

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



**EVALUACION DEL PAQUETE TECNOLOGICO PARA MAIZ
BAJO RIEGO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS CON
RESPECTO A INCIDENCIA DE AFLATOXINAS**

OPCION III-C

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA EL PASANTE**

JOSE RAUL MACIAS REYES

0401592
FA12
1992
D.5

MONTECERME, N.L.

DICIEMBRE DE 1992

UNI

049,693
FA12
1932
0.5

UNIVERSITY



1080063996



7 0018

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



**EVALUACION DEL PAQUETE TECNOLOGICO PARA MAIZ
BAJO RIEGO EN EL NORTE DE TAMAULIPAS CON
RESPECTO A INCIDENCIA DE AFLATOXINAS**

OPCION III-C

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA
PRESENTA EL PASANTE**

J O S E R A U L M A C I A S R E Y E S

MARIN, N.L.

DICIEMBRE DE 1992

0111816

T
SB 91
.M2
M3



Biblioteca Central
Maza Solidaridad



UANL FA12

FONDO

F. Tesis TESIS LICENCIATURA 1692

C.5

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

A el Ph.D. José Luis de la Garza González

**Por su paciencia, colaboración y asesoría invaluable
para la realización de este seminario**

A la Comisión Revisora

Ing. Carlos S. Longoria G. e Ing. Raúl P. Salazar Sáenz

D E D I C A T O R I A S

A mis Padres:

**Sr. José Trinidad Macías Ramírez
Sra. Ma. Alcaría Reyes de Macías
"Con cariño y agradecimiento por
haberme orientado en mi formación
profesional".**

A mi Esposa:

**Sra. Alicia Benavides de Macías
"Con amor y gratitud por la
paciencia y el apoyo depositado
en mí para la realización de
este seminario".**

A Mis Hijos:

**Aldo Kovansky Macías Benavides
Mikhail Macías Benavides**

CONTENIDO

INDICE DE GRAFICAS	i
INDICE DE CUADROS	ii
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Qué son las aflatoxinas	4
2.2. Organismo problema	5
2.3. Ciclo de la enfermedad	6
2.4. Condiciones para la infección y producción de aflatoxinas	8
2.5. Técnicas para detectar aflatoxinas	9
2.6. Factibilidad de control mediante paquete tecnológico	9
2.6.1. Selección de terreno	10
2.6.2. Elección del híbrido	10
2.6.3. Fecha de siembra	11
2.6.4. Labranza	11
2.6.5. Fertilización	12
2.6.6. Densidad de plantas	12
2.6.7. Riego	13
2.6.8. Competencia interespecífica	13
2.6.9. Cosecha	13
2.6.10 Rotación de cultivos	15
III. MATERIALES Y METODOS	16

IV. RESULTADOS Y DISCUSION	22
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	34
VII. BIBLIOGRAFIA	35

INDICE DE GRAFICAS

Número de Gráfica	Página
1.- Precipitación mensual durante el período de Enero a Julio de 1991, en Río Bravo, Tamaulipas.....	23
2.- Producción de seis híbridos comerciales de maíz con cinco fechas de siembra.....	28
3.- Niveles de aflatoxinas en híbridos comerciales de maíz en dos fechas de siembra.....	30

INDICE DE CUADROS

Número de Cuadro	Página
1.- Siembra de maíz en el Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control", Tams. Sección No. 23. Localidad Río Bravo Ciclo O-I 90-91.....	22
2.- Híbridos comerciales de maíz establecidos en el Ciclo O-I 90-91. Superficie sembrada y porcentaje sobre el total sembrado. Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control", Tams. Sección 23. Localidad Río Bravo.....	25
3.- Rendimiento por híbridos comerciales de maíz. Sembrados dentro y fuera del período recomendado Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control", Tams. Sección 23. Localidad Río Bravo.....	26
4.- Comportamiento de los híbridos comerciales de maíz por semana de siembra, dentro y fuera del período recomendado. Ciclo O-I 90-91. Distrito de Desarrollo Rural No. 156 "Control", Tams. Sección 23. Localidad Río Bravo.....	29

R E S U M E N

Los años 1989 y 1990 fueron malos para la producción maicera en el Norte de Tamaulipas. Porque la misma salió contaminada por aflatoxinas en un 90% de la producción total.

