

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLOGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONOMICAS

COORDINACION DE POSGRADO



**“CONTROL QUIMICO COMO ALTERNATIVA
PARA EL MANEJO DE MARCHITEZ EN
AGAVE (*Fusarium sp* y *Erwinia sp*)”**

SERGIO NUÑO CUEVAS

TESIS

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de:
MAESTRO EN CIENCIAS
EN
MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

Zapopan, Jalisco. Septiembre del 2005

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

EN

MANEJO DE AREAS DE TEMPORAL

CONSEJO PARTICULAR:

DIRECTOR: 
DR. JOSE LUIS MARTINEZ RAMÍREZ.

ASESOR: 
M.C. SALVADOR MENA MUNGUÍA.

ASESOR: 
M.C. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO.

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

A DIOS por permitirme ser y estar con todo lo que me rodea.

A la UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, por haberme dado la oportunidad de abrirme diferentes horizontes de conocimiento.

Al Dr. José Luis Martínez Ramírez por permitirme trabajar a su lado en la realización de la presente investigación y darme su amistad y consejos.

Al M.C. Salvador Mena Murguía por su guía y conocimientos que se reflejan y los transmite para el desarrollo y conocimiento del presente estudio.

Al M.C. Santiago Sánchez Preciado por su solidaridad en cada momento dando no solo conocimiento sino confianza y amistad.

A los maestros y compañeros que en esta etapa nos toco desarrollar y convivir quedando grabado para el resto de mi existencia.

A Karina Osorno por ser parte integral no sólo de esta investigación sino de mi desarrollo como persona.

A Tomás Cuevas por su motivación y ejemplo de vida.

DEDICATORIAS

A mis padres: Rafael Nuño y Soledad Cuevas por su amor, cariño y comprensión durante los años de mi existir.

A mi esposa Karina Osorno.

A mis hijos: Sergio Guillermo, Rafael, Sergio y Ana Cristina.

A mis hermanos: Jaime, Guillermo, Rosa Maria, Rafael, José, Rodolfo, Alicia, Carlos, Juan Manuel y sus respectivas familias.

Zapopan, Jalisco. Septiembre del 2005.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS	iii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Objetivos	3
1.2.- Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1.- Clasificación taxonómica del agave	4
2.2.- Importancia económica del agave	5
2.3.- Enfermedades del agave	7
2.3.1.- Enfermedades fungosas	9
2.3.2.- Enfermedades bacterianas	10
2.4.- Control químico	11
2.4.1.- Aspectos históricos de los plaguicidas	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1.- Materiales	14
3.1.1. Localización de los sitios en estudio	14
3.1.2.- Descripción de los sitios en estudio	14
3.1.3.- Materiales físicos	17
3.1.4.- Materiales genéticos	18
3.1.5.- Patógenos estudiados	18
3.2.- Métodos	18
3.2.1.- Metodología experimental	18
3.2.2.- Variables en estudio	18
3.2.3.- Análisis de los datos	19
3.2.4.- Evaluación de la fitotoxicidad	20
3.3.- Desarrollo de la investigación	20
3.3.1.- Aislamiento de los patógenos en laboratorio	20

3.3.2.- Aplicación de los tratamientos	20
3.3.3.- Aplicación contra el hongo <i>Fusarium sp.</i>	20
3.3.4.- Aplicación contra la bacteria <i>Erwinia sp.</i>	21
IV. RESULTADOS	22
4.1.- Efectividad biológica de los productos utilizados	22
4.1.1.- Aplicación de Marvig 700 fw	22
4.1.1.1.- Tratamiento contra <i>Fusarium sp.</i>	23
4.1.1.2.- Tratamiento contra <i>Erwinia sp.</i>	30
4.1.2.- Aplicación de Busan 1129	32
4.1.2.1.- Tratamiento contra <i>Fusarium sp.</i>	34
4.1.2.2.- Tratamiento contra <i>Erwinia sp.</i>	41
4.1.3.- Aplicación de Kurafitos más Vidafitos	44
4.1.3.1.- Tratamiento contra <i>Fusarium sp.</i>	46
4.1.3.2.- Tratamiento contra <i>Erwinia sp.</i>	54
4.1.3.3.- Evaluación del producto y de la planta	63
V. DISCUSIÓN	65
VI. CONCLUSIONES	67
VII. BIBLIOGRAFÍA	68

Lista de cuadros y de figuras

Lista de cuadros

Cuadro	Página
1. Control del <i>Fusarium sp</i> mediante la aplicación de diferentes dosis de Marvig 700 fw en el municipio de Teuchitlán.	22
2. Control de la <i>Erwinia sp</i> mediante la aplicación de diferentes dosis de Marvig 700 fw en el municipio de Zacoalco de Torres.	
3. Calendario de actividades de Marvig 700 fw sobre <i>Fusarium sp</i> en la localidad de Teuchitlán. 3 A) <i>Distribución de los tratamientos</i>	23
4. Calendario de actividades de Marvig 700 fw sobre <i>Erwinia sp</i> en la localidad de Zacoalco de Torres.	
5. Análisis de varianza de la cuarta evaluación. Octubre 8 de 1999.	
6. Comparación de medias de la cuarta evaluación	24
7. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	
8. Análisis de eficiencia	25
9. Análisis de varianza de la quinta evaluación. Noviembre 22 de 1999	
10. Comparación de medias de la quinta evaluación	
11. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	26
12. Análisis de eficiencia	
13. Análisis de varianza de la sexta evaluación. Enero 14 del 2000.	
14. Comparación de medias de la sexta evaluación	27
15. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	

Cuadro	Página
17. Análisis de varianza de la séptima evaluación. Marzo 10 del 2000	28
18. Comparación de medias de la séptima evaluación	
19. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	
20. Análisis de eficiencia	29
21. Análisis de varianza de la tercera evaluación. Junio 30 de 1999	30
22. Comparación de medias de la tercera evaluación	31
23. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	
24. Análisis de eficiencia	
25. Control del <i>Fusarium sp</i> mediante la aplicación de diferentes dosis de Busan 1129 en el municipio de Teuchitlán.	
26. Control de la <i>Erwinia sp</i> mediante la aplicación de diferentes dosis de Busan 1129 en el municipio de Zacoalco de Torres 32	
27. Calendario de actividades de Busan 1129 sobre <i>Fusarium sp</i> en la localidad de Teuchitlán 27 a) distribución de los tratamientos	33
28. Calendario de actividades de Busan 1129 sobre <i>Erwinia sp</i> en la localidad de Zacoalco de Torres. 28 a) distribución de los tratamientos	34
29. Análisis de varianza de la tercera evaluación. Octubre 8 de 1999	
30. Comparación de medias de la tercera evaluación	
31. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.	35
32. Análisis de eficiencia	
33. Análisis de varianza de la cuarta evaluación. Noviembre 22 de 1999	36

Cuadro	Página
34. Comparación de medias de la cuarta evaluación	
35. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	36
36. Análisis de eficiencia	37
37. Análisis de varianza de la quinta evaluación. Enero 14 de 2000	
38. Comparación de medias de la quinta evaluación	
39. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	38
40. Análisis de eficiencia	
41. Análisis de varianza de la sexta evaluación. Marzo 10 de 2000	
42. Comparación de medias de la sexta evaluación	39
43. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	
44. Análisis de eficiencia	
45. Análisis de varianza de la segunda evaluación. Julio 10 de 1999.	41
46. Comparación de medias de la segunda evaluación	
47. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	
48. Análisis de eficiencia	42
49. Análisis de varianza de la tercera evaluación. Julio 31 de 1999.	
50. Comparación de medias de la tercera evaluación	
51. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	43

Cuadro	Página
52. Análisis de eficiencia	43
53. Control del <i>Fusarium sp</i> mediante la aplicación de diferentes dosis de Kurafitos más Vidafitos en el municipio de Acatlán de Juárez.	44
54. Control de la <i>Erwinia sp</i> mediante la aplicación de diferentes dosis de Kurafitos más Vidafitos en el municipio de Acatlán de Juárez.	45
55. Calendario de actividades de Kurafitos + Vidafitos sobre <i>Fusarium sp</i> en la localidad de Acatlán de Juárez. <i>Cuadro 55 a) distribución de los tratamientos.</i>	
56. Calendario de actividades de Kurafitos + Vidafitos sobre <i>Erwinia sp</i> en la localidad de Acatlán de Juárez <i>Cuadro 56 a) distribución de los tratamientos.</i>	46
57. Análisis de varianza de la primera evaluación. Noviembre 26 de 1999	
58. Comparación de medias de la primera evaluación	47
59. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	
60. Análisis de eficiencia	48
61. Análisis de varianza de la segunda evaluación Diciembre 10 de 1999.	
62. Comparación de medias de la segunda evaluación	
63. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	49
64. Análisis de eficiencia	
65. Análisis de varianza de la tercera evaluación. Diciembre 27 de 1999	50
66. Comparación de medias de la tercera evaluación	
67. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	51
68. Análisis de eficiencia	

Cuadro	Página
69. Análisis de varianza de la cuarta evaluación. Enero 7 del 2000.	52
70. Comparación de medias de la cuarta evaluación	
71. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	53
72. Análisis de eficiencia	
73. Análisis de varianza de la primera evaluación. Noviembre 26 de 1999	55
74. Comparación de medias de la primera evaluación	
75. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	55
76. Análisis de eficiencia	56
77. Análisis de varianza de la segunda evaluación. Diciembre 10 de 1999.	
78. Comparación de medias de la segunda evaluación	57
79. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	58
80 . Análisis de eficiencia	
81. Análisis de varianza de la tercera evaluación. Diciembre 27 de 1999.	59
82. De comparación de medias de la tercera evaluación	
83. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer	60
84. Análisis de eficiencia	
85. Productos que mostraron mejor control para el combate de la marchitez provocada por <i>Fusarium sp</i>	62

Cuadro	Página
86. Productos que mostraron mejor control para el combate de la marchitez provocada por <i>Erwinia sp</i>	63
87. Escala de puntuación EWRS para evaluar fitotoxicidad	64
88. Escala para evaluar el grado de marchitez del agave causada por <i>Fusarium sp.</i> (Martínez, et al, 1998)	
89. Escala para evaluar el grado de marchitez del agave causada por <i>Erwinia sp.</i> (Martínez, et al, 1998)	

Lista de figuras

Figura	Página
1. El tetraedro de la enfermedad	8
2. Efectividad biológica de <i>Marvig 700 fw</i> para el control de <i>Fusarium sp</i>	30
3. Efectividad biológica de <i>Marvig 700 fw</i> para el control de <i>Erwinia sp</i>	32
4. Efectividad biológica de <i>Busan 1129</i> para el control de <i>Fusarium sp</i>	40
5. Efectividad biológica de <i>Busan 1129</i> para el control de <i>Erwinia sp</i>	49
6. Efectividad biológica de <i>Kurafitos + Vidafitos</i> para el control de <i>Fusarium sp</i>	54
7. Efectividad biológica de <i>Kurafitos + Vidafitos</i> para el control de <i>Erwinia sp</i>	61
8. Control de <i>Fusarium sp</i>	62
9. Control de <i>Erwinia sp</i>	63

Resumen

Durante los años de 1999 y 2000 se llevaron al cabo una serie de experimentos de campo, en el cultivo de agave (*Agave tequilana* Weber variedad azul). El objetivo fue evaluar la efectividad biológica de tres productos funguicidas / bactericidas comerciales, con capacidad de controlar el desarrollo de la marchitez causados por la bacteria *Erwinia sp* y el hongo *Fusarium sp*; así como para buscar la mejor dosificación de estos productos y determinar sus efectos de fitotoxicidad en las plantas.

Se realizaron pruebas en tres localidades del estado de Jalisco: Acatlán de Juárez, Teuchitlán y Zacoalco de Torres. Las tres con alta incidencia de agentes fitopatógenos en los cultivos de agave y con condiciones climáticas similares. Los productos funguicidas / bactericidas evaluados fueron: Busan 1129, Marvig 700 FW, y la mezcla de Kurafitos más Vidafitos. Luego de la aplicación con distintas dosis de estos agroquímicos en los cultivos, se verificó la efectividad y la fitotoxicidad.

El producto que mostró mayor efectividad para controlar el hongo *Fusarium SP*, fue Marvig 700 con una dosis de 3 litros por hectárea. Para la *Erwinia sp*, el mejor agente fue la combinación de Kurafitos más Vidafitos 1.5 litros de cada uno por hectárea en mezcla, con tres aplicaciones cada 15 días. Ninguno de los productos aplicados en las dosis descritas generó fitotoxicidad a las plantas.

I INTRODUCCIÓN.

México es el único país productor de Tequila reconocido internacionalmente, y Jalisco ocupa el primer lugar en el cultivo del agave (*Agave tequilana* Weber variedad azul) que es la materia prima para la elaboración de ésta bebida. La declaración de protección de denominación de origen incluye algunas regiones de los Estados de Nayarit, Tamaulipas, Guanajuato y Michoacán y la totalidad del estado de Jalisco. Actualmente en Jalisco se planta una superficie de 60 mil 151 hectáreas en el estado, estas se encuentran concentradas estratégicamente en las siguientes zonas: 1 Zona de los Altos, 2 Zona sur, 3 Zona Centro (Consejo Regulador del Tequila 2000).

En los últimos años, al igual que otros cultivos, las plagas, las enfermedades y los factores climáticos han afectado severamente el cultivo del agave, Destacando los problemas causados por enfermedades. En el agave se han presentado enfermedades importantes, entre las que destaca la marchitez o pudrición del cogollo, síntoma que se ha asociado a fitopatógenos tales como *Erwinia sp* y *Fusarium sp* o bien, por ambos fitopatógenos. Cuando una planta de agave es atacada o infectada por la bacteria *Erwinia sp* presenta síntomas de lesiones necroticas acuosas en las hojas, iniciadas en la espina apical o en las espinas laterales que avanzan hacia el centro de la hoja y de ahí hacia el centro del cogollo. Causa una pudrición descendente hasta el centro de la piña, y cuando la enfermedad avanza hasta esta etapa, ocasiona la muerte a la planta. Cuando se presenta la marchitez causada por el hongo *Fusarium sp* se observa encarrujamiento y decoloración de las hojas, pudrición seca del sistema radicular y una pudrición seca ascendente hacia la piña. Al llegar a esta etapa la planta muere (Martínez, *et al*, 1998).

En 1998, el Consejo Regulador del Tequila manifestó a investigadores y empresarios la necesidad de evaluar algunos agroquímicos con el objeto de proporcionar una alternativa de control que detuviera la pudrición del cogollo. (Unión Agrícola Regional de Productores Tequileros del Estado de Jalisco, 1999).

