

870132
2
2ºy.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA



**Control Químico del Tizon de la Panoja (*Fusarium moniliforme*)
en Sorgo (*Sorghum bicolor*) en la Ciénega de Chapala**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

Ingeniero Agrícola Area Agroecosistemas

P R E S E N T A :

ALBERTO JAVIER CASTRO HERVELLA

GUADALAJARA. JAL., 1986

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

| | PAGINA |
|--|--------|
| INTRODUCCION | 1 |
| LITERATURA REVISADA | 3 |
| Origen Geográfico del Sorgo | 3 |
| Importancia del Sorgo en México | 3 |
| El Sorgo en Jalisco | 4 |
| Principales Enfermedades del Sorgo | 4 |
| Características de <u>Fusarium moniliforme</u> | 5 |
| Características de la Enfermedad | 6 |
| Diseminación de <u>Fusarium moniliforme</u> | 8 |
| Daños y Forma de Ateque | 8 |
| Tratamiento químico | 11 |
| HYPOTESIS | 13 |
| MATERIALES Y METODOS | 14 |
| Localización del Experimento | 14 |
| De la Siembra a la Cosecha | 14 |
| Evaluaciones Realizadas | 15 |
| Diseño Experimental | 16 |
| RESULTADOS | 18 |
| Análisis de Rendimientos | 18 |
| Estimación de Rentabilidad | 21 |
| DISCUSION | 25 |
| CONCLUSIONES | 27 |
| RESUMEN | 29 |
| BIBLIOGRAFIA CITADA | 31 |

INDICE DE TABLAS Y GRAFICOS

| CUADROS | PAGINA |
|---|--------|
| 1.- Medias de rendimientos de productos al suelo _____ | 18 |
| 2.- Medias de rendimientos de productos al folleaje _____ | 19 |
| 3.- Medias de rendimientos de la interacción de los tratamientos al suelo _____ | 20 |
| 4.- Precios de productos utilizados en el experimento _____ | 21 |
| 5.- Costo que representa la aplicación de los distintos tratamientos en una hectárea cultivada con <u>Sorghum bicolor</u> _____ | 22 |
| 6.- Cuadro de utilidades _____ | 23 |

GRAFICOS

| | |
|--|----|
| 1.- Comparación de rendimiento contra porcentaje de panojas infectadas por <u>Fusarium moniliforme</u> _____ | 24 |
|--|----|

A B S T R A C T

Sorghum yield has decreased due to Fusarium moniliforme (Sheldon) infestations in cultivars over extensive production areas of the world but more specifically in Chapala area in - Mexico, with no resistant varieties available nor the appropriate chemical control.

This experiment originated with the view of establishing the proper chemical treatments on Fusarium head blight.

Hypothetically it is possible to control or eliminate Fusarium moniliforme by indirect methods, treating against soil and aerial pests or directly, applying fungicides at - flowering, because Fusarium moniliforme takes head in plant wounds or at flowering causing high degree contaminations.

Pesticides applied are in the following order: Phoxim - (25 Kg./Ha.); Carbofuran (20 Kg./Ha.); Dyfonate (20 Kg./Ha.); Fenamiphos (20 Kg./Ha.) and Isufenphos (20 Kg./Ha) for soil pest control. Malathion (1 Lt./Ha.) for aerial pest control and Thiabendazole (0.5 Kg./Ha.) and Benomyl (0.4 Kg./Ha.) - as fungicides.

Evaluation on yield, damage percent and profitability was estimated. Results showed that the best treatment was - with Fenamiphos (20 kg./Ha.) plus Thiabendazole (0.5 Kg./Ha.) or the same insecticide plus Benomyl (0.4 Kg./Ha.), with a - resultant gain of one metric ton per hectare, almost 50% increase yields compared to no treatment. Besides, the application that would only include the fungicides Thiabendazole or Benomyl showed an increase yield of 40 % plus.

I N T R O D U C C I O N

El sorgo (Sorghum bicolor) es un cultivo originario de Africa, pero que a través de los años el hombre ha distribuido a lo largo de los 5 continentes; esto se debe a la gran adaptabilidad y versatilidad del cultivo; ya que se utiliza tanto como alimento para animales como para consumo humano.

Pese a que el sorgo es un cultivo de reciente introducción a México, en los últimos años se han desarrollado grandes zonas sorgueras en distintos estados del país; y actualmente, el sorgo es el cultivo que ocupa el tercer lugar en superficie cultivada.

Desafortunadamente, al diseminarse los cultivos gran número de plagas y enfermedades proliferan junto con ellos. Tal es el caso de Fusarium moniliforme, hongo que acompaña a gran parte de los cultivares de sorgo en el mundo y que ataca prácticamente a cualquier parte de la planta causando diversas enfermedades, y favorece además el ataque de otras.

Nuestro país no es la excepción, así que Fusarium moniliforme también se encuentra presente en las áreas sorgueras de México. Pero parece ser que en la Ciénega de Chapala (importante zona sorguera del estado y del país), es una de las áreas donde mejores condiciones ha encontrado el patógeno para su desarrollo, y en la actualidad, el "Tizón de la Panoja" causado por Fusarium moniliforme es una de las enfermedades más devastadoras y que ocasiona cada vez mayores pérdidas a los agricultores que cultivan dicho grano.

Los híbridos que actualmente se cultivan en México no son resistentes al tizón de la Panoja, y no existen tampoco, trabajos específicos que presenten métodos de control biológico o químico eficientes para solucionar tal problema.

