

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Evaluación del comportamiento y efecto del yodo al 17%, en el control de *Fusarium* *sp.* en maíz almacenado.

Por:

JUAN MANUEL MEJIA SILVESTRE

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Marzo del 2003

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación del comportamiento y efecto del yodo al 17%, en el control *Fusarium*
sp. en maíz almacenado

Por:

JUAN MANUEL MEJIA SILVESTRE

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito parcial para
obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por:

M.C. Armando Rodríguez García
Presidente del jurado

M.C. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda
Vocal

M.C. Luis A. Muñoz Romero
Vocal

M.C. Leopoldo Arce González
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Marzo del 2003.

AGRADECIMIENTOS

A la UAAAN, por darme la oportunidad de pertenecer a ella.

Un especial agradecimiento a dos grandes personas como maestros y amigos, por ayudarme a elaborar el presente trabajo, por todo muchas gracias; Al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo, y al Biólogo M.C. Armando Rodríguez García.

Al M.C. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, por su valiosa aportación al mismo

Al M.C. Luis A. Muñoz Romero, por su colaboración al presente.

A la Empresa Foresta Fertilizantes S. A. DE C.V., por brindarme su confianza, así también por el apoyo moral y económico, por el cual estoy fraternalmente agradecido; Al Sr. Manuel Serrano y Al Ing. Jorge M. Ortiz.

Al laboratorio del CCDTS, por prestarme las instalaciones y el equipo necesario para realizar el presente trabajo, al igual a Alejandra torres, por su orientación.

DEDICATORIAS

A mis padres; El Sr. Juan Mejia Pérez y a la Sra. Félix Silvestre Olivar, los cuales siempre se preocuparon por mi bienestar y por mi felicidad, por esto solo les dedico el presente trabajo como uno de los mejores trofeos que les pueda regalar.

A mis hermanos (as); Alicia, Luis, Lorena, Gabriel, Alejandro, Petra, Francisco Javier y Carina.

A mi esposa e hija; Sonia y Suribey por apoyarme con lo único que no se puede comprar con mucho cariño.

A mi gran amigo de mucho tiempo, Orlando Juárez Coyote

Al Prof. Vicente Martínez Oranday, por darme consejos durante mi estancia en la UAAAN.

A mis compañeros de la UAAAN, a los cuales estimo mucho; Saret Alonso Corona, Aarón Juárez Gerardo, Heriberto Méndez Cortes, Víctor Ucan Tuz, Narciso Castañeda y Marcos López.

INDICE DE CONTENIDO

	pagina
ÍNDICE DE CUADROS.....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XX
RESUMEN.....	XXX
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Importancia económica de <i>Fusarium sp</i> en maíz	4
Clasificación taxonómica de <i>Fusarium sp</i>	5
Características morfológicas.....	6
Síntomas	6
Ciclo de la enfermedad	6
Tratamiento a semilla con funguicidas.....	7
Definición	7
Clasificación	8
Forma de acción.....	8
Tratamiento en maíz.....	9
Susceptibilidad o manejo genético.....	11
Control físico.....	11
Características del elemento yodo.....	12

Importancia.....	12
Origen	13
Usos	14
Trabajos afines.....	15
MATERIALES Y METODOS.....	19
Área de trabajo.....	19
Material utilizado.....	19
Preparación del experimento.....	21
Variables analizadas.....	23
Germinación estándar.....	23
Longitud de plúmula.....	24
Peso seco.....	24
Sanidad de maíz o % de control sobre Fusarium sp.....	25
Diseño estadístico.....	26
Modelo lineal.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
Análisis de varianza de.....	28
Prueba de germinación estándar.....	28
Longitud de plúmula	29
Peso seco.....	29
Prueba de sanidad en maíz.....	30
Comparación de medias.....	31
En germinación estándar,	31

Longitud de plúmula	34
Peso seco.....	36
Porcentaje de control sobre <i>Fusarium sp</i>	38
CONCLUSIONES.....	41
LITERATURA CITADA.....	42
APÉNDICE.....	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1. Resultados obtenidos en <i>Escherichia coli</i> (recuento inicial de 75,000,000 /ml) expuesta a concentraciones de yodo disponible de 1, 5, y 10 ppm en diferentes tiempos.....	18
Cuadro 2.2. Resultados obtenidos en <i>Micrococcus pyoganes</i> , (recuento inicial de 44,000,000 /ml) expuesta a concentraciones de yodo disponible de 1, 5, y 10 ppm en diferentes tiempos.	18
Cuadro 3.1. Tratamientos que se utilizaron y el contenido de humedad con el cual se realizo el experimento.	21
Cuadro 4.1. Análisis de varianza y su significancia para el porcentaje de germinación estándar, de plántulas normales.....	28
Cuadro 4.2. Análisis de varianza y su significancia para Longitud de plúmula de plantulas normales.	29
Cuadro 4.3 Análisis de varianza y su significancia para peso seco en mg/pt. ..	30
Cuadro 4.4. Análisis de varianza y su significancia para la variable porcentaje de control sobre <i>Fusarium sp</i>	30

Cuadro 4.5. Comparación de medias de los diferentes periodos con referencia al porcentaje de germinación estándar de plantulas normales de los tratamientos.....	33
Cuadro 4.6. Comparación de medias de los tratamientos de la fuente porcentaje de germinación estándar dentro de los periodos analizados.	33
Cuadro 4.7. Comparación de medias para la variable porcentaje de germinación estándar en plántulas normales realizada en los 4 períodos estudiados de los 8 tratamientos.....	33
Cuadro 4.8. Comparación de medias para el factor periodo analizado dentro de los tratamientos de la variable longitud de plúmula estimado en centímetros.	35
Cuadro 4.9. Comparación de medias para el factor tratamientos dentro de los 4 periodos de la fuente longitud de plúmula.....	35
Cuadró 4.10. Comparación de medias para la fuente longitud de plúmula originada de los tratamientos en los periodos estudiados.....	36
Cuadro 4.11. Comparación de medias para el factor período dentro de los 8 Tratamientos de la variable mg/pt.....	37
Cuadro 4.12. Comparación de medias para el factor tratamientos dentro de los 4 periodos analizados de la variable mg/pt.....	38
Cuadro 4.13. Comparación de medias durante los 4 periodos de los 8 tratamientos de la variable peso seco en mg/pt.....	38
Cuadro 4.14. Comparación de medias de los periodos resultado de los tratamientos del porcentaje de control de <i>Fusarium sp</i>	40
Cuadro 4.15. Comparación de medias de los tratamientos dentro de los periodos analizados para el porcentaje de control de <i>Fusarium sp</i>	40

Cuadro 4.16. Resultados del porcentaje de control sobre <i>Fusarium sp.</i> de los tratamientos durante los 4 periodos.....	40
---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura A.1. Comportamiento en promedio de los periodos basándose en los tratamientos del % de germinación estándar de plántulas normales.....	47
Figura A.2. Comportamiento en promedio de los tratamientos durante los cuatro periodos en plántulas normales del porcentaje de germinación estándar.....	46
Figura A.3. Comportamiento de los tratamientos durante los cuatro periodos en el porcentaje de germinación estándar de plántulas normales.....	46
Figura A.4. Comportamiento de los periodos resultado de los tratamientos en general de la medición de longitud de plúmula (cm.).....	48
Figura A.5. Comportamiento general de los tratamientos durante los cuatro periodos en longitud de plúmula medida en cm.....	48
Figura A.6. Comportamiento medio de los tratamientos durante los cuatro periodos en la longitud de plúmula en cm.....	47
Figura A.7. Comportamiento general de los tratamientos dentro de los periodos analizados de la variable peso seco en mg/pt.....	50
Figura A.8. Comportamiento medio de los tratamientos analizados en base a la variable peso seco en mg/pt.....	49
Figura A.9. Comportamiento medio de los tratamientos durante los periodos analizados de la variable peso seco en mg/pt.....	49
Figura A.10. Comportamiento medio de los periodos en general de los tratamientos de la variable porcentaje de control sobre <i>Fusarium sp.</i>	51
Figura A.11. Comportamiento medio de los tratamientos en función del porcentaje de control sobre <i>Fusarium sp.</i>	51
Figura A.12. Comportamiento del porcentaje de control sobre <i>Fusarium sp.</i> de los tratamientos durante los periodos estudiados.....	5

RESUMEN

La producción del cultivo de maíz, se ve afectada por hongos como *Fusarium sp.*, este causa problemas tanto en campo como durante su almacenamiento, debido a la presencia de este hongo incluso dentro de la semilla de maíz, se considera importante el uso de fungicidas comerciales para su control.

Los objetivos que se plantearon fueron, conocer si el yodo al 17% es eficiente en controlar a *Fusarium sp.* durante el almacenamiento en semilla de maíz, comparándolo con fungicidas como: captan, tiabendazol, y carbendazim, así como obtener información sobre las posibles alteraciones físicas y fisiológicas que pueda causar el uso del yodo.

El maíz que utilizamos en el presente trabajo, es consumido por humanos y uso pecuario, y la cepa del hongo *Fusarium sp.* fue proporcionado por el Dr. Mario E. Vázquez Badillo e incrementado para usarlo en el filtrado tóxico que se aplicó. La semilla de maíz se llevó a un contenido de humedad del 16 %, los tratamientos que aplicamos de los fungicidas comerciales se preparó en base a dosis recomendada en la etiqueta, y las cantidades de yodo que utilizamos fueron de 0.5, 1.0 y 2.0 ml/500gr de maíz. El procedimiento fue aplicar el filtrado tóxico en primer lugar y posteriormente el tratamiento químico, por último se guardaron las unidades experimentales en cámaras con un contenido de humedad del 85% a temperatura ambiente en diferentes periodos. Evaluando las siguientes variables; porcentaje de

germinación estándar, longitud de plumula, peso seco y porcentaje de control sobre *Fusarium sp.*

Los resultados mostraron que altas concentraciones de yodo afectan el crecimiento en longitud de plumula, para el porcentaje de control sobre *Fusarium sp.* los T7 y T6 con yodo al 17% se comportaron estadísticamente igual al uso del fungicida tiabendazol, el uso de carbendazi-m controló en un 100% al hongo.