Con el afán de evaluar la eficacia biológica de funguicidas-bactericidas, como alternativa para el control de la marchitez o pudrición del cogollo en el cultivo del agave en forma efectiva, se realizó el presente estudio. Los objetivos de esta investigación fueron:

1.1 Objetivos.

- 1) Evaluar la efectividad biológica de tres productos funguicidas / bactericidas sistémicos con capacidad para controlar el desarrollo de la marchitez del agave causados por *Erwinia sp* y *Fusarium sp*.
- 2) Encontrar las mejores dosis de los productos químicos evaluados contra los agentes causantes de las enfermedades de marchitez en las plantas de agave.
- 3) Determinar la fitotoxicidad de los productos químicos de acuerdo a su dosificación aplicados a la planta.

1.2 Hipótesis.

Existen productos con actividad fungicida / bactericida con los cuales se controlan los patógenos *Erwinia sp* y *Fusarium sp* causantes de la marchitez en las plantas del agave.

II REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 Clasificación taxonómica del agave.

Carlos Linneo en 1753 describió a un grupo de plantas oriundas de América que tenían mayor importancia comercial, entre ellas el Agave, vocablo de origen griego, *Agavus*, que significa "admirable" ó "noble" denominándola *Agave americana* (De la cerda 1967).

La descripción botánica del agave es la siguiente:

Reino: Vegetal.

División: Fanerógamas.

Subdivisión: Angiospermas.

Clase: Monocotiledóneas.

Familia: Agavaceas.

Género: *Agave*.

Especie: *Tequilana*.

Weber: Nombre del botánico europeo que la clasificó (López, 1990).

Gil (1997), citó a Gentry quien publicó (1982) que la clasificación de las especies estuvo basada en las características vegetativas y cuando se presentaban plantas con diferencias significativas se consideraban como nuevas especies, es así como se tomó mejor la taxonomía basada en la morfología de la hoja y de la flor así como por zonas geográficas.

El Agave Tequilana Weber es llamado así debido a la clasificación que de ésta hizo el biólogo alemán Weber a principios del siglo XX (López, 1990). Según la descripción citada en el estudio INEGI (1997):

"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 centímetros de altura cuando está madura. Las hojas del agave se extienden de 90 a 120 centímetros y son lanceoladas, acuminadas y de fibras firmes, casi siempre, rígidamente estiradas, cóncavas, de ascendentes a horizontales. La parte más ancha se

encuentra casi siempre a la mitad de la hoja. Su color es glauco azulado o verde grisáceo.

El margen de las hojas es de recto a ondulado o repando; los dientes generalmente de tamaño homogéneo espaciados, en su mayoría por 3 a 6 milímetros de largo a la mitad de la hoja. Los ápices son delgados curvos o flexos de poca altura desde su base; que es piramidal, de color café claro a oscuro, de 1 a 2 centímetros de separación, raramente son largos.

Su espina generalmente es corta de 1 a 2 centímetros de largo, achatada o abiertamente surcada de la parte superior. La base es ancha, café oscura decurrente o no decurrente.

La inflorescencia es una panícula de 5 a 6 metros de altura densamente ramosa a lo largo, con 20 a 25 umbelas largas difusas de flores verdes y estambres rosados. Las flores miden de 65 a 75 milímetros de longitud. El ovario mide de 32 a 38 milímetros de largo, es cilíndrico con cuello corto, inconstricto, casi terminado en punta sobre la base. El tubo floral es de 10 milímetros de profundidad por 12 milímetros de ancho, funeliforme, surcado. Sus pétalos son desiguales, pueden medir de 25 a 28 centímetros de longitud por 4 milímetros de ancho. Son lineales, erectos pero rápidamente se aflojan en anthesis, cambiando entonces a ceferosos y secos con filamentos de 45 a 50 milímetros de largo doblando hacia adentro junto al pistilo e insertos de 5 a 7 milímetros cerca de la base del tubo, antenas de 25 milímetros de largo. El fruto es una cápsula ovada a brevemente cuspidada”.

2.2 Importancia económica del agave.

El historiador José María Muriá en 1999 narró la forma histórica del binomio agave/tequila “el agave tequilana Weber, del vocablo griego que significa [admirable] como se le ha conocido desde hace dos siglos, tiene su origen en el maguey vocablo que viene del caribe, planta que era un autentico mil usos en los tiempos prehispánicos de México, cuando se le conocía como *métl* en náhuatl, *quada* en otomí y *tocamba* entre los purepechas.

La historia de la bebida llamada tequila arranca a mediados del siglo XVI, al destilar el mosto del corazón del agave tatemado conocido como mezcal (*mexcal.li* significa lo que se cuece) que se comía como golosina. El

franciscano Motolinía ya daba fe de un aguardiente llamado mexcal.li [que los españoles dicen es de mucha sustancia y saludable].

En 1621 el cura Domingo Lázaro escribió que de los "mexcales" sacan vino por alquitara, más claro que el agua y más fuerte que el aguardiente y de aquel gusto.

En 1638 el gobernador de nueva Galicia decidió reglamentar la fabricación y comercio del llamado [vino mezcal], y posteriormente se volvería a prohibir su venta.

En 1673 se autorizó de nuevo con el propósito de llevar a Guadalajara el agua potable que le hacía falta.

En 1792 José Longinos Martínez contó como desde el puerto de San Blas exportaba a las californias el mezcal de Tequila convirtiéndose en el primer producto de exportación jalisciense.

En 1854 un médico francés llamado Ernest Vigneaux que pasó por la región de tequila en calidad de prisionero de guerra describió como al vino mezcal de este suelo empezó a llamársele simplemente tequila. Afirmando que el maguey es el regalo más precioso que la naturaleza ha hecho a México, considera que Tequila le da su nombre al aguardiente de mezcal.

En 1873 había 16 tabernas en la villa de Tequila. En virtud de que su población era tan solo de 2 mil 500 habitantes.

En lo referente a la producción, de un campo carente de tractores y de otros recursos técnicos, los mezcales [piñas], o cabezas eran llevadas a lomo de mula o de burro a los hornos donde habían de ser tatemados. Previamente, aún en el lugar donde el agave había crecido durante diez años, se había llevado a cabo la llamada jima, que consistía en deshojar los mezcales. Fue a partir del 1873 cuando existieron en el país buenas condiciones para el desarrollo industrial.

En 1897 se decía que por término medio se producían anualmente 53 mil 400 barriles de vino mezcal y en 1914 se aseguraba que eran más de 70 mil, aunque el número de fábricas era prácticamente el mismo.

En 1940 se habían exportado 21 mil 600 litros, los cuales ascendieron vertiginosamente a cerca de 4 millones y medio en 1944, mientras que para 1948 lo que salió del país no llegó a 8 mil 800 registrándose una fuerte caída.

En 1964 se estableció una norma de calidad que permitió incluir hasta el 30 por ciento de azúcares de origen distinto durante el proceso de fermentación. En 1973 se amplió a 49 por ciento ratificado en 1993 y 1997”.

Orozco (1999) mencionó que el número de destilerías ha pasado de 18 en 1990, hasta 70 en 1999. Describiendo que desde que se publicó el 29 de enero de 1928 el primer reglamento para alcoholes, tequilas y mezclas, hasta la reforma de la norma oficial mexicana NOM-006-SCFI-1994 el 3 de Septiembre de 1994. Los distintos sectores productivos (agricultores, industriales y comercializadores) han estado en constantes conflictos, aún después de 1997 cuando se le da denominación de origen. Perjudicando en forma grave el proceso productivo de una de las principales industrias de Jalisco.

2.3 Enfermedades del agave.

Vanderplank en 1963 llamó epidemiología a la ciencia que estudia enfermedades en poblaciones. Zadoks y Schein (1979) consideraron que esa definición debía ser refinada. Destacan que la epidemiología pone énfasis en el fenómeno de poblaciones. La importancia de las poblaciones contempla por un lado al hospedero y por otro lado al patógeno, pero además, a la epidemiología le conciernen las interacciones hospedante-patógeno que conducen a enfermedades y pérdidas en cultivos.

Estas interacciones son frecuentemente dependientes de las condiciones del medio ambiente, por lo que la epidemiología trata con efectos bióticos del medio ambiente. Finalmente, el hombre ha tenido efectos importantes sobre hospederos, patógenos y medio ambiente, efectos que actualmente se incrementan en magnitud y escala de importancia. La epidemiología, por lo tanto, también trata de los efectos del hombre sobre las enfermedades y algunas veces con el efecto de las enfermedades sobre el género humano. Todo esto puede simbolizarse por el tetraedro de las enfermedades (imagen inferior). Con algunas preguntas y diferencias de opinión su punto de vista de la epidemiología puede ser socorrido si se considera que ésta tiene cuando menos tres ramificaciones: epidemiología descriptiva, epidemiología cuantitativa y epidemiología comparativa. Estas ramificaciones pueden conducir a numerosas aplicaciones prácticas.

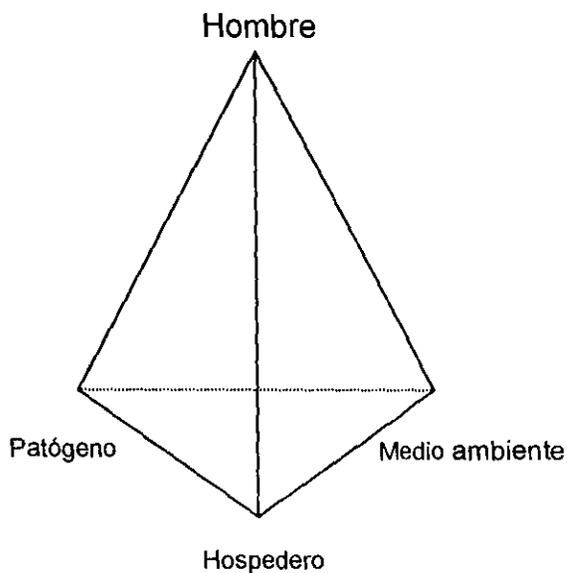


Figura 1. El tetraedro de la enfermedad. La base simboliza las interacciones del hospedero, patógeno y medio ambiente. Sobre cada uno de ellos, el hombre tiene varios efectos que son importantes para el desarrollo y control de las epidemias.

Una de las enfermedades que más ha mermado el desarrollo del *agave azul Weber*, ha sido la marchitez causada por hongos y bacterias.

Ledezma, en 1952 registró uno de los primeros estudios sobre la presencia de agentes patógenos en el cultivo del agave en el estado de Jalisco, destacando las enfermedades fungosas y las bacterianas.

2.3.1 enfermedades fungosas.

Pérez (1887) hizo mención sobre una enfermedad llamada "gangrena" que descomponía las raíces y la cabeza.

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

Pérez (1980) denotó que las enfermedades fungosas más importantes que afectan el agave pulquero en la mesa central de México son: la mancha negra (*Asterina mexicana Ell y Ev*) y la antracnosis (*Colletotrichum agave cav.*), éstas fueron detectadas en su estudio por Villalvazo en 1986 en el *Agave tequilana Weber* en la región de Tequila, Jalisco.

Valenzuela (1985) hizo referencia del daño causado por enfermedades en las plantas, que se observan a simple vista como consecuencia del desarrollo de microorganismos dentro de ellas. Los patógenos 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.

Granados (1993) investigó otras enfermedades que afectan el desarrollo de este cultivo, mencionando el tizón de las pencas (*Stangonospora gigantea*),

la pudrición roja de las pencas (*Chalariopsis sp.*), la pudrición de la raíz (*Armillaria melleosa* y *Fusarium sp.*).

Vélez (1996) señaló que el *Fusarium sp* se caracteriza por pudrición en la raíz y cabeza de la planta, así como hojas encarrujadas color violeta y en la base de éstas una coloración amarilla.

Luna (1996) describió la pudrición del tallo causada por el hongo (*Fusarium oxysporum*) en el *Agave tequilana* L. Weber.

Valenzuela (1997) describió el síntoma que presenta la planta por falta de crecimiento así como el desprendimiento de las 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 que está presente en hijuelos de reciente plantación, al cabo de un tiempo éstos mueren.

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

2.3.2 enfermedades bacterianas.

Valenzuela (1994) señaló como uno de los principales problemas que afectan al agave es la bacteria del género *Erwinia sp.*

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

Valenzuela, (1997) consignó que la Secazón (*Erwinia sp*) tiene los primeros síntomas que se observan en el cogollo; las hojas cercanas a éste se

marchitan y presentan ciertos puntos en relieve. La marchitez se torna, 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.

Martínez *et al*, (1998), señalaron que los síntomas típicos de la marchitez bacteriana son lesiones necroticas acuosas en las hojas que en la mayoría de los casos inician en la espina apical ó 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 las mismas.

Virgen *et al* (1999), citaron cómo hasta la fecha se han identificado diferentes patógenos en el cultivo del agave tales como: la *Erwinia sp*, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora sp*, *Asteria mexicana* y *Pleospora sp*, así como la forma en que se están realizando ensayos con algunos plaguicidas como el Fungicida/bactericida a base de sulfato de cobre pentahidratado con nombre comercial de Marving para el control de *Erwinia sp* y *Fusarium sp*.

2.4 Control químico.

Yagodyn (1982), así como Cremlin (1986), hicieron toda una narrativa de la forma en que se fueron desarrollando y utilizando los agroquímicos: Kittleson (1951) de la empresa estadounidense Estándar Oil Company, desarrolló un importante fungicida llamado Captan o Nitroclorometiltiotetrahidrifalimida. Este compuesto, tiene propiedades sobresalientes como fungicida protector contra una amplia gama de hongos patógenos en cultivos de frutas y hortalizas. Se desarrollaron (1966) las clases más importantes de los fungicidas sistémicos como las Oxantinas, los Benzimidazoles y las Pirimidinas. Otros fungicidas sistémicos empleados actualmente comprenden los antibióticos, las Morfolinas y compuestos Organofosforados, Triazoles, Acilalanina, entre otros. Existe hasta la fecha una carrera interminable entre el patógeno, la enfermedad y el

agroquímico para su combate o control, que evolucionaran conforme existamos.

2.4.1 aspectos históricos de los plaguicidas.

Calderón (1992) consignó los aspectos históricos de los plaguicidas en su libro, donde nos indica que “la necesidad de producir alimentos para una población cada vez mayor, obligó al hombre a reconocer el proceso de competencia vegetal, clasificando como ‘maleza’ a las especies que son dañinas a los cultivos. La introducción de los monocultivos propició la propagación de las especies que se alimentan preferentemente de algunas plantas, a estas especies se les denomina ‘plagas’”. Este modelo de cultivo a grandes escalas, ha obligado al hombre a establecer controles cada vez más especializados. “Sólo existe la certeza histórica del inicio de compuestos químicos para el control de las mismas en el siglo XIX, con la utilización de sales inorgánicas de acción fungicida”. El caldo bordelés (Mezcla de sulfato de cobre e hidróxido de calcio) se utilizó ampliamente en Francia para combatir el mildiu de la vid. Ya (1856) se denunciaba la remanencia de residuos del caldo de bordelés en uvas y vino tinto. Selby (1900) introdujo el formaldehído como fungicida del suelo para combatir el hongo negro y el carbón de la cebolla.