Se hace necesaria mayor investigación sobre esta enfermedad y su posible control químico, ya que en la zona de la Ciénega de Chapala y en las regiones productoras de semilla, tanto las Instituciones Oficiales como las Privadas están mayormente encausadas a la investigación de mejoras genéticas. Y aunque dicho mejoramiento es el más recomendable, se lleva tiempo indeterminado alcanzar los objetivos perseguidos. De ahí la importancia de la existencia de la alternativa que ofrece un control químico que resuelva de manera eficiente el problema que representa el alto incremento de la fusariosis en las distintas zonas sorgueras del país. Mas aún, si consideramos que de presentarse las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo a plenitud, podría ocurrir una epifitía y no se cuenta con el conocimiento de un medio adecuado para contrarrestarla.

Dado lo anterior, el principal objetivo de la presente investigación es encontrar productos y formas de control químico para combatir adecuadamente el "Tizón de la Panoja" causado por el hongo Fusarium moniliforme (Sheldon) en el cultivo del sorgo (Sorghum bicolor); así como la o las dosis más convenientes de los pesticidas empleados y los momentos más convenientes para las aplicaciones de los mismos.

L I T E R A T U R A R E V I S A D A

ORIGEN GEOGRAFICO DEL SORGO

Se considera al sorgo como originario de Africa y diseminado en el resto del mundo por el hombre. Desde la prehistoria se conoce en la India, desde donde pasó a Roma, luego a China en el siglo XIII y a Occidente hasta el siglo XVIII. Robles.1981 (12).

IMPORTANCIA DEL SORGO EN MEXICO

No es posible establecer con precisión cuando fué introducido el sorgo a México, pero se cree que fué a finales del siglo XIX según señala Angeles, (citado por Betancourt, 1978)(14). Lo que sí es posible precisar, es que en los últimos 22 años, el sorgo se ha convertido en uno de los cultivos más importantes en México debido sobre todo a su amplio rango de adaptabilidad a condiciones ambientales variadas, a su utilidad como grano alimenticio, facilidad de mecanización, resistencia a sequía y su relativa tolerancia a plagas y enfermedades. (Betancourt, 1978) (14). Además puede substituir al maíz en la mayoría de sus usos, tanto en la alimentación humana como en forraje y grano para el ganado; siendo además factible su industrialización.

En México el Sorgo ocupa el tercer lugar en superficie cultivada, superado sólo por Maíz y Frijol, y ocupa el segundo lugar en producción superado sólo por el Maíz. El 82% de la producción de sorgo en el país se concentra en los estados de Tamaulipas, Jalisco, Michoacán, Sinaloa y Guanajuato. Siendo la superficie cultivada para los ciclos 1976-77 de 1'250,000 hectáreas con un rendimiento de 3,200 Kgs. por hectárea. Betancourt, 1978 (14) y Robles, 1981 (12).

EL SORGO EN JALISCO

En 1965 la superficie cultivada con Sorgo en Jalisco fué de 25,000 Has. mientras que para 1979 se incrementó a 200,000 con un rendimiento medio de casi 3 Tons./Ha. (Medina 1980 (9)) y en ocasiones hasta 8 Tons./Ha. (Reyes y Frederiksen, 1977 (11)), con lo cual se denota la importancia que el sorgo está adquiriendo tanto en México como en el estado de Jalisco.

Se puede agregar también, que la mayor parte de la semilla utilizada son híbridos producidos por firmas Norteamericanas y que el 20% lo constituyen semillas oscuras resistentes al ataque de los pájaros. Reyes y Frederiksen, 1977 (11).

En los últimos 3 años la incidencia del tizón de la pañoja en la Ciénega de Chapala ha aumentado considerablemente ocasionando bajas en rendimientos de tal forma que en lugares donde usualmente se producían 7 Tons./Ha., se produjeron sólo 2 Tons./Ha. con un 23% de humedad.^{1/}

PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL SORGO

Según reportes hechos por L. Reyes y R. A. Frederiksen en 1977 (11) y por A. Betancourt en 1978 (14), las principales enfermedades del sorgo en México y específicamente en Jalisco, en la Ciénega de Chapala son: la Roya (Puccinia purpurea), el Tizón de la hoja (Exserohilum turcicum), la mancha gris de la hoja (Cercospora sorghi), Pudriciones de tallo (Fusarium Moniliforme) y Downy Mildew (Peronosclerospora sorghi).

^{1/} Comunicación personal, J. L. Martínez. 1984.

Para Vega, (citado por Frederiksen, 1978)(4), ya destaca a Fusarium como uno de los tres patógenos mas importantes que atacan al sorgo en el Bajfo junto con Exserohilium y -- Peronosclerospora.

CARACTERISTICAS DE Fusarium moniliforme

Este género comprende muchas especies y formas que se diferencian por la forma, color y número de septas de los micro o macroconidios, presencia o ausencia de clamidosporas, coloración del crecimiento en medio de cultivo, tamaño de conidios y por los hospedantes que afectan. Causan -- pudriciones de órganos vegetales, marchitamientos, algunos son parásitos débiles de raíces y otros ocasionan "Damping-off", pudriciones basales y cánceres de tallos. Todas sus especies son saprófitas en alguna de sus fases.

El género se caracteriza por: macroconidios hialinos - fusiformes y a veces pedicelados, con 1-7 septas, conidios ramificados, a veces agrupados formando esporodoquios, microconidios ausentes o presentes; si presentes, pocos o muchos; hialinos, con septas de 1 a 4, clamidosporas de paredes gruesas, terminales o intercelares; producen esclerocios y el crecimiento es generalmente ramificado. La mayoría de las enfermedades que producen son de tipo vascular. Mendoza y Pinto, 1983 (10).

Según R.B. Straets, 1979 (13), la características principales del género Fusarium son que algunas especies producen esporodoquio y que las que no lo producen pueden situarse dentro de los Moniliales con Cercosporella. Poseen - conidioforo variable y simple y delgado o corto, con ramas compulentas. Conidio hialino de 3 clases:

I) Macroconidio Multicelular.- Estas especies varían en curvatura, terminan en forma más o menos puntada y tienen terminación basal con pie definitivo

II) Macroconidio unicelular ovoide u oblongo, borne sencillo o en cadenas.