INTRODUCCIÓN

En México el cultivo de maíz, se considera como la base de la dieta alimenticia de la población, la producción de este cultivo se ve mermado por factores bióticos y abióticos, los cuales afectan el rendimiento y la calidad del producto, que sirve para semilla o para consumo humano y/o uso pecuario. El factor biótico se compone principalmente por patógenos como los hongos por ejemplo *Fusarium sp.*, siendo uno de los mas importantes por el daño que ocasiona durante el almacenamiento y desarrollo del cultivo de maíz, por lo tanto esta enfermedad se puede encontrar tanto fuera como dentro de el, por lo que trasciende el tratamiento químico que se le aplica a semillas durante su almacenamiento. Durante mucho tiempo el hombre se ha propuesto encontrar la forma de controlar esta enfermedad. Tanto en el campo como durante su almacenamiento por tal razón el tratamiento a utilizarse debe ser eficiente controlando a el hongo tanto fuera como dentro de la semilla del maíz sin poner en riesgo el porcentaje de germinación, ni causar efectos fisiológicos contradictorios al cultivo, por mucho que sea el tiempo de protección lo cual complementa la eficiencia de un tratamiento químico, cabe mencionar algunos ingredientes activos que se utilizan en dicho propósito; captan, carbendazi-m , tiabendazol y otros, los cuales cubren los requisitos anteriores variando solo en el tiempo de protección. Además de las productos antes mencionados como una alternativa mas puede ser utilizado el yodo, considerando el gran poder antiséptico que tiene ante; hongos, virus, nematodos y bacterias, por tal motivo se utilizo este

producto a diferentes dosis, tratando de comprobar si cumple con el propósito de proteger la semilla de maíz. Por lo tanto para el presente trabajo se planteo los siguientes objetivos:

Objetivos

1. Probar la efectividad del yodo como funguicida, en el control del hongo *Fusarium sp.*
2. Comparar la efectividad del yodo con funguicidas comerciales como; captan, tiabendazol y carbendazi-m, en el control de *Fusarium sp.*
3. Obtener información sobre las posibles alteraciones físicas y fisiológicas, que pueda causar la utilización de yodo como tratamiento químico en maíz

Hipótesis

- 1. El yodo es efectivo como funguicida en el control de *Fusarium sp.***
- 2. El yodo es igual que los productos que existen comercialmente para el control del hongo en estudio.**
- 3. El yodo no causa alteraciones físicas ni fisiológicas en maíz.**

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia Económica de *Fusarium sp.* en Maíz.

En América latina los cultivares de maíz sufren daños mas o menos graves como resultado de la enfermedad causada por el hongo *Fusarium sp.* Se reconoce también la importancia de esta enfermedad al trascender al campo ocasionando perdidas en el rendimiento y su efecto en la salud humana y actividad pecuaria (Trenholm et al, 1990).

Delgado (1990), menciona que *Fusarium moniliforme* es común en maíz, cebada y trigo. Invadiendo los granos antes de la cosecha, el hongo algunas veces se encuentra en maíz que aparentemente esta sano, puede crecer a través del tallo de la planta en desarrollo hasta la mazorca y granos, estos se están formando de tal manera que por lo menos en algunas variedades de maíz en gran porcentaje los granos están invadidos por este hongo al momento de la cosecha.

Romero (1996), Menciona que es un excelente habitante del suelo por lo que una vez establecido en el, permanece ahí indefinidamente contaminando al cultivo siguiente.

Dodd (1980), menciona que la distribución de pudrición del tallo de maíz ocasionada por *Fusarium sp.*, es difícil de explicar o predecir, pues un cultivo puede ser aceptable en un año por la calidad de su tallo pero ser de mala calidad en los siguientes, los problemas que la pudrición del tallo causan cada año es la baja en los rendimientos potenciales de grano , por que los granos de plantas podridas son de bajo peso y durante la cosecha son mezclados con los sanos, bajando la calidad del grano.

Clasificación Taxonómica Fusarium sp.

Alexopoulos et al. (1996) sugiere que este género ha sido ubicado en una posición taxonómica; esta es:

Reino.....Fungi

Phylum.....Ascomycota

Clase.....Deuteromycetes

Subclase.....Hyphomycetidae

Orden.....Moniliales

Familia.....Tuberculariaceae

Género.....*Fusarium*

Especie.....sp..

Nota: La taxonomía actual para este género lo considera como un Clase anamorfo de Ascomycetes periteciales (Alexopoulos et al. 1996).

Características Morfológicas

El hongo puede desarrollar microconidios hialinos, pequeños, elípticos, conidioforos alargados, clamidosporas de 1-2 células presentes; macroconidios finos, alargados de 3 a 5 septos puntiagudas, pared delgada, masa de esporas ocre, rosa o amarillo (Mendoza y Pinto, 1985).

Síntomas.

Romero (1996), menciona que las plantas enfermas muestran clorosis, achaparramientos coloración café de xilema, y lo más común marchites. Mendoza y Pinto 1985, afirman que *Fusarium sp.*

causa pudriciones de órganos vegetales, marchitamientos, “Damping-off” pudriciones basales y cánceres de tallos; puede causar grandes pérdidas especialmente en variedades susceptibles y bajo condiciones favorables de humedad. Ocasionalmente puede destruir cultivos completos o bajar el rendimiento considerablemente cuando existe mucho inóculo en el suelo y se practica el monocultivo.

Ciclo de la Enfermedad.

Generalmente el ciclo comienza con la presencia de macroconidios, microconidios, micelio y/o clamidospóras en el suelo infectado; estos germinan y penetran por las heridas o aberturas naturales, atacando el xilema, el que adquiere una tonalidad amarillo-ocre-café, el micelio sigue desarrollándose y llega a invadir las células adyacentes al xilema; se presenta una marchite y la muerte de la planta, la formación de conidias se efectúa en las hojas de las plantas muertas y en el suelo (Mendoza y Pinto, 1985); *Fusarium* sobrevive durante cinco a diez años como saprofita en el suelo, por que un porcentaje de las clamidosporas no germinan durante años y por que el hongo produce rápidamente nuevas clamidosporas muy poco después de la germinación de las esporas madre (Roberts y Boothroyd, 1978). En *F. oxysporum*, las

clamidosporas son un tipo tradicional de resistencia, estas son de pared gruesa, formadas directamente a partir de compartimentos hifales o conidiales, y asemejan endosporas de las bacterias (Deacón, 1988).

Para lograr la producción de una semilla sana, Moreno (1993) describe los siguientes axiomas: exclusivo por cuarentenas, suelo libre de patógenos, clima y microclima desfavorable para los patógenos, buenas practicas de cultivo, uso de variedades resistentes y control químico.

Tratamiento a semilla con funguicidas

Definición

Bateman et al. (1986), definen a los funguicidas como productos químicos o agentes microbiológicos usados como medio de control directo o indirecto de hongos, matando (efecto fungicida) o previniendo el crecimiento o esporulación del hongo (inhibiendo) denominada esta acción, poder “fungistico”. Afirma Jeffs, (1986), que los funguicidas son agentes químicos y algunas veces agentes microbiológicos, usados como un medio directo o indirecto para controlar o matar a un determinado tipo de hongo.

Clasificación

Moreno (1993), clasifica a los fungicidas de acuerdo a su modo de combate en: desinfectantes, desinfestantes y protectores contra los microorganismos del medio y de la misma semilla, la cual puede estar infectada o infestada. Infectada cuando el hongo ha invadido los tejidos de la semilla e infestada cuando el hongo va como contaminante en forma de espora sobre la semilla sin invadir testa o pericarpio. Jeffs (1986), menciona que los desinfestantes son aquellos que eliminan a los organismos que son transportados en la superficie de la semilla, y los desinfectantes o erradicantes limitan la penetración y por lo tanto son efectivos contra las infecciones establecidas. Los protectores evitan la infección de la semilla por los organismos que se encuentran en los restos de las plantas y en el suelo.

Forma de acción

Los fungicidas sistémicos son aquellos que son absorbidos por los tejidos del vegetal, ejerciendo protección interna y con cualidades terapéuticas contra enfermedades. Si los fungicidas absorbidos son traslocados a través de la planta por el xilema en la corriente de transpiración a tejidos remotos y alejados del sitio de aplicación, estos son compuestos sistémicos. Las cantidades de fungicidas sistémicos que llegan a los órganos jóvenes son mínimas y suficientes para combatir a los patógenos, sin causar problemas residuales en frutos y/o semillas por su poca transpiración. La mayor efectividad de un producto químico sistémico se obtiene cuando se aplica: a la semilla, la inmersión de raíces, o se aplica al suelo; su

principal labor es inhibir los procesos biosintéticos o crecimiento, o también rompiendo la estructura celular a nivel de DNA. Estos productos químicos son selectivos en su toxicidad en el proceso metabólico de los hongos, resultado sensible un fungicida sistémico a un grupo taxonómico de hongos (Mendoza, 1990).

Gustafson (1993), describe la acción del fungicida biológico a partir de la bacteria *Bacillus subtilis*, la cual puede actuar en dos formas: una es cuando *B. subtilis* ocupa los espacios disponibles a ser atacados por los organismos patógenos, a esta forma se le denomina “nicho ocupado”, la otra forma es un proceso antagónico, inhabilitando a los patógenos de la semilla como son; *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia* y *Aspergillus*.

Tratamiento en maíz

Últimamente se han obtenido resultados favorables en trabajos realizados principalmente en México y exclusivamente en semillas, sobre todo en maíz; por ejemplo, Moreno y Ramírez (1982), observaron que los fungicidas benomyl y tiabendazol protegieron la germinación de la semilla de maíz de la línea T-14 durante por lo menos 120 días, almacenada en una humedad relativa de 85% y a 25 °C, esto se debió a que ejercieron un efecto protector contra los hongos de almacén.

Moreno et al. (1982), en semilla de maíz H-412 tratada con benomyl, captan, clorotalonil, carbendazim, captafol y tiabendazol, almacenada en una humedad

relativa de 85% y a 25 °C, reportaron buena protección de la viabilidad durante 80 días, sin embargo, a los 120 días solo la semilla tratada con captan presento una germinación mayor del 80% en semilla inicialmente invadida por hongos de almacén, mientras que en semilla inicialmente libre de hongos de almacén, a los 120 días de almacenamiento, las semillas tratadas con los funguicidas; captan, clorotalonil, carbendazim y captafol, presentaron porcentaje de germinación mayores del 80%. No crecieron hongos de almacén en las semillas tratadas con los diferentes funguicidas.

El funguicida de contacto Captan, es citado por McGee (1988), como efectivo contra fusariosis en la reducción de inoculo en la semilla, sin embargo Futrell (1972), le encuentra poca actividad contra el hongo en mención, además de denotar el que no mejora la germinación. Fallon (1982) menciona que incrementa la nacencia en campo al utilizar captan. En la actualidad se están probando nuevos productos, con el propósito de bajar el residuo de agroquímicos en producto terminado

Susceptibilidad o manejo genético.

Wilson et. al. (1993), mencionan que en maíces superdulces Shruken-2 sus mazorcas aun antes de cosechar presentan hongos de los géneros; *Fusarium*, *Penicillium* y *Rhizopus*, hongos que crecen y esporulan profusamente en la superficie de la semilla y en el interior de esta es común. Ullustrup (1977), menciona además, que los maíces con alto contenido de lisina son más susceptibles al

microorganismo en estudio, citando que la resistencia actúa de forma cuantitativa, sugiriendo que el incremento de la frecuencia de genes determina la resistencia en la población, acompañada mas oportunamente por una selección recurrente. Futrell (1972) opina que el uso de variedades resistentes a las enfermedades, es el medio principal para controlar a *Fusarium sp.*

Control físico

Daniels (1983), combate los hongos sistémicos en la semilla con agua caliente, alternándolo con agua fría, controlando a F. moniliforme en semilla de maíz infestada en forma natural. El tratamiento es remojar la semilla en agua destilada por un periodo de 4 horas a una temperatura de 18-22 °C para posteriormente llevarla por 5 minutos a agua a una temperatura de 60°C, sin que se vea afectada la germinación.