Comenzó así la era de los fungicidas modernos o fungicidas orgánicos (1934) cuando Tisdale y Williams descubren la actividad fungistática de los ditiocarbamatos. Schrader describe lo que se le llama “estabilidad” de los plaguicidas, que es la resistencia que estos presentan a la acción de agentes físicos (insolación, temperatura y humedad), agentes químicos (oxidaciones, carbonataciones e hidrólisis) y a los agentes biológicos (enzimas). De ella depende, fundamentalmente el poder residual del plaguicida, o sea, el tiempo que conserva su acción tóxica sobre plagas y enfermedades, que pueda variar según las diferentes clases. Sobre la toxicidad dice que varía según la concentración y formulación, las emulsiones suelen ser más peligrosas. La toxicidad se determina siempre sobre el producto técnico y se expresa por las siglas DL50, que representa la dosis letal media expresada en miligramos por

kilogramo de peso vivo. Produce el 50 % de la mortalidad sobre los animales en que se experimenta. Existen toxicidad oral, dermal y por inhalación.

Sobre los fungicidas orgánicos Sharvelle (1979) mencionó que JG Horsfall opinó que el vacilante desarrollo de la industria de los fungicidas ditiocarbonados hizo posible el surgimiento de los fungicidas orgánicos. Para la prevención de las pérdidas agrícolas causadas por plagas, el hombre ha precisado métodos de selección, desarrollo y adaptabilidad con remedios específicos para el control de determinadas enfermedades.

III MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Materiales.

3.1.1 localización de los sitios en estudio.

La presente investigación se llevó al cabo en tres localidades del estado de Jalisco: Acatlán de Juárez, Teuchitlán y Zacoalco de Torres. Estas localidades fueron seleccionadas por la incidencia de los agentes patógenos en estudio, causantes de la marchitez, tanto *Erwinia sp* como *Fusarium sp*. Además por ser terrenos que históricamente han demostrado su alta capacidad para el desarrollo del cultivo del agave. La metodología que se experimentó en cada una de las localidades fue la misma en cuanto a la forma de aplicar estos productos para controlar la marchitez.

3.1.2 descripción de los sitios en estudio.

ZACOALCO DE TORRES: Presenta la siguiente ubicación geográfica:

Coordenadas geográficas extremas: Al norte 20°21', al sur 20°08' de latitud norte; al este 103°26', al oeste 103°42' de longitud oeste.

Este municipio representa el 0.56% de la superficie del estado.

Colindancias: Al norte con los municipios de Villa Corona, Acatlán de Juárez y Jocotepec; al este con los municipios de Jocotepec y Teocuitatlán de Corona; al sur con los municipios de Teocuitatlán de Corona, Atoyac, Techaluta de Montenegro y Atemajac de Brizuela; al oeste con los municipios de Atemajac de Brizuela y Villa Corona.

Altitud: 1,350 m.s.n.m.

Climatología: El clima es semiseco y semicalido, con primavera seca y semicálida, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 22.7°C, con máxima de 30.4°C y mínima de 15.1°C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de junio y agosto, contando con una precipitación media de 578.7 milímetros. El promedio anual de días con

heladas es de 2.9. Los vientos dominantes son en dirección del noroeste al suroeste.

Vegetación y Flora: Los bosques están cubiertos de Pino y Encino y en sus partes bajas se encuentra selva baja espinosa, con Huizache, Palo dulce y Granjeno. También hay Maguey y Nopal.

Suelo: El territorio está compuesto por terrenos del período terciario. La composición de los suelos es de tipos predominantes Feozem Háplico, Vertisol Pélico, Vertisol Crómico y Solonchak Mólico. El municipio tiene una superficie territorial de 49,127 hectáreas, de las cuales 18,567 son utilizadas con fines agrícolas, 17,092 en actividad pecuaria, 10,000 son de uso forestal, 806 son suelo urbano y 2,341 hectáreas tienen otro uso, no especificándose el uso de 321. En lo que a la propiedad se refiere, una extensión de 21,607 hectáreas es privada y otra de 27,199 es ejidal; no existiendo propiedad comunal. De 321 hectáreas no se especifica el tipo de propiedad (INEGI 1997).

TEUCHITLÁN: Presenta la siguiente ubicación geográfica:

Coordenadas geográficas extremas: Al norte 20°48', al sur 20°35', al este 103°47', al oeste 103°54' de longitud oeste.

Este municipio representa el 0.24% de la superficie del estado.

Colindancias: Al norte con los municipios de Ahualulco de Mercado, Tequila y Amatitán; al este con los municipios de Amatitán y Tala; al sur con los municipios de Tala, San Martín Hidalgo y Ameca; al oeste con los municipios de Ameca y Ahualulco de Mercado.

Altitud: 1,260 m.s.n.m.

Climatología: El clima es semiseco, con invierno y primavera secos, y semicalido, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 21.2°C con máxima de 29.7°C y mínima de 13°C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de julio y septiembre, contando con una precipitación media de 1,008.5 milímetros. El promedio anual de días con heladas es de 9.8. Los vientos dominantes son en dirección del noreste, de

enero a junio y de julio a septiembre, y en dirección del noreste al sureste, de octubre a noviembre.

Vegetación y Flora: Su vegetación se compone básicamente de Pino, Encino, Oyamel y Pastos naturales.

Suelo: El territorio esta constituido por lunares de basalto y rocas ígneas extrusivas ácidas, pocos manchones de toba, al norte de la cabecera esta compuesto por basalto y en sus cumbres brecha volcánica. La composición de los suelos es de tipo predominantes Feozem Háptico, Cambiosol Crómico, Planosol y Regosol Éútrico. El municipio tiene una superficie territorial de 28,553 hectáreas, de las cuales 8,930 son utilizadas con fines agrícolas, 16,642 en la actividad pecuaria, 18 son de uso forestal, 35 son de suelo urbano y 2,928 hectáreas tienen otro uso. En lo que a la propiedad se refiere una extensión de 16,290 hectáreas es privada y otra de 12,263 es ejidal; no existiendo propiedad comunal (INEGI 1997).

ACATLÁN DE JUÁREZ: Presenta la siguiente ubicación geográfica:

Coordenadas geográficas extremas: al norte 20°30', al sur 20°20' de latitud norte; al este 103°32', al oeste 103°42' de longitud oeste.

Este municipio representa el 0.21% de la superficie del estado.

Colindancias: Al norte con los municipios de Tala y Tlajomulco de Zuñiga; al este con los municipios de Tlajomulco de Zuñiga, Jocotepec y Zacoalco de Torres; al sur con los municipios de Zacoalco de torres, Villa Corona; al oeste con los municipios de Villa Corona y Tala.

Altitud: 1,370 m.s.n.m. (metros sobre el nivel del mar).

Climatología: El clima es semiseco, con otoño e invierno secos, y semicalido, sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 20.5°C, con máximas de 29°C y mínimas de 12.1°C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de Julio y Agosto, contando con una precipitación media de los 714.7 milímetros llegando en ocasiones hasta los 1100 en época

de lluvias. El promedio anual de días con heladas es de 7. Los vientos dominantes son en dirección del este.

Vegetación y Flora: Su vegetación en las zonas de montaña consiste en pequeños bosques formados por Roble. Las especies que hay son: Mezquite, Huizache, Guamuchil, Sauce, Encino blanco y rojo.

Suelo: El municipio esta conformado en las partes altas por colinas rodeadas de basalto y toba. La composición de los suelos es de tipos predominantes Cambisol, arcilloso, rocoso, limoso y franco. El municipio tiene una superficie territorial de 17,685 hectáreas, de las cuales 8,761 son utilizadas con fines agrícolas, 6,767 en actividad pecuaria, 700 de uso forestal y 440 son de suelo urbano; el resto, 1,017, no se especificó. En lo que a la propiedad se refiere, una extensión de 8,745 hectáreas es privada y otra de 7,923 es ejidal; no existiendo propiedad comunal; el resto, 1,017, no se especificó (INEGI 1997).

3.1.3 materiales físicos.

Se estudió la efectividad biológica de los siguientes productos:

BUSAN 1129: Fungicida bactericida líquido en una formulación al 10% de TCMTB (110 gr. l. a/l.) y 10% de MTC (Metilen bistiocianato) con 110 gr. i. a/l.

MARVIG 700 FW: Fungicida bactericida que contiene como ingrediente activo al Sulfato de cobre pentahidratado al 46.66% con un contenido de cobre metálico de 11.90% equivalente a 700 gr. de ingrediente por litro.

KURAFITOS MÁS VIDAFITOS: Kurafitos es un fungicida/bactericida líquido en una formulación al 1.7% de lodo, equivalente a 17 gr. i. A/l. el cual se recomienda aplicarlo en mezcla con Vidafitos, que es un coadyuvante que contiene mezcla de ácidos orgánicos e ingredientes activos con una cantidad mínima de 62%/l.

3.1.4 materiales genéticos.

Se utilizó la especie *Agave tequilana* Weber variedad azul que es la que más demanda tiene en la región, por su capacidad de adaptación climática, de suelo y buena producción. Además de ser la única recomendada por el consejo regulador del tequila para la producción de la bebida tequila.

3.1.5 patógenos estudiados.

Se estudiaron dos patógenos que hasta esta fecha han causado grandes pérdidas en las plantaciones de agave en toda la denominación de origen, el hongo *Fusarium sp* y la Bacteria *Erwinia sp* causantes de la marchitez en el agave.

3.2 Métodos.

3.2.1 metodología experimental.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, en los tres sitios con 4 repeticiones y en los dos primeros productos con 5 tratamientos, con el tercer producto fueron 9 tratamientos.

Para evaluar la efectividad biológica en el control de la Marchitez del Agave (*Fusarium sp* y *Erwinia sp*) con los tratamientos de Marvig 700 FW (sulfato de cobre pentahidratado al 46.66%), que se utilizó en los predios de Teuchitlán y Zacoalco de Torres; Busan 1129 (10% de TCMTB y 10% de MTC), que se utilizó en los predios de Teuchitlán y Zacoalco de Torres y Kurafitos más Vidafitos(17gr./Al. Y ácidos orgánicos al 62%/L.), que fue utilizado en el predio de Acatlán de Juárez. La unidad experimental fue de 5 plantas de agave por tratamiento por repetición.

3.2.2 variables en estudio.

Se realizaron preevaluaciones antes de la aplicación de los productos que varían de 7-10-15 días como se muestra en los calendarios de actividades para

cada parcela y producto (cuadros 3,4,25,26,53 y 54) . La evaluación se hizo con base a la escala propuesta por Martínez, *et al*, (1998).

3.2.3 análisis de los datos.

Para cada una de las evaluaciones, los índices se transformaron en porcentajes de infección utilizando la formula Townsend-Heuberger expresada de la forma siguiente:

$$\% \text{ de infección} = \frac{\sum (n \cdot v)}{i N} 100$$

n= número de plantas en cada categoría.

v= valor de categoría.

i= valor de la mayor categoría.

N= número total de plantas investigadas.

Los resultados finales de infección obtenidos mediante la aplicación de esta formula aparecen en el siguiente capítulo.

Con los datos obtenidos a través de las observaciones hechas en campo para cada tratamiento y patógeno se efectuó el análisis de varianza y prueba de Tuckey al 0.05 de significancia con el paquete estadístico SAS. También se calculó la eficacia de control con la formula de Abbott modificada, expresada de la siguiente forma:

$$\% \text{ de eficacia} = \frac{Ca - Ta}{Ca} X 100$$

Ca = número de plantas que aumentaron la calificación inicial en el testigo, después de la aplicación.

Ta = número de plantas que aumentaron la calificación inicial en el tratamiento, después de la aplicación.

Los resultados finales de eficacia obtenidos mediante la aplicación de esta formula aparecen en el siguiente capítulo.

3.2.4 evaluación de la fitotoxicidad.

Se efectuaron las evaluaciones para medir el grado de la fitotoxicidad de los productos químicos aplicados en las plantas, de acuerdo a la escala propuesta por la EWRS (cuadro 87).

3.3 Desarrollo de la investigación.

3.3.1 aislamiento de los patógenos en laboratorio.

Fusarium sp: para confirmar que el patógeno es este tipo de hongo, se realizaron aislamientos de muestras de raíz en medio de cultivo Nash y Snider PCNB, el cual es selectivo para este género de hongo.

Erwinia sp: para comprobar que el patógeno es este tipo de bacteria, se realizaron aislamientos de muestras de hoja enferma en medio de cultivo Cristal violeta pectado (c.v.p.), el cual es selectivo para esta especie de bacteria.

3.3.2 aplicación de los tratamientos.

Los tratamientos se ejecutaron en plantas que fueron seleccionadas todas ellas con un grado 2 de enfermedad de acuerdo a la escala arbitraria de daño propuesta por Martínez *et al* (1998), todas las plantas seleccionadas se etiquetaron para una mejor identificación, en total se usaron 200 plantas por producto evaluado (100 por patógeno a estudiar) en los dos primeros casos y de 360 plantas (180 por agente patógeno a estudiar) para el tercer caso.

3.3.3 aplicación contra el hongo *Fusarium sp*.

La forma de aplicación por localidad se describe a continuación:

TEUCHITLÁN: Se aplicaron los productos de Marvig 700 FW y Busan 1129 para el combate de la marchitez del agave, utilizando una probeta para medir y aplicar el producto drenado al pie de la planta (sobre la piña) según su dosificación e intervalo de aplicación, procurando que el suelo estuviera mojado.

ACATLÁN DE JUÁREZ: Se aplicaron los productos de Kurafitos en combinación con Vidafitos, utilizando una mochila de espalda, manual, previamente calibrada para aplicar el gasto de producto necesario de acuerdo a la dosificación e intervalo de aplicación requerida; rociando la parte externa de la piña procurando la infiltración del producto hacia el centro de la misma así como de la superficie foliar de la planta (recomendando gotas muy finas, con un mínimo de 90 gotas/cm²).

Cuadro 1. Control del *Fusarium sp* mediante la aplicación de diferentes dosis de Marvig 700 FW en el municipio de Teuchitlán.

No.	Producto	Dosis de producto comercial en lts/ha	No. de aplicaciones	Intervalo de aplicaciones
1	Marvig 700 FW	2.0	3	Cada 10 días
2	Marvig 700 FW	2.5	3	Cada 10 días
3	Marvig 700 FW	3.0	3	Cada 10 días
4	Sulfacob	2.5*	3	Cada 10 días
5	Testigo	-	-	-

*Dosis utilizada en forma comercial

Cuadro 2. Calendario de actividades de Marvig 700 FW sobre *Fusarium sp* en la localidad de Teuchitlán.