III) Algunos conidios son intermedios, de 2 ó 3 células y oblongos o ligeramente curvos. a esta clase pertenece Fusarium moniliforme. Se puede reconocer al observar dichas características al microscopio o sus síntomas de ataque en la planta.

Fusarium moniliforme (Sheldon) es la fase imperfecta de Gibberella fujikuroi (Saw.); y pertenece a la Clase-forma Deuteromycetes y al Orden Moniliales. Mendoza y Pinto, 1983 (10).

CARACTERISTICAS DE LA ENFERMEDAD

El tizón de la panoja en sorgo causado por el hongo Fusarium moniliforme, ocurre más comúnmente en las regiones donde la humedad relativa es elevada; tales como en las costas o riberas de los lagos. Siendo este el caso de la zona sorguera de la Ciénega de Chapala. aunque también se presenta en los altiplanos en años de mayor humedad.

El hongo se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y es capaz de atacar las panojas del sorgo momentos y justo después de la floración. Los raquis son infectados primero, posteriormente viene la infección de los tejidos del tallo en la panoja e inmediatamente abajo de ésta; después puede ocurrir el debilitamiento del cuello produciendo el acame.

Sucedan bajas significativas en el rendimiento, aún si los granos parecen normales; ya que cuando Fusarium ataca a los raquis se ve obstruido el flujo de agua y nutrientes -- parcial o totalmente, y trae como consecuencia un llenado -- parcial del grano siendo éste más ligero y pequeño. Wendel & Berry (16).

La panoja pierde su lustre y se abre como si hubiera -- una madurez prematura, debido ésto a la falta de humedad y atenuamiento del flujo de nutrientes originarios de la raíz, pues puede existir daño en ésta y sucederse por pudrición de tallo.

Para examinar los síntomas visibles del ataque del hongo, se requiere de extraer una planta completa que se considere infectada, y hacerse un corte longitudinal de la --- misma. De existir fusariosis, se observará que en las raíces se presenta una coloración mas bien bronceada a rojiza que blanca. El tallo puede tener una textura acuosa, y en -- estados avanzados existirán cavidades entre los nudos. L.E. Clafin (2).

En la panoja, también cortada longitudinalmente, se observa un color rojizo a café-rojizo en los tejidos interiores, el cual se extiende hasta las ramas de la inflorescencia y en ocasiones hasta la punta del tallo. Williams et al 1978 (15).

Fusarium moniliforme es el agente causal de: tizón de la panoja, tizón del pié, pudrición del tallo y moho gris -- del tallo en sorgo; sin embargo, normalmente estas enfermedades no se presentan al mismo tiempo y son consideradas por separado. Wendel & Berry (16).

DISEMINACION DE Fusarium sp.

Swarp y Tarr, (citados por Gourley et al, 1977(5), afirman que Fusarium moniliforme (Shel.) es una de las especies más comúnmente encontradas en la semilla del sorgo.

Fusarium sp. es comúnmente detectado en el suelo y permanece vivo en él durante años, alojado en la materia orgánica en suelos infestados. Sus conidios e hifas son capaces de invernar sin ninguna pérdida de viabilidad o patogenicidad en tallos de sorgo para grano, según lo demuestran estudios de L. E. Clafin.(5).

El mismo Clafin, a través de sus investigaciones ha demostrado que Fusarium sp. puede ser encontrado en cada planta de maíz en cada región de los Estados Unidos de Norte América, y que todas las partes de una planta en crecimiento pueden estar infectadas. Siendo difícil de determinar el punto de infección en cierto momento, ya que puede suceder la infección justo después de la emergencia y continuar hasta la cosecha.

DAÑOS Y FORMAS DE ATAQUE

Se estima que en el estado de Kansas E.U.A., Fusarium moniliforme ocasiona pérdidas superiores al 10% en el rendimiento, y en ocasiones puede llegar hasta el 50%. Las causas pueden ser directas, debido a un llenado pobre del grano y pedúnculos débiles o indirectas debido a bajas en la cosecha provocadas por el acame o rompimiento de los tallos. L. E. Clafin (5).

Según reporta la AIDR&D (17) la fusariosis del tallo - por Fusarium moniliforme es considerada como la más grave en Africa occidental; encontrándose además dicho patógeno distribuido en numerosas regiones del mismo país. Existen también diversas pudriciones de tallo y raíz que no han sido - descritas y que ocurren de manera esporádica y no necesariamente asociadas con un stress de sequía.

N. Zumo, (citado por Williams y Frederiksen, 1978) (15), encontró que coincidentemente con el incremento de la incidencia de Fusarium sp. se encuentran diversas prácticas - culturales que contribuyen al aumento de esta enfermedad. Entre tales prácticas podemos citar a la mínima destrucción de residuos, elevada fertilización nitrogenada, altas densidades de plantas y el monocultivo. Señala después que el hongo permanece en el suelo en los residuos de la cosecha anterior y en las malezas hospedantes, y que al no existir variedades resistentes al patógeno, se deben de evitar las condiciones que predispongan al cultivo a esta enfermedad, para ayudar así a disminuir las pérdidas.

Gourley et al, 1977 (5), señalan que Fusarium moniliforme invade a la planta de sorgo a través de heridas causadas por daño de insectos, daño mecánico o de otro tipo -- en raíces y cañas.

La misma apertura de la flor puede servir de medio de entrada al hongo y comenzar a partir de entonces la infección. ✓

Un buen manejo del cultivo es uno de los factores más importantes para la reducción de pérdidas en el rendimiento. El reducir o eliminar el stress, especialmente en el estadio de floración, reducirá la incidencia de pudriciones. L. K. Clafin, 1981 (2).