Características del elemento yodo.

Browm (1998), lo define como elemento del grupo 7^a de la tabla periódica de los elementos los cuales se conocen como halógenos, de las palabras griegas halos (sal) y gennao (forma), o sea formadores de sales, todos los halógenos son no

metales típicos; sus puntos de fusión y de ebullición aumentan al aumentar el número atómico, el yodo sólido es negro grisáceo y forma fácilmente un vapor violeta, con un punto de fusión 114°C y con una densidad de 4.93 g/cm^3 .

Importancia

El yodo es un componente importante del cuerpo humano; hay una relación definida entre el yodo presente en la glándula tiroides, localizada en el cuello, la cual secreta un compuesto llamado tiroxina, que ayuda a regular el proceso de oxidación en el cuello, la tiroxina contiene aproximadamente 65% de yodo, (Choppin, et al. 1978).

Harper, (1980), menciona que el peróxido de hidrógeno es producido por una enzima dependiente del NADPH que se parece a la citocromo C reductasa. De esta manera, la oxidación del yoduro implica tanto la producción de peróxido como la oxidación del yoduro por la enzima peroxidasa, el yodo libre no es la especie yodante en la reacción de la peroxidasa; en cambio, los radicales libres de yodo y tiroxina se cambian en el sitio activo de la enzima. La tiroprina actúa estimulando esta reacción.

Origen

Casi el 90% del yodo se obtiene de la salmuera que brota con el petróleo en los campos petroleros. Esta salmuera contiene Na y MgI_2 . el cloro se hace burbujear

en la salmuera donde desplaza al yodo, estas reacciones demuestran una importante relación química entre los halógenos. Los halógenos pueden desplazar (de sus compuestos) a los otros halógenos que tienen pesos atómicos mas elevados, así el Cl_2 desplaza al bromo y al yodo del bromuro de magnesio y del yoduro de magnesio. El bromo desplazara al yodo de los yoduros, (Choppin, et al 1978).

Crozier, (2000), dice que la Sociedad Química y Minera de Chile. (Soquimich), es en la actualidad, el mayor productor de yodo en el mundo y posee las más grandes reservas que se conocen en la actualidad, refleja proyecciones de 1995 al 2000 de 6 mil toneladas a 12 mil, consolidando a Chile como uno de los lideres mundiales en este producto, abastece alrededor de dos tercios de la demanda mundial y exportando a mas de 50 países de los cinco continentes. También describe el método mas efectivo para desplazar los yoduros contenidos en las soluciones provenientes de algas marinas es con ácido sulfúrico o con cloro, y que el yodo de Iquique era diferente, puesto que se hallaba en la forma de yodatos, para los cuales el reactivo mas efectivo era el ácido sulfuroso.

Usos

Crozier (2000), menciona que el uso del yodo tiene importancia en los procesos de alta tecnología por tal motivo se ha incrementado su demanda en un 45% en los últimos cinco años, afirma que las dos grandes empresas en la actualidad con reservas abundantes de yodo son; Soquimich y SQM. También menciona que los países como; Chile, Estados Unidos y Francia dentro de sus

instalaciones elaboran una amplia variedad de productos derivados del yodo, el que se usa en medicina, como medio de contraste para radiografías, en la fabricación de medicamentos, antibióticos y desinfectantes y es un elemento fundamental para la vida humana, cuya carencia provoca grandes trastornos a la salud.

Browm (1998), menciona que un uso común del yodo es su adición, como KI (yoduro de potasio), a la sal de mesa, la sal yodatada suministra la pequeña cantidad de yodo necesaria en nuestra dieta; es indispensable para la formación de tiroxina, una hormona que secreta la glándula tiroides. La falta de yodo en la dieta provoca el crecimiento de la glándula tiroides, un trastorno que se llama bocio. Choppin et al (1978), menciona que para compensar esta deficiencia de yodo debe agregarse este elemento al agua potable, a un 0.02% de yoduro de sodio aproximadamente, a la sal de cocina, para producir la sal yodurada. El consumo normal de moluscos o de algas marinas suministra el yodo necesario para un gran sector de la población mundial.

El yodo se usa principalmente en la preparación de un excelente antiséptico que es la tintura de yodo, solución al 2% de etanol (alcohol etílico) con una pequeña cantidad de yoduro de sodio, (Choppin, et al 1978).

Pfizer -,afirma que el producto vanodine (yodo al 2.5 %) es un bactericida, viricida y fungicida de amplio aspecto con acción inmediata, poder residual y de gran estabilidad; el ingrediente activo yodo 2.5% disponible, es utilizado en desinfección de instalaciones pecuarias, frutos Comestibles para el consumo humano y en la potabilización del agua de consumo. En la agricultura es utilizado

como funguicida de acción inmediata, sistémica y con efecto residual, considerándolo de amplio espectro de acción y poder residual. No es toxico para las plantas.

Trabajos afines

Cepeda (1986), en el control invitro del nematodo *Ditylenchus dipsaci* utilizo vanodine un producto a base de yodo 2.5% en las siguientes cantidades 1ml de vanodine en 250ml de agua (dosis alta) y 1ml de vanodine en 1200ml de agua(dosis baja), considerando que el producto es un excelente nematicida puesto que hasta la dosis mas baja elimino al 100% de los nematodos.

Dentro de los trabajos hechos con productos que contengan yodo disponible se encuentra la empresa española corporación de biotecnología aplicada en su línea productos orgánicos iodine (yodo) soluciones naturales, utilizando los productos; ultradyne-A-, ultradyne-C-, teniendo como ingredientes; extractos de plantas de origen natural combinado con ácido cítrico para proveer una solución activa de yodo que es segura y efectiva y virtualmente no mancha (patente en proceso).

A).- En un experimento con ultradyne-C- aplicado al suelo como funguicida orgánico con una dosis de 5 a 7 litros por hectárea con 100 litros de agua a un ph. De 5.5 considerándolo un efectivo desinfectante de suelo. También aclara que al aplicar una cantidad de 8 litros por hectárea con una anticipación de 5 a 10 días antes de establecer un cultivo se alejan las posibilidades de tener infecciones,

considerando un mejor tratamiento incluso que si fuese tratado con formaldehídos o incluso que un autoclave.

B).-También trataron plataneras y terreno circundante con ultradyne-C a una dosis de 25 a 75 ppm. de yodo titratable en una solución de agua a un ph de 5.5 inhibiendo el crecimiento de *Fusarium oxysporum pv. cubense* y evito los efectos devastadores que causa al cultivo así también se utilizo en tabaco.

C).-Se utilizo en uvas ultradyne-C como funguicida contra el hongo *Oidium*, comúnmente asociado con las uvas de vino, mejorando la producción y la calidad de este.

D).-Se aplico ultradyne-C en narcisos en una solución de 125 ppm eliminando nematodos que causan infección a bulbos y tubérculos y con efecto también sobre *Fusarium sp.* inhibiendo su desarrollo.

E).-Se ha demostrado que en zanahorias ultradyne-C controla a *Pythium* y otros hongos cuando se rocía con un spray en dosis de 12 a 50 ppm.

F).-Entre otros usos en la ganadería ultradyne-A- en la utilización para agua con una carga orgánica demostró claramente la reducción de la población bacteriana en un 99.999% con una pequeña dosis de 1 ppm de yodo activo en un tiempo de 5 a 30 minutos. En numerosas pruebas en campo realizada con vacas, terneros, pollos y cerdos han demostrado efectivos resultados, conseguidos económicamente, en el tratamiento del agua para beber. Aclara que la habilidad de

oxidar la materia orgánica vía redox teniendo al mismo tiempo la capacidad de matar las bacterias que no tienen defensas contra el yodo. Los virus y las bacterias no pueden mutar y desarrollar la capacidad de resistir el yodo debido a que en cantidades pequeñas es indispensable e inevitable su consumo.

Continuando con los trabajos realizados por esta empresa con ultradyne-A- demostrando que aporta un marcado crecimiento en camarones, gambas y salmones, los niveles de mortalidad han disminuido en un 94% y los niveles de crecimiento han aumentado de un modo importante cuando se ha inyectado en el agua de $\frac{1}{5}$ a $\frac{1}{2}$ ppm de yodo disponible, utilizándose en agua fría y salada es notar que los peces analizados posteriormente únicamente contenían 7 ppm de yodo y debemos tener en cuenta que es un elemento esencial para los animales así como para el ser humano, en el cuadro 2.1 y 2.2 se presentan resultados obtenidos en el control de microorganismos tratados con yodo disponible, en diferentes concentraciones así como en diferentes tiempos de exposición.

Cuadro 2.1. Resultados obtenidos en *Escherichia coli* (recuento inicial de 75,000,000 /ml) expuesta a concentraciones de yodo disponible de 1, 5, y 10 ppm en diferentes tiempos.

Ppm de yodo disponibles	PH	Tiempo de exosicion/bacterias contadas por ml		
		15sec.	30sec.	60sec.
1.0	5.8	12,800	7900	0
5.0	3.95	0	0	0

10.0	3.3	0	0	0
------	-----	---	---	---

Cuadro 2.2. Resultados obtenidos en *Micrococcus pyoganes*, (recuento inicial de 44,000,000 /ml) expuesta a concentraciones de yodo disponible de 1, 5, y 10 ppm en diferentes tiempos.

Tiempo de exosicion/bacterias contadas por ml.				
Ppm de yodo disponibles	PH	15sec.	30sec.	60sec.
1.0	5.8	1600	20	10
5.0	3.95	0	0	0
10.0	3.3	0	0	0

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de trabajo

El presente trabajo de investigación fue realizado, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) con el apoyo del centro de capacitación y desarrollo en tecnología de semillas (CCDTS), haciendo uso de las instalaciones e inmobiliario del laboratorio de ensayos de semillas del (CCDTS), de la (UAAAN) en Saltillo, Coah.

Material utilizado

El material que se utilizo (maíz) fue adquirido en la comunidad de la Angostura, del municipio de Saltillo, siendo que este se utiliza para consumo humano y/o animal. Presentando las siguientes características; un porcentaje de germinación del 96% (determinado por el método de germinación estándar) y con un contenido de humedad de 11.206 % determinado por el método del uso de la estufa.

El inóculo que se utilizó (*Fusarium sp.*) fue proporcionado por el Dr. Mario E. Vázquez Badillo el cual fue incrementado para utilizarse en el presente trabajo. Posteriormente se realizó el filtrado tóxico de la forma que se describe a continuación; la cepa de *Fusarium sp.* contenida en una caja petri con medio de cultivo PDA, con un desarrollo abundante se desprendió con el uso de una espátula y posteriormente se colocó en un matraz que contenía agua, siguiendo con el procedimiento se utilizó un agitador magnético por 24 horas para una mejor homogeneización del inóculo en el agua y así obtuvimos el filtrado tóxico (no se realizó conteo de conidias).