FECHA	ACTIVIDAD
19 de julio de 1999	Establecimiento del ensayo y preevaluación
28 de julio de 1999	Segunda aplicación y evaluación
9 de agosto de 1999	Tercera aplicación y evaluación
19 de agosto de 1999	Cuarta evaluación
8 de octubre de 1999	Quinta evaluación
22 de noviembre de 1999	Sexta evaluación
14 de enero de 2000	Séptima evaluación
10 de marzo de 2000	Octava evaluación

A) Distribución de los tratamientos.

1	3	5	4	2
5	2	3	1	4
3	4	1	2	5
2	5	4	3	1

3.3.4 aplicación contra la bacteria *Erwinia sp.*

La aplicación por localidad fue de la siguiente forma:

ZACOALCO DE TORRES: Se aplicaron los productos de Marvig 700 FW y Busan 1129 para el combate de la marchitez del agave, se utilizó una mochila de espalda, manual, previamente calibrada para aplicar el gasto de producto necesario de acuerdo a la dosificación e intervalo de aplicación requerida rociando la superficie foliar de la planta (recomendando gotas muy finas, con un mínimo de 90 gotas/cm²).

ACATLÁN DE JUÁREZ: Su procedimiento de combate de la marchitez es igual al anterior, su dosificación así como sus intervalos de aplicación.

Cuadro 3. Control de la *Erwinia sp* mediante la aplicación de diferentes dosis de Marvig 700 FW en el municipio de Zacoalco de Torres.

No.	Producto	Dosis de producto comercial en l/s/ha	No. de aplicaciones	Intervalo de aplicaciones
1	Marvig 700 FW	2.0	3	Cada 7 días
2	Marvig 700 FW	2.5	3	Cada 7 días
3	Marvig 700 FW	3.0	3	Cada 7 días
4	Sulfacob	2.5*	3	Cada 7 días
5	Testigo	-	-	-

*Dosis utilizada en forma comercial

Cuadro 4. Calendario de actividades de Marvig 700 FW sobre *Erwinia sp* en la localidad de Zacoalco de Torres.

FECHA	ACTIVIDAD
30 de abril 1999	Establecimiento del ensayo y preevaluación
7 de mayo 1999	Segunda aplicación y evaluación
14 de mayo de 1999	Tercera aplicación y evaluación
30 de junio de 1999	Evaluación final

A) Distribución de los tratamientos.

1	5	3	4	2
4	2	1	3	5
3	4	2	5	1
5	3	4	2	1

IV RESULTADOS.

4.1 Efectividad biológica de los productos utilizados.

4.1.1 aplicación de Marvig 700 FW.

Este producto fue aplicado para el control del *Fusarium sp* en el municipio de Teuchitlán y para el control de *Erwinia sp* en el municipio de Zacoalco de Torres, con la dosificación y calendarios expuestos en los cuadros 1, 2, 3 y 4.

4.1.1.1 tratamiento contra *Fusarium sp*.

Se obtuvieron los siguientes resultados en el tratamiento de la marchitez del agave provocada por *Fusarium sp*:

Preevaluación: Todas las plantas seleccionadas presentaban el grado 2 de enfermedad (Julio 19 de 1999).

Primera evaluación : Continuaban con el grado 2 (Julio 28 de 1999).

Segunda evaluación: Continuaban con el grado 2 (Agosto 9 de 1999).

Tercera evaluación: Continuaban con el grado 2 (Agosto 19 de 1999).

Cuadro 5. Análisis de varianza de la cuarta evaluación. Octubre 8 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	4	696.00000	174.00000	3.74	0.0337*
Repeticiones	3	121.60000	40.53333	0.87	0.4830

CV = 13.11834

Debido a que la diferencia para tratamiento resultó significativa, se procedió a aplicar la comparación de medias utilizada la prueba de Tuckey al 0.05 de probabilidad.

Cuadro 6. Comparación de medias de la cuarta evaluación.

Tratamiento	N	Media	
5	4	61.000	a
4	4	56.000	ab
1	4	50.000	ab

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

2	4	49.000	ab
3	4	44.000	b

Tuckey 0.05 DMS = 15.374

El cuadro nos muestra la conformación de dos grupos, separándose el tratamiento 3 (con la dosis de 3 lts/ha) como el mejor y el tratamiento 5 (testigo) como el más dañado.

Cuadro 7. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$50 \times \frac{100}{100}$ *	50
2	$49 \times \frac{100}{100}$	49
3	$44 \times \frac{100}{100}$	44
4	$56 \times \frac{100}{100}$	56
5	$61 \times \frac{100}{100}$	61

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que el tratamiento 5, que es el testigo, resultó el más infectado.

Cuadro 8. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{20 - 10}{20} \times 100$	50
2	$\frac{20 - 8}{20} \times 100$	60
3	$\frac{20 - 4}{20} \times 100$	80
4	$\frac{20 - 16}{20} \times 100$	20
5	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (3 litros por hectárea) es el más eficaz para el control del *Fusarium sp.*

Cuadro 9. Análisis de varianza de la quinta evaluación. Noviembre 22 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P - F
Tratamientos	4	272.00000	68.00000	4.05	0.0265*
Repeticiones	3	54.40000	18.13333	1.08	0.3947

CV = 7.066863

La diferencia para tratamientos resultó significativa, muestras que para repeticiones no fue significativa. El coeficiente de variación es aceptable.

Cuadro 10. Comparación de medias de la quinta evaluación.

Tratamiento	N	Media	
5	4	61.000	a
2	4	61.000	a
4	4	59.000	ab
1	4	58.000	ab
3	4	51.000	b

Tuckey 0.05 DMS = 9.2379

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Nuevamente el tratamiento 3 destaca como el mejor.

Cuadro 11. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{58 \times 100^*}{100}$	58
2	$\frac{61 \times 100}{100}$	61
3	$\frac{51 \times 100}{100}$	51
4	$\frac{59 \times 100}{100}$	59
5	$\frac{61 \times 100}{100}$	61

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que los tratamientos 5 y 2 resultaron los más infectados.

Cuadro 12. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{20 - 18}{20} \times 100$	10
2	$\frac{20 - 19}{20} \times 100$	5
3	$\frac{20 - 11}{20} \times 100$	45
4	$\frac{20 - 19}{20} \times 100$	5
5	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (3 litros por hectárea) es el más eficaz para el control del *Fusarium sp.*

Cuadro 13. Análisis de varianza de la sexta evaluación. Enero 14 del 2000.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P - F
Tratamientos	4	644.80000	161.20000	4.13	0.0249*
Repeticiones	3	19.20000	6.40000	0.16	0.9187

CV = 9.527947

La diferencia para tratamientos resultó significativa, mientras que para repeticiones no fue significativa.

Cuadro 14. Comparación de medias de la sexta evaluación.

Tratamiento	N	Media	
5	4	72.000	a
4	4	68.000	ab
2	4	67.000	ab
1	4	66.000	ab
3	4	55.000	b

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Tuckey 0.05 DMS = 14.087

Nuevamente el tratamiento 3 destaca como el mejor.

Cuadro 15. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{66 \times 100}{100}$ *	66
2	$\frac{67 \times 100}{100}$	67
3	$\frac{55 \times 100}{100}$	55
4	$\frac{68 \times 100}{100}$	68
5	$\frac{72 \times 100}{100}$	72

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que el tratamiento 5, que es el testigo, resultó el más infectado.

Cuadro 16. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
2	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
3	$\frac{20 - 13}{20} \times 100$	35
4	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
5	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (3 litros por hectárea) es el más eficaz para el control del *Fusarium sp.*

Cuadro 17. Análisis de varianza de la séptima evaluación. Marzo 10 del 2000.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P - F
Tratamientos	4	1275.2000	318.8000	20.09	0.0001**
Repeticiones	3	85.6000	28.5333	1.80	0.2011

CV = 9.527947

**La diferencia para tratamientos resultó significativa, mientras que para repeticiones no fue significativa.

Cuadro 18. Comparación de medias de la séptima evaluación.

Tratamiento	N	Media	
5	4	82.000	a
4	4	79.000	ab
2	4	76.000	ab
1	4	73.000	b
3	4	59.000	c

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Tuckey 0.05 DMS = 8.9776

Nuevamente el tratamiento 3 destaca como el mejor.

Cuadro 19. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{73 \times 100^*}{100}$	73
2	$\frac{76 \times 100}{100}$	76
3	$\frac{59 \times 100}{100}$	59
4	$\frac{79 \times 100}{100}$	79
5	$\frac{82 \times 100}{100}$	82

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que el tratamiento 5, que es el testigo, resultó el más infectado.

Cuadro 20. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
2	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
3	$\frac{20 - 15}{20} \times 100$	25
4	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
5	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (3 litros por hectárea) es el más eficaz para el control del *Fusarium sp.*

La enfermedad no apareció con la rapidez esperada. Sin embargo las calificaciones posteriores permitieron una evaluación de los diferentes tratamientos, así se notó que para el 8 de octubre (casi tres meses de iniciada la prueba) la eficacia para las diferentes dosis de Marvig indicaron que a mayor dosis mejor eficacia.

Conforme avanzó el tiempo se agravó la enfermedad y fue disminuyendo la eficacia hasta un nivel del 25 por ciento para el mejor tratamiento (3), pero para esto, transcurrieron casi 8 meses lo que sin duda es normal pues es difícil que un producto mantenga una persistencia tan larga sin bajar su nivel de eficacia.

Se destaca que las pruebas de medias mostraron que hubo diferencia entre tratamientos, y que el mejor tratamiento fue el 3, con la dosis de 3 litros por hectárea, al compararlo sobre todo con el testigo absoluto que alcanzó un porcentaje de infección de más de 80 por ciento. (Figura 2).

Se confirmó en el laboratorio la presencia del hongo *Fusarium sp* como el causante de la enfermedad.

La toxicidad fue medida todo el tiempo con el índice 1 (ausencia absoluta de síntomas) por lo que se consideró innecesario incluir las tablas de calificación pues se concluyó que no existió fitotoxicidad con ninguno de los tratamientos en ninguno de los productos.

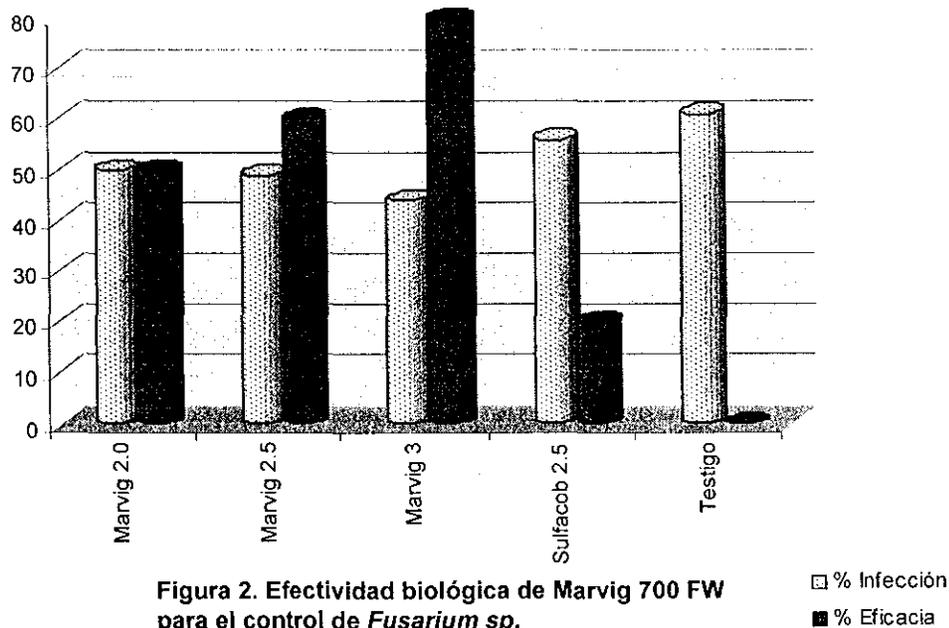


Figura 2. Efectividad biológica de Marvig 700 FW para el control de *Fusarium sp.*

4.1.1.2 tratamiento contra *Erwinia sp.*

Se obtuvieron los siguientes resultados en el tratamiento de la marchitez del agave provocada por *Erwinia sp.*:

Preevaluación: Todas las plantas seleccionadas presentaban el grado 2 de enfermedad (Abril 30 de 1999).

Primera evaluación: Continuaban con el grado 2 (Mayo 7 de 1999).

Segunda evaluación: Continuaban con el grado 2 (Mayo 14 de 1999).

Cuadro 21. Análisis de varianza de la tercera evaluación. Junio 30 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P - F
Tratamientos	4	5.54000000	1.38500000	7.31	0.0001*
Repeticiones	3	0.08000000	0.02666667	0.14	0.9353

CV = 16.48262

*La diferencia para tratamientos resultó significativa, mientras que para repeticiones no fue significativa.

Cuadro 22. Comparación de medias de la tercera evaluación.

Tratamiento	N	Media	
5	4	2.9500	a
4	4	2.9000	a
2	4	2.5000	b
1	4	2.4500	b
3	4	2.4000	b

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Tuckey 0.05 DMS = 0.3829

La tabla anterior muestra que los tratamientos de Marvig 700FW se mantuvieron con un menor grado de enfermedad, recomendándose en un rango de 2 a 3 litros por hectárea.

Cuadro 23. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{49 \times 100}{100}$ *	49
2	$\frac{50 \times 100}{100}$	50
3	$\frac{48 \times 100}{100}$	48
4	$\frac{58 \times 100}{100}$	58
5	$\frac{59 \times 100}{100}$	59

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que el tratamiento 5, que es el testigo, resultó el más infectado.

Cuadro 24. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{19 - 9}{19} \times 100$	52.63
2	$\frac{19 - 10}{19} \times 100$	47.36
3	$\frac{19 - 8}{19} \times 100$	57.89
4	$\frac{19 - 18}{19} \times 100$	5.26
5	$\frac{19 - 19}{19} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (3 litros por hectárea) es el más eficaz para el control del *Erwinia sp.*(Figura 3).

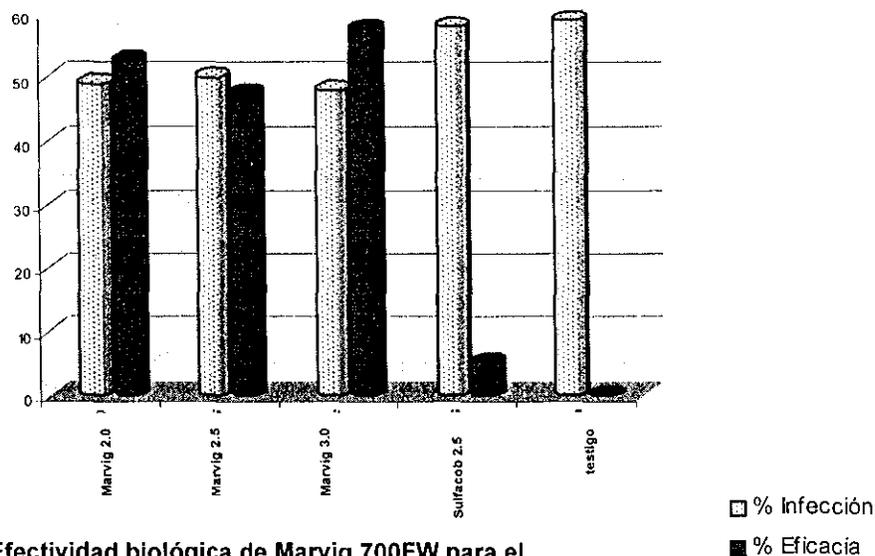


Figura 3: Efectividad biológica de Marvig 700FW para el control de *Erwinia sp.*

4.1.2 aplicación de Busan 1129.