Para 1991 se implementó un Paquete Tecnológico para producir maíz bajo riego en el Norte de Tamaulipas el cual propone una serie de puntos que deben ser observados por los productores de la región para minimizar la contaminación por aflatoxinas de los 2 años anteriores, contratando un cuerpo de asesores técnicos privados para brindar asistencia técnica a los productores sobre el paquete antes mencionado.

Los resultados presentados en este trabajo forman parte de este programa de asistencia técnica privada para la producción de maíz.

De las 4,215.1 Toneladas que fué la producción total obtenida dentro del período de siembra recomendado (20 enero al 15 febrero), el 69% es apta para el consumo humano y un 31% se usará como forraje en la alimentación de ganado.

La contaminación de la cosecha es muy compleja y esta comienza en el campo con la presencia del inóculo de *Aspergillus flavus* Link a los granos de maíz antes de la cosecha el cual al presentarse las condiciones adecuadas de temperatura y humedad infecta al grano sano o al que tiene daño físico durante su fase de estado lechoso y al momento de la cosecha al transportarse a las recibas, estos granos infectados contaminan la cosecha al contar también con las condiciones de temperatura y humedad adecuadas durante el transporte.

La semana del 27 de enero al 2 de febrero es la que mejor rendimiento obtuvo. Los híbridos sembrados en ella reportaron un rendimiento promedio de 4.0 ton/ha.

Los híbridos que mejor rendimiento obtuvieron son los siguientes: El Pioneer 3428 con 3.8 ton/ha y es de grano blanco, el Dekalb 717-A con 3.6 ton/ha de grano amarillo y por último el Pronase H-422 con 3.5 ton/ha y de grano blanco.

INTRODUCCION

El maíz en el Norte de Tamaulipas ocupa el segundo lugar en importancia después del sorgo.

A raíz de la caída del algodón como cultivo dominante alrededor de 1960 por problemas fitosanitarios, comenzó a sembrarse maíz y a ser importante desde hace 20 años; llegando a sembrarse 170 mil hectáreas en 1986.

Los rendimientos unitarios varían con los años; así en 1985-1989, los rendimientos fueron en promedio 4.1, 3.7, 2.7, 4.8, y 2.8 ton/ha., respectivamente los factores responsables de la fluctuación en el rendimiento de maíz son principalmente las condiciones climáticas desfavorables y problemas fitosanitarios (plagas y enfermedades). Las plagas (insectos y ácaros) fueron un factor muy importante relacionado con los bajos rendimientos del maíz en el ciclo temprano O-I 1989.

Durante 1989 el maíz sembrado en el Norte de Tamaulipas fué atacado severamente por *Aspergillus flavus* Link. Dicha infección fué previa a la cosecha y afectó producción en aproximadamente 450 mil toneladas de grano (20).

Aunque en 1990 los rendimientos unitarios de maíz superaron a los de 1989, la cosecha volvió a salir contaminada con aflatoxinas.

Esta situación ha obligado a la delegación de la S.A.R.H. en Tamaulipas a tomar medidas tendientes a minimizar el problema.

Para llevar a cabo este propósito los productores se comprometieron a seguir el paquete tecnológico para maíz de riego implementado por el CAERIB (Campo Experimental de Río Bravo) perteneciente al CIRN (Centro de Investigación Regional del Noreste); el cual fué divulgado entre los productores del ciclo agrícola O-I 90-91 y supervisado por un cuerpo de asesores técnicos privados.