Para llevar a cabo esta investigación requeríamos que el maíz tuviera un contenido de humedad donde el hongo se desarrolle favorablemente siendo esta de un 16 %, entonces agregamos agua al maíz calculando de la siguiente forma la cantidad requerida.

$$\text{Agua requerida} = \frac{(100 - 11.206\%)}{100 - 16\%} \times 500 \text{ grs.} = 28.535 \text{ ml de agua}$$

La cantidad de producto agroquímico utilizado fue la que se especifica en el envase de cada uno (captan 50ph, tiabendazol 60 y carbendazim 50), y las cantidades de yodo al 17% son del resultado de pruebas de campo hechas por la empresa Foresta fertilizantes, siendo la máxima de 1ml por litro de agua en aplicación foliar al cultivo de tomate.

Cuadro 3.1.- Tratamientos que se utilizaron y el contenido de humedad con el cual se realizo el experimento.

Dosis / 500 gramos de maíz				
No	tratamientos	1ª parte agua + F.T.	2ª parte ** agua + fungicida	C.H. %
1	Agua esterilizada	14.26ml *	14.26ml *	16.26
2	Agua est. + F.T.	12.76ml +1.5ml	14.26ml *	17.42
3	Agua est. + F.T. Tiabendazol 60 .25gr.	12.76ml +1.5ml	14.26ml + T	16.87
4	Agua est. + F.T. Carbendazi-m 50 ph 1.25 gr.	12.76ml +1.5ml	14.26ml + T	17.25
5	Agua est. + F.T. Captan 50 ph 1.25gr	12.76ml +1.5ml	14.26ml + T	16.79
6	Agua est. + F.T. Yodo 17% 2ml	12.76ml +1.5ml	12.26ml + T	16.96
7	Agua est. + F.T. Yodo 17% 1ml	12.76ml +1.5ml	13.26ml + T	17.18
8	Agua est. + F.T. Yodo 17% .5ml	12.76ml +1.5ml	13.76ml + T	16.87

*solo agua esterilizada, testigo absoluto

**se aplico después de transcurridas 24 horas guardado en el refrigerador.

F.T. = filtrado tóxico

T = tratamiento químico

C.H. %=contenido de humedad en porcentaje del maíz

Preparación del experimento

Para la preparación del presente trabajo, se hizo lo siguiente; describiéndolo en tres partes: la primera cuando se agrega el 50 por ciento de agua, continuando con el procedimiento el siguiente paso después de transcurridas 24 horas de guardo en el refrigerador, se aplico el tratamiento químico, resumiendo como se muestra en el cuadro 3.1. En la ultima parte se realizo la formación de 3 cámaras de humedad con el 85 % de humedad relativa. Partiendo del principio de donde existe agua con saturación de sales, en este caso cloruro de potasio, donde posteriormente guardamos las unidades experimentales. Para mencionar mas detalles del procedimiento diremos que.

Primera parte; se utilizaron 8 frascos con suficiente capacidad y tapadera a los cuales se les deposito 500 gramos de maíz, posteriormente se agrego la primera parte del experimento que fue el 50% de agua, mas el inoculo o filtrado tóxico (12.76 ml de agua + 1.5 ml F.T. excepto el T1 donde solo se aplico 14.26 ml agua esterilizada), después de agregar el agua a cada frasco se agito hasta que el maíz imbibiera el agregado en su totalidad, al terminar con todos los tratamientos, bien cerrados los frascos se guardaron en el refrigerador por 24 horas con el objetivo de tener una mejor homogenización de la humedad.

Segunda parte; se sacaron del refrigerador los frascos para agregar el otro 50 por ciento de agua faltante que contenía el tratamiento químico, excepto el T1 y T2

donde solo se aplico agua, al terminar se procedió de igual forma que en la primera parte.

Tercera parte; el siguiente paso fue preparar la cámara humedad con un contenido de humedad relativa de 85% la cual contenía 1.75 litros de agua y 1.0 kilogramo de cloruro de potasio cantidad necesaria para saturar, contenidas en un recipiente con capacidad suficiente, también utilizamos vasos de plástico perforados (para favorecer la ventilación dentro de estos vasos) para formar lo que se llama unidades experimentales, poniendo tres por tratamiento por cada uno de los periodos analizados (se utiliza una parrilla para evitar el contacto entre solución y tratamientos) los recipientes o cámaras fueron sellados herméticamente, estuvieron a temperatura ambiente, cada cámara fue abierta hasta el final de su periodo una a los 15, 30 y 45 días aquí incluimos el análisis que se hizo al inicio o a los 0 días; al termino de cada periodo se analizo lo siguiente de cada uno de los tratamientos:

Variables analizadas

Germinación estándar

Las pruebas de germinación estándar se realizaron basándose en reglas de ISTA (1996) con el método denominado entre papel (EP) que consiste en trazar líneas en una hoja de papel secante del centro hacia una orilla con separación de 2 cm. entre líneas. Después se cortaron tiras de masking colocándolo en la línea del centro del papel el cual sirve para sostener al maíz y evitar su movimiento, solo se utilizaron 25 semillas por papel colocadas con el embrión hacia arriba (quedando adheridas al masking) para después humedecer a saturación, colocando sobre esta hoja otra hoja humedad la cual cubre al maíz. Posteriormente se enrollan con mucho cuidado y se forman los llamados tacos que se sujetan con ligas en los extremos, marcando, el tratamiento, la repetición, se marca una flecha que indica que el embrión esta hacia abajo, se perforan bolsas de plástico en las esquinas para guardar los tacos que se hicieron siguiendo con el procedimiento se colocan las bolsas en

un soporte quedando parados los tacos con el embrión hacia abajo finalmente se guardan en una cámara con temperatura de 25 °C e iluminación de 8 horas diarias, se revisan diariamente los tratamientos para regar en caso de falta de humedad. A los 6 días después de su siembra se realiza el conteo plántulas normales, tomándose como el porcentaje de germinación estándar.

Longitud de plúmula.

Para determinar esta variable solo se utilizaron plantas normales observado en la prueba de germinación estándar, siendo que teníamos líneas trazadas horizontalmente con referencia a las plántulas. La lectura se tomaba únicamente entre dos líneas es decir la punta de la plúmula alcanzaba estar entre dos líneas y la lectura tomada solo podría ser de 3, 5, 7, 9, y 11 centímetros de longitud. Por cada tratamiento se sumaron las lecturas y se dividía entre el número de plantas utilizadas para así tener en promedio la longitud de plúmula expresado en centímetros (cm).

Peso seco.

Para la estimación de la variable peso seco, al igual que en la variable anterior solo utilizamos plantas normales, resultado de la prueba de germinación estándar, para determinar esta empezamos separando el mesócotilo (no se utilizó) y las raíces de cada planta junto con la plúmula, se guardan en bolsas de papel con perforaciones, marcando en cada bolsa el

tratamiento, la repetición, se introdujeron en una estufa a 64 °C por un tiempo de 24 horas. Transcurrido el tiempo se sacaron las bolsas para meterlas a un desecador para su enfriamiento (con el objetivo de evitar que se absorba humedad del ambiente), para determinar el peso seco primero se pesó la bolsa + plántula y después solo se pesó la bolsa para sacar la diferencia de peso el cual se divide entre el número de plantas utilizadas, finalmente se multiplica por 1000 para tener el resultado en miligramos por planta.

Porcentaje de control sobre *Fusarium sp.*

Para la determinación de este parámetro partimos de la obtención de un medio de cultivo PDA contenido en cajas petri, esterilizadas y llenadas con la asepsia que se exige, para evitar la presencia de organismos extraños que existen en el ambiente, sabiendo que *Fusarium* tienen un desarrollo muy bueno en el medio de cultivo PDA. La evaluación de los tratamientos se llevó a cabo de la siguiente forma;

Ya teniendo el medio de cultivo en las cajas petri, se metieron los tratamientos individualmente en hipoclorito de sodio al 3% por 3 minutos con el objetivo de eliminar agentes contaminantes del ambiente, utilizamos una campana de flujo laminar y con los actos acostumbrados a realizarse se procedió a sembrarse cada uno de los tratamientos por cada caja se colocaron 10 semillas de maíz dentro de estas para después tapar y sellar con cinta kleenpack etiquetando cada caja y al terminar la siembra de cada una de los

tratamientos se guardaron dentro de una estufa a 24 °C por 7 días. Al término de este tiempo se realizó el conteo de números de colonias de *Fusarium sp.* por caja.

Diseño estadístico

El experimento se analizó como un arreglo factorial con dos factores en un diseño completamente al azar con 3 repeticiones por tratamiento, esto fue realizado para las 4 variables (% de germinación estándar, longitud de plúmula, peso seco y porcentaje de control sobre *Fusarium sp.*). El primer factor, fue tiempo de almacenamiento en la cámara de humedad relativa al 85% (0, 15, 30 y 45 días de almacenamiento) el segundo factor se refiere a los tratamientos (de T1 hasta el T8). Los análisis de varianza se llevaron a cabo con un nivel de significancia α 0.05 y 0.01 las comparaciones de medias se realizaron mediante la prueba múltiple de DMS, con un nivel de significancia del 0.05.

El modelo lineal es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + A_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = valor observado

μ = media general

**A_i = efecto del tiempo de almacenamiento el i-esimo
tratamiento**

**B_j = efecto del tratamiento a semillas en el j-esimo
Tiempo de almacenamiento.**

A_{ij} = efecto del tiempo sobre los tratamientos

E_{ijk} = error experimental

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANVA) se realizó con el propósito de encontrar diferencias estadísticas, de los tratamientos así como de los periodos de almacenamiento y la interacción de estos dos factores, para las variables que se analizaron (germinación estándar, longitud de plúmula, peso seco y porcentaje de control sobre *Fusarium sp.*)

Germinación estándar

En el cuadro 4.1. Se presentan el análisis de varianza, proporcionando la F calculada así como, su significancia para la variable estudiada, porcentaje de germinación estándar de plántulas normales. En dicho cuadro se observan diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) para dicha variable, para el factor tratamiento, periodo y la interacción de estos dos factores. El coeficiente de variación obtenido en este experimento fue del 10.36%, dando confiabilidad a la investigación.

Cuadro 4.1. Análisis de varianza y su significancia para el porcentaje de germinación estándar, de plántulas normales.

FV	GL	SC	CM	F
Periodo	3	13897.5	4632.5	134.56**
Tratamiento	7	4069.5	581.3	16.88**
Interacción PXT	21	5687.1	270.8	7.86**
Error	64	2203.2	34.42	
Total	95	25857.4		

**= altamente significativo

Longitud de plúmula

En el cuadro 4.2. se presenta el análisis de varianza con el resultado F calculada, observando un nivel altamente significativo ($\alpha=0.01$) para el factor; tratamientos, periodo y la interacción, que existe entre estos, para la variable longitud de plúmula (cm) de plántulas normales. Teniendo como resultado del coeficiente de variación. un 11.21% siendo confiable.

Cuadro 4.2. Análisis de varianza y su significancia para Longitud de plúmula de plantulas normales.