Este producto fue aplicado para el control del *Fusarium sp* en el municipio de Teuchitlán y para el control de *Erwinia sp* en el municipio de Zacoalco de Torres, con la dosificación expuesta en los cuadros 25 y 26, en el calendario de actividades se registró las fechas de las inspecciones así como la actividad que se desarrollo en cada una de ellas (cuadros 27 y 28).

Cuadro 25. Control del *Fusarium sp* mediante la aplicación de diferentes dosis de Busan 1129 en el municipio de Teuchitlán.

No.	Producto	Dosis de producto comercial en lts/ha	No. de aplicaciones	Intervalo de aplicaciones
1	Busan 1129	1.0	3	Cada 10 días
2	Busan 1129	1.5	3	Cada 10 días
3	Busan 1129	2.0	3	Cada 10 días
4	Tecto	0.5*	3	Cada 10 días
5	Testigo	-	-	-

*Dosis utilizada en forma comercial

Cuadro 26. Control de la *Erwinia sp* mediante la aplicación de diferentes dosis de Busan 1129 en el municipio de Zacoalco de Torres.

No.	Producto	Dosis de producto comercial (lts/ha)	No. de aplicaciones	Intervalo de aplicaciones
1	Busan 1129	1.0	3	Cada 7 días
2	Busan 1129	1.5	3	Cada 7 días
3	Busan 1129	2.0	3	Cada 7 días
4	Agrimicin	1.0*	3	Cada 7 días
5	Testigo	-	-	-

*Dosis utilizada en forma comercial

Cuadro 27. Calendario de actividades de Busan 1129 sobre *Fusarium sp* en la localidad de Teuchitlán.

FECHA	ACTIVIDAD
19 de julio de 1999	Primera aplicación y preevaluación
28 de julio de 1999	Segunda aplicación y evaluación
9 de agosto de 1999	Tercera aplicación y evaluación
8 de octubre de 1999	Cuarta evaluación
22 de noviembre de 1999	Quinta evaluación
14 de enero de 2000	Sexta evaluación
10 de marzo de 2000	Séptima evaluación

Cuadro 27 A) Distribución de los tratamientos.

1	4	5	3	2
3	2	4	5	1
5	4	1	2	3
2	5	4	3	1

Cuadro 28. Calendario de actividades de Busan 1129 sobre *Erwinia sp* en la localidad de Zacoalco de Torres.

FECHA	ACTIVIDAD
26 de junio de 1999	Establecimiento del ensayo y preevaluación
5 de julio de 1999	Segunda aplicación y evaluación
10 de julio de 1999	Tercera aplicación y evaluación
31 de julio de 1999	Evaluación final

Cuadro 28 A) Distribución de los tratamientos.

1	5	3	4	2
4	2	1	3	5
2	4	5	1	3
5	3	4	2	1

4.1.2.1 tratamiento contra *Fusarium sp.*

Se obtuvieron los siguientes resultados en el tratamiento de la marchitez del agave provocada por *Fusarium sp.*:

Preevaluación: Todas las plantas seleccionadas presentaban el grado 2 de enfermedad (Julio 19 de 1999).

Primera evaluación: Continuaban con el grado 2 (Julio 28 de 1999).

Segunda evaluación: Continuaban con el grado 2 (Agosto 9 de 1999).

Cuadro 29. Análisis de varianza de la tercera evaluación. Octubre 8 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	4	387.20000	96.80000	4.08	0.0258
Repeticiones	3	67.20000	22.40000	0.94	0.4501

CV = 9.157306

La diferencia para tratamiento resultó significativa, mientras que para repeticiones no fue significativa.

Cuadro 30. Comparación de medias de la tercera evaluación.

Tratamiento	N	Media	
2	4	57.000	a
4	4	57.000	a
5	4	54.000	ab
1	4	53.000	ab
3	4	45.000	b

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Tuckey 0.05 DMS = 11.668

La tabla anterior nos muestra la conformación de dos grupos, separándose el tratamiento 3 (con la dosis de 2 lts/ha) como el mejor y los tratamientos 4 y 2 como los más dañados.

Cuadro 31. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{53 \times 100}{100}$ *	53
2	$\frac{57 \times 100}{100}$	57
3	$\frac{45 \times 100}{100}$	45
4	$\frac{57 \times 100}{100}$	57
5	$\frac{54 \times 100}{100}$	54

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que los tratamientos 2 y 4 resultaron los más infectados.

Cuadro 32. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{14 - 13}{14} \times 100$	7.14
2	$\frac{14 - 17}{14} \times 100$	-21.42
3	$\frac{14 - 5}{14} \times 100$	64.28
4	$\frac{14 - 17}{14} \times 100$	-21.42
5	$\frac{14 - 14}{14} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (2 litros por hectárea) es el más eficaz para el control del *Fusarium sp.*

Cuadro 33. Análisis de varianza de la cuarta evaluación. Noviembre 22 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	4	504.00000	126.00000	6.90	0.0040
Repeticiones	3	40.80000	13.60000	0.74	0.5459

CV = 7.770822

La diferencia para tratamiento resultó significativa, mientras que para repeticiones no fue significativa.

Cuadro 34. Comparación de medias de la cuarta evaluación.

Tratamiento	N	Media	
5	4	58.000	a
2	4	58.000	a
1	4	57.000	a
4	4	57.000	a
3	4	45.000	b

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Tuckey 0.05 DMS = 9.6327

El mejor tratamiento para esta fecha fue el 3 con dosis de 2 litros por hectárea.

Cuadro 35. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$57 \times \frac{100}{100}$ *	57
2	$58 \times \frac{100}{100}$	58
3	$45 \times \frac{100}{100}$	45
4	$57 \times \frac{100}{100}$	57
5	$58 \times \frac{100}{100}$	58

* Se abrevió la sumatoria de $n \cdot v$

Lo anterior nos indica que los tratamientos 2 y 5 resultaron los más infectados.

Cuadro 36. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{18 - 17}{18} \times 100$	5.5
2	$\frac{18 - 18}{18} \times 100$	0
3	$\frac{18 - 5}{18} \times 100$	72.22
4	$\frac{18 - 17}{18} \times 100$	5.5
5	$\frac{18 - 18}{18} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (2 litros por hectárea) es el más eficaz para el control del *Fusarium sp.*

Cuadro 37. Análisis de varianza de la quinta evaluación. Enero 14 de 2000.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	4	307.20000	76.80000	2.18	0.1328
Repeticiones	3	41.60000	13.86667	0.39	0.7597

CV = 9.099620

La diferencia para tratamientos y repeticiones resultó no significativa.

Cuadro 38. Comparación de medias de la quinta evaluación.

TRATAMIENTO	N	MEDIA	
5	4	71.000	a
1	4	67.000	a
4	4	65.000	a
2	4	64.000	a
3	4	59.000	a

Tuckey 0.05 DMS = 13.372

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Esta tabla nos muestra que todos los tratamientos son estadísticamente iguales. Se marca la pérdida de control por el tiempo que ha transcurrido.

Cuadro 39. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{67 \times 100}{100}$ *	67
2	$\frac{64 \times 100}{100}$	64
3	$\frac{59 \times 100}{100}$	59
4	$\frac{65 \times 100}{100}$	65
5	$\frac{71 \times 100}{100}$	71

* Se abrevió la sumatoria de $n \cdot v$

Lo anterior nos indica que los tratamientos 1 y 5 resultaron los más infectados.

Cuadro 40. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
2	$\frac{20 - 19}{20} \times 100$	5
3	$\frac{20 - 19}{20} \times 100$	5
4	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
5	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0

Lo anterior demostró que los tratamientos 2 y 3 persisten con un poco de eficacia a pesar del tiempo transcurrido, para el control del *Fusarium sp.*

Cuadro 41. Análisis de varianza de la sexta evaluación. Marzo 10 de 2000.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	4	36.800000	9.200000	0.20	0.9322
Repeticiones	3	2.400000	0.800000	0.02	0.9966

CV = 9.443834

La diferencia para tratamientos y repeticiones resultó no significativa.

Cuadro 42. Comparación de medias de la sexta evaluación.

Tratamiento	N	Media	
3	4	73.000	a
2	4	72.000	a
5	4	72.000	a
1	4	71.000	a
4	4	69.000	a

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Tuckey 0.05 DMS = 15.197

Esta tabla nos muestra que definitivamente se perdió el efecto de control.

Cuadro 43. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula townsend-huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$71 \times \frac{100}{100}$ *	71
2	$72 \times \frac{100}{100}$	72
3	$73 \times \frac{100}{100}$	73
4	$69 \times \frac{100}{100}$	69
5	$72 \times \frac{100}{100}$	72

* Se abrevió la sumatoria de $n \cdot v$

Lo anterior nos confirma la pérdida de control.

Cuadro 44. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
2	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
3	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
4	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
5	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0

La enfermedad no apareció con la rapidez esperada. Sin embargo, las calificaciones posteriores permitieron una buena evaluación de los diferentes tratamientos, así se notó que para el 8 de Octubre de 1999 (casi tres meses de iniciada la investigación) la eficacia para las diferentes dosis de Busan 1129 no indicaron algún efecto de dosis. Conforme avanzó el tiempo se agravó la

enfermedad y fue disminuyendo la eficacia hasta un nivel del 5% para los tratamientos 2 y 3, pero para esto transcurrieron casi 7 meses lo que sin duda es normal pues es difícil que un producto mantenga una persistencia tan larga sin bajar su nivel de eficacia. Cabe destacar que las pruebas de medias mostraron que hubo diferencia entre tratamientos y que el mejor tratamiento fue el número tres que corresponde a la dosis de 2 litros por hectárea, pues mantuvo el menor grado de enfermedad, al compararlo con todos los tratamientos, sobre todo con el testigo absoluto. Se confirmó en el laboratorio la presencia del hongo *Fusarium sp* como el causante de la enfermedad.

La toxicidad fue medida todo el tiempo con el índice de 1 (ausencia absoluta de síntomas) por lo que se consideró innecesario incluir las tablas de calificación, pues se concluyó que no existió fitotoxicidad con ninguno de los tratamientos. (Figura 4).

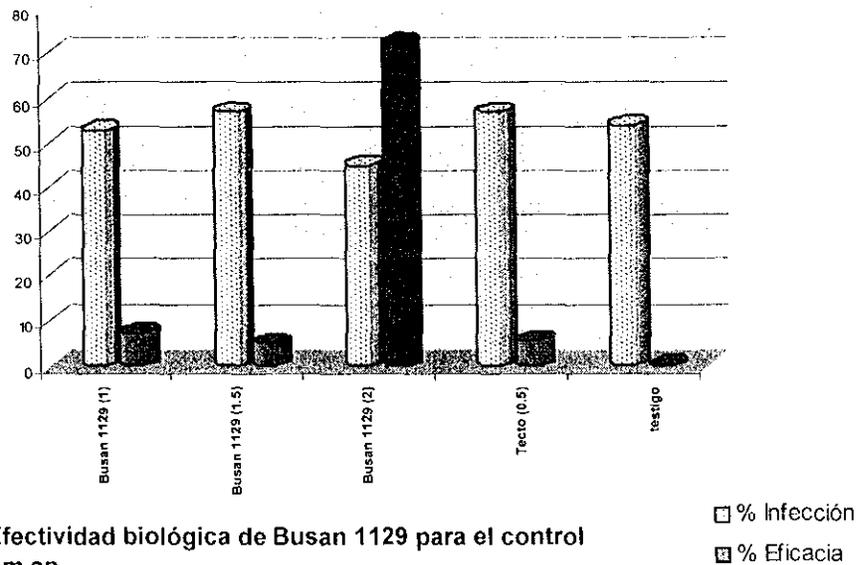


Figura 4: Efectividad biológica de Busan 1129 para el control de *Fusarium sp*

4.1.2.2 tratamiento contra *Erwinia* sp.

Se obtuvieron los siguientes resultados en el tratamiento de la marchitez del agave provocada por *Erwinia* sp:

Preevaluación: Todas las plantas seleccionadas presentaban el grado 2 de enfermedad (Junio 26 de 1999)

Primera evaluación: Continuaban con el grado 2. (Julio 5 de 1999)

Cuadro 45. Análisis de varianza de la segunda evaluación. Julio 10 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P - F
Tratamientos	4	171.20000	42.80000	3.78	0.0327
Repeticiones	3	80.00000	26.66667	2.35	0.1236

CV = 6.143251

*La diferencia para tratamientos resultó significativa, mientras que para repeticiones no fue significativa.

Cuadro 46. Comparación de medias de la segunda evaluación.

Tratamiento	N	Media	
5	4	58.9500	a
4	4	57.9000	ab
1	4	56.5000	ab
2	4	53.4500	ab
3	4	50.4000	b

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Tuckey 0.05 DMS = 7.5875

La tabla anterior muestra como se empezaron a separar los tratamientos.

Cuadro 47. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula townsend-huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{56 \times 100}{100}$ *	56
2	$\frac{53 \times 100}{100}$	53
3	$\frac{50 \times 100}{100}$	50
4	$\frac{57 \times 100}{100}$	57
5	$\frac{58 \times 100}{100}$	58

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que el tratamiento 5, que es el testigo, resultó el más infectado.

Cuadro 48. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{18 - 16}{18} \times 100$	11.11
2	$\frac{18 - 13}{18} \times 100$	27.77
3	$\frac{18 - 10}{18} \times 100$	44.44
4	$\frac{18 - 17}{18} \times 100$	5.55
5	$\frac{18 - 18}{18} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (2 litros por hectárea) es el más eficaz para el control del *Erwinia sp.*

Cuadro 49 . Análisis de varianza de la tercera evaluación. Julio 31 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P - F
Tratamientos	4	251.20000	62.80000	4.96	0.0136
Repeticiones	3	92.00000	30.66667	2.42	0.1166

CV = 6.332787

*La diferencia para tratamientos resultó significativa, mientras que para repeticiones no fue significativa.

Cuadro 50. Comparación de medias de la tercera evaluación.

Tratamiento	N	Media	
5	4	60.000	a
4	4	59.000	a
1	4	57.000	ab
2	4	55.000	ab
3	4	50.000	b

Tuckey 0.05 DMS = 8.0214

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

La tabla anterior muestra como se separaron los tratamientos.

