

**CONTROL DE HONGOS FITOPATÓGENOS CON EXTRACTOS
DE GOBERNADORA (*Larrea tridentata*), EN SEMILLAS DE MAIZ
Y TRIGO ALMACENADAS**

ZURIVEY DIAZ CORTES

TESIS

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN TECNOLOGIA
DE GRANOS Y SEMILLAS**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2007.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**CONTROL DE HONGOS FITOPATOGENOS CON EXTRACTO DE
GOBERNADORA (*Larrea tridentata*), EN SEMILLAS DE MAÍZ Y
TRIGO ALMACENADAS**

TESIS

POR

ZURIVEY DIAZ CORTES

**Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesoría y
Aprobada como requisito parcial, para obtener el grado de:**

**MAESTRO
EN TECNOLOGÍA DE GRANOS Y SEMILLAS**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal:

MC. Federico Facio Parra

Asesor:

Asesor:

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

M.C. Abiel Sánchez Arizpe

Asesor:

Asesor:

Dr. R. Hugo Lira Saldivar

Dra. Leila M. Vázquez Siller

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Junio de 2007

AGRADECIMIENTOS

Al **CONACYT**, por su apoyo brindado en esta maestría ya que sin el no hubiera sido posible terminar esta maestría.

Al **Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas (CCDTS)** y a la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN)**, por permitirme estudiar en tan gran **Alma Mater**, abriendo una vez mas sus puertas para superarme, siendo fundamentales en mi formación.

Al **MC. Federico Facio Parra**, por su gran colaboración siendo parte esencial en esta investigación para llevarla hasta su fin, así como la amistad y consejos brindados tanto en lo personal como en lo profesional.

Al **Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo** por sus conocimientos transmitidos así como por su paciencia y ayuda en esta investigación.

Al **Dr. Hugo Lira** por su apoyo incondicional en este trabajo, cuyas aportaciones fueron de gran ayuda.

Al **Dr. Abiel Sánchez Arizpe** por sus aportaciones las cuales fueron la base para iniciar este proyecto.

A la **Dr. Leila M. Vázquez Siller**, por sus aportaciones a lo largo de esta investigación para mejorarla.

A la **TLQ Sandra López Betancourt** por su amistad y apoyo brindado en el laboratorio de semillas.

A la **Mc. Alejandra Torres Tapia** por su amistad y apoyo brindado en la maestría.

A la **TLQ Cristina Sánchez** por su gran apoyo, amistad y consejos tanto en lo profesional como en lo personal.

DEDICATORIA

A **DIOS** por el simple hecho de vivir, el cual siempre ha estado a mi lado dándome salud, fortaleza y sabiduría para llegar hasta el final de este período en mi vida.

A mis **padres**:

Régulo Díaz

Y

Migue Cortés

Quien con su paciencia, amor, sabiduría y empeño han sabido guiar mis pasos, para ser una persona de bien, dándome lo mejor de sí, así mismo por su enorme cariño ya que siempre me tiene presente en sus oraciones, siendo la pauta esencial en mi formación como persona y como profesional, este triunfo no es tan solo mío sino de ustedes gracias, los **AMO**.

A mis hermanos **Ivar, Yuyen, Yaris y Yoyin**, quienes han sido una luz en mi camino para seguir luchando por mis ideales, así mismo por el apoyo brindado y por compartir alegrías y tristezas juntos, gracias. Los **Quiero Mucho**.

A **Angel** por tu paciencia y amistad así como tu cariño y apoyo brindado, en todo momento en esta etapa, gracias por ser parte de mi vida, te **Quiero Mucho**.

A mis compañeros de generación, por compartir momentos agradables, en estos dos años de formación personal.

COMPENDIO

CONTROL DE HONGOS FITOPATÓGENOS CON EXTRACTOS DE GOBERNADORA (*Larrea tridentata*) EN SEMILLAS DE MAIZ Y TRIGO ALMACENADAS

POR

ZURIVEY DIAZ CORTES

**MAESTRÍA EN TECNOLOGIA
DE GRANOS Y SEMILLAS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGARIA ANTONIO NARRO

BUENVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, JUNIO DEL 2007

Mc. FEDERICO FACIO PARRA. – ASESOR –

Palabras claves: Maíz, Trigo, *Larrea tridentata*, extractos orgánicos, control de hongos, *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus* y *Aspergillus ochraceus*.

Esta investigación se realizó con el objetivo de conocer los efectos del extracto de gobernadora (*L.tridentata*) y adherentes para el control de *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus ochraceus*, a través del tiempo, en

semillas de maíz y trigo, así como determinar el efecto en su calidad fisiológica. El trabajo se llevó a cabo en tres etapas; en la primera se analizó el efecto de los adherentes en la formación de aglomerados de semillas. Una segunda etapa consistió en determinar el efecto antifúngico del extracto de gobernadora, seleccionando tres dosis como tratamientos. La tercera etapa consistió en probar dichos tratamientos.

Se trató a la semilla de maíz (H-446) y trigo (AN-239-99) con extracto de gobernadora sola y con dos adherentes, goma arábiga y yuca (*Yucca schidigera*) en dosis de 4000, 6000 y 8000 ppm respectivamente, para ver el efecto protector de los tratamientos a las semilla de maíz y trigo, e inhibir el desarrollo de los hongos: *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus* y *Aspergillus ochraceus*. Se utilizó como testigo convencional la aplicación del fungicida sintético tiabendazol y una sin tratamiento. La semilla fue almacenada por 180 días bajo condiciones no controladas de humedad relativa con una temperatura de 25°C. Se realizaron muestreos en la semilla cada 30 días para evaluar el efecto inhibitorio de el desarrollo de los hongos, en un medio de malta sal agar (MSA). Respecto a calidad fisiológica de las semillas, se analizaron las siguientes variables: germinación estándar, longitud media de plúmula, longitud media de radícula y peso seco, siendo los muestreos cada 45 días en este último caso. Se utilizó un análisis completamente al azar con arreglo trifactorial, con 528 unidades experimentales para sanidad y 360 unidades experimentales en calidad fisiológica, considerando a los muestreos como (A), tratamientos (B) y dosis (C).

Se encontró que el mejor tratamiento orgánico fue el extracto de gobernadora sin adherente para inhibir el crecimiento de *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus* en la dosis 4000 ppm y para el hongo *Aspergillus ochraceus* en la dosis de 6000 ppm en semillas de maíz. Sin embargo en trigo, el efecto inhibitorio de la gobernadora sin adherente solo se observó para *Aspergillus flavus* con 8000 ppm, y para *F. moniliforme* la gobernadora + goma arábica con 8000 ppm, sin embargo, para *A. Ochraceus* no hubo diferencias significativas. En las pruebas de calidad fisiológica los mejores tratamientos fueron la gobernadora + goma arábica en maíz, y gobernadora + yuccah para el caso de trigo, quienes mostraron un efecto protector sobre las semillas en un período de 90 días de almacenamiento, manteniendo un porcentaje de germinación arriba del 85 por ciento en ambos cultivos. El tratamiento convencional, realizó mejor efecto protector que los tratamientos orgánicos antes mencionados en las semillas de trigo y maíz, en los tres hongos inoculados. sin embargo, en la calidad fisiológica fue quien mostró un menor porcentaje en germinación por debajo del 80 por ciento, en todo el periodo del almacenamiento. Se observó que a mayor tiempo de almacenamiento, menor porcentaje de inhibición de los hongos.

ABSTRACT

**CONTROL OF FUNGI FITOPATOGENS UIT EXTRACT OF GOBERNADORA
(*Larrea tridentata*) IN SEED OF CORN AND STORED WHEAT**

BY

ZURIVEY DIAZ CORTES

**MASTER IN TECHNOLOGY
SEED AND GRAINS**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGARIA ANTONIO NARRO

BUENVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO, JUNE 2007

Mc. FEDERICO FACIO PARRA. – ADVISOR –

Key words: Maize, wheat, *Larrea tridentata*, organic extracts, fungi control, *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus* and *Aspergillus ochraceus*.

The objective of this research was to evaluate the effects of the use of gobernadora (*Larrea tridentata*) extracts mixed with adherents to control storage fungi such as *Fusariumm moniliforme*, *Aspergillus flavus* and *Aspergillus ochraceus* on storage maize and wheat seed. This evaluation was done in

samples from surveys on the storage seed made during a 180 days period, in which physiological seed physiological seed quality was tested too.

This research was developed in three phases; in the first one, the effect of adherents in seed agglomeration was analyzed. The second phase consisted on determining the gobernadora extracts antifungal effects; three rates were chosen to use as treatments in further assays. The third phase was done to evaluate such treatments.

Maize (H-446) and wheat (AN-239-99) seed were treated with gobernadora extracts with two adherents: Arabic gum and *Yucca schidigera*, using rates of 4000, 6000 and 8000 ppm, respectively, in order to observe the protection effect on maize and wheat seed by inhibition of fungi growing activity in them. The testing controls were Tiabendazol fungicide (conventional) and no treated seed. The seeds were storage during 180 days with no controlled relative humidity, and a temperature of 25°C. Seed surveys were done every 30 days to test the extracts inhibitory growing effect on fungi by culturing the seeds on malt salt agar (MSA). Regarding physicological seed tests, germination, plumule and rootlet average length, as well as dry weight were analyzed, the latter one was surveyed every 45 days.

The statistical analysis applied on phytosanitary and physiological studies were done by using a completely random experimental design with factorial arrangement, considering as main effects: surveys (A), treatments (B) and rates (C).

These studies revealed, that the best organic treatment was the gobernadora extract without adherent. Such treatment inhibited on maize seed *F. moniliforme* and *A. flavus* growth, when 4000 ppm were used and it had the same effect on *A. ochraceus* growth when 6000 ppm were applied. However in wheat seed, the inhibitory effect by applying gobernadora extract alone, it was observed only in *A. flavus* when 8000 ppm was used, and *F. moniliforme* growth was controlled when using gobernadora and Arabic gum at a rate of 8000 ppm, although significant differences among rates were not gotten when tested for *A. ochraceus*.

Regarding physiological quality test, the best treatments were gobernadora adherent whit Arabic gum on maize seed and gobernadora adherent whit yucca on wheat seed. An effect of protection was observed when these treatments were applied under 90 days of storage conditions, preserving 85% of germination quality in both seed types. The conventional treatment protected better than the organic treatments mentioned before, however it showed a collateral effect in reducing the seed germination below 80% in all the surveys done during the storage period studied. In addition, it was observed that the longer time the seed is storage, the less percentage of fungi inhibition effect was detected.

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	xv
INDICE DE FIGURAS	xvii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
El Problema de los Hongos Fitopatógenos Durante el Almacenamiento	5
Principales hongos que Afectan la Calidad de la Semilla	7
Clasificación Taxonómica del Género <i>Aspergillus flavus</i> y <i>Aspergillus</i> . <i>ochraceus</i>	8
<i>Aspergillus sp.p.</i>	9
Epidemiología del Género <i>Aspergillus</i>	12
Clasificación Taxonómica del Género <i>Fusarium</i>	13
<i>Fusarium sp.p.</i>	13
Epidemiología del <i>Fusarium moniliforme</i>	15
Características Anatómicas y Fitoquímicas de la Gobernadora (<i>Larrea</i> <i>tridentata</i>).....	16
Descripción de la Gobernadora	16
Distribución Geográfica de la Gobernadora en México.....	17
Potencial Microbiano de los Extractos de <i>Larrea tridentata</i>	17
Extracción de la Resina	21
Método de Inmersión en Metanol.....	21
Evaporación del Solvente	22
Secado y Molienda de la Resina.....	22
Características de las Gomas o Resinas Naturales Utilizadas como Adherentes	23
Grenetina	23
Principales Usos	24
Goma Arábica	25

Propiedades Físico-Químicas	26
Películas Protectoras para Sabores, Colores y Vitaminas	27
Yuccah	28
Principales Usos	29
Testigo Químico.....	30
Tiabendazol como Fungicida Sintético	30
MATERIALES Y METODOS	31
Localización del Área Experimental	31
Materiales Genéticos	31
Resina de Gobernadora Utilizada	31
Hongos utilizados.....	32
Primera Etapa	
Obtención de las Mejores Dosis de Adherentes	32
Segunda Etapa	
Determinación de la Dosis Antifúngica de Gobernadora	33
Tercera Etapa	
Tratamientos del Extracto de Gobernadora y Adherentes	35
Tiempo y Condiciones de Almacenamiento.....	36
Contenido de Humedad de Semillas.....	37
Reproducción del Inóculo	38
Preparación del Inóculo	38
Siembra de Semillas en el Medio de Cultivo.....	39
Inoculación con Esporas a las Semillas.....	39
Sanidad.....	39
Calidad Fisiológica.....	40
Germinación.....	40
Longitud Media de Plúmula.....	40
Peso Seco.....	41
Diseño Experimental.....	42
Análisis Estadístico	42
Modelo Lineal.....	43

RESULTADOS Y DISCUSION	44
Primera Etapa	
Formación de Aglomerados de Semilla por Efecto de los Adherentes	44
Segunda Etapa	
Efecto Antifúngico del Extracto de Gobernadora	46
Tercera Etapa	
Efecto de los Adherentes y el Extracto de Gobernadora en la Infección de tres Hongos Fitopatógenos en Semillas de Maíz.....	47
<i>Fusarium moniliforme</i>	48
<i>Aspergillus flavus</i>	50
<i>Aspergillus ochraceus</i>	53
Efecto de los Adherentes y el Extracto de Gobernadora en Calidad Fisiológica en Semilla de Maíz.	55
Germinación.....	55
Longitud Media de Plúmula.....	58
Longitud Media de Radícula	61
Peso Seco.....	63
Efecto de los Adherentes y el Extracto en la Infección de tres Hongos Fitopatógenos en Semillas de Trigo.....	65
<i>Fusarium moniliforme</i>	65
<i>Aspergillus flavus</i>	66
Efecto de los Adherentes y el Extracto de Gobernadora en Calidad Fisiológica en Semilla de Trigo	68
Germinación.....	68
Longitud Media de Plúmula.....	69
Longitud Media de Radícula	71
Peso Seco.....	73

CONCLUSIONES	76
RESUMEN	78
LITERATURA CITADA	80
APÉNDICE	86

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
3.1	Dosis de los adherentes utilizados en el tratamiento a la semilla de maíz y trigo.....	33
3.2	Dosis del extracto, adherentes y testigos utilizados en el tratamiento a la semilla de maíz y trigo.....	36
3.3	Contenido de humedad inicial y germinaciones de las semillas de maíz y trigo.....	38
4.1	Comparación de medias de la interacción tratamiento-dosis y su efecto en la infección del hongo <i>F. moniliforme</i> , en semillas de maíz, almacenadas durante 180 días.....	48
4.2	Comparación de medias de la interacción tratamiento-dosis y su efecto en la infección de <i>A. flavus</i> , en semillas de maíz, almacenada durante 180 días.....	51
4.3	Comparación de medias de la interacción tratamiento-dosis y su efecto en la infección de <i>A. ochraceus</i> , en semillas de maíz, almacenada durante 180 días.....	54
4.4	Comparación de medias de tratamientos por dosis, para la variable germinación estándar (%) en semillas de maíz almacenada durante 180 días.....	56
4.5	Comparación de medias de tratamiento por dosis, para la variable longitud media de plúmula (cm) en semilla de maíz, almacenada por 180 días.....	59
4.6	Comparación de medias de tratamiento por dosis para la variable longitud media de radícula (cm) en semilla de maíz almacenada por 180 días.....	61

4.7	Comparación de medias de la interacción tratamientos-dosis y su efecto en la infección de <i>F. moniliforme</i> , en semillas de trigo, almacenada por 180 días.....	66
4.8	Comparación de medias de la interacción tratamiento-dosis y su efecto en la infección de <i>A. flavus</i> , en semilla de trigo almacenada durante 180 días.....	67
4.9	Comparación de medias de la interacción tratamiento por dosis, para germinación (%) en semilla de trigo almacenada durante 180 días.....	69
4.10	Comparación de medias de la interacción tratamiento por dosis, para longitud media de plúmula (cm) en semilla de trigo almacenada durante 180 días.....	69
4.11	Comparación de medias de tratamientos por dosis, para longitud media de radícula (cm) en semilla de trigo almacenada durante 180 días.....	71
4.12	Comparación de medias de tratamiento por dosis, para peso seco en semilla de trigo almacenadas durante 180 días.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Cuadro No.		Pagina
4.1	Aplicación de tres adherentes orgánicos a semillas de maíz con cuatro dosis de cada uno para determinar el por ciento de germinación.....	45
4.2	Aplicación de tres adherentes orgánicos a semillas de trigo con cuatro dosis de cada uno para determinar el por ciento de germinación.....	46
4.3	Inhibición de diferentes dosis en unidades formadoras de colonias (ufc) de tres hongos fitopatógenos por efecto del extracto metanólico de <i>L. tridentata</i>	47
4.4	Porcentaje de infección de <i>Fusarium moniliforme</i> determinados en semillas de maíz protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.....	50
4.5	Porcentaje de infección de <i>Aspergillus flavus</i> determinados en semillas de maíz protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.....	52
4.6	Porcentajes de germinación estándar en semillas de maíz protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.....	58
4.7	longitud media de plúmula (cm) en semillas de maíz concentraciones protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.....	60
4.8	longitud media de radícula (cm) en semillas de maíz protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.....	62

4.9	Peso seco (mg/planta) en semillas de maíz protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.....	64
4.10	Longitud media de plúmula (cm) en semillas de trigo protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.....	70
4.11	longitud media de radícula (cm) semillas de trigo protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.....	72
4.12	Peso seco (mg/planta) en semillas de trigo protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.....	74

INTRODUCCION

A nivel mundial la superficie sembrada de maíz en el 2002 fue de 138 millones de hectáreas; de estas, el 60 por ciento corresponde a los países en desarrollo; y más del 50 por ciento de la superficie total sembrada se concentra en Brasil, China, India y México, mientras que la producción de trigo es de 881 millones de toneladas, siendo Australia, Canadá y Estados Unidos los principales productores. SAGARPA 2002.

En México, el cultivo de maíz y trigo cobra gran importancia por ser fuente básica de la alimentación humana y animal, por la superficie cultivada y por la creciente demanda. Sin embargo estos cereales son invadidos por diversos microorganismos durante su desarrollo en el campo, su transporte y almacenaje, esto ocasiona indudablemente pérdidas económicas que fluctúan entre el siete y el 10% de la cosecha total. (FAO, 1995).

Es menester mencionar que uno de los hongos de campo más importantes causante de enfermedades es *Fusarium moniliforme*; mientras que en almacén se encuentra *Aspergillus flavus* y *A. ochraceus*, entre otros. Dichos hongos invaden la semilla después de la cosecha, ocasionando pérdidas en la capacidad de germinación, produciendo calentamiento-hedor, diversos cambios bioquímicos y producción de micotoxinas que causan diversos trastornos en el hombre y animales domésticos.

Por otra parte se debe mencionar que actualmente no existe ningún método preventivo para evitar la infección de las semillas en el almacén para este tipo de hongos. En la actualidad, solo se realizan medidas preventivas como monitorear la temperatura y la humedad del grano, que son los dos factores físicos fundamentales que ocasionan la proliferación de dichos hongo, cuando están almacenados, consecuentemente.

Es importante buscar alternativas de control que no causen problemas de contaminación, que sea de bajo costo, que sea de fácil acceso y aplicación, siendo una alternativa el uso de extractos botánicos con potencial, que cumplen con la mayoría de estos requisitos, tal es el caso de la gobernadora (*Larrea tridentata*).

La gobernadora, es un arbusto perenne de los desiertos Chihuahuense, Sonorense y Mojave de Norteamérica, la cual contiene metabolitos secundarios de la resina, entre los que destacan fenoles, lignanos y flavonoides, que actúan como defensas bioquímicas para repeler la agresión de animales herbívoros, hongos y otros microorganismos. Además se ha demostrado que dichos extractos poseen una acción antifúngica bajo condiciones *in vitro* en al menos 17 hongos fitopatógenos de importancia económica. Por lo anterior, se puede considerar que el extracto de gobernadora es una alternativa de solución para el control de hongos en el almacén, debido a las propiedades antifúngicas de la resina.

Para proteger a la semilla de hongos en el almacén, es necesario utilizar un fijador o adherente el cual se pegue al tegumento de las semillas, siendo de fácil manejo y aplicación la goma arábica, grenetina y la yuccah son adherentes de origen vegetal cuyas propiedades humectantes y protectoras, podrán ayudaran en la adhesión del extracto de gobernadora en las semillas formando delgadas películas protectoras.

Por lo antes expuesto el presente trabajo consiste en investigar los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar las dosis de extracto de gobernadora y adherentes para el control de *F. moniliforme*, *A. flavus*, *A. ochraceus*, a través del tiempo, en semillas de maíz y trigo, así como determinar el efecto en su calidad fisiológica.

Objetivos específicos

- Determinar la dosis óptima del extracto de gobernadora para el control de hongos *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus* y *A. ochraceus* en semillas de maíz y trigo durante seis meses.

- Evaluar el efecto de las diferentes dosis del extracto y adherente en semillas de maíz y trigo durante seis meses
- Evaluar la calidad fisiológica en semillas de maíz y trigo, bajo las diferentes dosis y tiempo de almacenamiento.

Hipótesis

- Al menos una dosis controlará el desarrollo de *F. moniliforme*, *A. flavus*, *A. ochraceus* en maíz y trigo durante el período de 180 días, manteniendo la calidad fisiológica.
- Al menos un adherente tendrá influencia en la dosis de conservación durante el tiempo de almacén.

REVISION DE LITERATURA

El maíz y el trigo son los cereales de mayor importancia en la alimentación humana siendo el alimento básico para la mayoría de los mexicanos; con los cuales se elaboran varios productos de consumo masivo, como el pan, tortillas, pastas, galletas y pasteles (SIAP, 2002).

Agarwal y Sinclair (1998), señalan que las semillas por lo general son cosechadas al final del ciclo agrícola, las cuales deben ser almacenadas al menos hasta el inicio del siguiente ciclo; un período que puede durar desde unos pocos días hasta varios meses. En algunos casos puede ser necesario almacenar la semilla por tiempo más largo. Por lo tanto, como la producción es estacional por naturaleza, en la mayoría de los casos el almacenamiento es inevitable.