FV	GL	SC	CM	F
Periodo	3	84.6	28.2	99.88**
Tratamiento	7	35.6	5.0	18.0**
Interacción PXT	21	22.5	1.0	3.7**
Error	64	18.0	0.28	
Total	95	160.8		

**= altamente significativo

Peso seco

En el cuadro 4.3. se presentan los cuadrados medios y la F calculada, así como su nivel de significancia para la variable estudiada peso seco (mg/pt.). en dicho cuadro se observan diferencias altamente significativas para el factor; periodo y

tratamientos, encontrándose diferencias significativas ($\alpha=0.05$) para la interacción entre factores. El coeficiente de variación encontrado fue del 18.4 % siendo confiable para la investigación.

Cuadro 4.3 Análisis de varianza y su significancia para peso seco en mg/pt.

FV	GL	SC	CM	F
Periodo	3	1295.0	431.6	17.1**
Tratamiento	7	2180.4	311.4	12.4**
Interacción PXT	21	998.7	47.5	1.8*
Error	64	1606.4	25.1	
Total	95	6080.7		

*, **, = significativo al 5 y 1 por ciento de nivel de significancia respectivamente.

Porcentaje de control sobre *Fusarium* sp.

En el cuadro 4.4. se presentan los cuadrados medios y la F calculada que dio como resultado en la variable Porcentaje de control sobre *Fusarium* sp. en el cuadro se observan para el factor periodo diferencias significativas ($\alpha=0.05$) y para el factor tratamientos diferencias altamente significativas ($\alpha=0.01$) encontrando que la interacción entre factores resulto no significativo. Dando como coeficiente de variación un 9.44% siendo bueno para el experimento

Cuadro 4.4. Análisis de varianza y su significancia para la variable porcentaje de control sobre *Fusarium* sp.

FV	GL	SC	CM	F
Periodo	3	499.0	166.3	2.7*
Tratamiento	7	4535.0	647.8	10.7**

Interacción PXT	21	1611.7	76.7	1.27NS
	64	3863.8	60.3	
Total	95	10509.6		

*, **, = significativo al 5 y 1 por ciento de nivel de significancia respectivamente.
NS = No significativo.

Comparación de medias.

La comparación de medias que se realizó fue la prueba múltiple de DMS, con un nivel de significancia de α 0.05, con el objetivo de determinar las diferencias estadísticamente de cada uno de los tratamientos utilizados, de los factores así como la interacción entre estos.

Germinación estándar

En el cuadro 4.5. se muestra como el porcentaje de germinación estándar en plántulas normales fue disminuyendo en forma gradual, decreciente en base al tiempo analizado (figura A.1), tomando en cuenta que el maíz estuvo almacenado a un contenido de humedad alto, por naturaleza el % de germinación estándar disminuye, lo que concuerda con lo mencionado por Jeffs (1986).

Analizando el factor tratamiento refleja en el cuadro 4.6. observamos una respuesta diferente en base al tratamiento químico, así como los dos testigos en estudio comportamiento en la figura A.2. para el tratamiento convencional con captan, carbendazi-m, y tiabendazol (T5, T4 Y T3) respectivamente, fueron los que dieron un mejor resultado, seguido de los tratamientos con yodo T7 Y T6, resultando

el T7 como aceptable para el tratamiento al maíz resultando ser mejor que los testigos utilizados. Observamos al T1, T8 y T2 iguales estadísticamente, presentado el tratamiento T2 como el que presento el mas bajo porcentaje de germinación estándar a los 45 días, pues este fue inoculado con el filtrado tóxico que contiene a *Fusarium sp.* para tomar en cuenta los efectos que causa el hongo, al no ser tratado con fungicida.

En la interacción entre el periodo de almacenamiento y los tratamientos observados en el cuadro 4.7. primero en el primer periodo, el que presento un menor % de germinación estándar, fue el T6 siendo el que tenia una mayor concentración de yodo y los demás se comportaron estadísticamente iguales, el segundo periodo fue similar al periodo uno, en el período tres, aquí observamos tres grupos relacionados: Los T5 y T3 como los que funcionaron mejor y los T4, T6 y T7 como regulares y por ultimo los T8, T1 y T2, resultando ser los mas afectados por el hongo. Para el cuarto periodo visualizamos que el % de germinación estándar a disminuido considerablemente, si tomamos en cuenta el rango de disminución entre el mejor tratamiento y el testigo (T2), durante el periodo 4 y 3 seria de 41.52 y 27.17 respectivamente aquí hace presencia la importancia del tratamiento químico ya sea convencional o la nueva alternativa que es la utilización del yodo para proteger al maíz del hongo *Fusarium sp.* , tomando en cuenta que el patógeno se

encuentra fuera y dentro de la semilla de maíz. El comportamiento del % de germinación estándar se observa en la Figura A.3.

Cuadro 4.5. Comparación de medias de los diferentes periodos con referencia al porcentaje de germinación estándar de plantulas normales de los tratamientos.

Periodo	Media
1	70.46 A
2	64.87 B
3	51.83 C
4	39.40 D

Cuadro 4.6. Comparación de medias de los tratamientos de la fuente porcentaje de germinación estándar dentro de los periodos analizados.

Tratamiento	Media
5	67.46 A
4	63.42 AB
3	60.35 AB
7	59.56 BC
6	52.14 CD
1	51.53 D
8	49.98 D
2	48.69 D

Cuadro 4.7. Comparación de medias para la variable porcentaje de germinación estándar en plántulas normales realizada en los 4 períodos estudiados de los 8 tratamientos.

		Periodo		
tratamiento	1	2	3	4
1	77.76 A	68.72 AB	40.63 B	19.02 D
2	76.66 AB	62.31 AB	38.11 B *	17.69 D *

3	67.81 AB	68.38 AB	65.21 A	39.99 BC
4	79.39 A *	68.08 AB	55.25 AB	50.94 AB
5	72.29 AB	73.05 A *	65.28 A *	59.21 A *
6	59.08 B *	53.55 B *	49.91 AB	46.00 AB
7	65.02 AB	62.45 AB	54.85 AB	55.94 AB
8	65.72 AB	62.38 AB	45.38 B	26.42 CD

* valor mas alto y valor mas bajo

Longitud de plúmula.

En el cuadro 4.8. observamos el comportamiento del desarrollo de plántulas, tomado como longitud de plúmula, en los cuatro periodos, considerándose un comportamiento normal pues el crecimiento disminuye a través del tiempo almacenado, figura A.4.

El efecto posible que puede originar el tratamiento químico esta reflejado en esta variable. En el cuadro 4.9. describe el comportamiento de los tratamientos representados de esta forma; T5, T3, T1 y T4 (tratamiento convencional y testigo sin inocular), resultaron ser los mejores e igual estadísticamente, los T2, T8 y T7 resultaron ser similares, notando que los dos últimos son tratamientos con yodo, provocando un menor desarrollo en longitud de plúmula, siendo el mas afectado el T6 tratamiento con una mayor concentración de yodo, queda pendiente analizar que tejido afecta o inhibe su desarrollo este elemento, refleja notoriamente su efecto que a mayor concentración menor desarrollo y a menor concentración mayor desarrollo Figura A.5.

Dentro de la interacción que hay entre el periodo y los tratamientos, los observamos en el cuadro 4.10. En el primer periodo los tratamientos con funguicidas convencionales y los dos testigos resultaron ser similares en longitud de plúmula, notamos que el T8, T7 y T6, son los que presentan un menor desarrollo de esta variable, el periodo 2 es igual comportamiento al periodo 1, para el periodo 3 estadísticamente no reflejo ninguna diferencia, reafirmando un igual comportamiento de T8, T7 y T6, que resultaron tener un menor desarrollo respectivamente en longitud de plúmula. Hasta el cuarto período tuvimos un comportamiento diferente de los tratamientos, los T5, T4 y T3 como los mejores, seguidos de los T7, T8 y T6, resultaron ser mejores que los testigos el T1 y T2 como se muestra en la figura A.6.

Cuadro 4.8. Comparación de medias para el factor periodo analizado dentro de los tratamientos de la variable longitud de plúmula estimado en centímetros.

Periodo	Media
1	6.07 A
2	5.07 B
3	4.24 C
4	3.56 D

Cuadro 4.10. Comparación de medias para el factor tratamientos dentro de los 4 periodos de la fuente longitud de plúmula.

Tratamiento	media
5	5.69 A
3	5.17 A
1	5.17 A
4	5.14 A
2	4.54 B

8	4.30 BC
7	4.04 BC
6	3.84 C

Cuadró 4.10. Comparación de medias para la fuente longitud de plúmula originada de los tratamientos en los periodos estudiados.

	Periodo			
Tratamiento	1	2	3	4
1	7.15 AB	6.21 A *	4.64 A	2.66 BC
2	6.09 BC	5.08 ABC	4.48 A	2.51 C *
3	6.61 ABC	5.49 A	4.69 A	3.88 A
4	6.67 AB	5.38 AB	4.13 A	4.38 A
5	7.47 A *	6.14 A	4.71 A *	4.44 A *
6	4.55 D *	3.83 D *	3.63 A	3.36 ABC
7	4.60 D	4.16 CD	3.68 A *	3.71 AB
8	5.47 CD	4.24 BCD	3.93 A	3.56 ABC

* valor mas alto y valor mas bajo

Peso seco mg/pt.

En el cuadro 4.11. observamos el comportamiento normal de peso seco mg/pt. En los cuatro periodos con el paso del tiempo el maíz fue perdiendo peso considerablemente Figura A.7. cabe mencionar que del % de germinación estándar

de plántulas normales nos origino estas dos variables, longitud de plúmula y peso seco mg/pt. resultando ser una curva similar para las 3 variables analizadas.

En la comparación de medias cuadro 4.12. para los tratamientos en peso seco mg/pt. (por cada tratamiento el numero de plantas que se utilizo fue diferente), tenemos como mejor tratamiento al T5, que fue el fungicida captan, seguido del T2, testigo inoculado con *Fusarium sp.* Aclarando que este tratamiento es donde se obtuvo un menor numero de plantas normales para esta variable. En los T1, T4, T6, T3 y T8, resultaron ser iguales estadísticamente, y por ultimo el T7 tratamiento con yodo, resulto ser el que más afecto a esta variable, como se muestra en la figura A.8.

En la interacción entre factores resulto ser de muy poca diferencia al menos estadísticamente cuadro 4.13. observamos en el primer periodo que se divide en dos partes; los T5 y T2 como los que tuvieron un mejor peso seco mg/pt. Seguido de los de los otros tratamientos comportándose igual estadísticamente igual. En el segundo periodo podemos agruparlo en tres grupos; primero los T5 y T1 como buenos y los T2, T3, T4, T6, y T8, como regulares en peso seco mg/pt. Teniendo como el peor tratamiento T7 donde tuvimos menor valor de la variable. Para el periodo 3 solo mencionaremos que el comportamiento es similar en agrupación estadísticamente igual al periodo uno, y por ultimo para el cuarto periodo al menos estadísticamente no presenta diferencias entre tratamientos figura A.9.

Cuadro 4.11. Comparación de medias para el factor período dentro de los 8 tratamientos de la variable peso seco mg/pt.