Cuadro 51. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{57 \times 100}{100}$ *	57
2	$\frac{55 \times 100}{100}$	55
3	$\frac{50 \times 100}{100}$	50
4	$\frac{58 \times 100}{100}$	58
5	$\frac{60 \times 100}{100}$	60

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que el tratamiento 5, que es el testigo, resultó el más infectado.

Cuadro 52. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{20 - 17}{20} \times 100$	15
2	$\frac{20 - 15}{20} \times 100$	25
3	$\frac{20 - 10}{20} \times 100$	50
4	$\frac{20 - 18}{20} \times 100$	10
5	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (2 litros por hectárea) es el más eficaz para el control de *Erwinia sp.* (Figura 5).

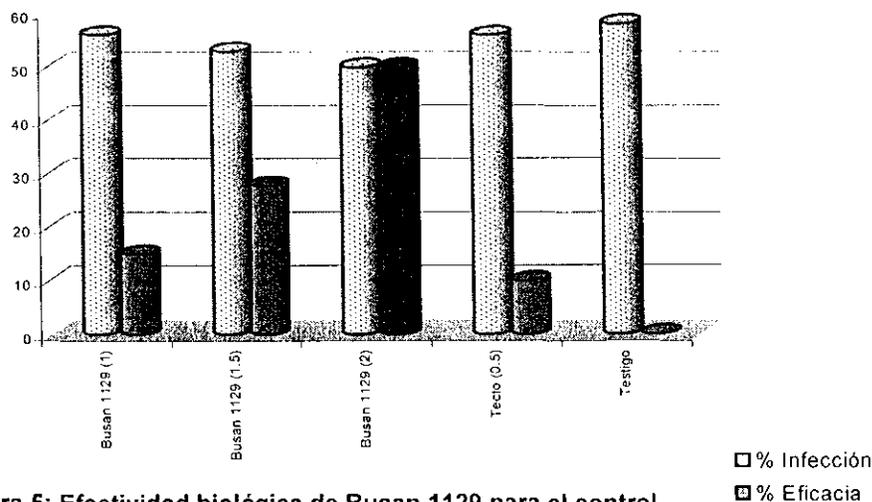


Figura 5: Efectividad biológica de Busan 1129 para el control de *Erwinia sp.*

Los resultados del cálculo anterior nos demuestran que la infección del patógeno presentó mayor control con el tratamiento 3 que corresponde a una dosis de 2 litros por hectárea con aplicaciones cada 7 días, los demás tratamientos presentaron mayor grado de infección conforme pasaba el tiempo. Así mismo la eficacia del tratamiento 3 nos indica que con una buena aplicación y respetando los tiempos controlaba mejor la enfermedad. En cuanto a la fitotoxicidad no se presentó por lo que al no existir variación, se considero innecesario incluir las tablas en este trabajo.

4.1.3 aplicación de Kurafitos más Vidafitos.

Estos productos fueron aplicados para el control del *Fusarium sp* y de la *Erwinia sp* en el municipio de Acatlán de Juárez, con la dosificación expuesta en los cuadros 53 y 54. En el calendario de actividades se registró las fechas de las inspecciones así como la actividad que se desarrolló en cada una de ellas (cuadros 55 y 56).

Cuadro 53. Control del *Fusarium sp* mediante la aplicación de diferentes dosis de Kurafitos más Vidafitos en el municipio de Acatlán de Juárez.

No.	Producto	Dosis de producto comercial en lts/ha	Nº de aplicaciones	Intervalo de aplicaciones
1	Kurafitos + Vidafitos	0.5 + 0.5	3	Cada 15 días
2	Kurafitos + Vidafitos	1.0+1.0	3	Cada 15 días
3	Kurafitos + Vidafitos	1.5+1.5	3	Cada 15 días
4	Kurafitos + Agrostin	1.0+1.0	3	Cada 15 días
5	Kurafitos	1.0	3	Cada 15 días
6	Vidafitos	1.0	3	Cada 15 días
7	Agrostin	1.0*	3	Cada 15 días
8	Tecto	0.5*	3	Cada 15 días
9	Testigo	-	-	-

*Dosis utilizada en forma comercial

Cuadro 54. Control de la *Erwinia sp* mediante la aplicación de diferentes dosis de Kurafitos más Vidafitos en el municipio de Acatlán de Juárez.

No.	Producto	Dosis de producto comercial en lts/ha	No. de aplicaciones	Intervalo de aplicaciones
1	Kurafitos + Vidafitos	0.5 + 0.5	3	Cada 15 días
2	Kurafitos + Vidafitos	1.0+1.0	3	Cada 15 días
3	Kurafitos + Vidafitos	1.5+1.5	3	Cada 15 días
4	Kurafitos + Agrostin	1.0+1.0	3	Cada 15 días
5	Kurafitos	1.0	3	Cada 15 días
6	Vidafitos	1.0	3	Cada 15 días
7	Agrostin	1.0*	3	Cada 15 días
8	Agrimicin	1.0*	3	Cada 15 días
9	Testigo	-	-	-

*Dosis utilizada en forma comercial

Cuadro 55. Calendario de actividades de Kurafitos + Vidafitos sobre *Fusarium sp* en la localidad de Acatlán de Juárez.

FECHA	ACTIVIDAD
12 de noviembre de 1999	Primera aplicación y preevaluación
26 de noviembre de 1999	Segunda aplicación y evaluación.
10 de diciembre de 1999	Tercera aplicación y evaluación.
27 de diciembre de 1999	Evaluación.
07 de enero de 2000	Evaluación final

Cuadro 55 A) Distribución de los tratamientos.

6	7	9	4	5	8	3	2	1
4	6	3	9	1	2	5	8	7
8	4	2	1	9	7	6	3	5
2	5	6	3	7	4	1	9	8

Cuadro 56. Calendario de actividades de Kurafitos + Vidafitos sobre *Erwinia sp* en la localidad de Acatlán de Juárez.

FECHA	ACTIVIDAD
12 de noviembre de 1999	Establecimiento del ensayo y preevaluación
26 de noviembre de 1999	Segunda aplicación y evaluación.
10 de diciembre de 1999	Tercera aplicación y evaluación.
27 de diciembre de 1999	Evaluación final.

Cuadro 56 A) Distribución de los tratamientos.

1	2	3	7	5	6	4	9	8
6	9	7	8	2	4	1	3	5
9	4	5	1	6	8	3	7	2
6	3	8	2	9	7	5	4	1

4.1.3.1 tratamiento contra *Fusarium sp*.

Se obtuvieron los siguientes resultados en el tratamiento de la marchitez del agave provocada por *Fusarium sp*:

Preevaluación: Todas las plantas seleccionadas presentaban el grado 2 de enfermedad (Noviembre 12 de 1999).

Cuadro 57. Análisis de varianza de la primera evaluación. Noviembre 26 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	8	1.0822222	0.1352778	3.76	0.0055
Repeticiones	3	0.6555556	0.0218519	0.61	0.6171

CV = 7.507996

La diferencia para tratamiento no mostró diferencias significativas.

Cuadro 58. Comparación de medias de la primera evaluación.

Tratamiento	N	Media	
9	4	2.8000	a
8	4	2.7500	ab
7	4	2.7000	ab
5	4	2.5500	ab
1	4	2.5000	ab
2	4	2.4000	ab
4	4	2.4000	ab
3	4	2.3500	ab
6	4	2.3000	b

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Tuckey 0.05 DMS = 0.4561

La tabla anterior nos muestra que los únicos tratamientos que resultaron estadísticamente diferentes, fueron el testigo absoluto 9 y el tratamiento 6. El resto están relacionados entre sí.

Cuadro 59. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{50 \times 100^*}{100}$	50
2	$\frac{48 \times 100}{100}$	48
3	$\frac{47 \times 100}{100}$	47
4	$\frac{48 \times 100}{100}$	48
5	$\frac{51 \times 100}{100}$	51
6	$\frac{46 \times 100}{100}$	46
7	$\frac{54 \times 100}{100}$	54
8	$\frac{55 \times 100}{100}$	55
9	$\frac{56 \times 100}{100}$	56

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que el tratamiento 9 resultó el más infectado.

Cuadro 60. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{16 - 10}{16} \times 100$	37.5
2	$\frac{16 - 8}{16} \times 100$	50
3	$\frac{16 - 7}{16} \times 100$	56.25
4	$\frac{16 - 8}{16} \times 100$	50
5	$\frac{16 - 11}{16} \times 100$	31.25
6	$\frac{16 - 6}{16} \times 100$	62.5
7	$\frac{16 - 14}{16} \times 100$	12.5
8	$\frac{16 - 15}{16} \times 100$	6.25
9	$\frac{16 - 16}{16} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 6 de solo el producto Vidafitos (1 litro por hectárea) es el más eficaz, en tanto la dosificación combinada más apropiada la da el tratamiento 3 (1.5 + 1.5 litros por hectárea) para el control del *Fusarium sp.*

Cuadro 61. Análisis de varianza de la segunda evaluación. Diciembre 10 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	8	1.7288889	0.2161111	10.71	0.0001
Repeticiones	3	0.0355556	0.0118519	0.59	0.6293

CV = 4.994809

La diferencia para tratamiento si mostró diferencias significativas.

Cuadro 62. Comparación de medias de la segunda evaluación.

Tratamiento	N	Media	
9	4	3.1000	a
6	4	3.0500	a
7	4	3.0500	a
8	4	3.0000	ab
1	4	2.8500	abc
5	4	2.8000	abc
4	4	2.7000	bcd
2	4	2.6500	cd
3	4	2.4000	d

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Tuckey 0.05 DMS = 0.3415

La tabla anterior nos muestra la separación de cuatro grupos diferentes de significancia, destacando los señalados con la letra "d" como los mejores

tratamientos hasta esta fecha, así tenemos en orden decreciente de daño a los tratamientos 4 (1 litro de Kurafitos + 1 litro de Agrostin), 2 (1 litro de Kurafitos + 1 litro de Vidafitos) y el 3 (1.5 de Kurafitos + 1.5 de Vidafitos) respectivamente.

Cuadro 63. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{57 \times 100^*}{100}$	57
2	$\frac{53 \times 100}{100}$	53
3	$\frac{48 \times 100}{100}$	48
4	$\frac{54 \times 100}{100}$	54
5	$\frac{56 \times 100}{100}$	56
6	$\frac{61 \times 100}{100}$	61
7	$\frac{59 \times 100}{100}$	59
8	$\frac{60 \times 100}{100}$	60
9	$\frac{62 \times 100}{100}$	62

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que el tratamiento 9 continuó siendo el más infectado.

Cuadro 64. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{20 - 15}{20} \times 100$	25
2	$\frac{20 - 11}{20} \times 100$	45
3	$\frac{20 - 8}{20} \times 100$	60
4	$\frac{20 - 14}{20} \times 100$	30
5	$\frac{20 - 16}{20} \times 100$	20
6	$\frac{20 - 11}{20} \times 100$	45
7	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
8	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
9	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0

Cuadro 65. Análisis de varianza de la tercera evaluación. Diciembre 27 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	8	2.1000000	0.2625000	21.64	0.0001
Repeticiones	3	0.0129630	0.0129630	1.07	0.3809

CV = 3.819697

La diferencia para tratamiento si mostró diferencias significativas.

Cuadro no 66. Comparación de medias de la tercera evaluación.

Tratamiento	N	Media	
6	4	3.20000	a
9	4	3.10000	ab
7	4	3.05000	ab
8	4	3.00000	ab
5	4	3.00000	ab
1	4	2.85000	bc
4	4	2.70000	c
2	4	2.65000	cd
3	4	2.40000	d

Tuckey 0.05 DMS = 0.2647

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

La tabla anterior nos muestra como el tratamiento 6 (1 litro de Vidafitos), presentó más daño que el testigo. Destacando como los mejores tratamientos hasta esta fecha el 3 y el 2, seguidos por el 4 y el 1, todos ellos incluyen al producto Kurafitos. Además se marca un efecto de dosis para la mezcla Kurafitos + Vidafitos pues a mayor dosis menor daño. También se aprecia el sinergismo del Kurafitos con los coadyuvantes Vidafitos (1,2 y 3) y Agrostin (4).

Cuadro 67. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{57 \times 100^*}{100}$	57
2	$\frac{53 \times 100}{100}$	53
3	$\frac{48 \times 100}{100}$	48
4	$\frac{54 \times 100}{100}$	54
5	$\frac{60 \times 100}{100}$	60
6	$\frac{64 \times 100}{100}$	64
7	$\frac{61 \times 100}{100}$	61
8	$\frac{60 \times 100}{100}$	60
9	$\frac{62 \times 100}{100}$	62

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que a esta fecha se empezaron a perder su acción las mezclas pues la infección se empieza a generalizar, el tratamiento 3 continuó siendo el de mayor control.

Cuadro 68. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{20 - 16}{20} \times 100$	20
2	$\frac{20 - 12}{20} \times 100$	40
3	$\frac{20 - 8}{20} \times 100$	60
4	$\frac{20 - 14}{20} \times 100$	30
5	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
6	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
7	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
8	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
9	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (1.5 litros de Kurafitos + 1.5 litros de Vidafitos por hectárea) continua siendo el más eficaz, para el control del *Fusarium sp.*

Cuadro 69. Análisis de varianza de la cuarta evaluación. Enero 7 del 2000.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	8	1.9600000	0.2450000	14.54	0.0001
Repeticiones	3	0.0655556	0.0218519	1.30	0.2984

CV = 4.450789

La diferencia para tratamiento si mostró diferencias significativas.

Cuadro 70. Comparación de medias de la cuarta evaluación.

Tratamiento	N	Media	
6	4	3.20000	a
9	4	3.15000	ab
7	4	3.05000	abc
8	4	3.05000	abc
5	4	3.00000	abc
1	4	2.85000	bc
4	4	2.80000	c
2	4	2.75000	c
3	4	2.40000	d

Tuckey 0.05 DMS = 0.312

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

La tabla anterior nos muestra como definitivamente el mejor tratamiento fue el 3 (1.5 litros de Kurafitos + 1.5litros de Vidafitos), seguido de los tratamientos 2, 4 y 1 que incluyen Kurafitos.

Cuadro 71. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{57 \times 100^*}{100}$	57
2	$\frac{55 \times 100}{100}$	55
3	$\frac{48 \times 100}{100}$	48
4	$\frac{57 \times 100}{100}$	57
5	$\frac{60 \times 100}{100}$	60
6	$\frac{64 \times 100}{100}$	64
7	$\frac{61 \times 100}{100}$	61
8	$\frac{61 \times 100}{100}$	61
9	$\frac{63 \times 100}{100}$	63

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que a esta fecha continua la perdida de acción de las mezclas, pues la infección se generaliza, el tratamiento 3 continuó siendo el de mayor control.