El Problema de los Hongos Fitopatógenos Durante el Almacenamiento

González (2005), señala que debido al tratado de libre comercio con América del Norte (TLCAN), el volumen de maíz importado de Estados Unidos creció en 140%. En el comercio internacional de granos se toman en cuenta las siguientes características: a) maíz roto y material extraño (tres por ciento limite máximo); b) grano dañado (cinco por ciento); c) contenido máximo de humedad (15%); d) concentración máxima permitida de toxinas (20µl/kg).

Además la baja conductividad térmica del grano, su capacidad de absorción de agua, su estructura, su composición química, su ritmo de respiración y calentamiento, la textura y consistencia del pericarpio y el método y condiciones de secado influyen en los cambios que tienen lugar durante el almacenamiento. Sin embargo, a pesar de las pérdidas causadas por insectos y aves, se ha prestado atención a los problemas causados por infecciones microbianas, no solo por las pérdidas del grano ocasionadas, sino fundamentalmente a causa de los efectos tóxicos que los subproductos metabólicos de esos microorganismos tienen sobre la salud de los seres humanos y a los animales. (Moreno, 1996).

Por otra parte Guzmán-de-Peña y Peña-Cabriales (2005), menciona que el período crucial para mantener la calidad del grano es en el almacenamiento, sin embargo, en la producción de maíz nacional se debe prestar atención, durante el crecimiento y cosecha, particularmente en zonas geográficas donde la contaminación por toxinas es alta. Sin embargo, en esta década larga de importaciones de maíz en México, la condición climática diversa bajo la que el maíz se guarda, el deterioro del grano aumenta durante el transporte y almacenamiento, ya que puede provocar el riesgo de aumentar las toxinas, siendo la única manera de asegurar un suministro seguro de maíz libre de toxinas, el desarrollo de regulaciones y políticas que se aplicarían a lo largo de los procesos de compra, transporte, distribución, almacenamiento y consumo.

Es importante señalar que de acuerdo con algunos autores la conservación eficaz de los granos y semillas, se basa esencialmente en las condiciones ecológicas reinantes durante el almacenamiento; en las características físicas, químicas y biológicas del grano, así como en la duración del almacenamiento; y por último, en el tipo y características funcionales del local (www.postharvest.ucdavis.edu, 2002).

Principales Hongos que Afectan la Calidad de la Semilla

De acuerdo a Chiristensen y Kaufmann (1969), los principales daños ocasionados por hongos son: 1) reducción del poder germinativo; 2) ennegrecimiento total o parcial de los granos y semilla (particularmente de los embriones); 3) calentamiento y hedor; 4) diversos cambios bioquímicos, 5) producción de toxinas, que al ser ingeridas pueden ser dañinas al hombre y a los animales domésticos; y 5) pérdida de peso.

Aspergillus y otros hongos de almacén, al invadir los embriones de las semillas, hacen que disminuya notablemente el porcentaje de germinación de las semillas infectadas que se utilizan para siembra o en cebada maltera, los hongos en el almacenamiento manchan también a los embriones y semillas que se dañan y se destruyen, lo cual disminuye el grado y precio al cual el grano debe venderse (George, 2004).

Entre los criterios para la comercialización se encuentran la humedad, la apariencia, el peso específico (muy importante para el almacenaje), la dureza, el color, la proteína, la calidad del gluten, la cantidad de aceite, el material extraño, el hábito de crecimiento y la procedencia, que determina la calidad de la semilla (SIAP, 2002).

La calidad de la semilla puede expresarse, como un nivel o grado de excelencia, el cual es asumido por ellas mismas, solamente cuando son comparadas con un estándar aceptable, de ahí que la semilla pueda ser superior, buena, mediana o pobre en calidad (Bustamante, 1998).

Clasificación Taxonómica de *Aspergillus flavus* y *Aspergillus ochraceus*

Alexopoulos y Mims (1979) ubican a las especies de *A. flavus* y *A. ochraceus* dentro de la siguiente taxa:

Reino: Hongos

Filum: Ascomycota

Subdivisión: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales

Familia: Moniliaceae

Género: *Aspergillus*

Especie: *Aspergillus flavus*

Especie: *Aspergillus ochraceus*

Aspergillus sp.p.

El género *Aspergillus* es la principal causa de deterioro del maíz almacenado con un contenido de humedad superior al 15%. Las sequías y las altas temperaturas favorecen el desarrollo de toxinas que son tóxicas para el ser humano y los animales que afectan el buen sabor del grano. La infección de la semilla puede reducir la germinación (Wharham *et al.*, s/f).

Un reporte reciente por Gardner *et al.*, (2006), consigna que la infección y contaminación por *A. flavus* y otras especies del género *Aspergillus* representan una amenaza con importantes implicaciones económicas en el cultivo del maíz y otros cereales por las aflatoxinas que originan y el efecto adverso que pueden producir en la salud humana de quienes lo consumen.

Por otra parte Herrera y Ulloa (1998) indican que los hongos *A. flavus* y *A. ochraceus* se desarrollan en granos y otros alimentos almacenados, produciendo en ellos varios compuestos tóxicos, entre los cuales uno de los mejores conocidos es la ocratoxina de *A. ochraceus*, que es capaz de provocar hepatotoxicosis y nefrotoxicosis en humanos, pollos, cerdos y otros animales.

Un estudio realizado por Horn (2006), reportó que la tierra es un depósito para *A. flavus* y otras especies del género *Aspergillus* que normalmente colonizan a las plantas de cacahuete y a otros cultivos,

produciendo aflatoxinas carcinogénicas, donde las densidades de estos hongos en tierra varían grandemente entre los campos y pueden influir en la severidad de la infección.

Se ha encontrado que el frijol producido en la República de Croacia no se contamina con la ocratoxina por si mismo, debido a que sus niveles son relativamente bajos, sin embargo, el incremento de esta es atribuido a la exposición hacia otros cultivo (Domijan *et al.*, 2005).

La contaminación por aflatoxinas en maíz es un problema internacionalmente importante, especialmente bajo condiciones tropicales y subtropicales, donde la infección y síntesis de *Aspergillus* se ven favorecidas. Las condiciones del medio ambiente (sequía) y prácticas agronómicas como la fertilización nitrogenada, han sido reportadas como favorables a la síntesis de aflatoxinas en el campo (Bucio-Villalobos *et al.*, 2001).

Desde la década de los años sesenta se ha cultivado maíz en el norte de Tamaulipas, principalmente en condiciones de riego. Sin embargo, varios factores ambientales y fitosanitarios han contribuido a que la producción regional sea inestable e impredecible, además de que resulta contaminada por aflatoxinas en función de factores ambientales (Martínez y García, 2003).

Se ha señalado que las aflatoxinas pueden ser producidas por tres especies de *Aspergillus* (*A. flavus*, *A. parasiticus* y *A. nomius*). *A. flavus*

produce solamente aflatoxinas B, mientras las otras dos especies producen ambos tipos de aflatoxinas B y G. los principales cultivos contaminados por aflatoxinas son el maíz, trigo, harina de semilla de algodón, harina de cacahuete entre otros. La ocratoxina son producidas por varias especies de *Penicillium*, la más importante es *P. verrucosum*, pero también es producida por el hongo *Aspergillus ochraceus* afectando principalmente maíz, trigo, cebada, centeno y café (Villarreal-Cavazos *et al.*, 2004).

Por otro lado, Flores *et al.*, (2003), mencionan que las aflatoxinas son metabolitos secundarios producidos por diferentes géneros de hongos, no obstante se conocen entre 300 y 400 micotoxinas, aquellas que son más importantes por su ocurrencia y toxicidad en especies de producción pecuaria son: aflatoxinas (AF), ocratoxina A (OTA), Citrinina (CIT), deoxinivalenos (DON), zearalenona (ZEA), toxina (T2) y otros tricotecenos.

Una ingestión de aflatoxinas reduce la productividad de especies pecuarias y disminuye la calidad sanitaria de productos derivados. (Rustom, 1997), como consecuencia de esto se han estimado pérdidas económicas de 140 millones de dólares, sólo por la disminución en caso de pollos de engorda que consumieron niveles bajos de micotoxinas en EE.UU. Asimismo, se han reportado pérdidas económicas en diversos países de Asia, Europa y Sudamérica.

Payne (1992), señala que los factores como la sequía y alta temperaturas favorecen a la contaminación del grano con aflatoxinas, debido a las condiciones bajo las cuales las micotoxinas se forman, tanto en la planta en pie como durante estados posteriores: cosecha, transporte, almacenamiento y utilización, la presencia de aflatoxinas es inevitable en algunos lotes de maíz y no esta limitada a una región climática o geográfica. Por lo anterior, en muchos países importadores o exportadores de maíz, diversas agencias gubernamentales, involucrada en la sanidad de los alimentos, han establecido límites para regular estas y otras micotoxinas en la cadena alimentaría.

Martínez *et al.*, (2003), mencionan que actualmente la comunidad Europea acepta límites de 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de aflatoxina B₁ y 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de aflatoxinas totales; mientras que en México la norma Oficial Mexicana (NOM-188-SSA1-2002) establece un límite máximo permisible de 20 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de aflatoxinas totales en los cereales para consumo humano y animal.

Epidemiología del Género *Aspergillus*

A. flavus es un hongo que contamina semillas y esquilmos agrícolas o bien se presenta bajo condiciones de almacén transportados por insectos, ya que puede desarrollarse como parásitos de residuos de cosecha, este hongo permanece en el ambiente, permitiendo que cuando el maíz esta en etapa de floración fácilmente contamina las flores, las condiciones favorables de

temperatura de 20 a 30°C y humedad relativa para este hongo son de 65 a 90% (De la Garza, 1996).

Por su parte, Moreno (1996) señala que las especies de este grupo requieren para crecer humedades relativas del 80 y 85 por ciento, en cereales con contenidos de humedad de 16.5 a 18.05 por ciento, y en cacahuete 8.0 a 10.5 por ciento, su desarrollo contribuye al calentamiento de los granos.

Aspergillus, infecta con frecuencia a los cacahuates y granos de maíz cuando aún están en el campo, y su incidencia en este último aumenta cuando los granos son dañados por insectos u otros agentes. *Aspergillus* y otros hongos de almacén, al invadir los embriones de las semillas hacen que disminuya notablemente el porcentaje de germinación de las semillas infectadas que se utilizan para siembra o en cebada maltera (Agrios, 2004).

Clasificación Taxonómica de *Fusarium moniliforme*

De acuerdo a Alexopoulos y Mims (1979), la especie del género *Fusarium* se ubica dentro de la siguiente taxa:

Reino: Hongos

Filum: Ascomycota

Subdivisión: Deuteromycetes

Clase: Hyphomycetes

Orden: Moniliales.

Familia: Tuberculariaceae

Género: *Fusarium*

Especie: *Fusarium moniliforme*

Fusarium sp.p.

F. moniliforme es uno de los hongos de campo más importantes causantes de enfermedades en plantas y semillas, el cual con frecuencia se desarrolla en productos vegetales cuando aún no han sido llevados al almacén es *F. moniliforme*; no obstante algunas especies del género *Fusarium* también pueden desarrollarse en alimentos almacenados (Miller y Hosney, 1997). Además de los daños directos que ocasiona en las plantas infectadas, este hongo produce una gran variedad de metabolitos secundarios, algunos de los cuales son tóxicos para el hombre y los animales domésticos (Pittet *et al.*, 1992).

F. moniliforme causa una producción una pudrición de la mazorca de maíz más común y provoca pérdidas considerables en todo el mundo a causa del establecimiento deficiente de los cultivos. Su distribución es en todo el mundo, el cual es muy difundido en zonas templadas húmedas y sub-húmedas, en zonas subtropicales y tropicales (Warham *et al.*, s/f).

F. moniliforme es capaz de producir sustancias tóxicas como las zearalenona, tricotecenos, fusarina, moniliformina y fumaginas, que al ser ingeridas por humanos y animales en alimentos contaminados tienen efectos carcinógenos, teratógenos, mutágenos, eméticos y estrogénicos (Ayra-Serna, 1997).

Villareal-Cavazos *et al.*, (2004) señalan que la sustancia conocida como Deoxinivalenol (DON, vomitoxina) es una micotoxina que pertenece a los tricotecenos tipo B, esta micotoxina predomina en granos de trigo, maíz, sorgo, arroz, cebada y avena. El agente patógeno que produce esta micotoxina es *F. graminearum* (*Gibberella zeae*) y *F. culmorum*. Las fumonisinas son producidas principalmente por el hongo *F. verticillioides* contaminando maíz, sorgo, arroz y garbanzo. Existen varios tipos de fumonisinas, dentro de las de mayor importancia se encuentran las Fumonisinias B₁, B₂, B₃, B₄ y la zearalenona. Esta micotoxina es producida por muchas especies de *Fusarium* spp. y se encuentra en muchos cereales como maíz, cebada, trigo, arroz, sorgo y avena.

Las micotoxinas son metabolitos secundarios fúngicos capaces de desencadenar cuadros de intoxicación aguda, carcinogénicos, mutagénicos, teratogénicos y estrogénicos que crecen sobre una amplia diversidad de mercancías y bajo diferentes situaciones (Pit *et al.*, 1998). Sin embargo, Herrera y Ulloa, (1998) mencionan que *F. moniliforme* es una especie comúnmente parásita de mazorcas de maíz, en donde produce micotoxinas como: moniliformina, ácido fusárico y zearalenona.

Las toxinas presentan un riesgo a la salud como alergias, irritación cutánea, inapetencia, dolor de cabeza, vómitos, irritación gástrica e intestinal, hemorragias y problemas de la reproducción. La inhalación del polvo proveniente del grano contaminado en forma excesiva puede provocar enfermedades graves e incluso la muerte; por lo tanto, se recomienda efectuar

con regularidad exámenes médicos al personal que originalmente manipulan granos mohosos (Treholm y Prelusky, 1990).

Epidemiología de *Fusarium moniliforme*

F. moniliforme inverna en forma de peritecios, micelio o clamidosporas en restos de plantas infectadas, particularmente en pedúnculos de maíz. En la primavera, cuando el clima es cálido húmedo, las ascosporas son llevadas por el viento hacia los tallos y mazorcas del maíz, en las cuales penetran directamente o a través de las heridas y producen infecciones. Forma también conidios sobre restos infectados en climas cálidos húmedos sirviendo como inoculo secundario. Las enfermedades son favorecidas por los climas secos de principios de la estación y por climas húmedos cerca o después de la maduración. Así mismo, la gran densidad de plantas, altos niveles de nitrógeno, baja nivel de potasio en la planta y la madures precoz de híbridos, hace que las plantas sean mas susceptibles a las enfermedades (Agrios, 1991).

Por otro lado, Reyna (1990), menciona que el crecimiento óptimo de *F. moniliforme* oscila entre los 26 y 33°C, y que a temperaturas mayores el crecimiento disminuye, sin embargo, la opacidad de la semilla se refiere a la alta concentración de proteínas en el grano del maíz, donde a altas concentraciones de Lisina en el grano incrementan la pudrición de la mazorca por este hongo.

Características Anatómicas y Fitoquímicas de la Gobernadora (*Larrea tridentata*)

Descripción de la Gobernadora

Brinker (1993) señala que la gobernadora es una de las especies pertenecientes a la familia de las Zygophyllaceae, arbusto nativo, perenne, ecológicamente dominante en los desiertos Chihuahuenses y Sonorense de Baja California y norte de México y en las zonas semiáridas del sur de California, Nuevo México, Texas y Arizona en Estados Unidos. Se estima que el 25% (500, 000 km²) de la República Mexicana está cubierta con este arbusto del semidesierto, el cual ha desarrollado diversas adaptaciones anatómicas y fisiológicas para tolerar condiciones prolongadas de sequía y altas temperaturas.

Lira-Saldivar, *et al.*, (2003^b) en una reciente revisión sobre el estado actual del conocimiento sobre las propiedades biocidas de la gobernadora, señala que los arbustos de gobernadora contienen en sus hojas una espesa resina que se acumula en las células epidérmicas del haz y el envés de los folíolos, la cual puede llegar a formar parte del 20 al 25 por ciento o más del peso seco de las hojas de esta planta.

Los principales componentes de la resina de la gobernadora es el antioxidante conocido como ácido nordihidroguaiarético (NDGA), además de 19 aglicon-flavonoides y diversos lignanos, así como algunas sapogeninas y ceras (Brinker, 1993).

Distribución Geográfica de la Gobernadora en México

Este arbusto xerófito se distribuye abundantemente en el norte del país, de la Península de Baja California a Tamaulipas e Hidalgo, a una altitud de 400 a 1800 msnm. Por los estados de Baja California Norte, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas, así como en los estados de California, Arizona, Nevada, Nuevo México y Texas, en el sur de los Estados Unidos (Downum *et al.*, 1988).

Potencial Microbiano de los Extractos de la Gobernadora

Hasta hace poco tiempo se consideraba a los fungicidas como plaguicidas con bajo grado de toxicidad; sin embargo, en 1986 la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos determinó que los residuos de plaguicidas aumenta el riesgo cancerígeno (Wilson *et al.*, 1997). Además, también se ha incrementado notablemente el problema de la resistencia y resurgencia de patógenos, principalmente de hongos (Wierenga *et al.*, 1994).

Se ha determinado que los extractos de gobernadora tienen acción antifúngica bajo condiciones *in vitro* en al menos 17 hongos fitopatógenos de importancia económica; de igual manera, extractos y material vegetativo molido en polvo e incorporado al suelo han confirmado inhibir o controlar *in vivo* seis hongos en cultivos agrícolas. El efecto antiviral de la gobernadora también se ha documentado, indicando que los flavonoides de la resina son activos contra virus que afectan el RNA, y que ocasionan graves enfermedades como polio, sida y herpes (Lira-Saldivar, 2003^a).

Con base en lo antes señalado, es necesario intensificar las investigaciones sobre otras alternativas orgánicas para el control de hongos fitopatógenos, que no afecten al hombre y al ambiente, como son las plantas con fitoquímicos bioactivos que tienen propiedades antifúngicas. Este tipo de plantas pueden utilizarse como extractos obtenidos con diferentes solventes como: agua, etanol, cloroformo y hexano, entre otros. Además, existe la posibilidad de utilizar polvos y aceites esenciales extraídos mediante diferentes técnicas, que sería una forma simple y de mayor potencial de aplicación para el tratamiento de semillas (Bravo, 2004).

La presencia de aflatoxinas en los alimentos elaborados a partir de granos y cereales es uno de los más serios problemas de calidad para productores de alimentos y representan un riesgo para la salud, es por eso que numerosos investigadores han tratado de encontrar productos de origen natural o sintético que permitan reducir estas dañinas toxinas. En un estudio

realizado por Vargas-Arispo *et al.*, (1997) encontraron una reducción del crecimiento micelial de *A. parasiticus* por el efecto de los extractos de *L. tridentata*;

Montes-Belmont *et al.*, (2000^a), señalan que en México se han probado un total de 206 especies de hongos fitopatógenos, incluyendo pruebas de germinación de esporas, desarrollo micelial, esporulación y pruebas de invernadero y campo en algunos casos. Los resultados han indicado que entre 32 y 51% de las plantas probadas interactúan con los hongos y la respuesta de los patógenos varía desde la estimulación biológica hasta su total inhibición.

Los primeros trabajos sobre el efecto fungicida y fungistático de la resina de gobernadora fueron hechos por Fernández *et al.*, (1979) los cuales reportaron que tanto *Rhizoctonia solani*; *Pythium sp*; y *Rhizopus nigricans* fueron totalmente controlados a 500 ppm, tanto con el extracto metánolico como el clorofórmico; no así para *F. oxysporum* que solamente se logró inhibir con 1000 ppm en 76 y 93% para cada extracto respectivamente.

Brinker (1993) cita una lista de hongos y algas de importancia agrícola que han sido controlados bajo condiciones *in Vitro* por la resina de gobernadora o cualquiera de sus constituyentes químicos. Así mismo, el efecto antifúngico de la gobernadora también se ha reportado contra hongos de almacén productores de aflatoxinas, tal es el caso de *A. flavus*. Un estudio realizado en

el Noroeste de México por Vargas *et al.*, (1997), para determinar la actividad antifúngica de la gobernadora señala que los mejores resultados se obtuvieron con los extractos obtenidos con diclorometano, ya que lograron inhibir en 92 y 86% respectivamente el crecimiento de estos hongos a 500 ppm. Estos autores también concluyeron que los extractos metanólicos tuvieron poco efecto sobre el crecimiento de ambos hongos, en comparación con los obtenidos a partir de diclorometano.

Un trabajo reciente realizado por Jasso *et al.*, (2006) en el que se analizó la actividad antifúngica *in vitro* de extractos de la plantas endémicas de las zonas áridas del Norte de México del género *Fluorensia* contra los hongos fitopatógenos *Alternaria sp.*, *Rhizoctonia solani* y *F. oxysporum*, consigna que hay 32 especies del género *Fluorensia* de los cuales 9 son nativos de México. Estos autores encontraron que la mayoría de estas especies contienen compuestos fitoactivos con potencial para usarse en el control de plagas y enfermedades, ya que a la dosis de 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ lograron inhibir los patógenos antes mencionados en diversos bioensayos.

Bautista-Baños *et al.*, (2002), analizaron la capacidad antifungica contra *Colletotrichum gloeosporioides* de extractos acuosos de hojas y tallos de diversas especies vegetales como: *Achras sapota*, *Annona reticulata*, *Bromelia hemisphaerica*, *Carica papaya*, *Citrus limon*, *Chrysophyllum cainito*, *Dyospiros ebenaster*, *Mangifera indica*, *Persea americana* *Pouteria sapota*, *Spondias purpurea* y *Tamarindos indicus*, del estado de Morelos, México. Tanto en los

estudios *in vitro* como *in vivo* en frutos de papaya y mango, los autores encontraron una reducción en la infección de los frutos antes mencionados; además sus resultados indican que los extractos no afectaron su calidad durante el almacenamiento.