Lo anterior con el propósito de reducir los riesgos de producción y calidad del grano de maíz al contaminarse con aflatoxinas.

Los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1. Conocer el nivel de aflatoxinas en la producción de maíz obtenida en los lotes comerciales sembrados dentro y fuera del período recomendado.
2. Determinar el rendimiento de los híbridos comerciales sembrados en cada una de las 5 semanas de siembra.
3. Conocer la relación entre color de grano y nivel de aflatoxina.

Plantandose la siguiente hipótesis:

El manejo heterogéneo del cultivo del maíz por parte de los productores, con relación a la fecha de siembra y al cultivar utilizado en una área de 1363-7 ha., será determinante para la presencia y cantidad de aflatoxinas en la cosecha.

REVISION DE LITERATURA

2.1. Qué son las aflatoxinas

Las aflatoxinas son sustancias químicas, producto del metabolismo de hongos del género *Aspergillus flavus* Link, que secretan al sustrato que colonizan, pueden contaminar (cacahuete, maíz, semilla de algodón y nueces) (3), son tóxicas a los animales domésticos y al hombre. Las aflatoxinas son los agentes carcinogénicos naturales más potentes que se conocen; (16) por ello, el Departamento de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos, sólo tolera niveles de 20 µg/kg-1 en la alimentación humana (19) y hasta 200 µg/kg-1 en forrajes. Su efecto no sólo es nocivo para la salud del hombre sino que también afecta económicamente al cultivo, al minar su potencial de rendimiento como lo demuestran las epifitias registradas en Georgia, Alabama, Carolina del Norte y del Sur, Mississippi y Tennessee en los Estados Unidos de América en 1977 a 1981 (5, 17,19) y recientemente en el Norte de Tamaulipas, México 1989-1990 (9).

El grano contaminado por aflatoxinas y dado como alimento a animales, causa cáncer del hígado en aves de corral, pájaros, truchas y mamíferos, produce tumores en el tracto alimenticio, glándulas salivales riñones(4); enfermedades crónicas o letales de los animales que afectan directamente la

economía y representan otra fuente de riesgo a la salud del hombre que se nutre de ellos. (10, 32).

Fué en 1960, a raíz de la muerte de 100 mil pavos de granja por aflatoxicosis en Inglaterra cuando el problema se observó en campo.(8, 1).

Hoy en día, las aflatoxinas constituyen una de las principales preocupaciones en los países cuya dieta básica es el maíz.

2.2. Organismo problema

Las aflatoxinas que contaminan el maíz en campo o en almacén, son producidas principalmente por el hongo *Aspergillus flavus* Link aunque *Aspergillus parasiticus* Speare también puede ser problema.

A. flavus forma las aflatoxinas B1 y B2 mientras que *A. parasiticus* produce las aflatoxinas B1, B2, G1, G2 y M1.(6).

Este tipo de hongos se encuentran en las regiones tropicales y subtropicales, donde se conocen como " mohos " cuyos síntomas son muy similares a la tuberculosis (2).

Las colonias de *A. flavus* son de color verde-amarillo, su forma de reproducción es asexual, por medio de hifas

(filamentos tubulares), masiva formación de conidios (minúsculos cuerpos esféricos y unicelulares de pared lisa o ligeramente rugosa) y esclerocios, que son pequeñas estructuras duras y redondas especializadas para resistir condiciones desfavorables (2).

2.3. Ciclo de la enfermedad

A. En el Campo.

La fuente de inóculo primario de *A.flavus* son los esclerocios producidos externamente en los granos de maíz antes de la cosecha, e incorporados al suelo durante las labores de recolección, en donde permanecen en estado latente hasta el siguiente ciclo de cultivo (29).

Otra fuente de inóculo primario lo constituyen las hifas que también invernan de un ciclo a otro en los residuos de cosecha incorporados al suelo (2, 6).