✓ J. L. Martínez, 1984, comunicación personal

Agrega Clafin que el control de insectos tales como -- perforadores, disminuye la entrada de patógenos; y que la mayoría de las plantas con daños de perforadores se encuentran afectadas por pudriciones de tallos; ya que los insectos, especialmente en altas poblaciones contribuyen a que la planta sea sometida a stress.

Reyes y Frederiksen, 1978 (4), aseguran que la roya -- Puccinia purpurea es una de las enfermedades que más daños ocasiona al sorgo, y que además del daño directo que causa, predispone a la planta para el ataque de Fusarium sp., tanto de pudrición del tallo como del tizón de la panoja. Son otras causas de predisposición a este patógeno, el stress -- por humedad y por las altas densidades de plantas.

N. Zumo, 1978 (15), advierte que el tizón de la panoja puede ser un problema serio en algunos sorgos precoces, especialmente si florecen durante periodos de lluvia pesada y humedad elevada.

Por su parte, Reyes y Frederiksen, 1977 (11), notifican que la pudrición del tallo por Fusarium moniliforme se ha -- convertido en una enfermedad ciertamente común en sorgo; y en los años recientes está causando severos daños en la mayoría de los híbridos comerciales del estado de Jalisco.

Frederiksen, 1978 (4), menciona además, que Fusarium -- moniliforme ha sido observado en sus diversas formas de ataque, tanto en el estado de Jalisco como en el Bajío, y -- que se encuentra infectando al sorgo tanto en la raíz, como en el tallo y en la panoja.

TRATAMIENTO QUIMICO

Damicone et al, 1981 (3). desarrollaron un método confiable para producir semilla de espárrago libre de Fusarium pues encontraron que el tratamiento de la semilla con una solución clorinada al 10 % y 2000 p.p.m. del fungicida Benomyl en agua o agua caliente a una temperatura de 50 a 55°C reduce significativamente el ataque de Fusarium moniliforme y de Fusarium oxysporum. Los tratamientos con agua caliente redujeron la germinación, pero ambas especies de Fusarium fueron erradicadas al utilizar 25 000 p.p.m. de Benomyl en acetona, sumergiendo la semilla durante 24 hrs., además de que se estimuló así la germinación.

Estudios de Manning, 1977 (8), demostraron que la fumigación al suelo con DD-MENCS y aspersión a la corona antes del trasplante con Benomyl o Captafol da como resultado unos espárragos largos y vigorosos en parcelas donde se encontraba Fusarium sp.. Los síntomas del ataque del hongo -- declinaron, mas no se erradicaron.

H. A. Bolkan et al, (1), probaron 4 fungicidas: Benomyl, Thiabendazole, Metil-tiofanate y Captafol; evaluando su efectividad en el campo para control de la pudrición del -- fruto en piña Ananas comosus, causada por el hongo Fusarium moniliforme var. sublinguatas. Obtuvieron que Benomyl, Thiabendazole y Captafol, aplicados con un adherente-dispersante dieron un porcentaje significativamente bajo de la incidencia de fusariosis en comparación con el testigo. No así el Metil-tiofanate.

Señala W. R. Landis, 1971 (7), que carbofurán aplicado a la siembra y de manera constante y repetida, aumenta los rendimientos en maíz. Gran parte de este aumento es debido

al control de gusanos en el suelo, así como otras plagas -- que se controlan simultáneamente aunque no sea en su totalidad. Además agregan que el desarrollo e incidencia de -- la pudrición del tallo en el maíz causada por numerosos patógenos es aumentada por los daños ocasionados por insectos y es por esto que Carbofurán como tratamiento al suelo disminuyó la incidencia de tal pudrición.

P. R. Happlery et al. 1982 (6), realizaron estudios para determinar porqué las plantas de sorgo asperjadas con Methiocarb, que es un insecticida de amplio espectro, produjeron semilla con mayor índice de germinación comparadas con semillas procedentes de plantas no asperjadas. Asimismo, observaron que el moho de la panoja en sorgo es causa común de una baja de germinación, y que pese a que Methiocarb no muestra acción fungicida in vitro, las plantas asperjadas con este producto a razón de 1 Kg./Ha. produjeron semilla con un 46 % menos de infección por Fusarium moniliforme y 30 % más de germinación con respecto a los testigos. por otro lado, las plantas asperjadas semanalmente con Benomyl-Captán a dosis de 0.5 + 0.5 Kg./Ha.; o esto mismo más Methiocarb, controlaron completamente Fusarium moniliforme y produjeron semilla con 25 % más de germinación comparado con el tratamiento de Methiocarb solo. El control parcial de Fusarium moniliforme, así como el incremento en la calidad de la semilla fueron asociados con el control del gusano Nola sorghivella y de otros insectos. Además, aseveran dichos investigadores que la actividad de los insectos puede incrementar, dispersar y desarrollar las infecciones de Fusarium moniliforme en sorgo.

H I P O T E S I S

HIPOTESIS NULAS (H₀)

A) No es posible evitar la infección por Fusarium moniliforme en el cultivo del sorgo Sorghum bicolor en ninguna de sus fases de desarrollo, con aplicación de fungicidas.

B) No hay manera de evitar o disminuir la infección por Fusarium moniliforme combatiendo químicamente plagas del suelo o aéreas en el cultivo del sorgo Sorghum bicolor.

HIPOTESIS ALTERNAS (H_a)

A) Es posible combatir infecciones por Fusarium moniliforme en Sorghum bicolor de manera directa, si se aplican ciertos fungicidas en los momentos críticos para el desarrollo del cultivo, como es la floración.

B) Si se combaten las plagas que atacan al Sorghum bicolor tanto al suelo como al follaje, se evitan heridas y debilitamiento de la planta, con lo cual se controla indirectamente la infección por Fusarium moniliforme, pues no se verá favorecido este último para ejercer su virulencia.