De acuerdo a esta información que resume gran cantidad de estudios, queda claro que tanto los extractos de gobernadora y otras especies de las zonas áridas, así como otras de regiones tropicales de México tienen un gran potencial para la elaboración comercial de productos orgánicos vegetales derivados de sus compuestos fitoquímicos, que pueden ayudar a promover una agricultura sustentable y de menor impacto ambiental.

Extracción de la Resina

Método de Inmersión en Metanol

Para la obtención del extracto se utiliza la técnica de extracción de la resina por inmersión de follaje y cribado con metanol como solvente, por lo que se introduce el follaje de gobernadora en contenedores de 20 lts, en las que se agrega el solvente hasta que se cubría totalmente las hojas trituradas, dejando reposar el material vegetativo por 24 horas a temperatura ambiente; posteriormente se separa el follaje de *Larrea* del solvente, en el cual se encuentra disuelta la resina. La separación del material vegetativo del solvente se realiza con una tela de manta para separar las hojas y ramas pequeñas de la

resina en solución, esto permite dejar únicamente el licor con el solvente que después se lleva al proceso de evaporación para la obtención de la resina en polvo (Sánchez, 2002).

Evaporación del Solvente

Una vez separado el follaje del solvente que contenía la resina, se determina el porcentaje de sólidos en una balanza de determinación de humedad, en la que se agrega 1 ml de la resina y se obtiene un valor determinado, que al evaporarse la resina y quedar los sólidos se resta a la cantidad resultante para así obtener la cantidad de sólidos totales que contenía en la resina, después se procede a la separación del solvente sobrante de la resina y el licor obtenido colocándose en un matraz bola de 3 L, al que se acopla a un refrigerante de vidrio recto y posteriormente se le aplica una temperatura de 65°C, para separar el solvente mediante evaporación (Sánchez, 2002).

Secado y Molienda de la Resina

Una vez evaporado el solvente restante, la resina concentrada se deposita en recipientes de vidrio, los cuales se introducen en una estufa con circulación de aire a 65°C hasta que la resina solidifica y se seca se coloca en un mortero de porcelana para pulverizarla manualmente; el polvo obtenido se coloca en recipientes de plástico con tapón de rosca (Sánchez, 2002).

Características de las Gomas o Resinas Naturales Utilizadas como Adherentes

Las gomas naturales, son productos de exudados (resinas) y de semilla de vegetales, o producidas por microorganismos. Se utilizan por su gran capacidad de retención de agua para favorecer el hinchamiento de diversos productos alimentarios, para estabilizar suspensiones de pulpa, frutas, bebidas, postres, para estabilizar la espuma de cerveza o la nata suspendida en ciertas bebidas; además de otros usos. Se ha señalado que cuando estos productos son asimilables metabólicamente a la fibra dietética, pueden producir efectos beneficiosos reduciendo los niveles de colesterol del organismo (López, 1991).

Grenetina

La grenetina es una proteína natural y contiene importantes aminoácidos, como la glicina y la prolina, en una concentración que es aproximada de 10 hasta 20 veces más alta que la de otras proteínas., estos aminoácidos cumplen una función muy importante para la construcción del tejido conjuntivo: el colágeno, colágeno hidrolizado y últimamente también las proteínas vegetales hidrolizadas, ya que poseen valiosas propiedades para proteger la piel, las articulaciones y el cabello, debido a su compatibilidad con la keratina (www.foros.Directorio.com.mx, 2005).

La grenetina es el ingrediente especial de muchas recetas y cuyo uso cobra cada vez más interés en la industria alimenticia; se trata de un compuesto obtenido de los huesos y pieles animales, principalmente del cerdo, que a través de distintos procedimientos es separado de la grasa. Su componente principal es una proteína llamada colágeno, que disuelta en agua y sometida a bajas temperaturas adquiere peculiar consistencia, conocida como coloidal, que se encuentra justo entre los estados líquido y sólido. La grenetina se ha venido usando en alimentos, cosméticos y medicamentos desde la época del antiguo imperio egipcio ya que fortalece los huesos y combate la artritis, además de que es fácil de digerir y ayuda en la atención a trastornos estomacales, gastritis y exceso de acidez en el estómago y tracto digestivo en general (Dulce, 2006).

Principales Usos

- Alimentos: golosinas, pasteles, productos de carne y embutidos, bebidas de alta calidad, productos de leche y postres.
- Salud: belleza de la piel, cabello y uñas, estimula el crecimiento del cartílago y mantiene las articulaciones flexibles.
- Productos farmacéuticos: capsulas, esponjas de gelatina hemostáticas en la cirugía y en la medicina dental, incorporación de vitaminas y sustitutos sanguíneos.
- Industria fotográfica: filmes y papeles para fotografía, revestimientos, papel especial para impresoras de inyección de tinta, rayos x.

- Otros usos: aglutinante en comida para mascotas (peces), fertilizantes, restauración de libros, remoción de asbestos y pruebas de balística, papel carbón, cerillos, microbiología, materia prima seleccionada para la producción de gelatina.

Goma Arábica

La Goma arábica (también conocida como E414 o goma de acacia) es preparada a partir del exudado de los tallos y las ramas de los árboles subsaharianos (zona de Sahel) de *Acacia senegal* y *A. seyal*. Se produce de forma natural como largos nódulos durante un proceso llamado gomosis, en el cual se sellan las heridas en las cortezas de los árboles. De esta manera, si la corteza de un árbol se corta, se producirá goma para cerrar las heridas, este proceso dura alrededor de 3 a 8 semanas. El uso de la goma arábica tiene una larga historia, se sabe que los egipcios la usaban como espesante en cosméticos y para la momificación (QuimiNet, 2006).

Esta goma es la más soluble en agua de todas las gomas, y tiene múltiples aplicaciones en tecnología de los alimentos como fijador de aromas, estabilizante de espuma, emulsionante de aromatizantes en bebidas, en mazapanes, en caldos, sopas deshidratadas y en salsas; en todos estos casos la legislación española no limita la cantidad que puede añadirse. Se utiliza también como auxiliar tecnológico para la clarificación de vinos. Se considera un aditivo perfectamente seguro, no conociéndose efectos indeseables.

Químicamente, la goma arábiga es un polímero de hidratos de carbono, el cual durante la digestión se degrada parcialmente en el intestino grueso (Dziezak, 1991). En la dieta, la goma arábiga es considerada como parte de la fracción de las fibras. Su valor energético es menos de la mitad comparado con el almidón.

Egadu *et al.*, (2007), encontraron que en la región de Karamoja, los usos que se le dan al árbol acacia son de uso local, utilizándolo en comidas, engomado de lanzas, ollas, flechas y en unir cuero, estableciendo y facilitando el estado de conservación de estos. Al-Assaf *et al.*, (2007), mencionan que la goma obtenida de *A. senegal* es un aditivo de comida aprobado por el código alimentario, siendo un buen emulsificador, sin embargo, este aumenta con la edad del árbol.

Un estudio reciente (Yadav *et al.*, 2007), señala que la acacia o goma arábiga tiene una combinación excelente en propiedades emulsionantes y forma una solución de baja viscosidad. Estas propiedades hacen que la acacia sea muy útil en varias industrias, pero sobre todo, en la industria alimenticia donde se usa como encapsulador de sabor y estabilizador de emulsión de aceite de cítricos donde se concentra en bebidas suaves.

Propiedades Físico-Químicas

- Exudado 100% natural.
- Color café ámbar, la cual debe ser sometida a un proceso de purificación que incluye molienda, filtrado, pasteurización y secado por aspersion.
- Las soluciones en agua de la goma arábica son ligeramente ácidas y tienen un pH aproximado de 4.5 a 5.5.
- Alto en fibra (80% mínimo).
- Soluble en agua fría o caliente e insoluble en alcohol, aceites o solventes.
- Es la goma de viscosidad más baja aún en concentraciones altas.
- Se pueden preparar soluciones de hasta el 50%.
- Sus soluciones tienen un color ámbar o amarillo claro dependiendo de la concentración.
- Tiene sabor neutro y es inodora.
- Funciona como adhesivo en muchas aplicaciones.
- Es compatible con la mayoría de los aditivos.
- Funciona como emulsivo.
- Forma delgadas películas protectoras.

Dentro de las principales aplicaciones que tiene la goma arábica en la industria alimenticia se encuentran:

Películas Protectoras para Sabores, Colores y Vitaminas.

La goma arábica es muy utilizada debido a que es un producto orgánico vegetal que no produce efectos colaterales cuando es usada para la elaboración de alimentos y porque además los sabores secados por aspersión o encapsulados son preferidos en comparación al uso de almidones modificados por las siguientes razones:

- Supera a los almidones modificados en la prueba de degradación oxidativa de vida de anaquel.
- Aparece en la etiqueta como goma arábica la cual es un ingrediente “natural”.
- No deja sabor almidonoso en el producto terminado.
- No deja sedimento.
- Tiene color muy claro.
- No aporta calorías y tiene una alta concentración de fibra dietética soluble.

La encapsulación de sabores en comidas instantáneas protege a los sabores de interacciones indeseables con otros sabores o con el alimento mismo, además como los sabores son volátiles, la encapsulación los protege que se evaporen y reduce el efecto de la oxidación (QuimiNet, 2006).

La Yuca

La yucca (*Yucca schidigera*) es una planta endémica de las zonas áridas del Norte de México y Sur de los Estados Unidos. Las diversas partes de esta planta son utilizadas como mejorador de suelos, biofertilizante y surfactante botánico. Por las características del hábitat natural donde crece esta especie, como son: suelos pobres en materia orgánica, altas temperaturas, y baja precipitación pluvial, estos extractos le confieren a la planta una resistencia excepcional al estrés ambiental. Entre sus características principales como biofertilizante, destaca su capacidad para mejorar la tolerancia de las plantas a la sequía, a las altas temperaturas ambientales y baja humedad relativa, además de ayudar a descomponer el suelo y facilitar la penetración del agua mejorado el drenaje de los suelos hidrófobos y salinos. [Kelly](#) y Kohler, (2003).

Los extractos obtenidos de esta planta no son tóxicos para las plantas, su aplicación no quema las hojas ni causa estrés. Es ideal para mezclarse con prácticamente todos los fertilizantes, reguladores de crecimiento vegetal y pesticidas solubles, aumentando su eficiencia al reducir la tensión superficial de las partículas. Se diluye fácilmente en agua fría y permanece en solución sin precipitante. Un producto comercial vendido ampliamente en México y EU obtenido de esta planta del semidesierto es la yuccah, la cual es utilizada en el sector agropecuario para formular dietas de ganado y con otras diferentes finalidades [Westendarp](#), (2005).

Principales Usos

El producto PHC Yuccah es una alternativa excelente al uso de agentes humectantes químicos y penetrantes del suelo, destacando los siguientes usos:

- Rompe la tensión superficial del agua.
- Coadyuvante en la aplicación de fertilizantes foliares y pesticidas en programas de manejo integral de plagas.
- Descompactante de suelos ya que incrementa el drenado y mejora la aireación en la zona radical.
- Promueve la flora microbiana del suelo debido a que contiene azúcares naturales.
- Mejora la resistencia de la planta a la salinidad del suelo y agua de riego Plant Health.

Testigo Químico

Tiabendazol Como Fungicida Sintético

Es un polvo humectante y/o fungicida sistémico y de contacto. Principalmente es aplicado por rociado aunque también puede aplicarse mediante la inmersión de las mismas en una solución acuosa que contiene tiabendazol. Solamente puede ser aplicado en la superficie exterior de las semillas (Vademecum Agrícola, 1999).

MATERIALES Y METODOS

Localización del Área Experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Ensayos de Semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas (CCDTS), localizado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Saltillo Coahuila, México.

Materiales Genéticos

Para el presente trabajo se utilizaron semillas de diferentes cultivos de cosecha reciente: maíz del híbrido H-446, y de trigo de la variedad AN-239-99, proporcionado por el Instituto Mexicano del Maíz y la por la sección de cereales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, respectivamente.

Resina de Gobernadora Utilizada

El extracto de gobernadora, fue proporcionado por el Centro de Química Aplicada (CIQA), la cual se utilizó al 25 por ciento de concentración de la resina y su extracción fue con metanol como solvente.

Hongos utilizados

Las cepas de los hongos *Aspergillus flavus*, *Aspergillus ochraceus*, y *Fusarium moniliforme* utilizadas en este trabajo de investigación, fueron proporcionadas por la Unidad de Investigación de Granos y Semillas (UNIGRAS), de la Facultad de Estudios Superiores, Cuautitlan, Izcalli, Estado de México, que pertenece a la Universidad Autónoma de México (UNAM).

La metodología de este trabajo experimental fue realizada en tres etapas: durante las primeras dos se obtuvieron resultados preliminares relacionados con la obtención de la mejor dosis de los adherentes empleados; en la segunda etapa se evaluaron diversas dosis del extracto hidrosoluble de gobernadora con la finalidad de obtener la óptima para ser aplicada posteriormente en la tercera y última etapa; lo cual se realizó en condiciones óptimas de laboratorio como a continuación se describe.

Primera Etapa

Obtención de las Mejores Dosis de Adherentes

En esta fase se utilizaron tres adherentes: goma arábica, grenetina y yuccah, las cuales se utilizaron en concentraciones de 5, 10, 15 y 20 por ciento; aforando a 250 mL de agua, en donde se aplicaron a 25 gramos de semilla de maíz y trigo. Debido a que la goma arábica es fácilmente soluble, produciendo soluciones relativamente poco viscosas, incluso a concentraciones elevadas (20%), a los dos grupos de semillas se les aplicaron las diferentes dosis de

adherentes, para determinar su efecto protector. (Cuadro 3.1). Las semillas de las dos especies gramíneas fueron tratadas en vasos de precipitado con las diferentes dosis, agitándolas constantemente en forma manual hasta que el producto se adhirió por completo a la semilla, lo cual se pudo apreciar mediante observación directa con la ayuda de un estereoscopio. La aplicación de los adherentes se hizo independiente para cada unidad experimental, la cual se constituyó por 25 gramos de semilla.

Cuadro 3.1. Dosis de los adherentes utilizados en el tratamiento a la semilla de maíz y trigo.

Producto	Porcentaje	Miligramos
Yuccah	5, 10, 15 y 20	1.25, 2.5, 3.75, 5.0
Goma arábica	5, 10, 15 y 20	1.25, 2.5, 3.75, 5.0
Grenetina	5, 10, 15 y 20	1.25, 2.5, 3.75, 5.0

Segunda Etapa

Determinación de la Dosis Antifúngica de Gobernadora

Para determinar la dosis de gobernadora se recurrió a hacer unos bioensayos donde se utilizaron las dosis: 1000, 2000, 4000, 6000 y 8000 ppm. Para el cumplimiento de este objetivo se utilizó la técnica de microbioensayo en placas de titulación (técnica rápida). Siendo esta una práctica para evaluar la

germinación de esporas de hongos cuando se emplean varias dosis de algún producto al cual se le quiere evaluar su efectividad antimicrobial.

La técnica antes mencionada consistió principalmente en combinar el extracto metanólico hidrosoluble de gobernadora al 25 por ciento de sólidos totales, a diferentes dosis antes mencionadas; por otro lado, se utilizó una suspensión de esporas con concentración de 1×10^1 , para *A. flavus* y *F. moniliforme* y la concentración de 1×10^3 para *A. ochraceus*; esta diferencia en la concentración de esporas es con el objetivo de utilizar una cantidad similar de conidios de cada hongo en estudio, utilizando un aproximado de solo 5500 conidios. Posteriormente se colocaron en una placa de micro titulación cada una de las diferentes dosis del extracto de gobernadora junto con suspensión de esporas de los hongos en estudio (usando un pozo por dosis de extracto).

Después se leyó la absorbancia a las 24 horas de incubación utilizando un lector de placas a través de un filtro de 492 nm de longitud de onda. Para observar la acción inhibitoria del extracto de gobernadora sobre las esporas de los hongos, se utilizó un microscopio compuesto con el objetivo de 40 X (observando como las esporas presentaban en forma arrugada) para poder corroborar lo observado se colocó una solución de 20 μ L de cada pozo en un disco de medio de cultivo con malta sal agar (MSA), incubándose durante siete días, para finalmente contar el porcentaje de colonias en la placa. Con este método (Wilson *et al.*, 1997) se lograron analizar las 5 dosis del extracto y 3 repeticiones en una sola placa, esto incluyó tres testigos; un pozo vacío, uno

con solución de esporas y uno con las diferentes dosis de gobernadora sin esporas.

El conteo de esporas se realizó mediante la ayuda de la cámara de Neubauer, con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Total de esporas contadas}}{\text{Número de cuadros contados}} \times 1000 = \text{Número de Conidios / mL}$$

Tercera Etapa

Durante esta fase experimental se evaluaron las mejores dosis de adherentes que resultaron en la primera etapa, así como las mejores dosis del extracto de gobernadora que mostraron durante la segunda etapa actividad antifúngica contra los hongos: *A. flavus*, *A. ochraceus*, y *F. moniliforme*. Finalmente con la información previamente obtenida se trabajó con las semillas de maíz y trigo determinando el efecto protector del extracto y los adherentes durante un período de 180 días de almacenamiento en condiciones no controladas de humedad relativa y 25 °C de temperatura.

Tratamientos del Extracto de Gobernadora y Adherentes

Las semillas de maíz y trigo fueron tratadas con las mejores dosis de gobernadora y adherentes obtenidas en las etapas anteriores, las cuales

correspondieron a las concentraciones de 4000, 6000 y 8000 ppm de extracto de *Larrea*, así mismo, se aplicó una dosis de 15 por ciento de ambos adherentes (Yuccah y goma arábica) para analizar el efecto protector de los mismos sobre la semilla (Cuadro 3.2).

También se aplicó un fungicida sintético (Tiabendazol) como testigo químico utilizando la dosis recomendada comercialmente; además, se contó con un testigo absoluto (sin tratamiento alguno). La semilla fue tratada en nueve diferentes dosis, en frascos de vidrio por separado; la aplicación de los tratamientos se hizo independiente para cada unidad experimental teniendo 2,880 semillas de trigo y de 1,334 de maíz.

Cuadro 3.2. Dosis del extracto, adherentes y testigos utilizados en el tratamiento a la semilla de maíz y trigo.

Producto	Dosis
Extracto de gobernadora	4000, 6000, 8000 ppm
Yuccah	12 ml, 100.05 ml
Goma arabiga	12 ml, 100.05 ml
Testigo Químico (Tiabendazol)	600 i.a.t. / kg
Testigo absoluto	Sin tratamiento

Tiempo y Condiciones de Almacenamiento

Las semillas de maíz y trigo, se almacenaron por un período de 180 días bajo condiciones no controladas de humedad con 25 °C de temperatura. Los tratamientos por cada cultivo, de 2880 semillas de trigo y 1334 de maíz, fueron colocados en frascos de vidrio con tapas perforadas y estas a su vez se colocaron en un refrigerador el cual se utilizó como cámara. Las muestras fueron evaluadas cada 30 días con 4 repeticiones para sanidad y cada 45 días con tres repeticiones en calidad.

Contenido de Humedad de las Semillas

Para la determinación del contenido de humedad de las semillas, (Cuadro 3.3) se utilizó el método de secado de la estufa de una etapa (Moreno, 1996). Se pesaron las cajas de metal del 5 cm de diámetro y de 1.5 a 3 cm de altura; después se colocaron en ellas de 4 a 5 gramos de la semilla entera, se taparon las cajas e inmediatamente se pesaron. Una vez que se pesaron las cajas y la semilla, se quitaron las tapas y sobre éstas se colocaron las cajas dentro de la estufa, que fue previamente ajustada para mantenerse a 130°C durante 4 horas para maíz y 2 horas para trigo. Después del período de secado, se procedió a tapar las cajas dentro de la estufa, se colocaron en el desecador conteniendo sílica gel, para permitir su enfriamiento sin que ganara humedad se hizo con tres repeticiones y se calculó mediante la siguiente fórmula:

P2 – P3

———— X 100 = % de humedad (con base en peso húmedo)

P2- P1

En donde:

P1 = Peso en gramos de la caja.

P2 = Peso en gramos de la caja y la semilla húmeda.

P3 = Peso en gramos de la caja y de la semilla después del secado en la estufa.

Cuadro 3.3. Contenido de humedad inicial y germinaciones de las semillas de maíz y trigo.

Especie	Contenido de Humedad (%)	Germinación (%)
Maíz	15	85
Trigo	16	70

Los resultados obtenidos de contenido de humedad y germinación, son el promedio de tres repeticiones.

Reproducción del Inoculo

Las sepas iniciales fueron cultivadas en cajas petri en malta sal agar (MSA) con la ayuda de un saca bocados, donde se depositó la cantidad tomada en el centro de cada caja identificada, después se sello con parafilm y se metieron en la incubadora a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por siete días, para tener suficiente inóculo, y para su conservación se mantuvieron en un refrigerador. Esto se realizó para cada hongo, en condiciones de asepsia.

Preparación del inóculo

Se utilizó una caja petri por especie / muestreo y esta se raspo con la ayuda de un hisopo previamente esterilizado en la autoclave; para utilizar la misma cantidad de esporas de cada hongo se utilizó un tubo de ensaye para cada especie con agua destilada esterilizada, donde se pondero a una concentración de espora de 1×10^1 mL para el caso de *F. moniliforme* y *A. flavus*, mientras que para *A. ochrasus* fue de 1×10^2 mL, para utilizar solo 5500 conidios por mL.

Siembra de Semilla en el Medio de Cultivo

Para la siembra de la semillas en el medio de cultivo, se colocaron cinco semillas para el caso de maíz y 10 en trigo, separadas por espacios uniformes en cada caja petri conteniendo malta sal agar (MSA), esto se realizó en la cámara de flujo laminar, con la ayuda de una lámpara de alcohol, y pinzas punta roma previamente esterilizadas en la autoclave, para evitar contaminación.

