e industrialización Ed. Agata, Guadalajara, Jalisco, México.; pp. 27-29.

Valenzuela, Z.A.G. 1997 El agave tequilero su cultivo e industrialización segunda edición, Litteris y Monsanto, Guadalajara, Jalisco, México.; pp. 18-20, 94

Valenzuela , Z.A.G, 2003, El agave tequilero; cultivo e industria de México; Ed. Mundiprensa México, pp., 153-157, 140-142, 131-133

Varela C. M,2002, Guía técnica para el cultivo del agave, publicación de tequila Sauza, pp.15.

Vicente Ramírez I, García Galindo J, Martínez Ramírez J. L., 2000, Manual de Enfermedades de Agave. Publicación del Consejo Regulador del Tequila. pp.18,19,20 .

Virgen C. G. 2004, Avances de la Investigación en el Agave Tequilero, Publicación del Consejo Regulador del Tequila, pp. 97.

Villalvazo R.A.S. 1996. El cultivo del Mezcal (*Agave tequilana* L Weber) en la región de Tequila Jalisco. Departamento de Fitotecnia . Publicación Universidad de Chapingo. México DF, pp 15