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se llevó a cabo en el ejido "El Fuerte" municipio de Ocotlán en el estado de Jalisco. Dicho ejido se localiza dentro de la zona de la Ciénega de Chapala y a unos 1,500 msnm. Posee un suelo vertisol pleico de textura fina. La precipitación pluvial es de 1,200 a --- 1,500 mm. anuales. La temperatura media anual es de 22 a -- 24°C. Las posibilidades de heladas son de 0 a 20 días al -- año y de granizada de 0 a 2 días. El clima según la clasificación de Köppen es (A) C (Wo) (W) semicálido y con porcentaje de lluvia invernal menor de 5. Su vegetación predominante es de agricultura de temporal y de matorral subtropical. SPP, 1981 (18).

DE LA SIEMBRA A LA COSECHA

El experimento se montó en un terreno que amablemente facilitó un agricultor ejidatario de la región. El sistema de cultivo fue el habitual en la región y consistió en un barbecho y dos rastreos para la preparación de la cama y -- en siembra a chorrillo y con 60cm. de separación entre surcos; todo esto mecanizado.

Se sembró el día 28 de Junio de 1984 utilizando la semilla de mayor popularidad en la zona, que es el Híbrido -- D-55 (no resistente al tizón). La lotificación se llevó a cabo el día 21 de Julio del mismo año y a la vez se procedió al control de malas hierbas con 2,4,D-Ester (asparja -- do.). Se realizó solamente una escarda y fue manual y se aplicaron en ésta los productos al suelo, siendo éste el día

29 de Julio. Los productos al follaje se asperjaron el día 12 de Septiembre y la cosecha se realizó el 5 de Diciembre del mismo 1984. La cosecha fué manual cortando toda la panoja y parte del tallo, para posteriormente realizar el --- desgrane y evaluación de daños por Fusarium moniliforme.

EVALUACIONES REALIZADAS

Se establecieron visitas cada 15 días o con mayor frecuencia, según se requiriera, al lugar del experimento, con el fin de verificar el desarrollo del cultivo, así como la incidencia de plagas y enfermedades en el mismo.

En el laboratorio se evaluó la incidencia de la enfermedad haciendo una evaluación externa y una interna a través de un corte longitudinal para observar los daños causados por Fusarium moniliforme. Se contó el total de panojas en la parcela útil y en base a las panojas atacadas por el hongo se obtuvo el porcentaje de ataque.

El desgrane se realizó en forma manual, y teniendo cuidado de no mezclar los lotes entre sí, se obtuvieron datos de peso total de las parcelas para posteriormente obtener los datos de rendimiento en función de kilogramos por hectárea.

Además se hizo una evaluación respecto a la costeabilidad de la aplicación de los productos químicos.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño de Bloques al Azar con arreglo en Parcelas Divididas, con 26 tratamientos y 3 repeticiones. - Las parcelas grandes se emplearon para la aplicación de los productos al suelo (insecticidas y nematocidas) y contuvieron 4 parcelas chicas c/u. En las parcelas chicas se aplicaron los productos al follaje (insecticidas y fungicidas); dichas parcelas contaron con 3 surcos de 6 mts. de largo, constituyendo la parcela útil el surco central excluyendo 0.5 mts. de cada lado a manera de cabeceras.

Se usaron 3 tipos de testigos:

- 1.- Testigo Absoluto (T A): Constituido por una parcela --- grande sin tratamiento alguno.
- 2.- Testigo Protegido al Follaje (T P F): Formado por una - parcela grande sin tratamiento al suelo; pero las parcelas-chicas que abarca, incluyen a los diferentes tratamientos aéreos.
- 3.- Testigo Protegido al Suelo (T P S): Es una parcela gran de con tratamiento al suelo con Carbofuran y sin protección alguna al follaje.

TRATAMIENTOS

| PARCELA GRANDE | DOSIS |
|----------------|------------|
| Phoxim | 25 Kg./Ha. |
| Carbofuran | 20 Kg./Ha. |
| Dyfonate | 20 Kg./Ha. |
| Yenamiphos | 20 Kg./Ha. |
| Isufenphos | 20 Kg./Ha. |

PARCELAS CHICAS

Benomyl

DOSIS

0.4 Kg./Ha.

Thiabendazole

0.5 Kg./Ha.

Malathión + Benomyl

1 Lt./Ha. + 0.4 Kg./Ha.

Malathión + Thiabendazole

1 Lt./Ha. + 0.5 Kg./Ha.

R E S U L T A D O S

Para brindar un análisis objetivo de los resultados obtenidos en la presente investigación se presentan los siguientes cuadros y gráficos:

ANÁLISIS DE RENDIMIENTOS

CUADRO 1. Medias de rendimientos de productos al suelo.

| TRATAMIENTOS | RENDIMIENTO E N Kg./Ha. | INCREMENTO DE RENDIMIENTO | | 0.5 0.1 DUNCAN |
|--------------|-------------------------------|------------------------------|----|----------------------|
| | | E N | % | |
| FENANIPHOS | 3,848 | | 64 | |
| DYFONATE | 3,510 | | 50 | |
| T P F | 3,461 | | 48 | |
| PHOXIN | 3,420 | | 46 | |
| ISOFENPHOS | 3,069 | | 31 | |
| CARBOFURAN | 2,973 | | 27 | |
| T P S | 2,694 | | 15 | |
| T A | 2,345 | | -- | |

CUADRO 2. Medias de rendimientos de productos al follaje.