Inoculación con Esporas a las Semillas

Después de la preparación del inóculo y de la siembra de las semillas, de cada tubo de ensaye correspondiente a cada hongo y con la ayuda de una jeringa estéril de plástico para insulina graduada de 0 a 100 unidades con

capacidad de 1mL, se colocó en cada semilla 1 μ L de cada hongo; finalmente, se sellaron las cajas con parafilm, debidamente identificadas, y se metieron en la incubadora a una temperatura de $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$, durante siete días. Todo esto se realizó bajo condiciones de asepsia bajo la cámara de flujo laminar y utilizando lámparas de alcohol en cada caso para esterilizar y así, evitar contaminación.

Sanidad

Para determinar el porcentaje de infestación de los hongos inoculados, utilizando 10 semillas por repetición en el caso del trigo, mientras que en maíz solo cinco semillas por repetición, con cuatro repeticiones por cada tratamiento. La evaluación se realizó mediante la observación directa de las colonias fungosas bajo un estereoscopio, obteniendo el porcentaje de cada una de las mismas.

Calidad Fisiológica

Germinación

Se realizó de acuerdo a las reglas de la Internacional Seed Testing Association (ISTA, 1996), para lo cual se colocaron tres repeticiones de 25 semillas en toallas de papel húmedo, que se enrollaron para formar las llamada muñecas o tacos. Posteriormente se llevó a cabo la incubación a $25^{\circ}\text{C} \pm 1$, se

realizó el conteo a los siete días, se registraron plántulas normales, plántulas anormales y semillas no germinadas, esto se realizó para los dos cultivos.

Longitud Media de Plúmula

Este método es aplicable a las plántulas que presentan una plúmula recta como en los cereales, para evaluar esta variable, primero se trazo el papel con líneas horizontales de dos centímetros entre si, en la siembra, los embriones de las semillas deben quedar hacia el lado contrario del papel y con la plúmula apuntando hacia arriba, en ángulos rectos con relación a las líneas horizontales trazadas en el papel. Se prepararon tres repeticiones con 25 semillas por taco en cada caso. Las “muñecas” se prepararon con tres hojas de papel, dos debajo de la semilla y una cubriéndola. Una vez que se cubrió la semilla con la toalla húmeda, se doblo hacia arriba una franja de dos centímetros de la parte basal y luego se enrollaron las toallas en sentido perpendicular a las líneas horizontales. Las muñecas o tacos se colocaron en bolsas de plástico para mantener la humedad dentro de la incubadora de 25°C, y con alta humedad relativa.

La prueba duró siete días, realizándose un conteo a los siete días después de la siembra. Al finalizar la prueba se contaron las plúmulas de las plántulas normales que se encontraron entre cada par de líneas paralelas las cuales tienen valores de uno, tres, cinco, siete, nueve, once y trece centímetros. El número de plúmulas que quedaron entre cada línea se multiplicó por la

correspondiente distancia y se suma, dividiendo la longitud total entre el número de semillas, es decir 25 (ISTA, 1996) de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$L = (n \times 1) + (n \times 3) + \dots + (n \times 13) / 25$$

Donde:

L = Longitud media de plúmula en cm.

n = Número de plúmulas entre dos paralelas.

x = Distancia del punto medio de paralela a línea central.

Las plántulas anormales se eliminan del conteo.

Peso Seco

Para evaluar esta variable, las plántulas son desprendidas del mesocotilo (la plúmula), éstas se depositaron en bolsas de papel de 6 cm de ancho por 14 cm de largo aproximadamente, estas se colocaron en la estufa y se secaron a 65°C por 24 horas, para luego pesarse en una balanza analítica de precisión (0.01 g). Se peso la bolsa con la plúmula seca y después sola la bolsa. Por diferencia se obtiene el peso seco de plúmula y se expresa el resultado en miligramos por planta.

Diseño Experimental

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar, con ciento ochenta unidades experimentales en calidad y doscientas sesenta y cuatro en sanidad con arreglo trifactorial.

Análisis estadístico

Para cada período de almacenamiento se realizó un análisis de varianza, bajo el diseño antes mencionado, el cual funciona bajo el siguiente modelo estadístico. Para analizar toda la información que se generó de los periodos de almacenamiento y diferentes tratamientos, se llevó a cabo mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS). En donde consideramos lo siguiente: (A) son los muestreos, (B) los tratamientos y (C) las dosis. Los datos resultantes de las variables en estudio son transformados a raíz cuadrada mas uno, ajustando y adecuando los valores a una distribución estadística permitiendo una mayor sensibilidad en los resultados alcanzados, una vez analizado los datos se hizo una comparación de medias mediante la prueba Tukey al nivel de 0.05 de probabilidad, mediante el programa de la Universidad de Nuevo León, esto se realizó tanto para sanidad como para calidad fisiológica.

Modelo Lineal

$$Y_{ijkl} = \mu + M_i + T_j + MT_{ij} + D_k + MD_{ik} + TD_{jk} + MTD_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor observado

μ = Efecto de la media

M_i = Efecto de los muestreos

T_j = Efecto de los tratamientos

MT_{ij} = Efecto de la interacción muestreos - tratamiento

D_k = Efecto de las dosis

MD_{ik} = Efecto de la interacción muestreos – dosis

TD_{jk} = Efecto de la interacción tratamiento-dosis

MTD_{ijk} = Efecto de la interacción muestreos-tratamiento-dosis

E_{ijkl} = Efecto del error experimental

RESULTADOS Y DISCUSION

Primera Etapa

Formación de Aglomerados de Semillas por Efecto de los Adherentes

En relación con el efecto de los adherentes orgánicos utilizados (gernetina, goma arábica y yuccah) para fijar el extracto de gobernadora en las semillas de maíz y trigo; en la Figura 4.1 se muestra el efecto de las dosis de estos productos en el grado o porcentaje de adhesión entre si de las semillas de maíz o formación de aglomerados.

Este gráfico muestra que de los tres adherentes utilizados el que tuvo un mejor comportamiento para los objetivos de este trabajo experimental fue el extracto de yuccah y goma arábica, ya que con las dosis de 3.75 mL/L/25g de semilla, se tuvo 20 y 50% respectivamente de aglomerados de semillas; característica que resulta ser indeseable para el tratamiento de semillas que se van a almacenar. En cambio, la gernetina resulto ser el adherente que mayor cantidad de aglomerados originó, debido a que a las concentraciones antes señaladas produjeron 50 y 80% respectivamente, de adhesión o aglomerados entre semillas de maíz. Es importante señalar que con los tres adherentes a la dosis de 5 mL/L/25g causaron un apelmazamiento total de las semillas y a la dosis de 1.25 y 2.5 mL/L/25g la adhesión del adherente a la semilla era muy pobre ya que al observarla bajo el estereoscopio, solamente una pequeña parte en forma de diminutas gotas se observó sobre la semilla en yuccah y en goma

arábiga, sin embargo, en la dosis 2.5 mL/L/25g de goma el adherente no se distribuía en todas las semillas sino solo en una parte y ocasionaba un apelmazamiento desuniforme.

Con base en lo antes señalado este trabajo sugiere que la dosis de 3.75 mL/L/25g del extracto de yuccah y goma arábica son las mejores dosis para aplicarse conjuntamente con el extracto de gobernadora y recubrir adecuadamente las semillas sin ocasionar aglomerados que puedan significar un problema durante el período de almacenamiento.

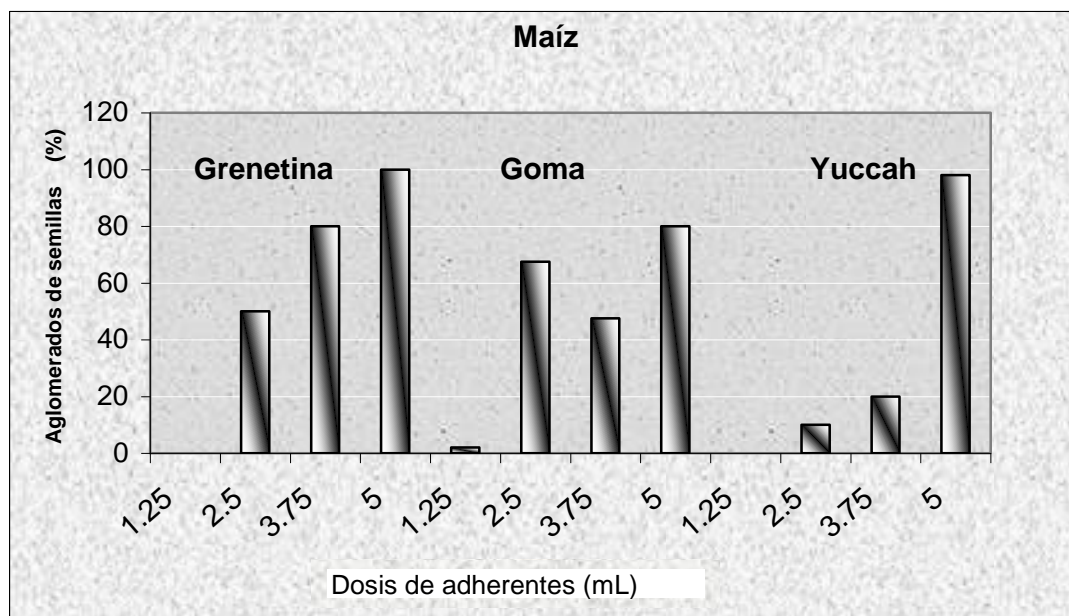


Figura 4.1. Aplicación de tres adherentes orgánicos a semillas de maíz con cuatro dosis de cada uno para determinar el por ciento de aglomeración.

En el caso de las semillas del trigo la Figura 4.2, nos permite observar que la grenetina una vez más produjo la mayor cantidad de aglomerados de semillas en comparación con los otros dos productos naturales. En este caso el

extracto de yuccah resulto ser el mejor adherente, ya que a las dosis de 3.75 mL/L/25g de semilla produjo solamente 10 por ciento de aglomerados. En cambio la dosis de cinco mL/L/25g de grenetina, goma arábica y yuccah ocasionó 100, 70 y 50 por ciento de aglomerados respectivamente; esto muestra una vez más que la grenetina resulta ser un producto poco adecuado para utilizarse como adherente de granos de este cereal, y sobre todo a la dosis antes señalada, sin embargo, en las dosis de 1.25 y 2.5 mL/L/25g ocasionó una inestabilidad en la adhesión de la semilla debido a que solo una pequeña parte del grano era adherido por el adherente y en la dosis de 2.5 mL/L/25 en goma arábica ocasionó apelmazamientos desuniformes debido a que no alcanzaba a cubrir a toda las semillas.

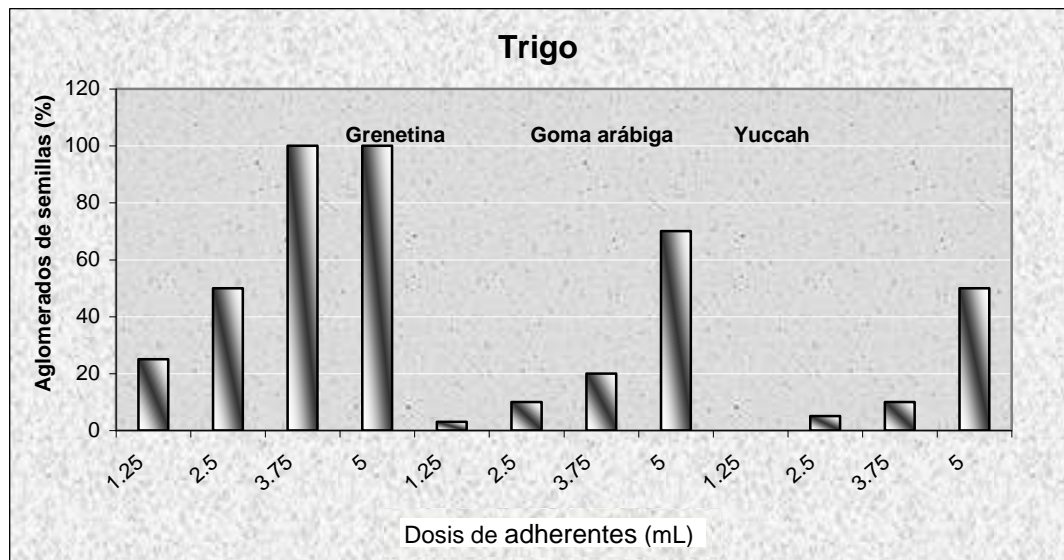


Figura 4.2. Aplicación de tres adherentes orgánicos a semillas de trigo con cuatro dosis de cada uno para determinar el por ciento de aglomeración

Segunda Etapa

Efecto Antifúngico del Extracto de Gobernadora

Al analizar *in Vitro* la actividad fungicida de las cinco dosis del extracto de *L. tridentata* aplicadas contra los tres hongos fitopatógenos se muestra que a las 24 horas de aplicar las dosis del extracto se apreció una clara disminución en las unidades formadora de colonias (ufc) de cada hongo (Figura 4.3). Esta reducción en la producción de ufc's fue mayor a medida que se incrementó la concentración (ppm) del extracto de gobernadora, encontrándose que los valores resultaron ser estadísticamente significativos al cinco por ciento. En esta misma figura se aprecia que la dosis de 8000 ppm causó una disminución total en el crecimiento del hongo, lo cual se reflejó en la ausencia de ufc's en *A. ochraceus* y *A. flavus*; mientras que en *F. moniliforme*, la dosis de 6000 ppm inhibió por completo dicho patógeno, así como la formación de ufc's; lo cual sugiere que este último hongo resulta ser más susceptible al efecto antifúngico de los fitoquímicos bioactivos contenidos en el extracto de gobernadora, en comparación con los otros dos hongos del género *Aspergillus*.

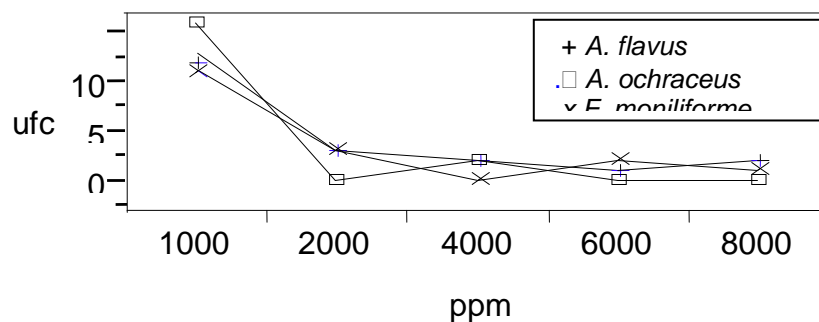


Figura 4.3 Inhibición de diferentes dosis en unidades formadoras de colonias (ufc) de tres hongos fitopatógenos por efecto del extracto metanólico de *L. tridentata*.

Tercera Etapa

Efecto de los Adherentes y el Extracto de Gobernadora en la Infección de tres Hongos Fitopatógenos en Semillas de Maíz

En el Cuadro A.4, se presentan los cuadrados medios, nivel de significancia y coeficientes de variación para los tres hongos evaluados, en donde se aprecian diferencias altamente significativas para *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus* y *Aspergillus ochraceus* en la fuente de variación producto X dosis y en la interacción muestreo X producto X dosis, excepto para *Aspergillus ochraceus*, ya que no mostró diferencias significativas en la interacción.

Fusarium moniliforme. La evaluación de la presencia e infección de este hongo fue mediante la observación directa después de su inoculación sobre la semilla en placas de malta sal agar (MSA) Cuadro 4.1. Los valores promedio de infección del hongo *F. moniliforme* en semillas de maíz aquí expresados nos revela que el testigo químico (tiabendazol) inhibió en mayor medida al hongo, ya que este tratamiento reportó el menor valor de infección (13.33%); en cambio, las dosis del extracto de gobernadora y adherentes tuvieron menor efecto inhibitorio contra el patógeno. Sobresaliendo la gobernadora sola con las dosis 4000 y 8000 ppm, con un porcentaje de infección de 45 por ciento, por otra parte, la dosis 6000 ppm del mismo tratamiento mostró el más alto porcentaje de infección del hongo en la semilla

(83.33 por ciento). En contraste, el testigo absoluto (semilla sin tratar) mostró el valor más alto (100 por ciento) de infección por *F. moniliforme*.

Cuadro 4.1 Comparación de medias de la interacción tratamientos-dosis y su efecto en la infección del hongo *F. moniliforme* en semillas de maíz almacenadas durante 180 días.

Tratamientos	Dosis del extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)			Tiabendazol	Testigo
	4000	6000	8000		
Gobernadora	45.00EF	83.33A	45.83EF		
Gob.+ Yuccah	52.50D	65.00B	57.50C		
Gob.+ Goma	51.66D	46.66E	60.00C	13.33G	100.00A

En la Figura 4.4 se presenta el porcentaje de infección de *F. moniliforme* en semillas de maíz almacenadas durante un período de 180 días que fueron tratadas con extracto de gobernadora y dos adherentes aplicados a tres concentraciones. Gráficamente se puede observar que el fungicida sintético utilizado como testigo químico (tiabendazol) mostró el mejor efecto inhibitorio, ya que reportó un máximo de 25 por ciento de infección durante todo el período de almacenamiento, a los seis muestreos. Sin embargo, en los tratamientos donde se aplicaron los productos orgánicos, el efecto protector de los mismos no fue muy persistente, ya que dicho efecto desapareció después de 90 días de almacenada la semilla de maíz, alcanzando valores de infección de 50 por ciento arriba en todas las dosis y tratamientos evaluados, excepto en aquellos en los que se aplicó gobernadora sola (a) y gobernadora + goma arábica (c), ya que estos presentaron infecciones de 45 y 40 por ciento respectivamente con la dosis de 4000 ppm, los cuales resultaron ser los tratamientos que mejor efecto preventivo mostraron. Después de los 90 días de almacenamiento todas las

semillas tratadas con los productos orgánicos mostraron un incremento en la infección del hongo inoculado, lo cual claramente indica la disminución del efecto protector de los productos. Por otra parte, en el testigo absoluto (semilla sin tratar) el crecimiento de *F. moniliforme* fue de 100 por ciento de infección desde el inicio del almacenamiento.

Un trabajo en el que se analizó la actividad antifúngica de aceites esenciales (Bravo-Luna *et al.*, 1998), consigna que las dosis altas de todos los aceites analizados inhibieron el crecimiento micelial de varias especies de *Fusarium*; encontrando que la concentración mínima inhibitoria varió desde 5000 ppm en *Rosmarinus officinalis* hasta 150 ppm en *Thymus vulgaris*. Esto pone de manifiesto que otras plantas también poseen propiedades antimicrobiales contra hongos fitopatógenos que afectan a plantas y diversas semillas.

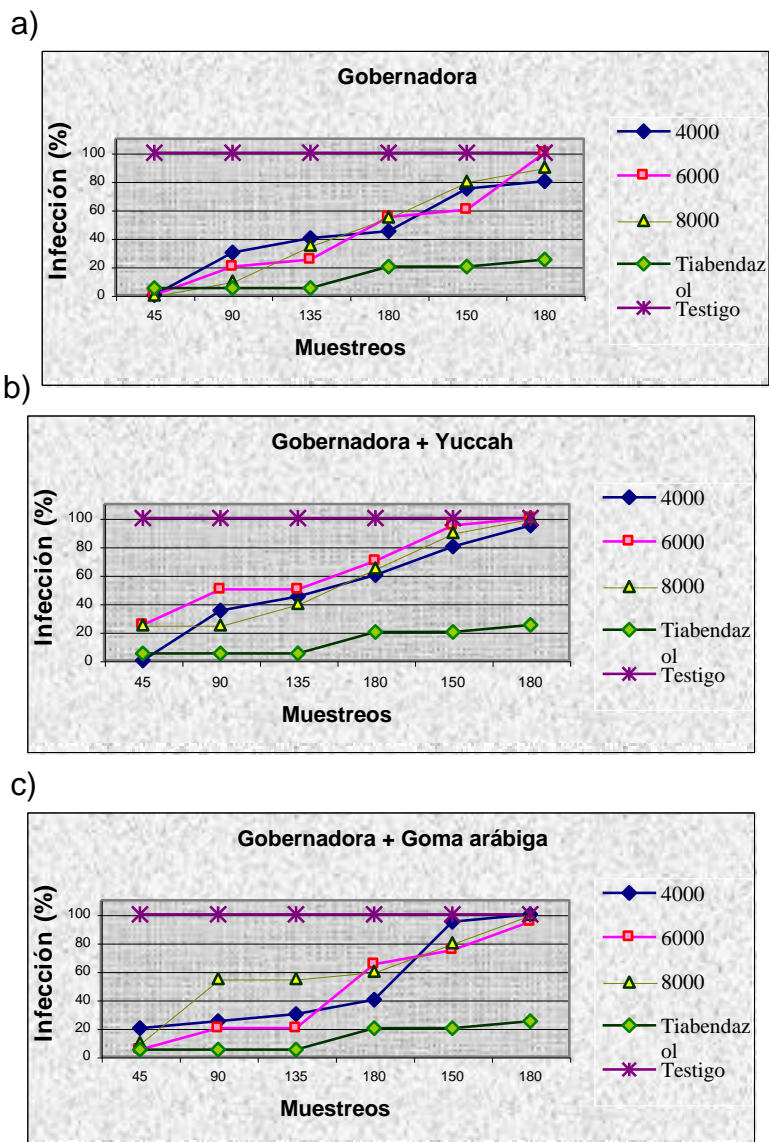


Figura 4.4 Porcentajes de infección de *Fusarium moniliforme* determinados en semillas de maíz protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.