Cuadro 72. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{20 - 16}{20} \times 100$	20
2	$\frac{20 - 14}{20} \times 100$	30
3	$\frac{20 - 8}{20} \times 100$	60
4	$\frac{20 - 16}{20} \times 100$	20
5	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
6	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
7	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
8	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0
9	$\frac{20 - 20}{20} \times 100$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (1.5 litros de Kurafitos + 1.5 litros de Vidafitos por hectárea) continua siendo el más eficaz, para el control del *Fusarium sp.* (Figura 6).

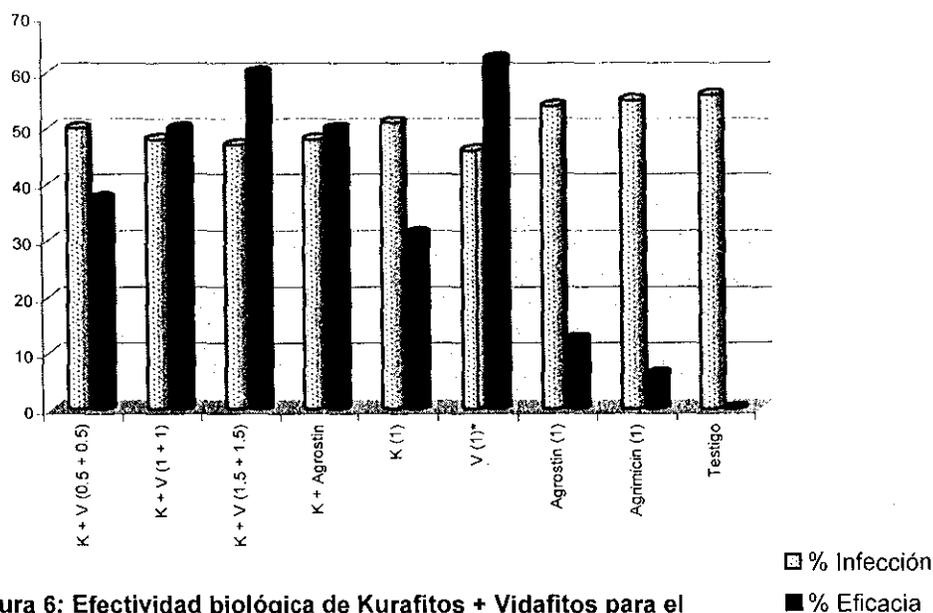


Figura 6: Efectividad biológica de Kurafitos + Vidafitos para el control de *Fusarium sp.*

En ninguno de los tratamientos se observaron síntomas de fitotoxicidad, por lo cual se consideró innecesario incluir las tablas en esta investigación.

4.1.3.2 tratamiento contra *Erwinia sp.*

Se obtuvieron los siguientes resultados en el tratamiento de la marchitez del agave provocada por *Erwinia sp.*:

Preevaluación: Todas las plantas seleccionadas presentaban el grado 2 de enfermedad (Noviembre 12 de 1999) .

Cuadro 73. Análisis de varianza de la primera evaluación. Noviembre 26 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	8	0.1488889	0.0186111	1.11	0.3909
Repeticiones	3	0.0177778	0.0059259	0.35	0.7869

CV = 6.332163

La diferencia para tratamientos no se mostró de forma significativa.

Cuadro 74. Comparación de medias de la primera evaluación.

Tratamiento	N	Media	
6	4	2.20000	a
9	4	2.10000	a
5	4	2.05000	a
2	4	2.05000	a
3	4	2.00000	a
4	4	2.00000	a
7	4	2.00000	a
8	4	2.00000	a
1	4	2.00000	a

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

Tuckey 0.05 DMS = 0.3111

La tabla anterior nos muestra como a pesar de que los tratamientos 6, 9, 5 y 2 presentaron incremento de daño, éste no fue significativo.

Cuadro 75. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$40 \times \frac{100}{100}^*$	40
2	$41 \times \frac{100}{100}$	41
3	$40 \times \frac{100}{100}$	40
4	$40 \times \frac{100}{100}$	40
5	$41 \times \frac{100}{100}$	41
6	$44 \times \frac{100}{100}$	44
7	$40 \times \frac{100}{100}$	40
8	$40 \times \frac{100}{100}$	40
9	$42 \times \frac{100}{100}$	42

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que a esta fecha no existe presencia significativa de los tratamientos, pues todos muestran homogeneidad ante la enfermedad.

Cuadro 76. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{2 - 0}{2} \times 100$	100
2	$\frac{2 - 1}{2} \times 100$	50
3	$\frac{2 - 0}{2} \times 100$	100
4	$\frac{2 - 0}{2} \times 100$	100
5	$\frac{2 - 1}{2} \times 100$	50
6	$\frac{2 - 4}{2} \times 100$	-100*
7	$\frac{2 - 0}{2} \times 100$	100
8	$\frac{2 - 0}{2} \times 100$	100
9	$\frac{2 - 2}{2} \times 100$	0

*Este tratamiento presentó un daño mayor al testigo por eso tuvo un valor negativo.

Lo anterior demostró que los tratamientos 1, 3, 4, 7 y 8 presentan mayor eficacia, para el control de *Erwinia sp.*

En ninguno de los tratamientos se observaron síntomas de fitotoxicidad, por lo cual se consideró innecesario incluir las tablas en esta investigación.

Cuadro 77. Análisis de varianza de la segunda evaluación. Diciembre 10 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	8	1.2600000	0.1575000	4.56	0.0018
Repeticiones	3	0.0211111	0.0070370	0.20	0.8928

CV = 7.689990

La diferencia para tratamientos si se mostró de forma significativa.

Cuadro 78. Comparación de medias de la segunda evaluación.

Tratamiento	N	Media	
6	4	2.7000	A
9	4	2.6500	A
7	4	2.5500	Ab
8	4	2.4500	Abc
2	4	2.4000	Abc
5	4	2.4000	Abc
4	4	2.3000	Abc
1	4	2.2000	bc
3	4	2.1000	c

Tuckey 0.05 DMS = 0.4467

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

La tabla anterior nos muestra como se comienzan a separa los tratamientos, de tal forma que los tratamientos 6 y el 9 fueron los mas dañados.

El tratamiento 3 fue el que presentó menor daño, aunque estadísticamente igual al que presentaron los tratamientos 8, 2, 5, 4 y 1 en orden decreciente.

También se puede apreciar que el producto Vidafitos no ejerce ningún control sobre el patógeno, mientras que Kurafitos solo presento efecto sobre la enfermedad, pero menor o igual que cuando se mezcla con Vidafitos (tratamientos 3, 1 y 2), por lo que se puede observar que sí existe sinergismo entre ambos productos. También se observó buen efecto en la mezcla Kurafitos + Agrostin, pero en menor grado que con Vidafitos.

Cuadro 79. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{43 \times 100}{100}$ *	43
2	$\frac{48 \times 100}{100}$	48
3	$\frac{42 \times 100}{100}$	42
4	$\frac{46 \times 100}{100}$	46
5	$\frac{48 \times 100}{100}$	48
6	$\frac{54 \times 100}{100}$	54
7	$\frac{51 \times 100}{100}$	51
8	$\frac{49 \times 100}{100}$	49
9	$\frac{53 \times 100}{100}$	53

* Se abrevió la sumatoria de $n \cdot v$

Lo anterior nos indica que a esta fecha los tratamientos 6, 9 y 7 respectivamente son los más dañados.

Cuadro 80 . Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta}{Ca} \times 100$	% de eficiencia
1	$\frac{13 - 4}{13} \times 100$	69.23
2	$\frac{13 - 8}{13} \times 100$	38.46
3	$\frac{13 - 2}{13} \times 100$	84.61
4	$\frac{13 - 6}{13} \times 100$	53.84
5	$\frac{13 - 8}{13} \times 100$	38.46
6	$\frac{13 - 14}{13} \times 100$	-7.69*
7	$\frac{13 - 11}{13} \times 100$	15.38
8	$\frac{13 - 9}{13} \times 100$	30.76
9	$\frac{13 - 13}{13} \times 100$	0

*Este tratamiento presentó un daño mayor al testigo por eso tuvo un valor negativo.

Lo anterior demostró que el tratamientos 3 (1.5 litros de Kurafitos + 1.5 litros de Vidafitos), presenta mayor eficacia, para el control de *Erwinia sp.*

En ninguno de los tratamientos se observaron síntomas de fitotoxicidad, por lo cual se consideró innecesario incluir las tablas en esta investigación.

Cuadro 81. Análisis de varianza de la tercera evaluación. Diciembre 27 de 1999.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F	P-F
Tratamientos	8	1.4688889	0.1836111	20.03	0.0001
Repeticiones	3	0.0300000	0.0100000	1.09	0.3720

CV = 3.412611

La diferencia para tratamientos si mostró de forma significativa.

Cuadro 82. De comparación de medias de la tercera evaluación.

Tratamiento	N	Media	
9	4	3.00000	a
7	4	3.00000	a
6	4	2.95000	a
4	4	2.95000	a
8	4	2.90000	ab
5	4	2.70000	b
1	4	2.70000	b
2	4	2.70000	b
3	4	2.35000	c

Tuckey 0.05 DMS = 0.2301

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

La tabla anterior nos muestra como se agruparon los tratamientos con relación al daño por *Erwinia sp.* El testigo (9) fue tan dañado como el Agrostin (7) y estadísticamente igual que el Vidafitos solo (6), el tratamiento 4 (Kurafitos + Agrostin) y el testigo comercial Agrimicin (8). El otro grupo que presentó menor daño que el testigo absoluto incluye al Agrimicin (8) y en forma decreciente en grado de daño aunque estadísticamente iguales, El tratamiento 5 (solo Kurafitos) y a los tratamientos 1 y 2 respectivamente.

El último grupo formado solamente por el tratamiento 3, fue el mejor tratamiento. También en esta evaluación se aprecia el efecto de sinergismo entre los productos Kurafitos + Vidafitos. Sin embargo, no esta definido estadísticamente un efecto de dosis.

Cuadro 83. Transformación a porcentaje de infección, con la fórmula Townsend-Huberguer.

Tratamiento	Transformación	% Infección
1	$\frac{54 \times 100^*}{100}$	54
2	$\frac{54 \times 100}{100}$	54
3	$\frac{47 \times 100}{100}$	47
4	$\frac{59 \times 100}{100}$	59
5	$\frac{54 \times 100}{100}$	54
6	$\frac{59 \times 100}{100}$	59
7	$\frac{60 \times 100}{100}$	60
8	$\frac{58 \times 100}{100}$	58
9	$\frac{60 \times 100}{100}$	60

* Se abrevió la sumatoria de n•v

Lo anterior nos indica que a esta fecha los tratamientos 7, 9, 4 y 6 respectivamente son los más dañados.

Cuadro 84. Análisis de eficiencia.

Tratamiento	$\frac{Ca - Ta \times 100}{Ca}$	% de eficiencia
1	$\frac{20 - 14 \times 100}{20}$	30
2	$\frac{20 - 14 \times 100}{20}$	30
3	$\frac{20 - 7 \times 100}{20}$	65
4	$\frac{20 - 19 \times 100}{20}$	5
5	$\frac{20 - 14 \times 100}{20}$	30
6	$\frac{20 - 19 \times 100}{20}$	5
7	$\frac{20 - 20 \times 100}{20}$	0
8	$\frac{20 - 18 \times 100}{20}$	10
9	$\frac{20 - 20 \times 100}{20}$	0

Lo anterior demostró que el tratamiento 3 (1.5 litros de Kurafitos + 1.5 litros de Vidafitos), presentó mayor eficacia, para el control de *Erwinia sp.* (Figura 7).

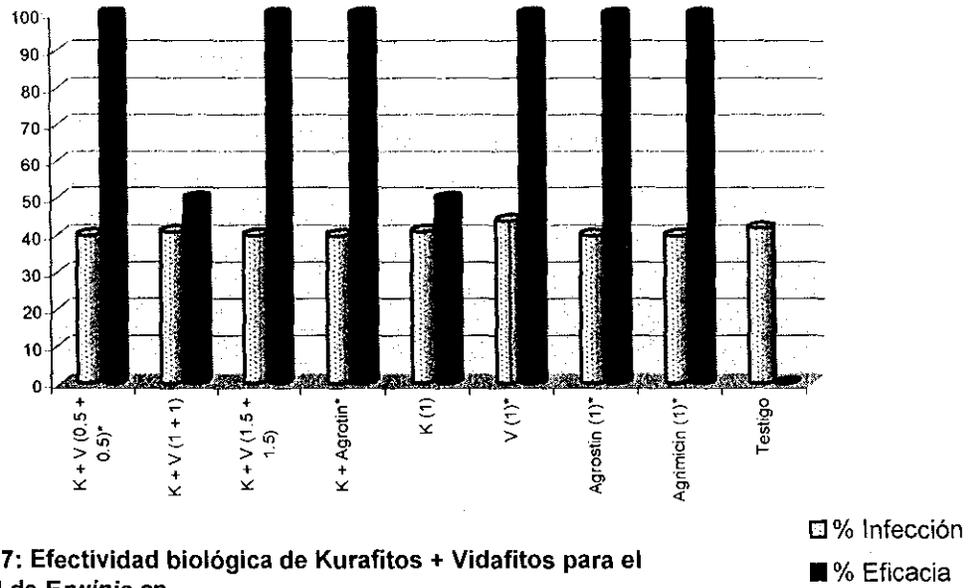


Figura 7: Efectividad biológica de Kurafitos + Vidafitos para el control de *Erwinia sp.*

En ninguno de los tratamientos se observaron síntomas de fitotoxicidad, por lo cual se consideró innecesario incluir las tablas en esta investigación.

Los resultados del cálculo de la eficacia, son aparentemente bajos. Sin embargo, se mostró que el producto Kurafitos + Vidafitos en su dosis alta (tratamiento 3) fue 6.5 veces más eficaz que el testigo comercial Agrimicin. Se aprecia el efecto de sinergismo entre Kurafitos con Vidafitos pues estos productos al aplicarse solos no tuvieron el mismo resultado que cuando se aplicaron mezclados sobre todo en la dosis alta.