| TRATAMIENTOS | RENDIMIENTO | INCREMENTO DE | | Q.5 |
|---------------------------|----------------|---------------|---|---------------|
| | E N Kg./Ha. | E N | % | Q.1 DUNCAN |
| THIABENDAZOLE | 3,537 | 51 | | |
| BENOMYL | 3,445 | 47 | | |
| BENOMYL + MALATHION | 3,267 | 40 | | |
| THIABENDAZOLE + MALATHION | 3,251 | 37 | | |
| T A | 2,345 | -- | | |

CUADRO 3. Medias de rendimientos de la interacción de los -
tratamientos al suelo y al follaje.

| TRATAMIENTOS | RENDIMIENTO | INCREMENTO DE |
|-------------------------|----------------|---------------|
| | E N Kg./Ha. | E N % |
| FENAMIPHOS | | |
| A (Thiabendazole) | 4,381 | 87 |
| B (Benomyl) | 3,159 | 35 |
| C (Thiaben.+ Malathión) | 3,881 | 65 |
| D (Benomyl + Malathión) | 3,969 | 69 |
| DYFONATE | | |
| A | 3,619 | 54 |
| B | 3,781 | 61 |
| C | 3,831 | 63 |
| D | 3,810 | 20 |
| T P F | | |
| A | 3,614 | 54 |
| B | 3,771 | 61 |
| C | 3,967 | 27 |
| D | 3,490 | 49 |
| PHOXIM | | |
| A | 2,907 | 24 |
| B | 3,957 | 69 |
| C | 3,673 | 57 |
| D | 3,136 | 34 |
| ISOFPENPHOS | | |
| A | 3,519 | 50 |
| B | 2,695 | 15 |
| C | 2,809 | 20 |
| D | 3,252 | 39 |
| CARBOFURAN | | |
| A | 3,183 | 36 |
| B | 3,305 | 41 |
| C | 2,338 | - 0.3 |
| D | 3,064 | 31 |
| T P S | | |
| T | 2,694 | 15 |
| T A | 2,345 | -- |

ESTIMACION DE RENTABILIDAD

CUADRO 4. Precios de productos utilizados en el experimento

PRODUCTOS AL SUELO

| | | |
|------------------|--------|-----------|
| Fenamiphos | 12,880 | \$/20 Kg. |
| Carbofuran | 9,800 | \$/20 Kg. |
| Isofenphos | 8,080 | \$/20 Kg. |
| Dyfonate | 7,500 | \$/20 Kg. |
| Phoxim | 6,725 | \$/25 Kg. |

PRODUCTOS AL FOLLAJE

| | | |
|---------------------|-------|--------|
| Benomyl | 9,313 | \$/Kg. |
| Thiabendazole | 8,149 | \$/Kg. |
| Malathión | 1,550 | \$/Lt. |

NOTA.-Estos precios son vigentes al día 25 de Noviembre de 1985 y se obtuvieron promediando los precios dados - por varios distribuidores en la ciudad de Guadala-
jara Máx.

CUADRO 5. Costo que representa la aplicación de los distintos tratamientos en una hectárea cultivada con -- Sorghum bicolor.

PRODUCTOS AL SUELO

| | |
|------------------|-----------|
| Fenamiphos | \$ 12,580 |
| Carbofuran | \$ 9,800 |
| Isufenphos | \$ 8,080 |
| Dyfonate | \$ 7,500 |
| Phoxim | \$ 6,725 |

PRODUCTOS AL FOLLAJE .

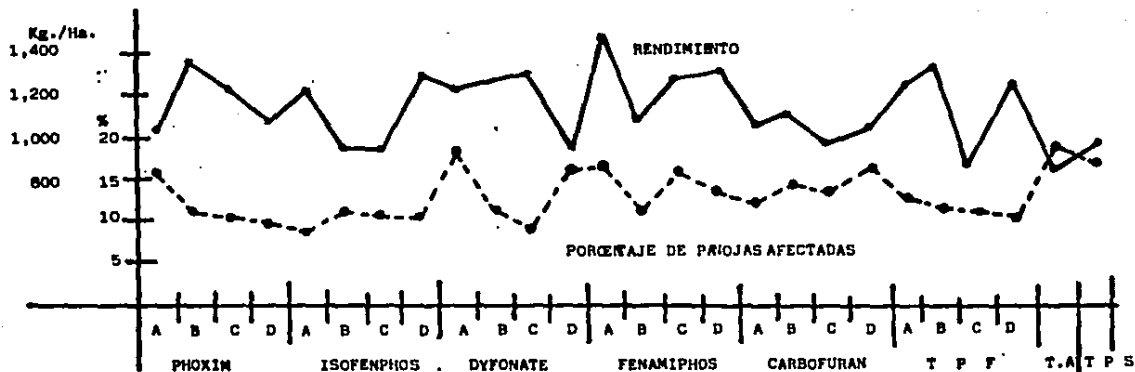
| | |
|---------------------|----------|
| Thiabendazole | \$ 5,740 |
| Benomyl | \$ 4,460 |
| Malathión | \$ 3,216 |

NOTA.- Las cantidades anteriores representan los costos de las dosis recomendadas por los fabricantes en cada producto, más el costo de la aplicación en el caso de los productos al follaje; considerando que 1 Ha. se cubre en un jornal y que el jornal cuesta \$1,666.. La aplicación de los productos al suelo se realiza conjuntamente con la fertilización o con la siembra, por lo que no se consideró costo extra en ésta.