***Aspergillus flavus*.** En el Cuadro 4.2 se muestran los niveles de infección de *A. flavus* en semillas de maíz. Aquí se aprecia que el testigo químico (tiabendazol) inhibió en mayor medida al hongo, ya que reportó valores de 15.83 por ciento de infección, seguido por el tratamiento con extracto de gobernadora sola a la dosis de 4000 ppm, el cual reportó 46.66 por ciento de

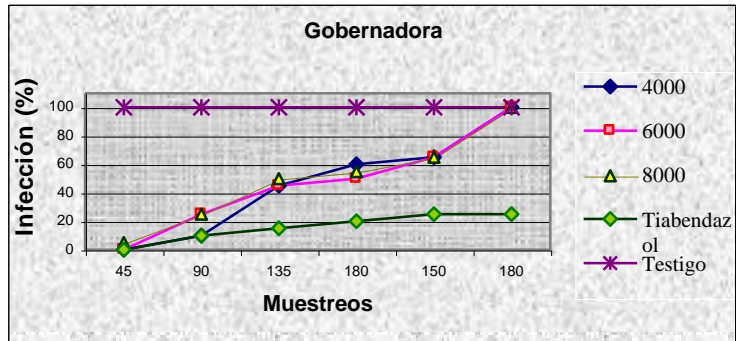
infección; por otra parte, las dosis de 6000 y 4000 ppm de los tratamientos de gobernadora + yuccah y gobernadora + goma arábica mostraron los mas altos porcentajes de infección del hongo en la semilla (61.66 y 59.19 por ciento, respectivamente). Esto refleja un menor efecto protector de los compuestos orgánicos en comparación del fungicida biodegradable, el cual es ampliamente usado en semillas.

Cuadro 4.2. Comparación de medias de la interacción tratamientos-dosis y su efecto en la infección de *A. flavus* en semillas de maíz almacenadas durante 180 días.

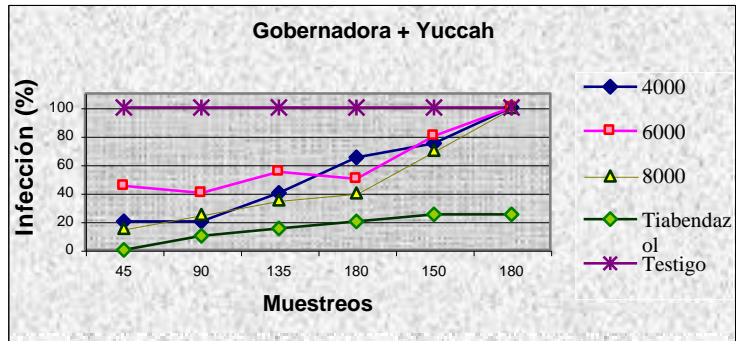
Tratamientos	Dosis del extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)				
	4000	6000	8000	Tiabendazol	Testigo
Gobernadora	46.66G	47.50FG	50.00EF		
Gob.+ Yuccah	53.33CD	61.66B	47.50FG		
Gob. + Goma	59.19B	50.83DE	55.00C	15.83H	100.00A

En la Figura 4.5 se presentan los porcentajes de infección obtenidos por *A. flavus* en semillas de maíz almacenadas durante 180 días que fueron tratadas con extracto de gobernadora y dos adherentes aplicados. Este gráfico revela que el testigo químico (tiabendazol) redujo en mayor proporción la infección del hongo (70 por ciento) en todo el período de almacenamiento. Por otra parte, los tratamientos orgánicos mostraron muy buen efecto preventivo contra este hongo durante los primeros 60 días de almacenamiento, ya que en este período el extracto de gobernadora sin adherente a 4000 ppm (a), como el fungicida tiabendazol reportaron solamente 10 por ciento de infección en las semillas de maíz; sin embargo, posteriormente este efecto protector de los productos orgánicos se redujo gradualmente hasta el final del almacenamiento (180 días) cuando la protección fue nula.

a)



b)



c)

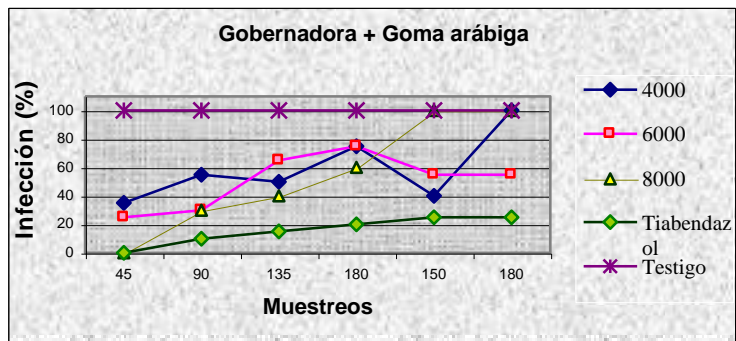


Figura 4.5 Porcentajes de infección de *Aspergillus flavus* determinados en semillas de maíz protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.

Lo anterior coincide por los señalado por Montes-Belmont *et al.*, (1997), quienes al estudiar 106 especies de plantas en forma de polvos, extractos acuosos, metanólicos y hexánicos sobre la germinación de esporas y el

desarrollo del micelio de *A. flavus* en granos de maíz, encontraron que la acción de los productos vegetales contra la infección de este hongo quienes mostraron un mejor resultado de todas las especies probadas fueron: *Larrea tridentata*, *Rosmarinus officinalis*, *Tridax coronopifolia* y *Coleus blumei*, disminuyendo significativamente la contaminación por este hongo en granos de maíz, Sin embargo, también existe una sensibilidad de este tipo de extractos a las condiciones ambientales, esto pone de manifiesto que en períodos largos de almacenamiento y a condiciones no controladas de almacén el efecto protector de los productos orgánicos sobre la semilla disminuye.

Aspergillus ochraceus. En el Cuadro 4.3, se muestran los niveles de infección de *A. ochraceus* en semilla de maíz. Aquí se aprecia que el testigo químico (tiabendazol) inhibió en mayor medida al hongo, ya que reportó valores de 11.66 por ciento de infección, seguido por los tratamientos orgánicos con extracto de gobernadora sola a las dosis 4000 y 6000 ppm y gobernadora + yuccah con dosis 4000 ppm, quienes reportaron 40 por ciento de infección; por otra parte, la dosis de 6000 ppm del tratamiento gobernadora + yuccah mostró el mas alto porcentaje de infección del hongo en la semilla (62 por ciento). Esto refleja un menor efecto protector de los compuestos orgánicos en comparación del fungicida sintético, pero sin el peligro de residualidad ni sustancias peligrosas para los humanos y animales.

Lo anterior concuerda con lo señalado por Quintero *et al.*, (2002) quienes indican que en los últimos años los extractos vegetales se han empleado en el

manejo de enfermedades tratando de incorporarlos al manejo de la producción de cultivos orgánicos, impulsándolos en el uso de insumos agrícolas formulados a base de sustancias naturales no peligrosas para los animales y humanos, y sin peligro de residualidad, utilizando como materia prima para su elaboración extractos de plantas con propiedades insecticidas y fungicidas. Como el extracto de *L. tridentata*, quien mostró una excelente actividad antiochratoxigenica *in vitro* de 10 extractos vegetales, ya que inhibió en 92 y 86 por ciento, respectivamente, el crecimiento de *Aspergillus sp.p.* (Vargas-Arispuro *et al.*, 1997).

Cuadro 4.3. Comparación de medias de la interacción tratamientos-dosis y su efecto en la infección de *A. ochraceus* en semillas de maíz almacenada durante 180 días.

Tratamientos	Dosis del Extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)			Tiabendazol	Testigo
	4000	6000	8000		
Gob	40.83F	40.00F	45.83DE		
Gob+Yuccah	40.83F	62.50B	45.00E		
Gob+Goma	47.50DE	48.33CD	50.83C	11.66G	100.00A

Efecto de los Adherentes y el Extracto de Gobernadora en Calidad Fisiológica en Semillas de Maíz

En el cuadro A.7, se presenta los cuadrados medios y significancia de los factores e interacciones de las variables germinación estándar (GE), plántulas anormales (PA), longitud media de plúmula (LMP), longitud media de radícula (LMR) y peso seco (PS). Los resultados mostraron diferencias altamente significativas ($P > 0.01$) en todas las fuentes de variación; excepto para la fuente dosis en peso seco, en la interacción muestreo X producto X dosis en las variables germinación estándar y longitud media de radícula, las cuales mostraron diferencias al 0.05 de probabilidad. Por otro lado, en la fuente de variación dosis en germinación estándar y longitud media de radícula; en la interacción muestreo X dosis en las variables GE, PA y LMR; en producto X dosis en la variable peso seco en la interacción muestreo X producto X dosis en la variable plántulas anormales no mostraron diferencias significativas.

Germinación

En el Cuadro 4.4, se presenta el porcentaje de germinación en semillas de maíz, donde se observan que las diversas dosis del extracto y sus mezclas con los adherentes orgánicos así como el testigo químico (tiabendazol) y testigo absoluto (semilla sin tratar) se comportaron de manera muy similar, ya que en el análisis estadístico son estadísticamente iguales. Sin embargo, se observaron diferencia numéricas, siendo el tratamiento gobernadora + goma arábica quien

presentó mejores resultados, ya que reportó 85.66 por ciento de plántulas germinadas a la dosis de 4000 ppm. Por otra parte, la dosis de 8000 ppm del tratamiento de gobernadora sola mostró la menor respuesta (75.33). En contraste el testigo absoluto (semilla sin tratar) mostró un porcentaje de germinación mayor que el testigo químico reportando 79 por ciento.

Cuadro 4.4. Comparación de medias de tratamientos por dosis, para la variable germinación estándar (%) en semillas de maíz almacenada durante 180 días.

Tratamientos	Dosis del Extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)			Tiabendazol	Testigo
	4000	6000	8000		
Gobernadora	78.66A	79.66A	75.33A		
Gob. + Yuccah	84.00A	84.00A	81.33A		
Gob. + Goma	85.66A	76.33A	76.00A	77.67A	79.33A

En la Figura 4.6 se presenta el porcentaje de germinación en semillas de maíz almacenadas durante un período de 180 días que fueron tratadas con extracto de gobernadora y dos adherentes aplicados a tres concentraciones; donde el mínimo aceptado en germinación es de 85% (ISTA, 1996). Gráficamente se puede observar que el tratamiento de gobernadora + yuccah (b) mostró un mejor efecto en la germinación en las dosis 8000 y 6000 ppm, reportando 94.66 y 90.66 por ciento respectivamente durante un período de 90 días de almacenamiento. Por otra parte, la dosis de 6000 ppm del tratamiento de gobernadora + goma arábica (c), mostró la menor respuesta para esta variable (64 por ciento). Esto pone de manifiesto que la disminución en la germinación es atribuible al efecto protectante de los tratamientos orgánicos, debido a la pérdida de viabilidad a los 90 días de almacenada la semilla.

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación concuerdan con lo reportado por Tavera (1990), el cual menciona, que la semilla reduce la germinación a medida que el período de almacenamiento es mayor. Sin embargo, se debe considerar que la declinación de la viabilidad ocurre de diferentes formas entre los distintos tipos de semilla de maíz, aun bajo condiciones normales de almacén y de acuerdo a las condiciones en que se conserve la semilla, las pérdidas de viabilidad pueden ser variables.

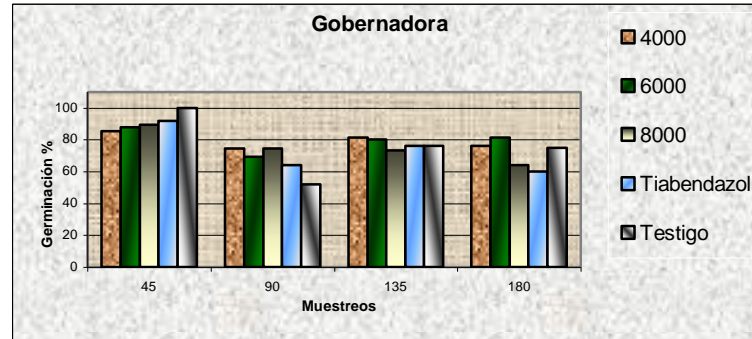
Estos resultados concuerdan con Alemán (2003), donde al probar extractos de *Larrea tridentata* en la germinación de semillas y elongación de plántulas de Brócoli y Lechuga encontró que a concentraciones superiores a 1000 ppm de extracto metanólico, la germinación se reduce marcadamente, lo que pudiera ser evidencia de un posible efecto fitotóxico sobre las semillas.

Por otra parte, Sánchez (2002), al probar la germinación y elongación en semillas de frijol con extractos de *L. tridentata*, encontró que a dosis de 1000 ppm del extracto obtenido con *L. tridentata* del desierto Chihuahuense en la dosis de 1000 y 2000 ppm con un tiempo de imbibición de tres y cuatro y media horas, reportó valores de solo 0.5 en el porcentaje de germinación.

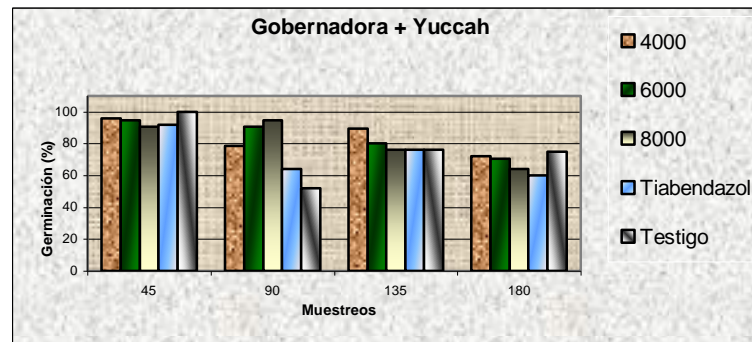
Sin embargo, como el tratamiento del extracto de *L. tridentata* sobre las semillas de maíz, no fue por el método de imbibición, sino por adhesión, esto se observó a los 135 días, donde el incremento en las variables de la calidad

fisiológica aumentaron una vez que el efecto fitotóxico de *Larrea* desapareciera a los 90 días de almacenada las semillas.

a)



b)



c)

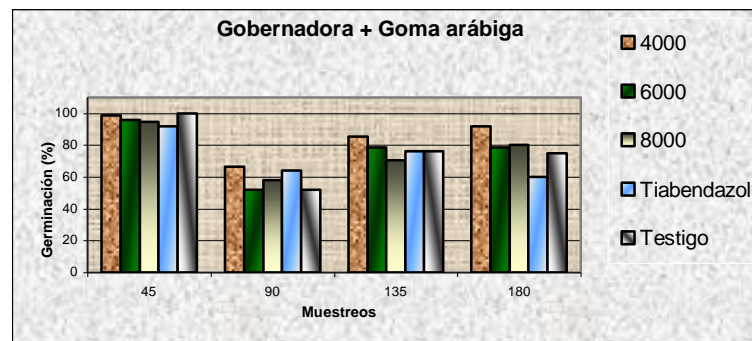


Figura 4.6. Porcentajes de germinación estándar en semillas de maíz protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.

Longitud Media de Plúmula

En el Cuadro 4.5 se muestran los valores de longitud media de plúmula (LMP) en semilla de maíz, donde se observó que las diferentes dosis del extracto y sus mezclas con los adherentes orgánicos así como sus testigos se comportaron estadísticamente igual. Sin embargo, se observaron diferencias numéricas; siendo el tratamiento gobernadora + yuca en sus tres dosis, quien tomo valores mayores a nueve cm. Por otra parte, el tratamiento de gobernadora sola, solo mostró una LMP de 7.38 cm en la dosis de 8000 ppm. En contraste, el testigo absoluto (semilla sin tratar) mostró una longitud media de plúmula de 8.39 cm mayor que el testigo químico (tiabendazol) ya que reporto solo 8.26 cm.

Cuadro 4.5. Comparación de medias de tratamiento por dosis, para la variable longitud media de plúmula (cm) en semilla de maíz, almacenada por 180 días.

Tratamientos	Dosis del Extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)			Tiabendazol	Testigo
	4000	6000	8000		
Gobernadora	8.37A	8.52A	7.38A		
Gob. + Yuccah	9.56A	9.29A	9.24A		
Gob. + Goma	8.99A	8.05A	7.56A	8.26A	8.39A

En la Figura 4.7, se presentan los promedios de longitud media de plúmula en semillas de maíz almacenadas por 180 días que fueron tratadas con extracto de gobernadora y dos adherentes aplicados. Este gráfico revela que el tratamiento de gobernadora + goma arábica (c) tomó valores en la longitud media de plúmula mayores a 12cm durante el primer período del

almacenamiento en las dosis 4000 y 6000 ppm respectivamente. Por otra parte, en la dosis de 6000 ppm del tratamiento de gobernadora + goma arábica (c) mostró un comportamiento mas bajo reportando solo 3.13cm durante el segundo período. En contraste, el testigo absoluto (semilla sin tratar) toma valores similares con el testigo químico (tiabendazol) en todo el período del almacenamiento.

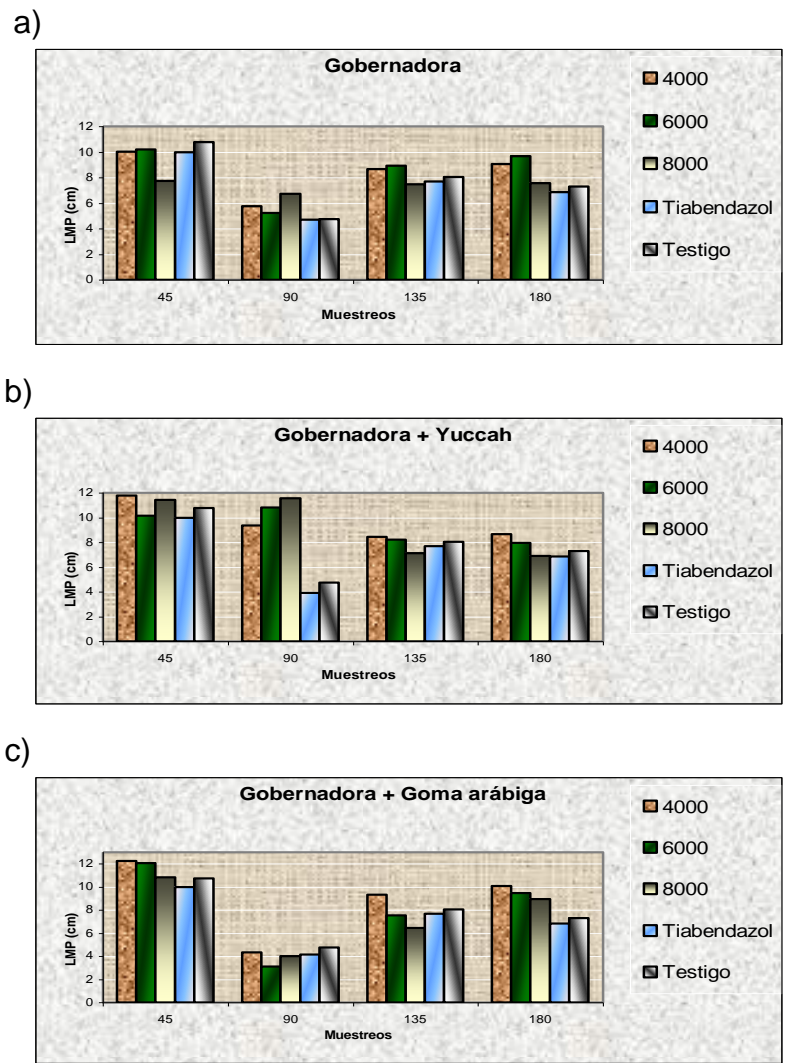


Figura 4.7. Longitud media de plúmula (cm) en semillas de maíz protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.

Estas diferencias marcadas a los 90 días de almacenada la semilla en maíz, pudiera atribuirse a las características ecológicas y climáticas del lugar de procedencia de los extractos, es decir, cada uno de ellos puede presentar diferencias en cuanto a la concentración de los compuestos contenidos en la resina de gobernadora, sin embargo, al parecer la longitud no esta en función del extracto utilizado sino al solvente empleado para la extracción y la dosis aplicada, como lo demuestra el trabajo realizado por De la Rosa y Villarreal (2000), en un bioensayo realizado con semillas de cebada, donde los resultados obtenidos mostraron que los extractos de *L. tridentata* disminuyeron la longitud media de plúmula y radícula.

Longitud Media de Radícula

En el Cuadro 4.6, se muestra la comparación de medias para la variable longitud media de radícula en semilla de maíz, donde las diversas dosis del extracto y sus mezclas con los adherentes orgánicos y los testigos fueron estadísticamente iguales. Sin embargo, se observan diferencias numéricas; siendo el tratamiento gobernadora + goma arábica quien toma valores de longitud media de radícula mayores a 11 cm. Por otra parte, la dosis 8000 ppm fue quien presentó menor respuesta para esta variable con 9.62cm en semilla tratada con gobernadora sola. En contraste el testigo absoluto (sin tratamiento) mostró una ligera ventaja sobre el testigo químico (tiabendazol) con .21cm.

Cuadro 4.6. Comparación de medias de tratamiento por dosis para la variable longitud media de radícula (cm) en semilla de maíz almacenada durante 180 días.

Tratamientos	Dosis de Extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)				
	4000	6000	8000	Tiabendazol	Testigo
Gobernadora	10.22A	10.30A	9.62A		
Gob. + Yuccah	10.91A	10.78A	10.57A		
Gob. + Goma	11.13A	9.87A	9.86A	10.10A	10.31A

Este gráfico revela que el tratamiento de gobernadora + goma arábica (c) tomo valores mayores a 14 cm en la dosis de 6000 ppm en el primer período de almacenamiento; por otra parte, la dosis de 6000 ppm del tratamiento de gobernadora + goma arábica mostró el valor mas bajo (6.57 cm) a los 90 días de almacenada la semilla. Sin embargo, el tratamiento de gobernadora + yuccah (b) en la dosis de 6000 ppm fue la mejor debido a que su decremento fue constante además de mantener una longitud de radícula mayor a nueve cm. En contraste, el testigo absoluto (semilla sin tratar) presentó una ligera ventaja sobre el testigo químico (tiabendazol) en todo el período del almacenamiento.