Periodo	Media
---------	-------

1	33.14 A
2	27.42 B
3	24.30 B
4	24.00 B

Cuadro 4.12. Comparación de medias para el factor tratamientos dentro de los 4 periodos analizados de la variable peso seco mg/pt.

tratamiento	media
5	38.7 A
2	29.51 B
1	26.51 BC
4	25.50 BC
6	25.29 BC
3	25.29 BC
8	25.15 BC
7	21.79 C

Cuadro 4.13. Comparación de medias durante los 4 periodos de los 8 tratamientos de la variable peso seco en mg/pt.

	Periodo			
tratamiento	1	2	3	4
1	30.03 B	32.50 AB	23.69 B	19.81 A *
2	43.41 A	27.61 BC	25.25 AB	21.75 A
3	26.52 B	25.11 BC	23.83 B	25.68 A
4	28.68 B	24.47 BC	21.28 B	27.57 A
5	48.23A *	41.67 A *	35.44 A *	29.46 A *
6	32.52 B	24.38 BC	19.25 B *	25.00 A
7	24.00 B *	21.35 C *	20.22 B	21.61 A
8	31.74 B	22.29 BC	23.05 B	23.53 A

* valor mas alto y valor mas bajo

Porcentaje de control sobre *Fusarium sp.*

En el cuadro 4.14. se observa el comportamiento del porcentaje de control sobre *Fusarium sp.* Ejercido por los tratamientos en los periodos, aquí tenemos que en el periodo 2 los tratamientos ejercieron un mejor control sobre el hongo, en el periodo 1 presenta una respuesta menor en el control del patógeno, así igualmente en el periodo 4 y 3 resulto ser en donde los tratamientos bajaron su efectividad en el control del hongo respectivamente. Figura A.10.

En la comparación de medias para los tratamientos, en el porcentaje de control sobre *Fusarium sp.* observamos en el cuadro 4.15. lo siguiente; el tratamiento T4 resulto ser el que controlo mejor al hongo *Fusarium sp.* En un 90% siendo igual a 100%, seguido de los T3, T5, T7 y T6, siendo igual al menos estadísticamente aquí es donde daremos importancia a los tratamientos con yodo pues resultaron ser igual a dos de los fungicidas convencionales y mejor que los testigos, también incluimos el T8, finalmente tenemos los testigos T1 y T2 que son la base del experimento pues aquí tuvimos un mayor numero de colonias formadas por el hongo *Fusarium sp.* Recordando que en el T2 realizamos inoculación del hongo en maíz, aquí se presento el mayor numero de colonias formadas por el hongo. En la figura A.11. se muestra el comportamiento de los tratamientos en promedio.

También se refleja en el cuadro 4.16. como el factor periodo no efectuó cambios en los tratamientos es decir no hubo interacción entre factores como se hace la comparación en la figura A.12.

Cuadro 4.14. Comparación de medias de los periodos resultado de los tratamientos del porcentaje de control de *Fusarium sp.*

Periodo	Media
2	85.59 A
1	82.89 AB
4	81.44 AB
3	79.31 B

Cuadro 4.15. Comparación de medias de los tratamientos dentro de los 4 periodos analizados para el porcentaje de control de *Fusarium sp.*

tratamiento	media
4	90.00 A
3	87.38 AB
5	86.77 AB
7	85.85 AB
6	85.48 AB
8	80.62 B
1	71.70 C
2	70.68 C

Cuadro 4.16. Resultados del porcentaje de control sobre *Fusarium sp.* De los tratamientos durante los 4 periodos.

	Periodo			
Tratamiento	1	2	3	4
1	74.14	76.96 *	60.52 *	70.50 *
2	62.30 *	83.85	65.00	72.40
3	90	90	85.69	83.85
4	90 *	90 *	90 *	90 *
5	90	90	81.38	85.69

6	85.39	90	82.40	85.69
7	74.14	90	90	85.69
8	85.39	83.85	79.54	77.70

* valor mas alto y valor mas bajo

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos que planteamos al inicio de nuestro trabajo podemos decir que:

1. El yodo que utilizamos en este experimento para el control de *Fusarium sp.* puede ser considerado como una nueva alternativa de control para este tipo de problema, ya que se comprobó que si es efectivo.
2. El % germinación estándar no resulto afectado por el yodo
3. El crecimiento en longitud de plúmula nos muestra como la planta tiene un crecimiento mas lento cuando hay una mayor concentración de yodo.
4. El efecto en la acumulación de materia o peso seco no se encontró efectos negativos, pues se determino que el yodo resulta ser igual a los fungicidas como; Tiabendazol y Carbendazi-m.

LITERATURA CITADA

- Alexopoulos, C. J., C. W. Mims, and Blackwelly M. 1996. Introductory Mycology John Wiley & Sons. Fourth Edition 869 p.
- Bateman, G. L., H. Ehle and H.A.H. Wallace. 1986. Fungicide treatment of cereal. In: Jeffs, K.A. (De). Seed treatment 2 de. rothamsted experimental Station Great Britain. 83-137 p.
- Brown, L.T. 1998. Química. La ciencia central, 7a. Ed. Prentice may. Mexico. 245:817,818.
- Cepeda, S. M. 1986. Evaluación del vanodine para el control del nematodo *Ditylenchus dipsaci* in Vitro. Parasitología agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Choppin R. G. 1978. Química. Publicaciones culturales S.A. México, D. F. 153-155p. Corporación de biotecnología aplicada. Productos orgánicos iodine soluciones naturales. Ultradine A y B fungicidas y desinfectante tests. España. <http://www.ctv.es/cleanworldhipania/iodines.htm>
- Crozier, D. R. 2000. De la industria del yodo. Chile. 1815-1915p.
- Daniels, B. A. 1983. Elimination of *Fusarium moniliforme* from corn seed. Plant Disease. USA. 67:609-611.
- Deacon, J. W. 1988. Introducción a la Micología Moderna. Editores Noriega. Editorial Limusa. 350 p.

- Delgado, L. E. 1990. Evaluación de la técnica de inoculación in Vitro e invernadero de progenitores híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para determinar tolerancia a *Fusarium moniliforme*. Tesis de licenciatura. UAAAN. 55 p.
- Dodd, J. L. 1980. Grain Sink size and predisposition of *Zea mays* to stal rot. *Phytopathology*. 70:534-535.
- Fallon, R. E. 1982. Fungicide seed treatment of maize to improve establishment and control seedling pathogens. *New Zealand Journal*. 10:197-202
- Futrell, M.C. 1972. New concept in chemical seed treatment of agronomic crops. *J. Enviro quality*. USA. 1(3):240-243
- Gustafson, I. 1993. Kodiak biological fungicide. Technical bulletin. Paso Texas. USA. 1-8 p.
- Harper, A.H., V.W. Rodwell y P.A. Mayes. 1980. Manual de química fisiológica, séptima ed. Editorial, El manual moderno, S.A. Mexico. 562-563:650 p.
- International seed testing association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. *seed sci. and technol*. The Netherlands. 13(2):301-519 p.
- Jeffs, K. A. 1986. Seed treatment. 2 ed. The British crop protection council. England. 332 p.
- McGee, D.C. 1988. Maize diseases, the American Phytopathological Society. USA. 13-15 p.
- Mendoza, C.M. 1990. fungicidas sistémicos y su modo de acción. Departamento de parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Mexico.

- Mendoza, Z. C. y Pinto, C. B. 1985. Principios de Fitopatología y Enfermedades Causadas por Hongos. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola 310 p.
- Moreno, M.E., J. Ramírez G., M. Mendoza y G. Valencia. 1982. Efecto de fungicidas sobre la conservación de semilla de maíz previamente invadida por hongos de bovedaje. Turrialba. 32(2): 97-101.
- Moreno, E.M. 1993. Tratamiento químico de las semillas para el combate de los hongos. Instituto biológico. UNAM. México. 68 p.
- Ramírez, G. J. Y E. Moreno M. 1982. Aplicación en húmedo y en seco de fungicidas en la conservación de semilla de maíz almacenada. Boletín de la sociedad Mexicana de micología. 17: 67-70.
- Roberts, D. A. y C. W. Boothroy. 1978. Fundamentos de patología vegetal. Ed. Acribia. 392.
- Romero, C. S. 1996. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. 361 p.
- Pfizer, S. A. DE C.V. división agrícola. Vanodine. Nuevo y enérgico Bactericida, Viricida y Funguicida.
- Trenholm, H. L., D. B. Orelusky., J.C. Young and J.D. Miller. 1990. la producción de micotoxinas en alimentos para animales. Publicación No. 1827 de agricultura de Canadá. 48p.
- Ullustrup, A.S. 1977. Diseases of corn, in: Corn and corn improvement (De) G.F. Sprague. Amer. Soc. Agron. USA. 391-500 p.

APENDICE

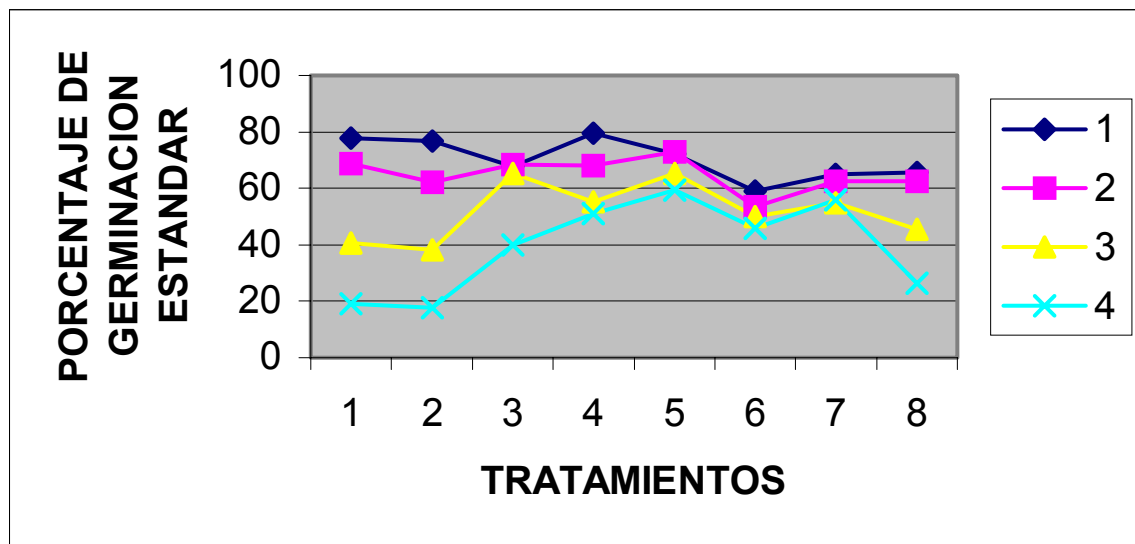


Figura A.3. Comportamiento de los tratamientos durante los cuatro periodos en el porcentaje de germinación estándar de plantulas normales