CUADRO 6. Cuadro de utilidades. Obtenido de los cuadros 1, 2 y 5.

| TRATAMIENTO | RENDIMIENTO EXTRA Kg. | UTILIDAD BRUTA \$ | UTILIDAD NETA \$ |
|---------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| FENAMIPHOS | 1,503 | 48,096 | 35,216 |
| DYFONATE | 1,165 | 37,280 | 29,780 |
| T P F | 1,116 | 35,712 | 29,972 |
| PHOXIM | 1,075 | 34,400 | 27,675 |
| ISOFENPHOS | 724 | 23,168 | 15,088 |
| CARBOFURAN | 628 | 20,096 | 10,295 |
| T P S | 349 | 11,168 | - 2,332 |
| ----- | | | |
| THIABENDAZOLE | 1,192 | 39,144 | 32,404 |
| BENOMYL | 1,100 | 35,200 | 30,740 |
| BENOMYL + MALATHION | 942 | 30,144 | 22,468 |
| THIABENDAZOLE + MALATHION | 908 | 28,962 | 20,036 |

NOTA.- Para esta estimación se consideró el precio de garantía del sorgo vigente en Noviembre de 1985; --- siendo éste de \$ 32.00 /Kg.



A= Thiabendazole B= Benomyl C= Malathion + Thiabendazole D= Malathion + Benomyl

T P F = Testigo protegido al follaje T A = Testigo absoluto T P S = Testigo protegido al suelo

GRAFICO 1.- Comparación de rendimientos contra porcentaje de panojas infectadas.

D I S C U S I O N

La presencia de Fusarium moniliforme en la Ciénega de Chapala es inminente, tal como lo mencionan Reyes, 1977 (11), Frederiksen, 1978 (4), Betancourt, 1978 (15) y Martínez, 1984 ^{1/}; y el ataque de este patógeno lo considero como severo y responsable de bajas importantes en el rendimiento de los cultivos de sorgo (Sorghum bicolor).

El hecho de que todos los tratamientos sean mas rendidores que el testigo absoluto, y de que a mayor porcentaje de panojas afectadas sea menor el rendimiento en grano; indica por un lado, que Fusarium moniliforme penetra con mayor facilidad a través de daños causados por el ataque de plagas aéreas y del suelo, lo cual confirma lo reportado por Gourley et al. 1977 (5), L. E. Clafin, 1981 (2), Bolkan et al. 1978 (1), Manning, 1977 (8) y Heppley et al. 1982 (6) respecto a que la aplicación de los fungicidas Thiazabendazole y Benomyl es efectiva en el control de hongos, y específicamente de Fusarium sp.: siendo ésto válido no sólo en cultivos como espárrago y piña, sino también en sorgo (Sorghum bicolor).

El control de plagas del suelo con cualquiera de los productos utilizados proporciona un control indirecto de Fusarium moniliforme, ya que el rendimiento es superior y la incidencia del hongo se ve reducida; sin embargo, solo 2 productos, Fenamifos y Dyfonate, superan el rendimiento ofrecido por el tratamiento con protección foliar exclusivamente (testigo protegido al follaje); lo que además de indicar que éstos controlan mejor las plagas del suelo que los restantes (Phoxim, Isufenfos y Carbofuran), implica -

^{1/} comunicación personal

que posiblemente la acción plaguicida de los últimos se ve mermada por cierta incompatibilidad de éstos con los productos esparcidos al follaje, o bien, que las plagas en la región han desarrollado cierta tolerancia hacia dichas pesticidas, por lo que sería conveniente aumentar la dosis o concentración de los mismos.

El testigo protegido al suelo incluye la aplicación solamente de Carbofurán sin llevar protección alguna a la parte aérea de la planta, y solo superó en rendimiento al testigo absoluto; viéndose superado por el resto de los tratamientos. El mismo Carbofurán, pero en el tratamiento con protección aérea demostró ser mas rendidor que el testigo protegido al suelo (Carbofurán sólo). De esto se deriva -- que los productos Isufenphos, Phoxin, Dyfonate y Fenamiphos en este orden, brindan mayor protección que Carbofurán, y que el hecho de aplicar productos al follaje aumenta los rendimientos en mayor proporción que si sólo se protegiera la parte subterránea.

Los fungicidas Thiazendazole y Benomyl aplicados sin el insecticida Malathión resultaron ser mejor tratamiento que la combinación de cualquiera de éstos con el insecticida, resultante que manifiesta cierta incompatibilidad de los mismos; por lo que sería aconsejable aplicarlos por separado.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos se puede concluir que, el mejor tratamiento es la combinación del insecticida Fenamiphos a una dosis de 20 Kg/Ha. con aspersión foliar - del fungicida Thiabendazole a dosis de 0.5 Kg./Ha.; o bien, el mismo insecticida pero combinado con aspersión foliar - del fungicida Benomyl a dosis de 0.4 Kg./Ha.; ya que la utilización de estos tratamientos representa un rendimiento equivalente a una tonelada de grano; es decir, una utilidad neta de alrededor de \$32,000 m.n.a. (50 % de incremento).

Los fungicidas Thiabendazole y Benomyl demostraron ser efectivos en el control de Fusarium moniliforme en Sorghum bicolor; pues al utilizarse estos productos como único tratamiento, se obtuvieron resultados altamente satisfactorios en ambos casos, ya que el rendimiento se incrementó en un poco más del 40 %. Y en términos de utilidad bruta solo se vieron superados por la combinación de estos mismos fungicidas con el insecticida Fenamiphos.

La aplicación de pesticidas para el control de plagas del suelo contribuye a disminuir la incidencia de infecciones por Fusarium moniliforme, sobre todo en el caso de los productos Fenamiphos, Dyfonate y Phoxim.

El insecticida Carbofurán requiere ser aplicado a dosis más altas; ya que además de no haber brindado control contra Fusarium moniliforme, el aplicarlo trae consecuencias negativas desde el punto de vista económico.

Según las conclusiones anteriores podremos decir entonces que se rechazan ambas hipótesis nulas y que se aceptan ambas hipótesis alternativas; pues el experimento demostró que el control químico de Fusarium moniliforme en Sorghum bicolor es posible, y que la erradicación de la infección causada por este patógeno quizá sea posible aumentando las dosis o el número de aplicaciones de los productos utilizados en este experimento.