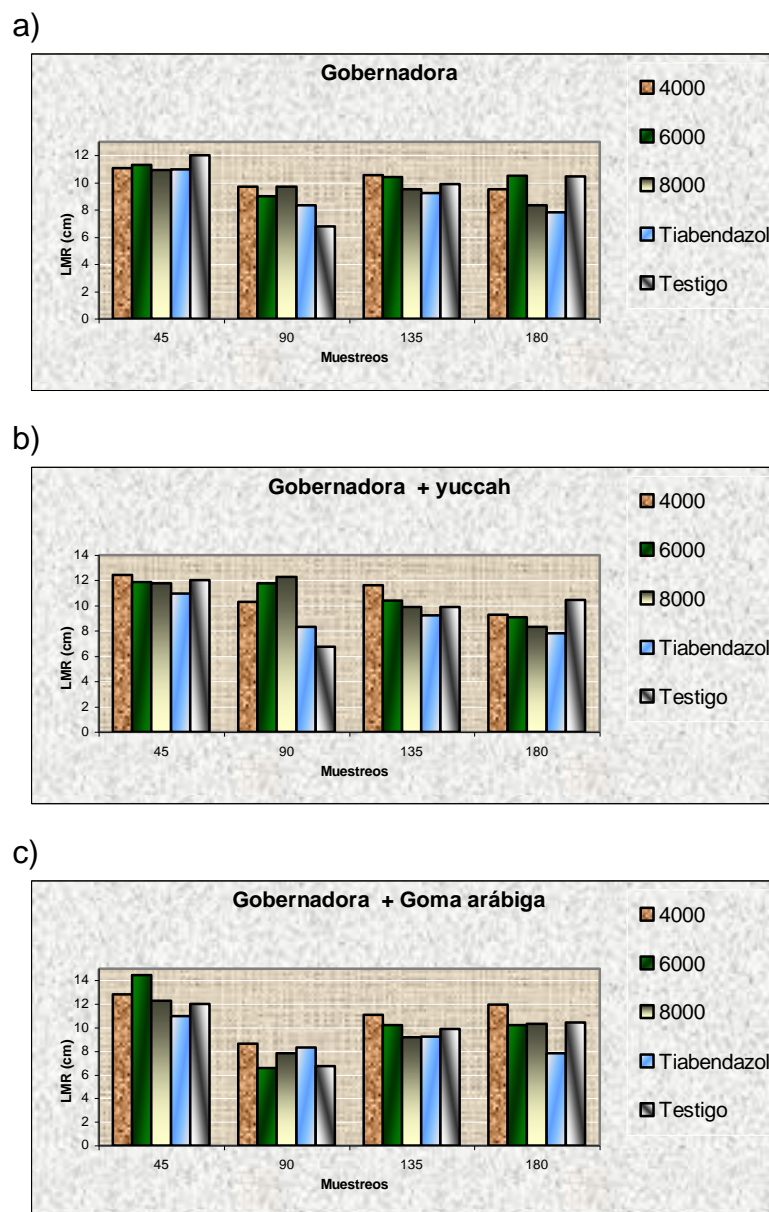


Figura 4.8. Longitud media de radícula (cm) en semillas de maíz protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.

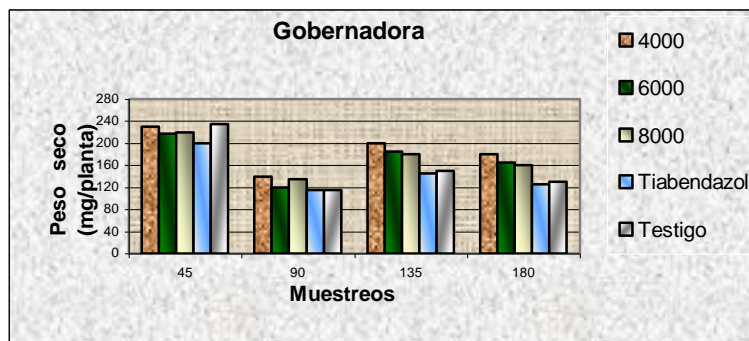
Peso Seco

Esta variable como se observa en la Figura 4.9, presenta correspondencia con el peso seco en semillas de maíz tratadas con extractos de gobernadora y dos adherentes aplicados, almacenada por 180 días bajo

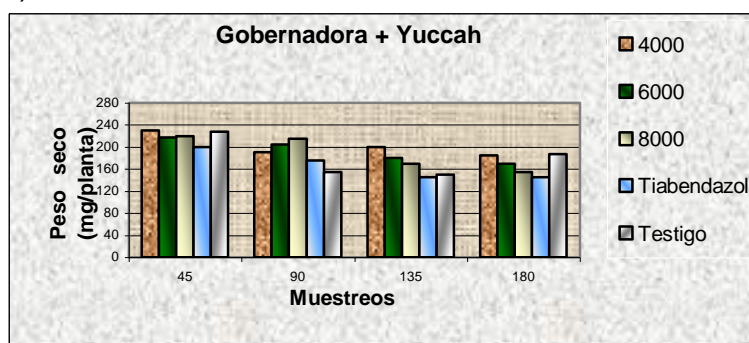
condiciones no controladas de humedad y una temperatura de 25°C. Este gráfico revela que el tratamiento de gobernadora + goma arábica (c) toma valores de 282 mg/plta en la dosis de 4000 ppm, seguido de la dosis 6000 ppm reportando 280 mg/plta, a los 45 días de almacenada la semilla. Por otra parte, la dosis de 6000 ppm en semilla tratada con gobernadora y gobernadora + yuccah la que registró el valor mas bajo en peso seco mostrando un 217 mg/plta en el primer período de almacenamiento. En contraste, el testigo absoluto (semilla sin tratar) presentó una ventaja sobre el testigo químico (tiabendazol) en todo el período del almacenamiento. La disminución en el peso seco a los 90 días de almacenada la semilla se debió a los cambios del extracto de gobernadora sobre la semilla, dando como resultado un porcentaje de germinación más bajó.

Sánchez (2002), al evaluar la germinación y elongación celular de semillas de frijol con extractos de *L. tridentata*, encontró que a la dosis de 1000 ppm en un tiempo de imbibición de una hora y media fue el valor más bajo reportando solo 72.2 mg/plta y el valor mas alto lo obtuvo en la concentración de 250 ppm de extracto con un peso seco de 93.06 mg/plta, estos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación donde al utilizar la dosis de 8000 ppm los valores de peso seco en las semillas disminuyen, sin embargo, al utilizar la dosis de 4000 ppm los valores obtenidos en todos los tratamientos aumentan.

a)



b)



c)

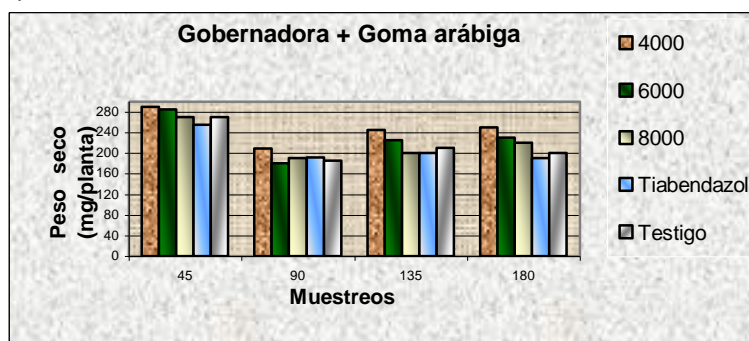


Figura 4.9. Peso seco (mg/planta) en semillas de maíz protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.

Efecto de los Adherentes y el Extracto de Gobernadora en la Infección de tres Hongos Fitopatógenos en Semillas de Trigo.

En el Cuadro A.12, muestra los cuadrados medios, nivel de significancia y coeficientes de variación para los tres hongos evaluados, en este se aprecian diferencias altamente significativas para: *Fusarium moniliforme* y *Aspergillus flavus* en la fuente de variación tratamiento X dosis, no siendo así para *Aspergillus ochraceus*, ya que no mostró diferencias significativas. Por otro lado, en la interacción muestreo X tratamiento X dosis en los tres hongos evaluados no mostraron diferencias significativas.

Fusarium moniliforme. La evaluación de la presencia e infección de este hongo fue mediante la observación directa después de su inoculación sobre la semilla en placas de malta sal agar (MSA) (Cuadro 4.7). Los valores promedio de infección del hongo *F. moniliforme* en semillas de trigo aquí expresadas nos revela que el testigo químico (tiabendazol) inhibió en mayor medida al hongo, ya que este tratamiento reportó el menor valor de infección (22.08 por ciento); en cambio, las dosis del extracto de gobernadora y adherentes tuvieron menor efecto inhibitorio contra este patógeno, sobresaliendo el tratamiento de gobernadora + goma arábica a la dosis 8000 ppm, el cual reportó 37.50 por ciento de infección; por otra parte, la dosis 8000 ppm en semilla tratada con gobernadora mostró el mas alto porcentaje de infección del hongo (59.16 por ciento). En contraste el testigo absoluto

(semilla sin tratar) mostró el valor más alto (100 por ciento) de infección por *F. moniliforme*.

Resultados que también concuerdan con lo realizado por Lira *et al.*, (2003^a), aplicando los extractos de *Larrea tridentata* a *Alternaria solani*, señalando que el efecto fungitóxico sobre *A. solani* de los extractos hidrosolubles etanólico, metanólico y clorofórmico de *L. tridentata*, sobre el crecimiento micelial del hongo fue significativamente afectado a partir de 2000 y 4000 ppm, pero solamente se logró inhibirlo totalmente con los tres extractos a la dosis de 8000 ppm. Esto pone de manifiesto que el extracto de *L. tridentata* también posee propiedades fungitoxicas contra diversos hongos fitopatógenos que afectan a plantas y semillas.

Cuadro 4.7. Comparación de medias de la interacción tratamientos-dosis y su efecto en la infección de *F. moniliforme* en semillas de trigo almacenadas durante 180 días.

Tratamientos	Dosis del extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)			Tiabendazol	Testigo
	4000	6000	8000		
Gobernadora	48.75C	47.50CD	59.16B		
Gob. + Yuccah	40.41E	46.25D	40.83E		
Gob. + Goma	46.25D	41.25E	37.50F	22.08G	100.00A

***Aspergillus flavus*.** En Cuadro 4.8 se presentan los valores promedio del nivel de infección de *A. flavus* en semillas de trigo. Donde se aprecia que el testigo químico (tiabendazol) inhibió en mayor medida al hongo, ya que reportó valores de 13.75 por ciento de infección, seguido por el tratamiento orgánico con extracto de gobernadora a la dosis de 8000 ppm, el cual alcanzó 41.66 por ciento de infección; por otra parte, la dosis de 4000 ppm del tratamiento gobernadora + yuccah mostró el mas alto porcentaje de

infección del hongo en la semilla (57.50 por ciento), En contraste el testigo absoluto (semilla sin tratar) obtuvo el valor más alto (100 por ciento) de infección por *A. flavus*.

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación concuerdan con lo reportado Montes-Belmont (2000^b), quien menciona que en base en los avances hasta ahora señalados en la literatura queda claro que los compuestos fitoquímicos presentes en la resina de gobernadora tienen una potente acción antifúngica *in vitro* contra diversos hongos fitopatógenos de gran importancia económica, algunos de ellos caracterizados por tener una gran capacidad metabólica como los pertenecientes a los géneros *Aspergillus* y *Fusarium*.

Cuadro 4.8 Comparación de medias de la interacción tratamientos-dosis y su efecto en la infección del hongo *A. flavus*, en semillas de trigo almacenadas durante 180 días.

Tratamientos	Dosis del extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)			Tiabendazol	Testigo
	4000	6000	8000		
Gobernadora	54.58C	47.50D	41.66F		
Gob. + Yuccah	57.50B	53.75C	47.08D		
Gob. + Goma	52.50C	45.83DE	44.58E	13.75G	100.00A

Efecto de los Adherentes y el Extracto de Gobernadora en Calidad Fisiológica en Semillas de Trigo

En el Cuadro A.13, se presentan los cuadrados medios y significancia de los factores e interacciones de las variables germinación estándar, plántulas anormales, longitud media de plúmula, longitud media de radícula y peso seco en la semilla almacenada por 180 días. Los resultados mostraron alta significancia ($P < 0.01$) en todas las fuentes de variación; excepto para la variable germinación estándar en la fuente dosis y en la interacción muestreo*producto*dosis, las cuales no mostraron diferencias significativas.

Germinación

En el Cuadro 4.9, muestra los valores promedio para germinación en semilla de trigo en un período de almacenamiento de 180 días, donde se observó que las diferentes dosis del extracto y sus mezclas con los adherentes orgánicos, así como sus testigos son iguales estadísticamente. Sin embargo, se observaron diferencias numéricas, donde se aprecia que el tratamiento de gobernadora + yuccah a la dosis de 4000 ppm reportó el más alto porcentaje de germinación en trigo con 92.00 por ciento. Por otra parte, la dosis de 4000 ppm del tratamiento de gobernadora + goma arábica mostró el más bajo porcentaje en germinación 86.66, sin embargo, la germinación en todos los tratamientos esta por arriba del porcentaje deseado según la ISTA (85). En contraste, el testigo químico (tiabendazol)

mostró una ligera ventaja sobre el testigo absoluto (semilla sin tratar) en la germinación con 1.66 por ciento.

Cuadro 4.9. Comparación de medias de la interacción tratamiento por dosis, para germinación (%) en semilla de trigo almacenada durante 180 días.

Tratamientos	Dosis del extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)			Tiabendazol	Testigo
	4000	6000	8000		
Gobernadora	89.66A	91.33A	88.66A		
Gob. + Yuccah	92.00A	88.66A	91.00A		
Gob. + Goma	86.66A	87.33A	91.00A	86.33A	84.67A

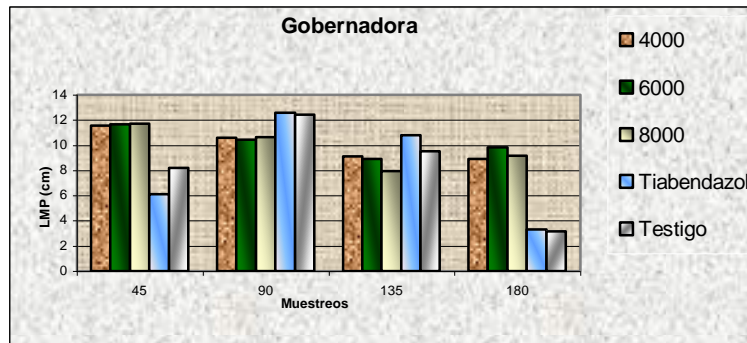
Longitud Media de Plúmula

En el Cuadro 4.10, muestra los valores promedio para longitud media de plúmula en un período de almacenamiento de 180 días en semillas de trigo, donde se observó que las diversas dosis del extracto y sus mezclas con los adherentes orgánicos son iguales estadísticamente. Sin embargo, se observaron diferencias numéricas, donde los valores promedio del testigo absoluto (semilla sin tratar) como del testigo químico (tiabendazol) tomaron valores de longitud media de plúmula menores a 10 cm. Esto refleja que el fungicida sintético no preserva la viabilidad en comparación con los compuestos orgánicos

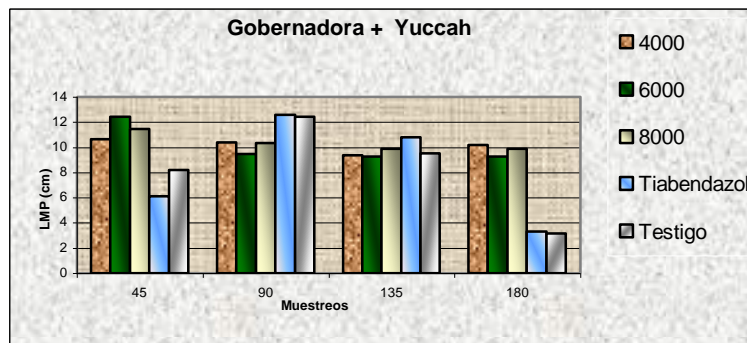
Cuadro 4. 10. Comparación de medias de la interacción tratamiento por dosis, para longitud media de plúmula (cm) en semilla de trigo almacenada durante 180 días.

Tratamientos	Dosis del extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)			Tiabendazol	Testigo
	4000	6000	8000		
Gobernadora	10.05A	10.20A	10.20A		
Gob. + Yuccah	10.17A	10.09A	10.28A		
Gob. + Goma	9.84A	10.02A	10.16A	7.95AB	7.75AB

a)



b)



c)

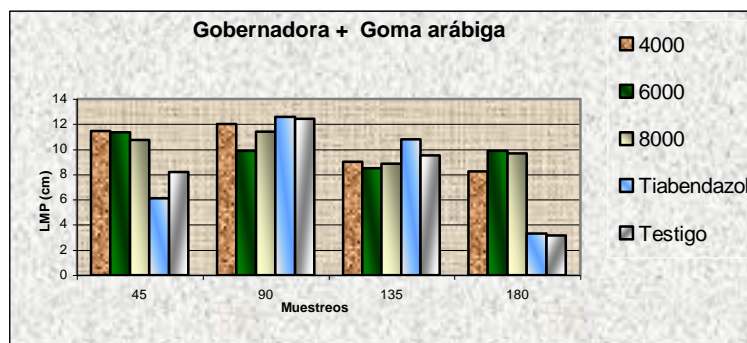


Figura 4.10. Longitud media de plúmula (cm) en semillas de trigo protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.

En la Figura 4.10 se presentan los promedios de la longitud media de plúmula (cm) en semilla de trigo almacenada por 180 días que fueron tratadas con extracto de gobernadora y dos adherentes aplicados a tres concentraciones. Gráficamente se puede observar que el tratamiento de gobernadora + goma arábica (c) en las dosis de 4000 y 8000 ppm preservó la viabilidad hasta los 90 días de almacenada la semilla reportando valores de 12.02 y 11.4 cm respectivamente. Por otra parte, la dosis 8000 ppm del

tratamiento de gobernadora sola (a) tomó valores menores a 10 cm a los 135 días del almacenamiento. En contraste, el testigo absoluto (semilla sin tratar), mostró una ligera ventaja sobre el testigo químico (tiabendazol) durante todo el período del almacenamiento con 1.66 cm.

Longitud Media de Radícula

En el Cuadro 4.11, se muestra la comparación de medias de la longitud media de radícula (cm) en semillas de trigo almacenadas en un período de 180 días. Los valores promedio aquí expresados nos revela que el tratamiento de gobernadora en la dosis de 6000 ppm mostró la mayor longitud media de radícula, ya que este tratamiento reportó un valor de 11.78 cm. Es importante señalar que las diversas dosis del extracto con los adherentes así como el testigo absoluto (semilla sin tratar) y testigo químico (tiabendazol) son iguales estadísticamente.

Cuadro 4. 11. Comparación de medias de tratamiento por dosis, para longitud media de radícula (cm) en semilla de trigo almacenada durante 180 días.

Tratamientos	Dosis del extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)				
	4000	6000	8000	Tiabendazol	Testigo
Gobernadora	11.59AB	11.78A	11.47AB		
Gob. + Yuccah	11.76AB	11.45AB	11.77AB		
Gob. + Goma	11.06AB	11.23AB	11.74AB	10.83AB	10.54AB

En esta variable (Figura 4.11) que se evaluó en la prueba de germinación estándar en semillas de trigo almacenadas durante un período de 180 días, las cuales fueron tratadas con extractos de gobernadora y dos adherentes aplicados a tres concentraciones. Gráficamente se puede

observar que las dosis de 4000 y 8000 ppm de los tratamientos de gobernadora sola (a), gobernadora + yuca (b) y gobernadora + goma arábica (c) mostraron los más altos valores en la elongación radicular, las cuales reportaron 12.65 cm respectivamente, en un período de 90 días de almacenada la semilla.

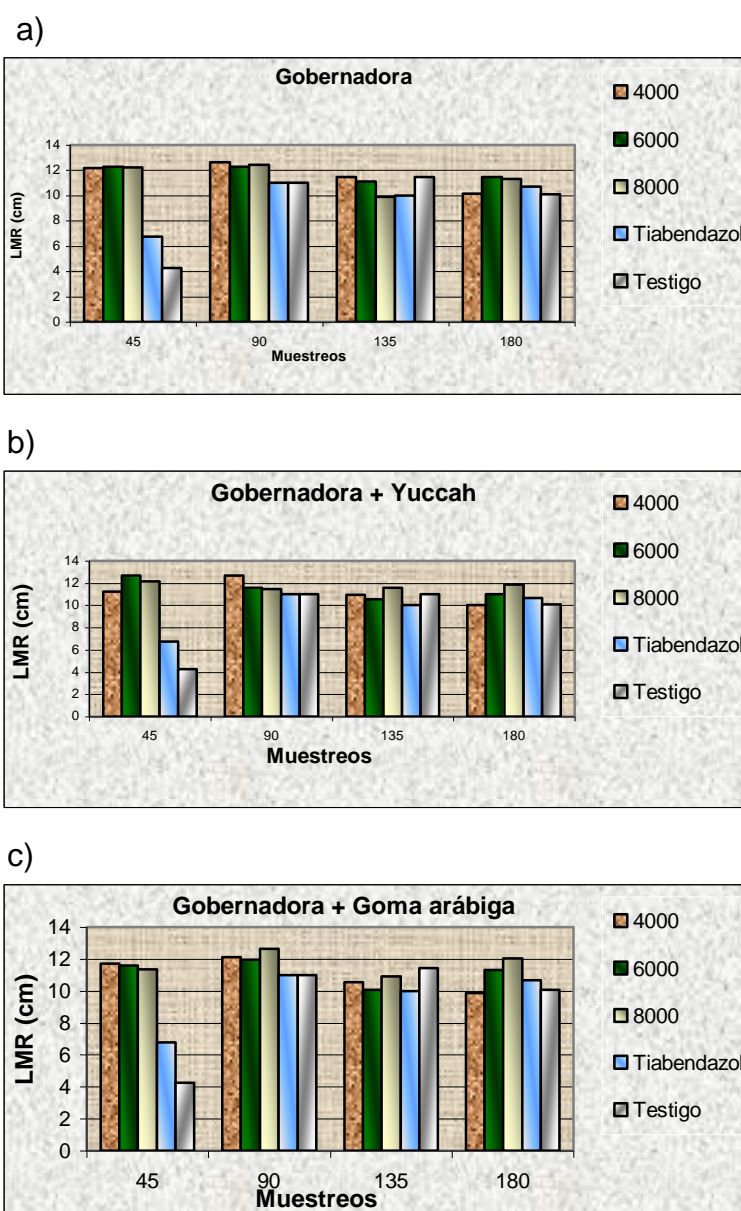


Figura 4.11. Longitud media de radícula (cm) en semillas de trigo protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.