Al presentarse condiciones adecuadas de temperatura y humedad, tanto las hifas como los esclerocios, forman abundantes conidios, que al ser arrastradas por el viento o transportados por insectos, se depositan en el pólen y/o en los estigmas del jilote donde germinan y colonizan, para posteriormente infectar al grano sano o con daño físico (30)

y durante su fase de estado lechoso (5, 6, 11, 16, 18).

A partir de éstas primeras plantas enfermas, se desarrolla en la superficie de los tejidos infectados, una nueva producción de conidios, que es la fuente del inóculo secundario encargado de infectar nuevamente otras mazorcas sanas, así sucesivamente continúan las reinfecciones durante el estado de desarrollo del cultivo de grano lechoso e inicio de estado masoso (5, 6).

Finalmente al madurar los granos de maíz, el hongo produce más esclerocios que junto con el micelio, otra vez caen al suelo, completándose así, un ciclo más de la reproducción del hongo *A. flavus* (6).

B. En el almacén

Dado que los conidios de *A. flavus* también se encuentran en el aire (11), la infección se propicia cuando el maíz almacenado contiene arriba del 13% de humedad, mezclándose granos sanos deteriorados, hay daño por insectos o fueron previamente infectados en campo por el hongo; además de que las condiciones de temperatura y humedad del almacén le sean favorables (5, 26).

2.4. Condiciones para la infección y producción de aflatoxinas

Los factores que influyen en la infección y niveles de contaminación de aflatoxinas por *A. flavus* en precosecha son: el medio ambiente de cada región en que se establece el cultivo, la fecha de siembra, y el grado de susceptibilidad del híbrido (17). En Georgia, U.S.A., durante 6 años ha existido una alta correlación positiva entre elevada cantidad de aflatoxinas, y altas temperaturas con completa evaporación (19). De 1976 a 1981 en Alabama, U.S.A., la sequía altas temperaturas e infestación de insectos, han ocasionado presión en el cultivo, favoreciendo que eventualmente los niveles de aflatoxina B1 se incrementen de 2 mil a 5 mil ppb.

La infestación en campo de *A. flavus*, ocurre a temperaturas mayores de 30° C y humedad relativa no menor del 85% determinando que las temperaturas altas entre 32 y 38° C propicien la infección, pero las temperaturas frescas de 21 a 26° C no la favorecen (8, 13).

En general, todos los factores adversos para el cultivo como altas temperaturas, falta de agua, pobre fertilización nitrogenada, excesiva población de plantas, daño por insectos; elotero *Heliothis zea* (Boddie). (7) y/o Cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), (19), incidiendo durante el desarrollo de estigmas y formación de grano lechoso a

masoso, incrementan la susceptibilidad del cultivo a una mayor infección y contaminación de aflatoxinas (14).

2.5. Técnicas para detectar aflatoxinas

Cuando los granos de maíz tienen más de 20 ppb (partes por billón) de aflatoxinas. La forma más sencilla de demostrarlo es irradiando una muestra en completa oscuridad con luz ultravioleta de 365 nm, ante la cual la superficie de los granos emitirán una brillante fluorescencia de color verde - amarillento (16-17). Donde se requiere conocer el tipo de aflatoxina contaminante (B1, B2, G1, G2 ó M1), y su concentración en ppb, se emplean métodos de análisis químicos como el de cromatografía de capa fina (17), cromatografía líquida de alta presión, o el método rápido fluorometric - iodine, propuesto en 1980 por la Asociación Químicos Analistas Oficiales de Washington, U.S.A. para aflatoxinas de maíz (5), y además se encuentran en desarrollo el método ELISA de inmunoabsorbancia y otros.(31).

2.6. Factibilidad de control mediante paquete tecnológico

Para disminuir la contaminación de aflatoxinas se debe instruir a los productores, compradores y consumidores con respecto a lo nocivo que resultan para la salud de hombre y sus animales las aflatoxinas.