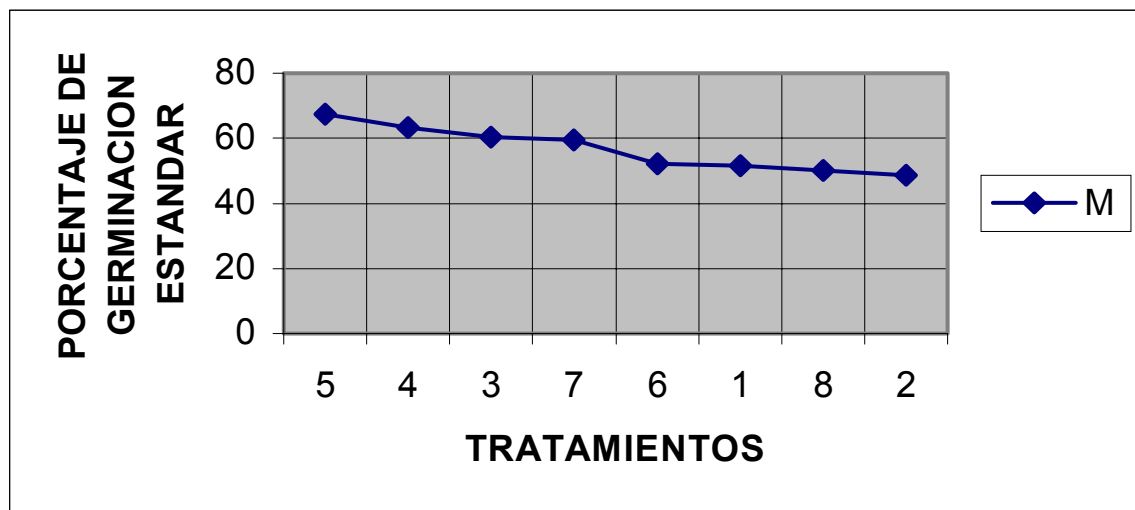


Figura A.2. Comportamiento en promedio de los tratamientos durante los cuatro periodos en plántulas normales del porcentaje de germinación estándar

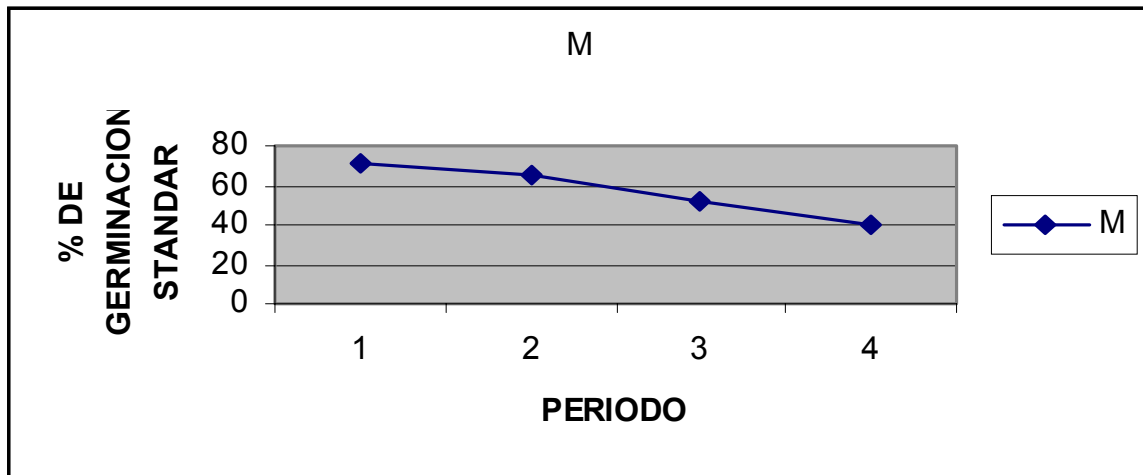


Figura A.1. Comportamiento en promedio de los periodos basándose en los tratamientos del % de germinación estándar de plántulas normales.

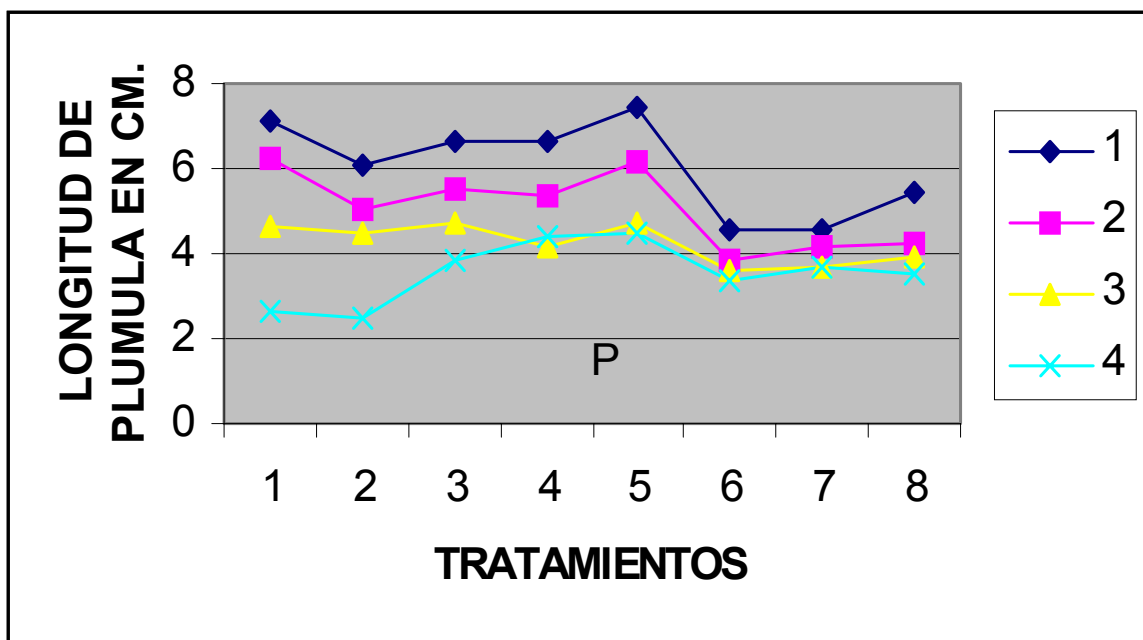


Figura A.6. Comportamiento medio de los tratamientos durante los cuatro periodos en la longitud de plúmula en cm.

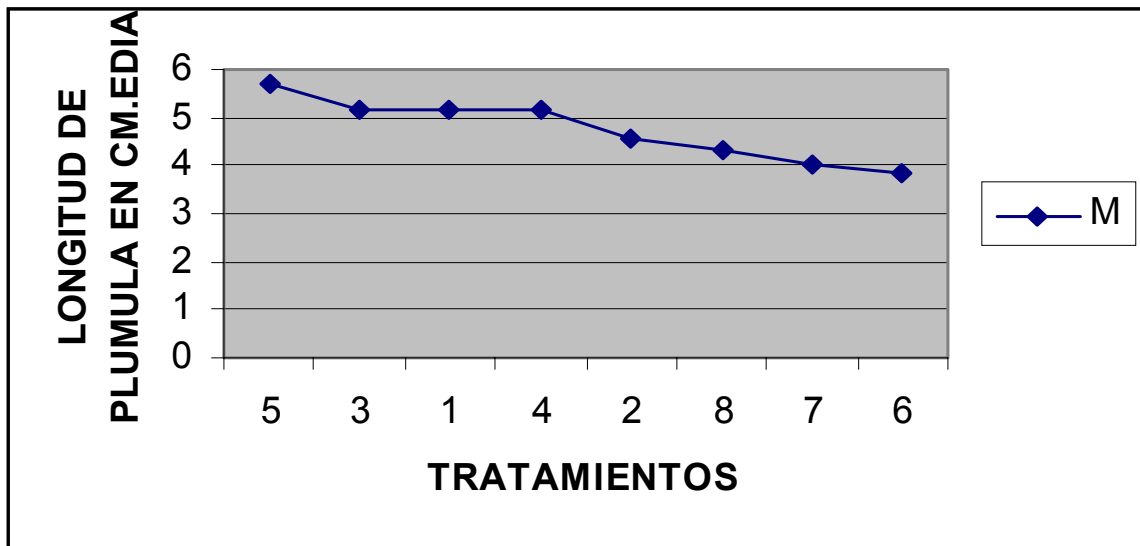


Figura A.5. Comportamiento general de los tratamientos durante los cuatro periodos en longitud de plúmula medida en cm.

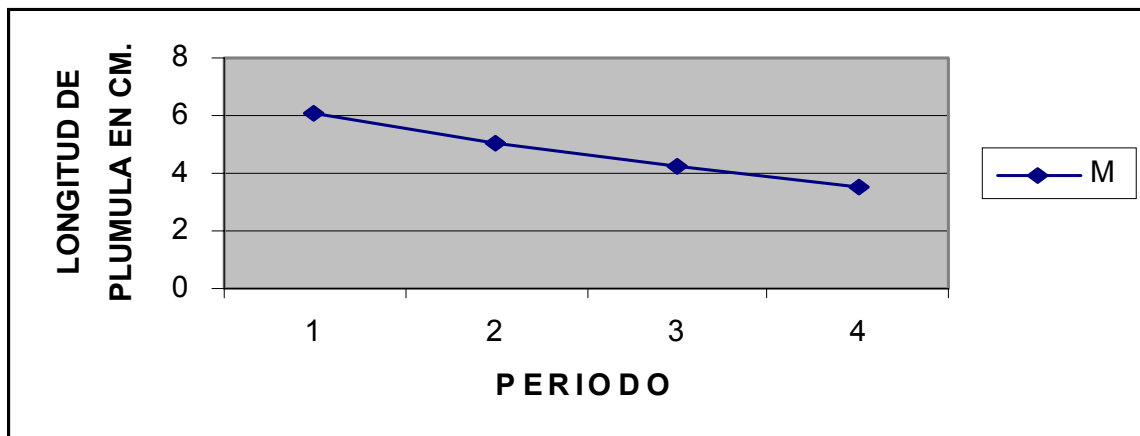


Figura A.4. Comportamiento de los periodos resultado de los tratamientos en general de la medición de longitud de plúmula (cm.)

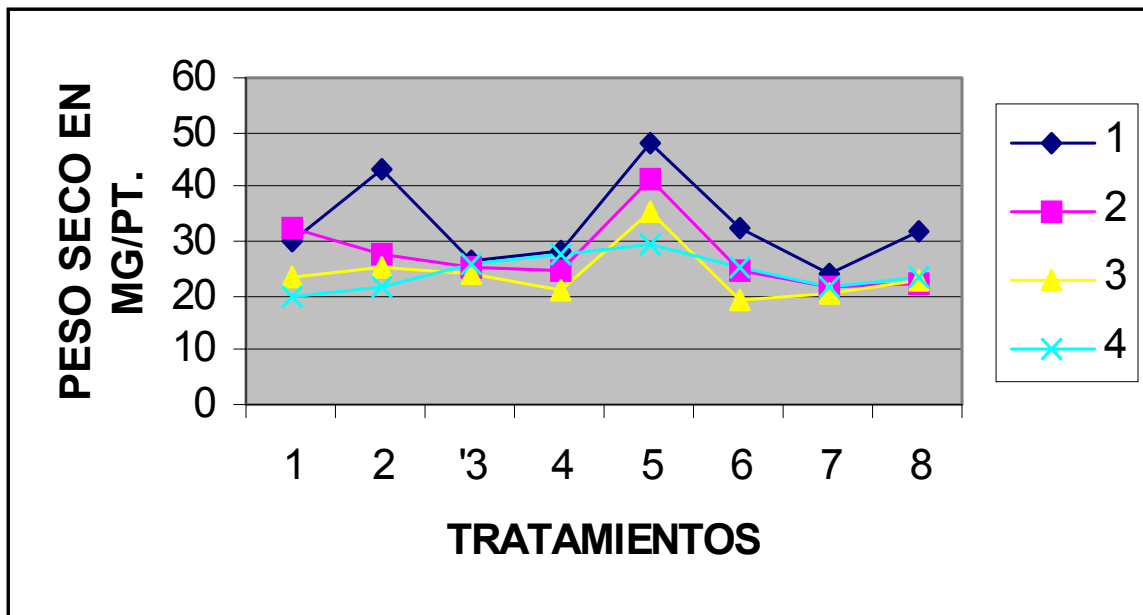


Figura A.9. Comportamiento medio de los tratamientos durante los periodos analizados de la variable peso seco en mg/pt.