Por otra parte, el tratamiento de gobernadora + goma arábica (c) en la dosis de 4000 ppm en el último período del almacenamiento mostró una menor respuesta en la longitud media de plúmula, quien registró 9.85 cm. En contraste, el testigo químico (tiabendazol) mostró una ligera ventaja general en comparación con el testigo absoluto (semilla sin tratar).

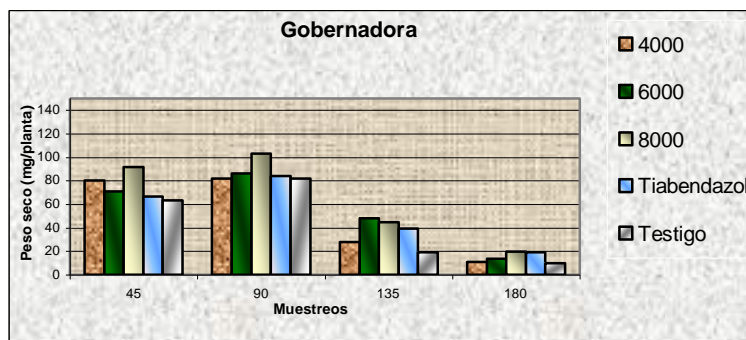
Peso Seco

En el Cuadro 4.12, se muestra la comparación de medias para peso seco en semillas de trigo almacenadas por un período de 180 días. Los valores promedio aquí expresados nos revela que el tratamiento de gobernadora + goma arábica mostró el mayor peso de plántula en la dosis de 4000 ppm, la cual supero al resto de los tratamientos con valor de 8.73 mg/plta. Sin embargo, las diversas dosis del extracto y sus mezclas con los adherentes así como el testigo absoluto (semilla sin tratar) y testigo químico (tiabendazol) fueron estadísticamente iguales. En contraste, el testigo absoluto (semilla sin tratar) presentó un peso de plántula de 7.01 mg / plta, siendo mayor que el testigo químico (tiabendazol) quien reportó solo 6.65 mg / plta en peso seco.

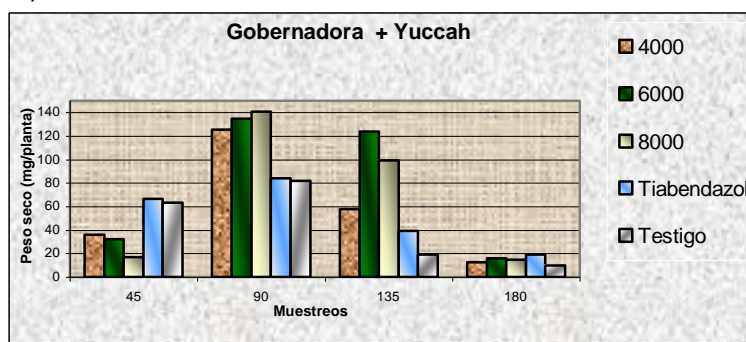
Cuadro 4.12. Comparación de medias de tratamiento por dosis, para peso seco en semilla de trigo almacenada durante 180 días.

Tratamientos	Dosis del extracto de <i>L. tridentata</i> (ppm)				
	4000	6000	8000	Tiabendazol	Testigo
Gobernadora	6.62AB	7.00AB	7.71AB		
Gob. + Yuccah	7.17AB	8.14AB	7.51AB		
Gob. + Goma	7.26AB	7.04AB	8.73A	6.65AB	7.01AB

a)



b)



c)

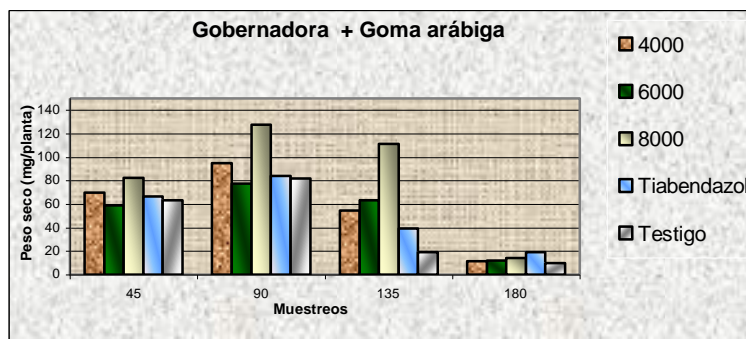


Figura 4.12. Peso seco (mg/planta) en semillas de trigo protegidas con tres tratamientos en tres dosis y seis fechas de muestreo.

En la Figura 4.12 se presenta el peso seco (mg/plta) en semillas de trigo con extractos de gobernadora y dos adherentes aplicados a tres concentraciones, almacenadas por un período de 180 días bajo condiciones no controladas de humedad y a 25°C de temperatura.

Este gráfico revela que el tratamiento de gobernadora + yuca (b) en las dosis de 6000 y 8000 ppm toma valores de 134.89 y 140.99 mg/plta respectivamente, seguido del tratamiento de gobernadora + goma arábica (c) en la dosis de 8000 ppm reportando 127.71 mg/plta; esto refleja un efecto protector de los tratamientos en peso seco hasta los 90 días de almacenada la semilla, ya que pasando este período el peso seco disminuye en todos los tratamientos siendo la gobernadora sola (a) en la dosis de 4000 ppm quien mostró menor repuesta reportando 10.64 mg/ plta. En contraste, el testigo químico (tiabendazol) registró 84.00 mg/plta superando al testigo absoluto (semillas sin tratar) quien alcanzó 82.00 mg/plta.

CONCLUSIONES

Referente a la hipótesis y los objetivos planteados inicialmente en esta investigación, en base a los análisis de varianza realizados y las pruebas de medias reportadas, se concluyó lo siguiente:

De los tres adherentes probados en la etapa uno, las que menor porcentaje de aglomerados entre semilla de maíz y trigo se observaron fue en el adherente Yuccah y goma arábica.

En la etapa dos, los resultados mostraron que ha altas dosis del extracto de gobernadora disminuyeron el crecimiento en las unidades formadora de colonias de *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus* y *A. ochraceus*.

En la tercera etapa, de los tres tratamientos orgánicos que se utilizaron para la protección de la semilla gobernadora, gobernadora + yuccah y gobernadora + goma arábica, bajo condiciones no controladas de humedad relativa y 25°C de temperatura. El tratamiento de gobernadora, inhibió el desarrollo de *F. moniliforme* y *A. flavus* en la dosis 4000 ppm, y para *A. ochraceus* en la dosis 6000 ppm, en semillas de maíz. Sin embargo el efecto del extracto desaparece después de los 90 días en *F. moniliforme* y a los 60 en *A. flavus*. Manteniendo la germinación de la semilla la gobernadora + goma arábica en su dosis de 4000 ppm.

En semilla de trigo el efecto de la gobernadora + goma arábica en la dosis 8000 ppm inhibió el crecimiento de *F. moniliforme* y para *A. flavus* en la misma dosis la gobernadora sola. Manteniendo la germinación la gobernadora + yuccah en la dosis 4000 ppm, a los 90 días de almacenada la semilla.

El adherente de goma arábica tuvo influencia en la conservación de la calidad fisiológica en semilla de maíz en las variables de: Germinación, Longitud Media de Plúmula, Longitud Media de Radícula y Peso Seco, hasta un período de 45 días de almacén. Por otra parte, quien mostró un efecto protector sobre las semillas de trigo fue el adherente de yuccah observando los resultados en: Germinación, Longitud Media de plúmula y radícula.

Por otra parte, el testigo químico (tiabendazol), utilizado en esta investigación fue quien inhibió en mayor medida a los tres hongos inoculados en semilla de maíz y trigo, no obstante, las semillas tratadas con este fungicida bajaron su calidad fisiológica comparado con algunos de los tratamientos orgánicos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo para evaluar el extracto de gobernadora (*L. tridentata*) así como de dos adherentes; yuccah de uso comercial y goma arábica, para ver el efecto protector de los mismos sobre la semilla de maíz (H-446) y trigo (AN-239-99), inhibiendo a *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus* y *Aspergillus ochraceus*. La semilla fue almacenada por 180 días bajo condiciones no controladas de humedad a una temperatura de 25°C. Se realizaron seis muestreos cada 30 días para evaluar el porcentaje de infección de los tres hongos sobre la semilla de maíz y trigo, además de evaluar cada 45 días las variables de calidad fisiológica, germinación estándar, longitud media de plúmula, longitud media de radícula y peso seco. Se utilizó un análisis factorial, con tres factores, en donde se consideran a los efectos principales: muestreos (A), tratamientos (B) y dosis (C). Los datos mostraron en su mayoría alta significancia ($P < 0.01$) en todas las fuentes de variación excepto para la interacción, muestreo, producto, dosis en *A. ochraceus* en maíz, y en el caso de trigo en relación a los tres hongos, las cuales no mostraron significancia, esto mismo se observó en la variable de germinación estándar. Con base en estos resultados se procedió a discutir por separado cada uno de los cereales, para poder explicar mejor el fenómeno. Se encontró, que el tiabendazol inhibió en mayor medida a los tres hongos en maíz y trigo, sin embargo, de

los tratamientos orgánicos, las dosis de gobernadora realizaron un mejor efecto protector en la semilla de maíz inhibiendo en mayor medida a *F. moniliforme*, *A. flavus* y *A. ochraceus*, que los tratamientos con adherentes, caso contrario sucede en semillas de trigo cuyo efecto protector de gobernadora solo inhibió a *A. flavus*, y en *F. moniliforme* el tratamiento de gobernadora mas el adherente de goma arábica. El tratamiento que mantuvo las características fisiológicas deseables en semilla de maíz fue la gobernadora con el adherente de goma arábica en un período de almacenamiento de 90 días con valores de 98 por ciento o más en germinación en semillas de maíz, Sin embargo, en trigo fue la gobernadora + yuccah registrando un porcentaje de germinación mayor a 92 en germinación siendo menor que en el caso de maíz. Posiblemente los períodos de almacenamiento bajo condiciones no controladas de humedad relativa, fueron la causa de la volatilidad del ácido nordihidroguaiaretico (NDGA) del extracto de gobernadora, dejando un periodo de residuabilidad en la calidad fisiológica a los 90 días de almacenadas las semillas.

LITERATURA CITADA

- Agarwal, V.K. and Sinclair, J.B. 1998. Principles of seed pathology. Vol. 1 y 2. CRC Press, Inc. Boca Raton Florida.
- Agrios, N.G. 1991. Manual de las enfermedades de las plantas. Editorial Limusa, México. 968 p.
- Agrios, N.G. 2004. Fitopatología. Editorial Limusa. México. 838 p.
- Alemán, G. F.J. 2003. Extractos de *Larrea tridentata* Cov. como promotores de la germinación de semillas y elongación de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* L. Grupo Itálica) y lechuga (*Lactuca sativa* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México.
- Alexopoulos, C.J. y Mims, R. 1979. Introducción a la micología. Editorial Universitario de Buenos Aires, Argentina. 615 p.
- Ayvar-Serna, S. 1997. Aislamiento e identificación de las micotoxinas producidas por el hongo *Fusarium moniliforme*., en maíz y su relación con las enfermedades denominadas pudrición de la mazorca y germinación prematura. Tesis de Doctorado. México, Facultad de Ciencias, UNAM. sp.
- Bautista-Baños, S., Barrera-Necha, L.L., Bravo-Luna, L., y Bermudez-Torres, K. 2002. Antifungal activity of leaf and stem extracts from various plant species on the incidence of *colletotrichum gloeosporioides* of papaya and mango fruit after storage. Revista Mexicana de Fitopatología. 20: 8-12.
- Bustamante, L.A. 1998. Notas del curso de control de calidad. Programa de graduados. Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Bravo-Luna, L. 2004. Inhibición de *Fusarium moniliforme* mediante polvos vegetales y algunos componentes químicos. Revista Manejo Integrado de Plagas. Costa Rica. 57: 29-34.
- Bravo-Luna, L., Bermúdez-Torres, K. y Montes-Belmont, R. 1998. Inhibición del crecimiento micelial y esporulación de *Fusarium moniliforme* sheld

mediante aceites esenciales vegetales y algunos de sus componentes químicos. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 16: 18-23.

Brinker, F. 1993. *Larrea tridentata* (D.C.) Coville (Chaparral or Creosote Bush). *British Journal of Phytotherapy* 3: 10-30.

Bucio-Villalobos, Carlos M., Guzman-de-Peña, D. y Peña-Cabriales, J. J. 2001. Aflatoxin synthesis in corn fields in Guanajuato, Mexico. *Revista Iberoamericana de Micología*. 18: 83-87 p.

Christensen, C.M. and H.H. Kaufmann. 1969. Grain storage. The role of fungi in quality loss. University of Minnesota Press. Minneapolis Minn. States of América. 153 p.

De la Garza, G.J.L. 1996. *Fitopatología general*. Edición Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Marín, Nuevo León. 515 p.

De la Rosa, I.M. and Villarreal, Q.J.A. 2000. Effect of leaf extracts of *Larrea tridentata* Cov. On germination and growth of barley seedlings. *PHYTON-International Journal of Experimental Botany*. 66: 83-86.

Domijan, A.M., Peraica, M., Zlender, V., Cvjetkovic, B., Jurjevic, Z., Topolovec-Pintarics, S. and Ivic, D. 2005. Seed-borne fungi and ochratoxina A contamination by dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Republic of Croatia. *Food and Chemical Toxicology*. 43: 427-432.

Downum, K.R., Dole, J. and Rodríguez, E. 1998. Nordihydroguaiaretic acid: Inter. And intrapopulation variation in the Sonora Desert creosote bush (*Larrea tridentata*, *Zygophyllaceae*) *Biochemical Systematics and Ecology*, 16 (6): 551-555.

Dziezak. 1991. [Institute of food technologist](#). Goma Arábica. *Food Technology*. 45 (3): 115-132.

Egadu, S.P., Mucunguzi, P. and Obua, J. 2007. Uses of tree species producing gum arabic in Karamoja, Uganda. *African Journal of Ecology*. 45: 17-21.

Fernández, S., Hurtado, L.M. and Hernández, F. 1979. Fungicidal components of creosote bush resin. *Advances in Pesticide Science*. Part 2. Síntesis of Pesticides. Natural Products with Biological Activity. Pp. 351-355.

Flores, O.C.M., Hernández, P. and Vázquez M.J. 2003. Mycotoxin contamination of grains and feeds used in animal production in Mexico. *Téc. Pecu. Méx*. 44: 247-249.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1995. Worldwide regulations for mycotoxins in 1995.

- Gardner, H.D., Williams, W.P and Windham G.L. 2006. Effects of xenia on *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin accumulation in maize inbreds. *Crop Science* 46: 2151-2154.
- George, N.A. 2004. Fitopatología. Editorial Limusa. Segunda edición. 463-467.
- González, R. 2005. La importación de maíz de EU creció 15 veces con el TLCAN. *La Jornada*. Marzo 05 2005.
- Guzman-de-Peña, D. and Peña-Cabriales, J.J. 2005. Regulatory considerations of aflatoxin contamination of food in Mexico. *Revista Latinoamericana de Microbiología*. 3: 160-164.
- Herrera, T. y Ulloa M. 1998. El reino de los hongos. 2^a Ed. *Micología Básica y Aplicada*. México. 422-425.
- Horn, B.W. 2006. Relationship between soil densities of *Aspergillus* species and colonization of wounded peanut seeds. *Canadian Journal of Microbiology*. 52: 951-960.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International rules for seed testing. Rules 1996. Seed sci. & Technol. Zürich, Switzerland. The Netherlands. 24:1-333.
- Jasso, R.D., Hernández-Castillo, D., Angulo-Sánchez, J.L., Rodríguez-García, R., Villarreal-Quintanilla, J.A. and Lira-Saldivar, R.H. 2006. Antifungal activity in vitro of *Fluorensia* spp. Extracts on *Alternaria* sp., *Rhizoctonia solani*, and *Fusarium oxysporum*. *Industrial Crops and Products*. 25:111-116.
- [Kelly, A.M.](#) and [Kohler, C.C.](#) 2003. Effects of *Yucca schottii* extract on growth, nitrogen retention, ammonia excretion, and toxicity in channel catfish *Ictalurus punctatus* and hybrid tilapia *Oreochromis mossambicus* x *O. niloticus*. *Journal Of The World Aquaculture Society* 34: 156-161.
- Lira-Saldivar, R.H. 2003^a. Estado actual del conocimiento sobre las propiedades biocidas de la gobernadora [*Larrea tridentata* (D.C.) Coville] *Revista Mexicana de Fitopatología*. 21:214-22.
- Lira-Saldivar, R.H., Balvantín-García, G.F., Hernández-Castillo, F.D., Gamboa-Alvarado, R., Jasso-de-Rodríguez, D., and Jiménez-Díaz, F. 2003^b. Evaluation of resin content and the antifungal effect of *Larrea tridentata* (Seese and Moc. Ex D.C) Coville extracts from two Mexican deserts against *Phytophthora* sp Pringsh. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21: 97-101.
- Lira-Saldivar, R.H., Sánchez, M.R., Gamboa, R., Jasso, D., and Rodríguez, R. 2003^c. Fungitoxic effect of *Larrea tridentata* resin extracts from the

Chihuahua and Sonoran Mexican deserts on *Alternaria solani*.
Agrochimica 47:55-60.

Martínez, F.R. y García, A.G. 2003. Inspección de aflatoxinas en maíz cultivado, almacenado y transportado en el estado de Tamaulipas, México, en 1998. *Anales del instituto de biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Botánica*. 74: 313-314.

Miller, R.A and R.C. Hosney. 1997. *Cereal Chem.* 74: 330-336.

Montes-Belmont, R., Carvajal, M., Figueroa, B.R. y Méndez, I. 1997. Extractos sólidos, acuosos y hexánicos de plantas para el combate de *Aspergillus flavus* link en maíz. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 15: 26-30.

Montes-Belmont, R., Domingo P. M. y Cruz C. V. 1990. Control de la roya del frijol mediante extractos vegetales, bajo condiciones de campo en Santa Cruz Xoxocotlan, Oaxaca. *Sociedad Mexicana de Fitopatología "Memorias del XII Congreso Nacional de Fitopatología"*. Culiacán, Sinaloa, México.

Montes-Belmont, R., Cruz-Cruz, V., Martínez-Martínez, G., Sandoval-García, G., García-Licona, R., Zilch-Domínguez, S., Bravo-Luna, L., Bermúdez-Torres, K., Flores-Moctezuma, H.E. y Carvajal-Moreno, M. 2000^a. Propiedades antifúngicas en plantas superiores. Análisis retrospectivo de investigaciones. *Revista Mexicana de Fitopatología*.18: 125-131.

Montes-Belmont, R. y Flores M.H.E. 2000^b. Tratamiento de semillas de sorgo con aceites esenciales para el combate de *Fusarium moniliforme*. XXVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Puerto Vallarta, Jalisco. p. 6.

Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Universidad Nacional Autónoma de México. 3^a Edición. 113-114 p.

Payne, G.A., Hagler, W.M., Jr. And Adxins, C.R. 1992. Aflatoxin accumulation in inoculated ear of field grow maize. *Plant Disease*. 72: 422-424.

Pittet, A., V. Parison and M. Schellenberg. 1992. Occurrence of fumonisins B 1 and B 2 in corn and products from the swiss markert. 259-265.

Pit, J. L., Hocking, A.D., Jackson, K.L., Mullins, J.D., and Webley, D.J. 1998. The occurrence of *Alternaria* species and related mycotoxins in international wheat. *Journal of Food Mycology*.

Producción mundial de maíz y trigo. 2002. *Rev. Claridades Agropecuarias*. 43-45 p.

Quintero, S.R., Gioanetto, F., Chávez, C.E. y Barcenás, O.D.. 2002. Curso taller de agricultura orgánica. Universidad Autónoma de Chihuahua,

Universidad Michoacán de San Nicolas de Hidalgo, CIDACOM, Chihuahua, Chihuahua. 227 p.

Research Council Board of Agriculture. 1987. Regulating pesticides in food. The Delaney paradox. National Academy of sciences Press.

Reyna, D.G. 1990. Evaluación de la resistencia del material germoplasmico de 10 líneas de maíz (*Zea mays* L.) para el hongo *Fusarium moniliforme* bajo condiciones de laboratorio. Tesis de Licenciatura, UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Rustom, I.Y.S. 1997. Aflatoxin in food and feed: occurrence, legislation and inactivation by physical methods. *Food Chem.* 59: 57-67.

Sánchez, R.Y.E. 2002. Germinación y elongación de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) tratadas con extractos de *Larrea tridentata* y ácido giberélico. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2001. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2002. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos.

Tavera D.E. 1990. Efecto del captan-metoxicloro y quitozeno-pirimirifos metil sobre la calidad fisiológica de la semilla de maíz, almacenada en condiciones naturales. Tesis de Maestría. UAAAN. Saltillo, Coahuila. México.

Treholm, H.L. y Prelusky D.B. 1990. La reducción de micotoxinas en alimentos para animales. Agricultura de Canadá.

Vadecum Agrícola IDE. 1999. Agroquímicos y semillas. Editorial Rezza. 1era edición. 200 p.

Vargas-Arispuro, I., Araujo-Bernal, S., Martínez-Tellez, M.A. y Ortega-Nieblas M. 1997. Efecto de extractos de plantas sobre el crecimiento y producción de aflatoxinas de *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*. *Revista Mexicana de Fitopatología.* 15: 91-95.

Villareal-Cabazos, D.A., Guajardo, B.C., Ezquerro-Brauer, J.K., Scholz, U., Cruz-Suárez, L.E. y Ricque-Marie, D. 2004. Efecto de las micotoxinas en la nutrición de camarones peneidos. *Avances en Nutrición Acuícola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola.* 16-19 Noviembre. Hermosillo, Sonora, México.