Para que estos adopten los métodos de control requeridos para romper la interacción entre hospedante (cultivo del maíz susceptible), el patógeno (*Aspergillus flavus*) y las condiciones ambientales (alta temperatura, sequía, etc.), que integran el problema de las aflatoxinas.

Las prácticas del cultivo tendientes a disminuir el problema son las siguientes (15):

2.6.1. Selección de terreno

Esta medida puede disminuir el daño de aflatoxinas, pero es impráctica, por lo cambiante de los suelos entre y dentro de los agricultores.

2.6.2. Elección del híbrido

En Alabama y Carolina del Sur, U.S.A., se ha encontrado variación en el grado de susceptibilidad a aflatoxinas entre híbridos de corto, mediano y largo ciclo de cultivo, pero no se ha encontrado resistencia; además éstos rangos aparentemente están interrelacionados con otros factores como la fecha de siembra, condiciones climáticas de la estación, etc. (5)

Por otro lado, las diferencias entre los grupos de maíz no han sido constantes, por lo cual se ha sugerido, que la

"síntesis de aflatoxinas en híbridos de maíz es heredable, pero las diferencias son relativamente pequeñas, que no sirven como una fuente práctica de control genético". (27)

2.6.3. Fecha de siembra

Esta ha sido ampliamente estudiada en diversas regiones geográficas. En algunos Estados (Carolina del Norte, Florida y Georgia, E.U.A.), se han detectado notorias diferencias en la acumulación de aflatoxinas en relación con la fecha de siembra, pero es necesario considerar que la época de siembra óptima está regida por varios factores como son, la localidad, condiciones ambientales, requerimientos de temperatura del híbrido, etc., que en conjunto influyen en el rendimiento; por lo cual, se vuelve más compleja la investigación al respecto. (17, 28).

2.6.4. Labranza

Existen pocos estudios al respecto, pero se ha inferido que el subsoleo ayudaría a que las raíces profundicen en busca de humedad y disminuya el estrés de la planta en época de sequía y consecuentemente su contaminación por aflatoxinas.

Otra práctica sería la labranza de inversión, con el objetivo de que los esclerocios de *A. flavus* queden

enterrados, decreciendo así ésta fuente de inóculo primario. (15).

2.6.5. Fertilización

Las deficiencias de nitrógeno causan desbalances en la planta, con el consecuente incremento de aflatoxinas.

En general, se recomienda una adecuada fertilización del cultivo (N, P, K, y elementos menores) en condiciones de humedad que permitan ser asimilados por la planta. (12).

2.6.6. Densidad de plantas

Esta es una alternativa poco explotada que implica cambios en el número de plantas por metro y ajustes de la distancia entre surcos. La finalidad es que se reduzca la contaminación por *A. flavus* al quedar ocultas por el follaje las espigas masculinas y femeninas, y en ésta forma los conidios del hongo no puedan causar infección. Sin embargo, tales cambios en éste cultivo podrían no ser factibles por la evapotranspiración, competencia por humedad y nutrientes, que al contrario harían al cultivo más susceptible a las aflatoxinas. (11, 13, 18).

2.6.7. Riego

Un adecuado manejo de riego o lluvias oportunas, reducen la incidencia de *A. flavus* (7), evitando que el cultivo sea afectado por la sequía, principalmente durante la polinización y llenado de grano.

2.6.8. Competencia interespecífica

El daño de insectos, enfermedades foliares, enfermedades de la raíz, nemátodos, malezas, debilitan la planta y la hacen más vulnerables a *A. flavus*, por lo que se debe tener un adecuado control sobre éstos problemas, y a la vez, simultáneamente se protegerá del daño por aflatoxinas.

2.6.9. Cosecha

Cuando se sospecha que hay contaminación por aflatoxinas 2 ó 3 semanas antes de la cosecha se deberá hacer un muestreo de mazorcas, y si hay más de 10% contaminados, se procede a la cosecha hasta con un 28% de humedad del grano. Para después bajar la humedad artificialmente al 13%, antes de almacenarlo. Asimismo la reducción de la velocidad de la combinada en la cosecha permitirá separar el grano libre de impurezas, o bien, un cribado posterior ayudará a bajar el nivel de aflatoxinas. (25).