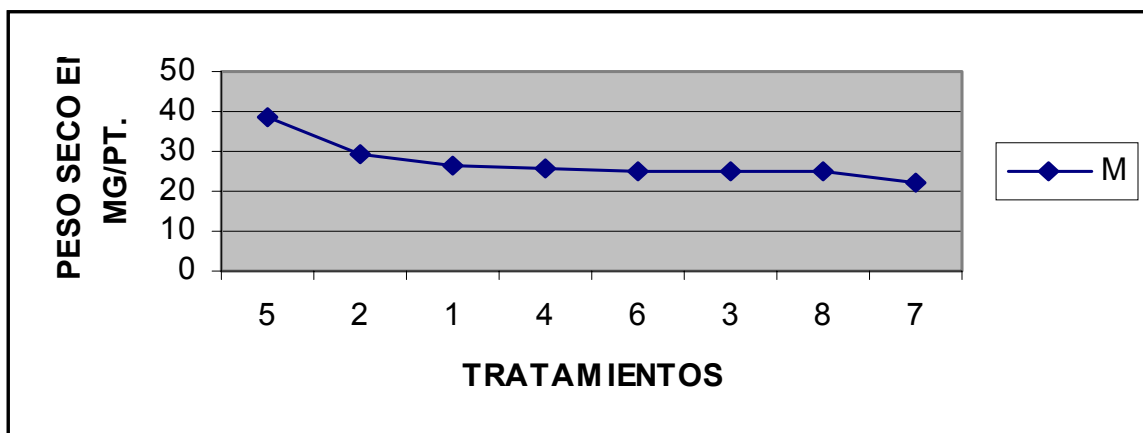


Figura A.8. Comportamiento medio de los tratamientos analizados en base a la variable peso seco en mg/pt.

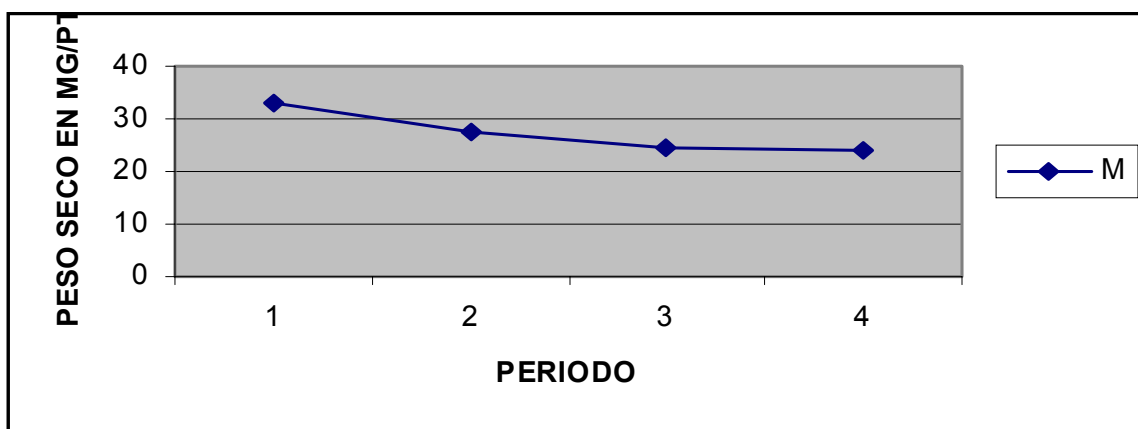


Figura A.7. Comportamiento general de los tratamientos dentro de los periodos analizados de la variable peso seco en mg/pt.

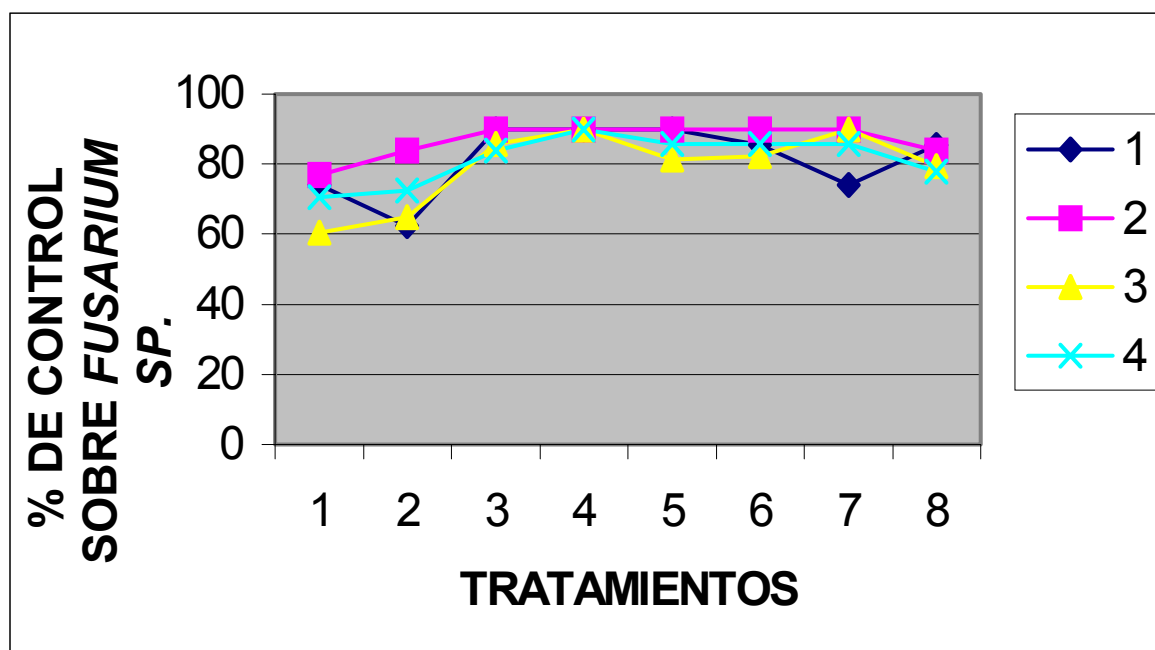


Figura A.12. Comportamiento del porcentaje de control sobre *Fusarium sp.* de los tratamientos durante los periodos estudiados.

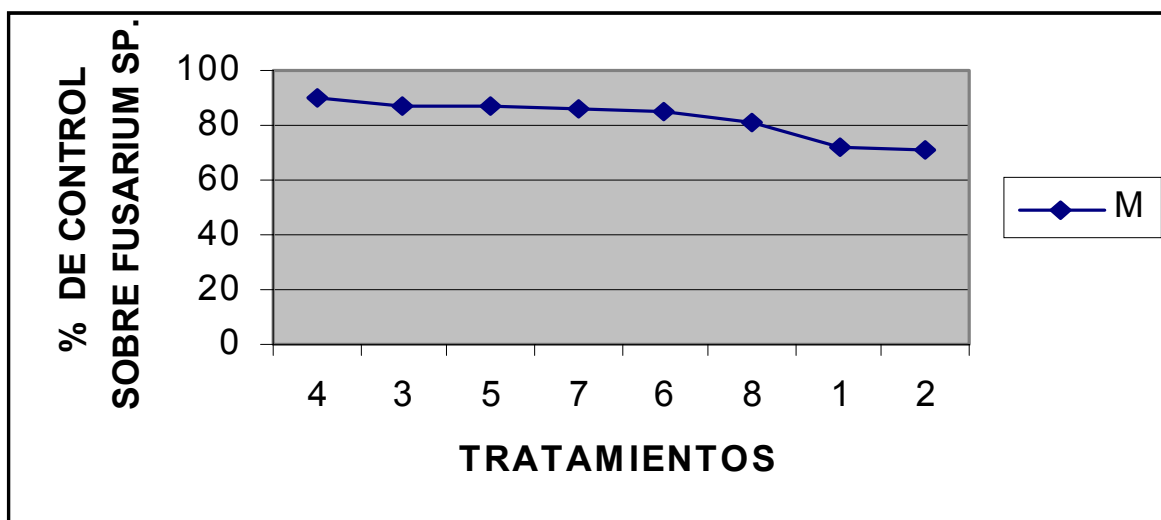


Figura A.11. Comportamiento medio de los tratamientos en función del porcentaje de control sobre *Fusarium sp.*

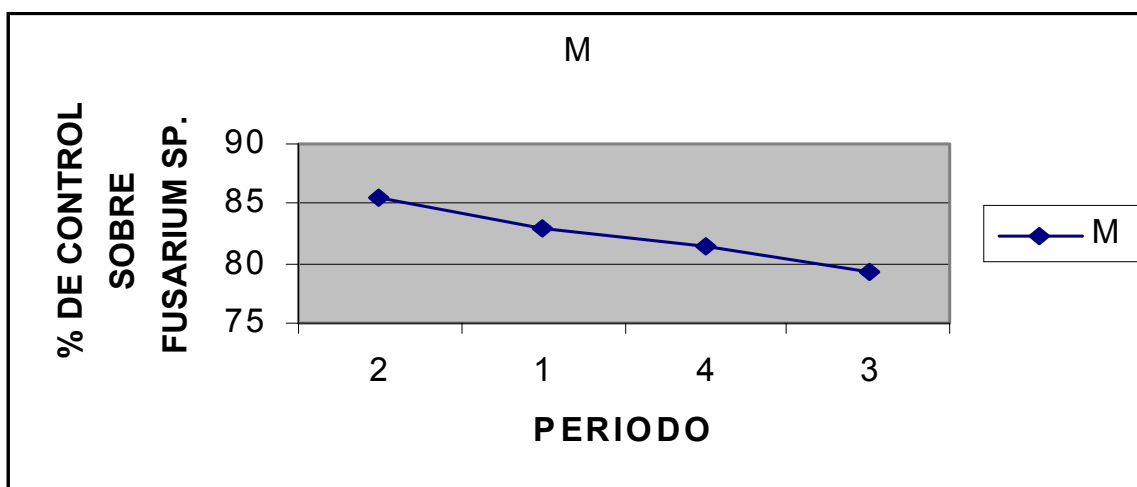


Figura A.10. Comportamiento medio de los periodos en general de los tratamientos de la variable porcentaje de control sobre *Fusarium sp.*