- Yadav, M.P., Igartuburu, J. M., Yan, Y. and Nothnagel, E.A. 2007. Chemical investigation of the structural basis of the emulsifying activity of gum arabig. *Food Hydrocolloids*. 21: 297-308.
- Warham, E.J. Butler, L.D. y Sutton, B.C. Ensayos para la semilla de maíz y trigo. *Manual de Laboratorio. CIMMYT*. ISBN: 968-6923-71-3.
- Westendarp, H. 2005. Saponins in nutrition of swine, poultry and ruminants. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 112: 65-70.
- Wicklow, D.T: Horn B.W., Shotwell, O.L., Hesselstine C. W., and Caldwell R.S. 1998. Fungal interference with *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin contamination of maize grown in a controlled encironment. *Phytopathology*. 78: 68-74 p.
- Wierenga, J.M., Whalon, M.E., Maredia, K. and Hollintongworth, R. 1994. *Global pest management summer institute*. 1: 412p.
- Wilson, C.L., Solar, J.M., El Ghaouth, A. and Wisniewsky, M.E. 1997. Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Dis*. 81:204-210.

Citas de Internet

- Carlos López Encina. 1991. Gomas naturales. Pildorización de Semillas. <http://www.encuentros.uma.es/encuentros53/pildorizacion.html>.
- Dulce. 2006. Grenetina. <http://www.grenetina.com.mx>.
- QuimiNet. 2006. Goma arábica. <http://www.quiminet.com.mx/art/ar>.
- Plant Health Care de Mexico.2000. PHC. yuccah. Biofertilizantes agente humectante para terrenos compactos. <http://www.phcmexico.com.mx>.
- Universidad de California. 2002. Almacenamiento. <http://www.postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacst/Español/MaízDulce.shtml>.
- Grenetina Hidrolizada Pura (Colágeno). 2005. <http://www.foros.Diretorio.com.mx>.

APÉNDICE

Cuadro A.1. Cuadro de concentración de datos del efecto de las dosis sobre el tiempo y el porcentaje de adhesión en semilla de maíz.

adherentes	dosis	tiempo	%
Goma arábica	1.25	30	2
Goma arábica	2.5	50	67.5
Goma arábica	3.75	70	47.5
Goma arábica	5	80	80
Grenetina	1.25	30	0
Grenetina	2.5	33.33	50
Grenetina	3.75	46.66	99
Grenetina	5	57	100
yuccah	1.25	30	0
yuccah	2.5	57	10
yuccah	3.75	46	20
yuccah	5	40	98

Cuadro A.2. Cuadro de concentración de datos del efecto de las dosis sobre el tiempo y el porcentaje de adhesión en semilla de trigo.

adherentes	dosis	tiempo	%
Goma arábica	1.25	16.66	25
Goma arábica	2.5	43.33	50
Goma arábica	3.75	37	90
Goma arábica	5	63.33	100
Grenetina	1.25	25	3
Grenetina	2.5	40	10
Grenetina	3.75	50	20
Grenetina	5	65	70
yuccah	1.25	20	0
yuccah	2.5	50	5
yuccah	3.75	40	10
yuccah	5	50	50

Cuadro A.3. Medias de la interacción hongos por extractos de gobernadora a 1000, 2000, 4000 y 6000 ppm a las 24 horas de exposición, para determinar las mejores dosis de gobernadora para inhibir el crecimiento de los hongos, mediante el conteo de Unidades formadoras de colonias.

Hongos*ppm		Ufc
M	1000A	5
F	1000B	5
M	2000C	3
M	4000D	2
O	1000E	2
F	8000F	0
F	2000G	0
F	4000H	0
F	6000I	0
M	6000J	0
M	8000K	0
O	2000L	0
O	6000M	0
O	4000N	-0
O	8000O	-0

Cuadro A.4. Cuadrados medios y significancia, de las variables evaluadas (*Fusarium moniliforme*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus ochraceus*) en semilla de maíz, almacenada por 180 días.

Fuentes de variación	de gl	<i>Fusarium moniliforme</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus ochraceus</i>
Muestreo	5	119.94**	110.84**	116.53**
Producto	4	82.86**	80.74**	99.08**
Dosis	2	2.60 ^{NS}	1.60 ^{NS}	3.50*
Mues*Pro	20	4.63**	6.18**	5.31**
Mues*Dos	4	1.84 ^{NS}	4.14**	2.82**
Pro*Dos	10	3.90**	3.63**	6.40**
Mues*Pro*Dos	20	1.98**	2.28**	1.17 ^{NS}
Error	198	1.97	1.63	1.58
CV		20.79	18.80	19.60

*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 por ciento de nivel de significancia respectivamente.

Cuadro A.5. Efecto de los tratamientos evaluados, dosis y el período de almacenamiento, en la inhibición del crecimiento del hongo *Fusarium moniliforme* en la semilla de maíz.

	Dosis (ppm)					
	4000	6000	8000	Tecto-60	Testigo	
Muestras	Gobernadora					X
30	0.00S	0.00S	0.00R	5.00R	100.00A	22.00
60	30.00N	20.00P	10.00Q	5.00R	100.00A	33.00
90	40.00L	25.00O	35.00M	5.00R	100.00A	41.00
120	45.00K	55.00I	55.00I	20.00P	100.00A	55.00
150	75.00E	60.00H	80.00D	20.00P	100.00A	67.00
180	80.00D	100.00A	90.00C	25.00O	100.00A	79.00
X	45.00	43.33	45.83	13.33	100.00	
	Gob+yuccah					X
30	0.00	25.00	25.00	5.00	100.00	31.00
60	35.00	50.00	25.00	5.00	100.00	43.00
90	45.00	50.00	40.00	5.00	100.00	48.00
120	60.00	70.00	65.00	20.00	100.00	63.00
150	80.00	95.00	90.00	20.00	100.00	77.00
180	95.00	100.00	100.00	25.00	100.00	84.00
X	52.50	65.00	57.50	13.33	100.00	
	Gob+goma					X
30	20.00	5.00	10.00	5.00	100.00	28.00
60	25.00	20.00	55.00	5.00	100.00	41.00
90	30.00	20.00	55.00	5.00	100.00	42.00
120	40.00	65.00	60.00	20.00	100.00	57.00
150	95.00	75.00	80.00	20.00	100.00	74.00
180	100.00	95.00	100.00	25.00	100.00	84.00
X	51.67	46.67	60.00	13.33	100.00	

Cuadro A.6. Efecto de los tratamientos evaluados, dosis y el período de almacenamiento, en la inhibición del crecimiento del hongo *Aspergillus flavus* en la semilla de maíz.

	Dosis (ppm)					X
	4000	6000	8000	Tecto-60	Testigo	
Muestras	Gobernadora					X
30	0.00R	0.00R	5.00Q	0.00P	100.00N	21.00
60	10.00P	25.00M	25.00M	10.00P	100.00A	34.00
90	45.00I	45.00I	50.00H	15.00O	100.00A	51.00
120	60.00F	50.00H	55.00G	20.00N	100.00A	57.00
150	65.00E	65.00E	65.00E	25.00M	100.00A	64.00
180	100.00A	100.00A	100.00A	25.00M	100.00A	85.00
X	46.67	47.50	50.00	15.83	100.00	
	Gob+yuccah					X
30	20.00N	45.00I	15.00M	0.00P	100.00N	36.00
60	20.00N	40.00J	25.00M	10.00P	100.00JA	39.00
90	40.00J	55.00G	35.00K	15.00O	100.00A	49.00
120	65.00E	50.00H	40.00J	20.00N	100.00A	55.00
150	75.00C	80.00A	70.00D	25.00M	100.00A	70.00
180	100.00A	100.00A	100.00A	25.00M	100.00A	85.00
X	53.33	61.67	47.50	15.83	100.00	
	Gob+goma					X
30	35.00R	25.00R	0.00A	0.00P	100.00N	32.00
60	55.00G	30.00L	30.00L	10.00P	100.00A	45.00
90	50.00H	65.00E	40.00J	15.00O	100.00A	54.00
120	75.00C	75.00C	60.00F	20.00N	100.00A	66.00
150	40.00J	55.00G	100.00A	25.00M	100.00A	64.00
180	100.00A	55.00G	100.00A	25.00M	100.00A	76.00
X	59.17	50.83	55.00	15.83	100.00	

Cuadro A.7 Cuadrados medios y significancia de las variables evaluadas en calidad fisiológica de la semilla de maíz, almacenada por 180 días.

Fuentes de variación	gl	Germinación Estándar	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de radícula (cm)	Peso seco de Plúmula (mg/plta)
Muestreo	3	4921.12**	211.62**	78.93**	545.10**
Producto	4	171.42**	9.58**	2.82**	5.53**
Dosis	2	105.86 ^{NS}	6.38**	2.00 ^{NS}	5.00*
Mues*Prod	12	636.60**	25.18**	11.42**	14.60**
Mues*Dos	6	86.90 ^{NS}	3.05**	1.46	6.29**
Pro*Dos	8	244.42**	4.32**	4.28**	2.66 ^{NS}
Mues*Pro*Dos	24	91.82*	2.59**	1.47*	5.41**
Error	120	8.93	11.95	0.86	1.46
CV		8.93	11.95	9.02	10.44

*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 por ciento de nivel de significancia respectivamente.

Cuadro A.8. Efecto de los tratamientos evaluados, dosis y período de almacenamiento en germinación (%) de semilla de maíz.

	Dosis (ppm)					
	4000	6000	8000	Tecto-60	Testigo	
Muestreos	Gobernadora					X
45	85.33A/I	88.00A/G	89.33A/G	92.00A/D	100.00A	90.93
90	74.66D/L	69.33G/M	74.66D/L	64.00J/M	52.00M	66.93
135	81.33A/J	80.00A/K	73.33D/L	76.00E/L	76.00C/L	77.33
180	76.33E/L	81.33E/M	64.00J/M	60.00K/M	75.00D/L	71.33
X	79.41	79.67	75.33	73.00	75.75	
	Gob+yuccah					X
45	96.00A/C	94.66A/D	90.66A/E	92.00A/D	100.00A	96.00
90	78.66B/L	90.66A/F	94.66A/D	64.00J/M	52.00M	58.00
135	89.33A/F	80.00A/K	76.00A/K	76.00E/L	76.00C/L	79.47
180	72.00E/L	70.66F/M	64.00J/M	60.00K/M	75.00D/L	68.33
X	84.00	84.00	81.33	73.00	75.75	
	Gob+goma					X
45	98.66A	96.00AB	94.66A/C	92.00A/D	100.00A	96.00
90	66.66I/M	52.00M	58.00LM	64.00J/M	52.00M	58.00
135	85.33A/H	78.66B/L	70.66E/M	76.00E/L	76.00C/L	77.33
180	92.00A/E	78.66B/L	80.00A/J	60.00K/M	75.00D/L	77.13
X	85.66	76.33	75.83	73.00	75.75	

Cuadro A.9. Efecto de los tratamientos evaluados, dosis y período de almacenamiento en la longitud media de plúmula (cm) de semilla de maíz.

	Dosis (ppm)					
	4000	6000	8000	Tecto-60	Testigo	
Muestreos	Gobernadora					X
45	10.02A/K	10.21A/I	7.74H/Q	10.00A/J	10.76A/G	9.74
90	5.76O/W	5.25P/W	6.74M/U	4.72R/W	4.74R/W	5.44
135	8.65E/O	8.92D/N	7.48I/R	7.68H/R	8.04G/Q	8.15
180	9.05D/N	9.69A/M	7.57H/R	6.84L/U	7.28 J/S	8.11
X	8.37	8.52	7.38	7.31	7.71	
	Gob+yuccah					X
45	11.78A/C	10.14A/J	11.41A/E	10.00A/J	10.76A/G	10.82
90	9.36B/M	10.82A/G	11.56A/E	3.92U/W	4.74R/W	8.08
135	8.44F/O	8.24G/P	7.10K/T	7.68H/R	8.04G/Q	8.00
180	8.66E/O	7.96G/Q	6.88L/U	6.84 L/U	7.28 J/S	7.54
X	9.56	9.29	9.23	7.31	7.71	
	Gob+goma					X
45	12.24AB	12.08ABC	10.84A/F	10.00A/J	10.76A/G	11.19
90	4.32S/W	3.13W	4.02U/W	4.16T/W	4.74R/W	4.09
135	9.33C/N	7.52I/R	6.44N/V	7.68H/R	8.04G/Q	7.82
180	10.09A/J	9.48B/M	8.93D/N	6.84 L/U	7.28J/S	8.56
X	9.00	8.05	7.56	7.31	7.71	

Cuadro A.10. Efecto de los tratamientos evaluados, dosis y período de almacenamiento en la longitud media de radícula (cm) de semilla de maíz.

Muestreos	Dosis (ppm)					X
	4000	6000	8000	Tecto-60	Testigo	
Gobernadora						X
45	11.09A/J	11.30A/J	10.94A/K	10.96A/K	12.00A	11..28
90	9.70D/M	9.01H/O	9.70D/M	8.32K/O	6.76NO	8.70
135	10.57A/K	10.40A/L	9.53A/H	9.22G/O	9.88A/K	9.92
180	9.53A/L	10.49A/L	8.32E/O	7.80L/O	10.44A/L	9.31
X	10.22	10.30	9.62	9.07	9.77	
Gob+yuccah						X
45	12.42A/D	11.85A/F	11.78A/G	10.96A/K	12.00A	12.20
90	10.32A/M	11.78A/G	12.30A/D	8.32K/O	6.76NO	9.90
135	11.61A/L	10.40C/M	9.88A/J	9.22G/O	9.88A/K	10.54
180	9.30E/O	9.10G/O	8.32A/E	7.80L/O	10.44A/L	9.30
X	10.91	10.78	10.57	9.07	9.77	
Gob+goma						X
45	12.82AC	14.48AB	12.30A/D	10.96A/K	12.00A	12.91
90	8.66J/O	6.57O	7.82M/O	8.32K/O	6.76NO	7.62
135	11.09B/M	10.22F/O	9.18A/L	9.22G/O	9.88A/K	10.25
180	11.96B/M	10.22A/M	10.32A/M	7.80L/O	10.44A/L	10.45
X	11.13	10.37	9.91	9.07	9.77	

Cuadro A.11. Efecto de los tratamientos evaluados, dosis y período de almacenamiento en peso seco (mg/planta) en semilla de maíz.

Muestreos	Dosis (ppm)					X
	4000	6000	8000	Tecto-60	Testigo	
Gobernadora						X
45	58.6Z	89.24Z	41.68Z	69.16Z	61.39Z	64.01
90	238.16E	211.89KL	158.29S	219.44H	243.08CD	214.17
135	232.85F	217.71HI	224.65G	195.24O	189.47P	211.98
180	73.91Z	46.83Z	78.44Z	36.36Z	50.00Z	57.11
X	150.88	141.42	125.77	130.05	135.99	
Gob+yuccah						X
45	78.73Z	88.71Z	70.49Z	69.16Z	61.39Z	73.70
90	204.21N	189.04P	206.89MN	219.44H	243.08CD	212.53
135	273.97B	240.4DE	213.49JK	195.24O	189.47P	222.51
180	8032Z	76.66Z	92.98Y	36.36Z	50.00Z	1657.60
X	2147.23	148.70	145.96	130.05	135.99	
Gob+goma						X
45	89.16Z	88.89Z	97.64X	69.16Z	61.39Z	81.25
90	209.39LM	197.59O	118.02U	219.44H	243.08CD	197.50
135	291.6Z	140.38T	292.84A	195.24O	189.47P	221.91
180	83.78Z	62.45Z	60.19Z	36.36Z	50.00Z	58.56

X	168.48	122.33	142.17	130.05	135.99
---	--------	--------	--------	--------	--------

Cuadro A.12. Cuadrados medios y significancia, de las variables evaluados en semilla de trigo, almacenada por 180 días.

Fuentes de variación	gl	<i>Fusarium moniliforme</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus ochraceus</i>
Muestreo	5	46.48**	61.97**	105.37**
Tratamiento	4	94.20**	155.66**	121.11**
Dosis	2	0.69 ^{NS}	7.00**	1.79 ^{NS}
Mues*Tra	20	2.14**	5.06**	5.33**
Mues*Dos	10	1.64 ^{NS}	2.32*	0.74 ^{NS}
Tra*Dos	4	4.08**	3.87**	0.81 ^{NS}
Mues*Tra*Dos	20	1.46 ^{NS}	1.17 ^{NS}	0.85 ^{NS}
Error	198	1.17	0.97	1.24
CV		16.17	14.36	18.12

*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 por ciento de nivel de significancia respectivamente.

Cuadro 4.13 Cuadrados medios y significancia de las variables evaluadas en calidad fisiológica de la semilla de trigo, almacenada por 180 días.

Fuentes de variación	de	gl	Germinación Estándar	Longitud Media de Plúmula (cm)	Longitud Media de radícula (cm)	Peso seco de Plúmula (mg/plta)
Muestreo		3	1159.90**	122.18**	36.77**	278.81**
Producto		4	204.00**	55.74**	11.41**	6.70**
Dosis		2	112.42 ^{NS}	4.67**	4.02**	9.59**
Mues*Pro		12	396.68**	33.59**	14.10**	12.42**
Mues*Dos		6	144.83**	3.71**	5.78**	5.12**
Pro*Dos		8	254.20**	6.11**	5.96**	3.81**
Mues*Pro*Dos		24	60.17 ^{NS}	1.61**	2.66**	1.49**
Error		120	46.40	0.79	0.80	0.55
CV			7.73	9.67	8.02	10.36

*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 por ciento de nivel de significancia respectivamente.

Cuadro A.14. Efecto de los tratamientos evaluados, dosis y período de almacenamiento en la longitud media de plúmula (cm) de semilla de trigo.

Muestras	Dosis (ppm)					X
	4000	6000	8000	Tecto-60	Testigo	
Gobernadora						X
45	11.58A/F	11.68A/E	11.72A/E	6.12O/Q	8.20J/O	9.86
90	10.57A/J	10.46A/K	10.66A/D	12.6A	12.44AB	11.35
135	9.12E/N	8.92G/N	7.93K/P	10.8A/J	9.52D/M	9.26
180	8.92G/N	9.82B/L	9.14E/N	3.3R	3.16R	6.87
X	10.05	10.22	9.86	8.21	8.33	
Gob+yuccah						X
45	10.63A/J	12.4A/C	11.48A/G	6.12O/Q	8.20J/O	7.16
90	10.38A/K	9.48D/M	10.33B/L	12.6A	12.44AB	12.52
135	9.37E/M	9.25E/N	9.89B/K	10.8A/J	9.52D/M	10.16
180	10.2A/K	9.25E/N	9.88B/K	3.3R	3.16R	3.23
X	10.15	10.10	10.40	8.21	8.33	
Gob+goma						X
45	11.44A/H	11.37A/H	10.72A/J	6.12O/Q	8.20J/O	7.16
90	12.02A/J	9.86A/K	11.4A/H	12.6A	12.44AB	12.52
135	9.02F/N	8.5I/O	8.84H/N	10.8A/J	9.52D/M	10.16
180	8.25J/O	9.86B/L	9.69D/L	3.3R	3.16R	3.23
X	10.18	9.90	10.16	8.21	8.33	

Cuadro A.15. Efecto de los tratamientos evaluados, dosis y período de almacenamiento en la longitud media de radícula (cm) de semilla de trigo.

Muestras	Dosis (ppm)					X
	4000	6000	8000	Tecto-60	Testigo	
Gobernadora						X
45	12.17A/C	12.26A/C	12.22A/C	6.76GH	4.24H	9.53
90	12.65AB	12.3A/C	12.45A/C	11.00A/D	11.00A/D	11.88
135	11.44A/D	11.09A/D	9.88C/F	10.00B/F	11.44A/D	8.77
180	10.12B/F	11.48A/D	11.33A/D	10.68A/F	10.08B/F	10.738
X	11.60	11.78	11.47	9.61	9.19	
Gob+yuccah						X
45	11.24A/D	12.69AB	12.14A/C	6.76GH	4.24H	5.5
90	12.65AB	11.56A/C	11.44A/D	11.00A/D	11.00A/D	11.53
135	10.92A/E	10.57A/F	11.61A/C	10.00B/F	11.44A/D	10.92
180	12.28A/C	10.98A/E	11.88A/C	10.68A/F	10.08B/F	10.70
X	11.76	11.45	11.77	9.61	9.19	
Gob+goma						X
45	11.70A/C	11.58A/C	11.36A/D	6.76GH	4.24H	5.5
90	12.13A/C	11.96A/C	12.65AB	11.00A/D	11.00A/D	11.78
135	10.54A/F	10.05B/F	10.92A/E	10.00B/F	11.44A/D	10.64
180	9.85C/F	11.33A/D	12.05A/C	10.68A/F	10.08B/F	10.38
X	11.06	11.23	11.75	9.61	9.19	

Cuadro A.16. Efecto de los tratamientos evaluados, dosis y período de almacenamiento en peso seco (mg/planta) en semilla de trigo.

	Dosis (ppm)					
	4000	6000	8000	Tecto-60	Testigo	
Muestras	Gobernadora					X
45	80.27N	70.83P	91.77I	66.67Q	63.16R	74.54
90	81.69MN	86.09JK	103.03F	84.00KL	82.00LM	87.36
135	27.55Z	48.09U	44.8U	39.13W	19.05Z	35.72
180	10.64Z	13.6Z	19.52Z	19.05Z	10.00Z	14.56
X	50.04	54.65	64.78	52.21	43.55	
	Gob+yuccah					X
45	36.21X	32.44Y	17.07Z	66.67Q	63.16R	43.11
90	125.49D	134.89B	140.99A	84.00KL	82.00LM	113.47
135	57.62S	123.96D	99.25G	39.13W	19.05Z	67.80
180	12.68Z	15.83Z	14.51Z	19.05Z	10.00Z	14.41
X	58.00	76.78	67.96	52.21	43.55	
	Gob+goma					
45	69.80P	59.12S	82.6LM	66.67Q	63.16R	68.27
90	94.86H	77.67O	127.71C	84.00KL	82.00LM	93.25
135	54.64T	63.18R	111.39E	39.13W	19.05Z	57.48
180	11.35Z	12.21Z	14.25Z	19.05Z	10.00Z	13.37
X	57.66	53.05	83.99	52.21	43.55	