Además se recomienda cosechar y manejar por separado los campos sanos de los enfermos, para no mezclar las cosechas y evitar contaminaciones mayores en el transporte; al haberse demostrado un incremento del 6% de aflatoxinas por hora que dure su desplazamiento.

Por otro lado, se evitará que continúen las contaminaciones en el almacén; en el cual se deberá tener el cuidado de mantener la humedad de grano menor al 13%. (5, 26).
Bajar la humedad artificialmente al 13%, antes de almacenarlo. Asimismo la reducción de la velocidad de la combinada en la cosecha permitirá separar el grano libre de impurezas, o bien, un cribado posterior ayudará a bajar el nivel de aflatoxinas. (25).

Además se recomienda cosechar y manejar por separado los campos sanos de los enfermos, para no mezclar las cosechas y evitar contaminaciones mayores en el transporte; al haberse demostrado un incremento del 6% de aflatoxinas por hora que dure su desplazamiento.

Por otro lado, se evitará que continúen las contaminaciones en el almacén; en el cual se deberá tener el cuidado de mantener la humedad del grano menor al 13%. (5, 26).

2.6.10. Rotación de Cultivos

Las asociaciones entre maíz-soya-terreno descanso, son recientes; siendo necesario futuras investigaciones para su adopción posterior. (15).

MATERIALES Y METODOS

El Distrito de Desarrollo Rural No. 156 de " Control ", Tamps., tiene los siguientes límites: al norte con el Río Bravo; al sur con el Distrito de Desarrollo Rural No. 157 de San Fernando; al oeste con el Distrito de Desarrollo Rural No. 155 de Díaz Ordáz y al oriente el Golfo de México.

Cuenta con 553,456 Ha., las cuales se distribuyen en 5 centros de apoyo al desarrollo rural y son los siguientes:

- I.- Control
- II.- Matamoros
- III.- Valle Hermoso
- IV.- Santa Apolonia
- V.- Brecha E-120

Los límites del área donde se realizó este trabajo son: al norte, con el canal de riego "El Culebrón"; al sur, con el Dren "Río Bravo"; al este, con la Brecha E- 117; al oeste, con la Brecha E-108 en una superficie de 1363=7 Ha., formada por 122 lotes, todos con riego por gravedad y buena tecnología. El 87% de la superficie total son productores de los siguientes ejidos: Río Bravo, El Triunfo, 10.de Mayo, La Reforma, 6 de Enero, y el restante 13% lo forman pequeños propietarios vecinos de éstos ejidos.

Según datos proporcionados por la estación climatológica del CAERIB, y en base a un promedio de 22 años, la precipitación anual para la localidad de Río Bravo, Tam., es del orden de los 525 mm; la temperatura anual es de 22.6° C.

Las más altas temperaturas se registran en julio y agosto con valores de 38° C, y las más bajas en enero con -2° C. La máxima y mínima extrema es de 42° C y -10° C, respectivamente.

Se tomaron en cuenta diversos factores antes de expedirles el permiso de siembra correspondiente a cada productor.

Para empezar, tener buenos rendimientos de maíz en años anteriores; sin problemas de salinidad y/o mal drenaje; que se pudieran dar los riesgos oportunamente (para esto se consultó también a los canaleros); maquinaria disponible para realizar las labores necesarias, ó al menos que contara con alguien que le maquilara; el terreno roturado para ese ciclo agrícola; cubierta la cuota de servicio de agua y el pago por asistencia técnica, y ante todo, respetar las siguientes indicaciones del paquete tecnológico para maíz.(22):

Preparación del terreno:

Limpia de Terreno: Se sugiere el desvare, junta y quema.