RESUMEN

RECIBIDO EN LA BIBLIOTECA DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Debido a que el hongo Fusarium moniliforme (Sheldoni) - ha venido causando grandes decrementos en el rendimiento -- en el cultivo de sorgo (Sorghum bicolor) en diversas zonas sorgueras del mundo, y en especial en la Ciénega de Chapala en México, y al no existir variedades resistentes al ataque de éste, ni contar con un tratamiento químico para su control, se planteó este experimento con el objeto de lograr un control químico apropiado contra el "tizón de la panoja". Bajo la hipótesis de que sería posible controlar o eliminar la enfermedad de manera indirecta aplicando insecticidas y nematocidas para el control de plagas del suelo y aéreas, - las cuales a través de las lesiones que ocasionan al cultivo ayudan a que el hongo ejerza mayor virulencia; y de manera directa aplicando fungicidas en la floración, ya que es éste, otro momento que el patógeno aprovecha para causar su infección.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar - con arreglo en parcelas divididas, utilizando las parcelas grandes para la aplicación de los productos al suelo, siendo éstos: Phoxim (25 Kg./Ha.), Carbofurán (20 Kg./Ha.), Dyfonate (20 Kg./Ha.), Fenamifos (20 Kg./Ha.) e Isufenfos (20 Kg./Ha.). Las parcelas chicas (4 en cada parcela grande), - se utilizaron para la aplicación de los productos al follaje con los siguientes tratamientos: Thiabendazole (0.5 Kg./Ha.), Benomyl (0.4 Kg./Ha.), Malathión + Thiabendazole (1 Lt./ha + 0.5 Kg./Ha.) y Malathión + Benomyl (1 Lt./Ha. + 0.4 Kg./Ha.).

Se realizaron evaluaciones de rendimiento, de porcentaje de ataque del hongo y de costeabilidad de los tratamientos; y se obtuvo que Fenamifos (20 Kg./Ha.) al suelo con asperciones aéreas de thiabendazole (0.5 Kg./Ha.) o Benomyl (0.4 Kg./Ha.) resultaron ser los mejores tratamientos; pues

proporcionan una utilidad neta equivalente a más de 1 tonelada de grano; es decir, casi un 50% de incremento en el -- rendimiento. Los tratamientos que incluyen únicamente la -- aplicación de los fungicidas thiabendazole o benomyl, se recomiendan también, pues ofrecen un incremento en el rendimiento superior al 40%.

B I B L I O G R A F I A C I T A D A

- 1.- Bolkan, H.A., Dianese, J.C. & Cupertino, F.P., 1978. Chemical Control of Pineapple Fruit Rot Caused by Fusarium moniliforme var subglutinans. Plant Disease Reporter. vol. 62, N° 9. p.822-824.
- 2.- Clafin, L.E., 1981. Fusarium Stalk and Root Rot. Department of Plant Pathology. Kansas State University. U.S.A..p.162-169.
- 3.- Damicone, J.P., Cooley, D.R. & Manning, W.J. 1981. Benomyl in Acetone Eradicates Fusarium moniliforme & Fusarium oxisporum for Asparagus Seed. Plant Disease Reporter. vol.65. p.162-169.
- 4.- Frederikser, R.A. Nov. 2-7, 1978. Trip Report: Bajío & -- Jalisco Areas of México.
- 5.- Gourley, L.M., Andrews, C.H., Singleton, L.L. & Araujo, L. 1977. Effects of Fusarium moniliforme on Seedling - Development of Sorghum Cultivars. Plant Disease Reporter. vol. 61. p.616-618.
- 6.- Hepperly, P.R., Feliciano, C. & Sotomayor, A. 1982. Partial Control of Fusarium moniliforme Seed Infection in Sorghum with Application of Methiocarb -- Insecticide. Phytopathology. vol. 72. p.170.
- 7.- Landis, W.R. 1971. The Effect of Carbofuran on Stalk Rot of Corn. Plant Disease Reporter. vol. 55. p.634-638.
- 8.- Manning, W.J. 1977. Soil Fumigation & Preplant Fungicide Crown Soaks: Effects on Plant Growth & Fusarium incidence in Newly Planted Asparagus. Plant Disease Reporter. vol. 61. p. 355-357.
- 9.- Medina, O. et al. 1980. Guía Para Cultivar Sorgo de -- Temporal en la Zona Centro de Jalisco. SARH, Bajío, Tepetitlán. México.

- 10.- Mendoza, Z. & Pinto, C. 1983. Principios de Fitopatología y Enfermedades Causadas por Hongos. Universidad Autónoma de Chapingo. México. p. 248-249.
- 11.- Reyes, L. & Frederiksen, R.A. 1977. Report of Trip to Chapala Area of Mexico Near Guadalajara.
- 12.- Robles, S. 1981. Producción de Granos y Forrajes. Limusa. México.
- 13.- Streets, R.B. 1979. The Diagnosis of Plant Diseases. - The University of Arizona Press. Tucson (U.S.A.).
- 14.- Williams, R.J. & Frederiksen, R.A. 1978. Sorghum Diseases a World Reviv. ICRISAT, Hyderabad. India. p. - 22-29, 297-299, 306-314 y 463-464.
- 15.- Williams, R.J., Frederiksen, R.A. & Girard, J.C. 1978. Manual para la Identificación de las Enfermedades del Sorgo y Mijo. ICRISAT, Hyderabad. India.
- 16.- Wendel H. & Berry, R.W. Sorghum Diseases Atlas. Texas A & M University. p. 13-14.
- 17.- A Comparision of Sorghum Diseases in Temperate and --- tropical Enviroments. A.I.D, R & D. Report distribution center. Michigan (U.S.A.). p. 6-12.
- 18.- Síntesis Geográfica de Jalisco. 1981. SFP, Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística Geografía e Informática. México.