Cuadro 85. Productos que mostraron mejor control para el combate de la marchitez provocada por *Fusarium sp.*

Producto	Dosis lts./ha	Aplicaciones	Intervalo	% Infección	% Eficacia
Marvig700fw	3	3	Cada 10 días	44	80
Busan 1129	2	3	Cada 10 días	45	72.22
K + V	1.5+1.5	3	Cada 15 días	48	60
Sulfacob	2.5	3	Cada 10 días	56	20
Tecto	0.5	3	Cada 10 días	55	6.25
Agrostin	1	3	Cada 15 días	54	12.5

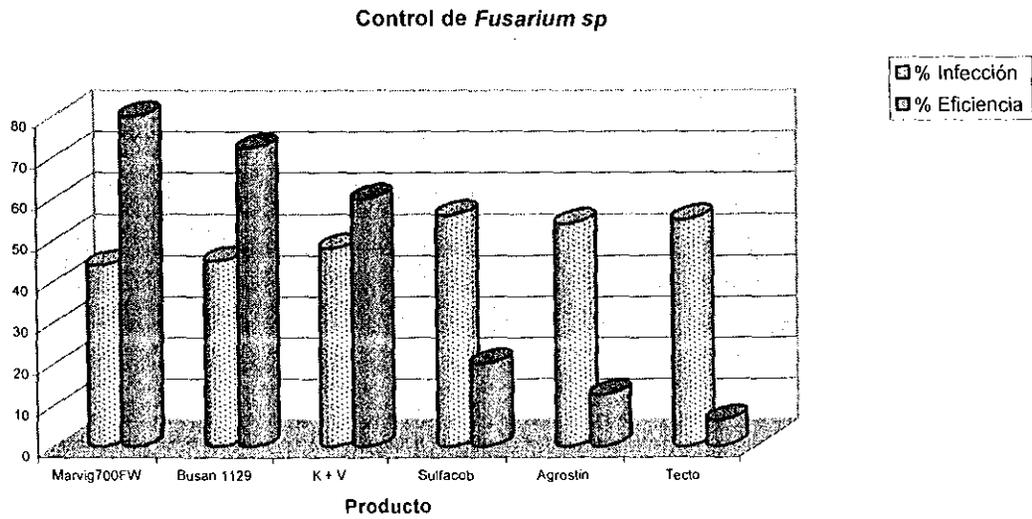


Figura 8: Control de *Fusarium sp.*

Cuadro 86. Productos que mostraron mejor control para el combate de la marchitez provocada por *Erwinia sp.*

Producto	Dosis lts./ha	Aplicaciones	Intervalo	% Infección	% Eficacia
Marvig700fw	3	3	Cada 7 días	48	57.89
Busan 1129	2	3	Cada 7 días	50	50
K + V	1.5+1.5	3	Cada 15 días	42	84.61
Sulfacob	2.5	3	Cada 7 días	58	5.26
Agrimicin	1	3	Cada 7 días	49	30.76
Agrostin	1	3	Cada 15 días	51	15.38

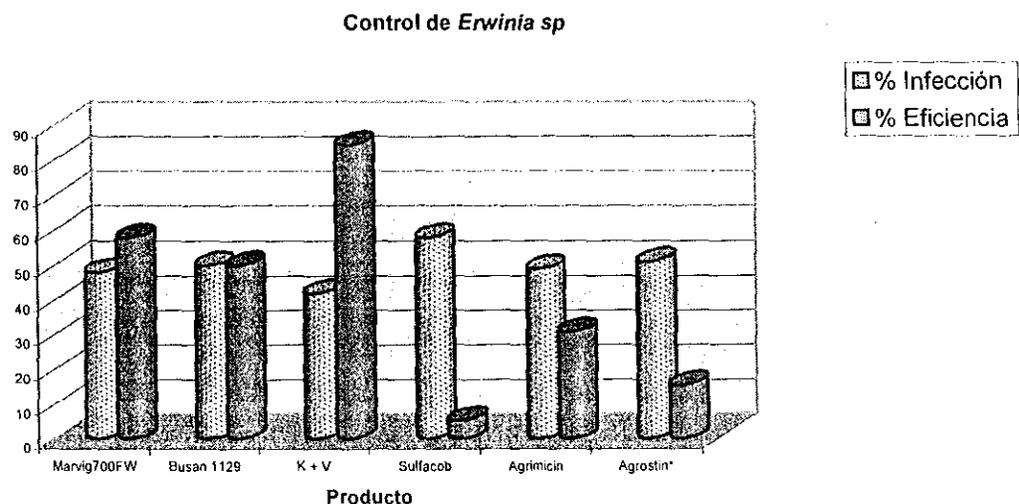


Figura 9: Control de *Erwinia sp.*

4.1.3.3. Evaluación del producto y de la planta.

El presente trabajo se sujeto a los estándares que maraca la escala de puntuación EWRS para evaluar la fitotoxicidad del producto en las plantas (cuadro 87). Para la evaluación del grado de marchitez que presentó la planta en sus diferentes procesos se utilizó la escala propuesta por Martínez; *et al*, 1998 (cuadro 88 y 89).

Cuadro 87. Escala de puntuación EWRS para evaluar fitotoxicidad.

INDICE	DESCRIPCIÓN
1	Ausencia absoluta de síntomas
2	Síntomas leves, cierta atrofia
3	Síntomas leves pero claramente apreciables
4	Síntomas más acusados (por ejemplo clorosis) probablemente sin efecto negativo sobre la cosecha
5	Fuerte clorosis o atrofia con efecto sobre la cosecha
6	Daños crecientes hasta la desaparición del cultivo

Cuadro 88. Escala para evaluar el grado de marchitez del agave causada por *Fusarium sp.* (Martínez, et al, 1998).

INDICE	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 desprender del suelo.

Cuadro 89. Escala para evaluar el grado de marchitez del agave causada por *Erwinia sp.* (Martínez, et al, 1998).

INDICE	% Daño	DESCRIPCIÓN
1	0	Planta sana
2	1-15	De 1 a 5 lesiones acuosas con una longitud de 1 a 30 cm. iniciando en las espinas apicales o laterales
3	16-30	Una o más lesiones acuosas de más de 30 cm o bien más de 6 lesiones de 5 a 30 cm
4	31-45	Lesiones necróticas apicales en el cogollo que avanzan hasta casi llegar a la piña.
5	46-100	Cogollo completamente dañado llegando hasta la piña, planta evidentemente muerta

V DISCUSIÓN.

En la actualidad la presencia del hongo *Fusarium sp* y de la bacteria *Erwinia sp*, en el cultivo del *agave tequilana Weber* variedad azul es un grave problema que ocasiona cuantiosas pérdidas en el proceso productivo del cultivo y repercute directamente en la carencia de materia prima en la industria de elaboración del tequila. Así lo advirtieron Zadoks y Schein (1979): la interacción del hombre con los efectos Bióticos del medio ambiente pueden ser una causal que desencadene una epidemia fatal para el hospedero (planta).

El Consejo Regulador del Tequila en su gaceta informativa (no.4 junio 2000) señala la importancia en el control de estos dos patógenos durante el ciclo de producción del agave. Ante esta situación se realizan trabajos avanzados en la investigación, para enfatizar con esto la importancia en el control de los patógenos mencionados. Este órgano rector de la producción de agave en el estado no ha sido el único que ha presentado su interés por el control de los patógenos sino, como quedó demostrado en el capítulo de Revisión de Literatura, en el control de las enfermedades existen instituciones académicas y empresariales que mediante investigadores como Ledezma (1952), Vélez (1996), Valenzuela (1997), Martínez, et al (1998), Virgen, et al (1999) y otros, nos detallan en forma específica el proceso de incubación y desarrollo de la enfermedad para su posterior conocimiento y posible control. Esto nos demuestra la relevancia del cultivo en el desarrollo económico de la región, del estado y del país.

El control de los patógenos el hongo *Fusarium sp* y la bacteria *Erwinia sp.*, en la presente investigación fue estudiado mediante la aplicación de tres productos comerciales –como se requiere en el objetivo 1 de la presente investigación -: Marvig 700 FW (sulfato de cobre pentahidratado al 46.66%), Busan 1129 (10% de TCMTB y 10% de MTC) y una asociación de dos productos: Kurafitos y Vidafitos (17gr. l.A/l. y ácidos orgánicos al 62%/l.). Estos agentes fueron comparados con los tres productos químicos más usados por

los productores de agave para el control de estos patógenos (Sulfacob, Agrimicim y Agrostin).

El producto Marvig 700 FW se utilizó en la dosis de 3 lts./ha., con aplicaciones cada 10 días. Se observó una efectividad biológica del 80% contra el *Fusarium sp*, resultando efectiva y confirmada por la investigación realizada por Nieto-Ángel, D. publicada en las memorias de la Sociedad Mexicana de Fitopatología (Julio de 2004). Con respecto a la bacteria *Erwinia sp* se obtuvo de 47.36% a 57.89% (entre 9 y 11 veces) de eficacia, con respecto al testigo comercial Sulfacob (éste resultó estadísticamente igual que el testigo sin aplicación) en su dosis de 3 litros por hectárea.

El producto Busan 1129 en su dosis de 2 lt./ha. demostró tener capacidad para controlar el hongo *Fusarium sp* y presentó hasta un 72.22% de eficacia, y contra la *Erwinia sp* un 50% (entre 5 y 9 veces) con respecto al testigo comercial Agrimicin (resultó estadísticamente igual que el testigo sin aplicación) en su dosis de 2 litros por hectárea.

En este producto se observó un efecto de dosis bien marcado por lo que se puede pensar que a una dosis mayor, pudiera tener mejor porcentaje de eficacia.

El producto Kurafitos asociado con Vidafitos fue el que menor capacidad demostró para controlar la marchitez por *Fusarium sp* de los tres productos utilizados para esta investigación, ya que solo registró un 60% de eficacia. Pero en el control de la *Erwinia sp* fue el que mejor eficacia mostró, pues alcanzó el 84.61% en su dosis de 1.5 más 1.5 lt./ha. con tres aplicaciones cada 15 días. Su resultado fue 6.5 veces mejor, con respecto a los testigos comerciales Tecto (control del hongo) y Agrimicin (control de la bacteria) que presentaron un resultado estadísticamente igual que el testigo sin aplicación. Este ejercicio iguala los resultados obtenidos por Nieto-Angel, D. publicados en las memorias de la Sociedad Mexicana de Fitopatología (julio de 2004). En esta investigación se observó el sinergismo existente entre ambos productos así como con el

Agrostin. Con estos resultados se cumple el punto dos de los objetivos propuestos en el presente trabajo.

Se comprobó que en ninguno de los productos en sus diferentes dosis se presentaron síntomas de fitotoxicidad por lo cual todas las evaluaciones mostraron una calificación de 1 de acuerdo a la escala empleada para medir este síntoma. Así se expone el desarrollo del punto 3 establecido en los objetivos.

Lo anterior demostró que sí existen productos que presentan la capacidad de controlar la marchitez generada ya sea por hongo como por bacteria, siempre que sea detectada en su desarrollo temprano, su efectividad dependerá de la correcta aplicación en tiempo y la dosificación, así entonces queda demostrada la aprobación de la hipótesis diseñada para la presente investigación.

VI CONCLUSIONES.

1.- El cultivo del agave tequilero (*Agave tequilana Weber*) variedad azul, esta fuertemente afectado por las enfermedades causadas por el hongo *Fusarium sp.* Y la bacteria *Erwinia sp.*

2.- El control de estos patógenos es esencial para el desarrollo de este cultivo, así como de los subproductos obtenidos del agave.

3.- Los productos químicos más comerciales utilizados por los productores de este cultivo no son los más efectivos para el control de estos patógenos asociado con la mala aplicación en periodicidad de tiempo.

4.- El producto que demostró la mejor efectividad para el control del Hongo *Fusarium sp.* fue el Marvig 700 FW con una dosis de 3 lt./ha. Con tres aplicaciones a un intervalo de tiempo de 10 días generando una eficacia del 80% comparado con el testigo absoluto. En esta aplicación no se observaron muestras de fitotoxicidad.

5.- El producto que demostró la mejor efectividad para el control de la bacteria *Erwinia sp.* Fue la mezcla con Kurafitos más Vidafitos 1.5 + 1.5 lts./ha por tres aplicaciones cada 15 días con un 84.61% de efectividad comparado con el testigo absoluto. En esta aplicación no se observaron muestras de fitotoxicidad.

6.- Los tres objetivos que se trazaron para el presente trabajo se desarrollaron por completo y los resultados fueron satisfactorios en cada uno, de igual forma los resultados de la investigación respaldan la hipótesis proyectada.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Cremlín, R.J.W. 1986. Plaguicidas modernos y su acción bioquímica. Editorial Limusa. México, DF. 356 p.
2. Flores, H.R. 1999. Desarrollo de técnicas ópticas para la detección y monitoreo de las enfermedades del (*Agave tequilana*) variedad azul Weber, programa general de apoyo y desarrollo tecnológico a la cadena productiva agave-tequila.
3. Granados, S. D., 1993. *Los agaves de México*. Universidad Autónoma de Chapingo, Edo. de México.
4. INEGI (1997). El agave tequilero en el estado de Jalisco. VII Censo Agropecuario. 1991 Editorial INEGI, Aguascalientes.
5. INEGI 1997. Monografías municipales. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. México.
6. Ledezma, M. M., 1952. Historia, producción, industrialización y algunas plagas de los agaves. *Parasitología Agrícola*. Universidad Autónoma de Chapingo, México.
7. Martínez, R.J.L., 1978. Diagnóstico de enfermedades de plantas. Tesis de licenciatura. CUCBA UdeG.
8. Martínez R.J.L., 1994. Informe sobre el diagnóstico de la marchitez en el agave. Tequila Cuervo, inédito.
9. Martínez, R.J.L., Vázquez, G.M., Pimienta, B.E., Bernal, M.F., Flores, M.F., Ibarra, Davalos, R., Torres, M.P., Cuevas, C.H., Martín del Campo, M.J.N., Rodríguez, R.R., Ibarra, A.M., Macías, V.J.S., Virgen, C.G. 1998. Epidemiología y manejo integrado de problemas fitosanitarios en agave, avances del proyecto, foro de análisis de la problemática de la cadena productiva agave-tequila, Págs. 20-25.
10. Martínez R.J.L. (2000) Epidemiología de (*Fusarium moniliforme*) causante del tizón de la panoja del sorgo, en la ciénega de chápala, Jalisco, México. Tesis para doctorado en ciencias pecuarias. Universidad de Colima.
11. Muriá, J.M. (1999) El Tequila. Revista Agro Milenio. Colegio de ingenieros Agrónomos del Estado de Jalisco. Págs.16-23.
12. Orozco, J. L. M., 1999. Visión general de la industria del tequila. De Mayahuel a Tezcatlipoca. Revista Mercadotecnia Global.
13. Pérez, S. P., 1980. *Problemas fitosanitarios del maguey pulquero en la mesa central de México*. Revista Chapingo No. 23-24. Chapingo, Edo. de México.

14. Sagar, 1999. Datos estadísticos del (*Agave tequilana*) Weber
15. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Julio de 2004. *Memorias del XXXI congreso nacional de Fitopatología.*
16. Unión agrícola regional de productores tequileros del estado de Jalisco. Agosto de 1999, Junio de 2000. *El agave*, gaceta informativa.
17. Valenzuela, Z. A. G., 1994. El agave tequilero, su cultivo y su industrialización. Monsanto.
18. Villalvazo, R. A. S., 1986. El cultivo del Mezcal (*Agave tequilana*) Weber en la Región de Tequila, Jalisco. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo, Edo. de México.
19. 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.
20. Yagodyn, B. Et al. 1982. Agroquímicos. Editorial Mir. Moscú.