Barbecho: Inmediatamente después del paso anterior a una

profundidad de 25 a 30 cm.

Rastra: Es necesaria para destruir terrones y posibles malezas, generalmente después de las lluvias; si el terreno lo requiere cruzar.

Emparejamiento: Para evitar los microrelieves y lograr una mejor distribución del agua.

Bordeo: Para facilitar la distribución del agua de riego.

Melgueo: En algunos terrenos son necesarios, deben ser múltiples los botes de la sembradora.

Siembra:

La fecha recomendada va del 20 de enero al 15 de febrero. Las siembras después del 15 de febrero, tienen un alto riesgo de resultar contaminadas con aflatoxinas porque las etapas de floración, típicas en región, las cuales favorecen el desarrollo del hongo *A. flavus* y el estrés del cultivo. Además las fechas tardías favorecen la incidencia de plagas y otras enfermedades que contribuyen a incrementar el estrés de las plantas.

Método de Siembra:

A tierra venida en surcos de 80-92 cm con una profundidad

de 5-8 cm.

Densidad de Plantas:

La densidad óptima es de 55 mil plantas/ha., a cosecha. Las densidades mayores aumentan la demanda de agua, provocan el estrés de las plantas y favorecen la infección de las plantas por el *Aspergillus.flavus*. Se ha demostrado que densidades mayores no incrementan significativamente el rendimiento.

Híbridos:

Los híbridos que se sembraron son los recomendados por la S.A.R.H. ya que fueron probados en la región con respecto a su potencial de rendimiento, características agronómicas y suceptibilidad a plagas y enfermedades.

Riegos:

Se recomienda dar 4 riegos, uno de presiembra y 3 de auxilio, los 3 riegos de auxilio se programan de tal forma que en la época crítica en que puede ocurrir la infección del hongo al cultivo, no presente agotamiento por falta de agua.

CALENDARIO DE RIEGOS:

Cultivo	Num.de Riegos	Lámina cm	Oportunidad Intervalo (días)
Maíz	1	15	Presiembra (15-20) Antes de la siembra.
	2	10	35-45 de nacencia (6-8 hojas completas).
	3	10	20-25 del 1er.Auxilio (Espigamiento).
	4	10	15-20 del 2do.Auxilio (Llenado de grano).

+++++

Fertilización: Se sugiere aplicar la fórmula 140-40-0 en suelos de primera y 120-40-0 en suelos de segunda. El aplicar dosis más bajas o elevadas se predispone al maíz a una condición de estrés. Además, no se han observado incrementos significativos en el rendimiento al aumentar las dosis de fertilizantes.

Labores de Cultivo: Tumba de bordo y 2 cultivos, hacer un buen control de la maleza en el cultivo, canales y drenes, etc., ya que la hierba sirve como reservorio o sitios de sobrevivencia a los hongos y plagas que atacan el maíz, es importante evitar el daño mecánico a las

plantas con los implementos agrícolas.

Plagas: Los insectos no son necesarios para que el maíz presente contaminación por aflatoxinas, pero incrementan considerablemente el problema debido a que transportan las esporas de *Aspergillus flavus* Link., y provocar heridas en el elote por donde se facilita la invasión del hongo.

A nivel regional los principales insectos que atacan el elote son el gusano elotero *Heliothis zea* (Boddie) daño en las puntas, el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), daño en los costados de la mazorca.

Se sugiere aplicar algún insecticida de los recomendados por el CAERIB para su control. Evitando así que las primeras larvitas penetren al elote. En algunos casos podría ser necesaria una segunda aplicación.

Cosecha: Se sugiere cosechar cuando el maíz ha llegado a una humedad entre 18 y 22%. Se deben hacer ajustes a la combinada para evitar al máximo el grano quebrado, lo que facilita la invasión del hongo.

La entrega inmediata del grano, en los almacenes de recepción es vital, particularmente cuando el contenido de humedad es alto.

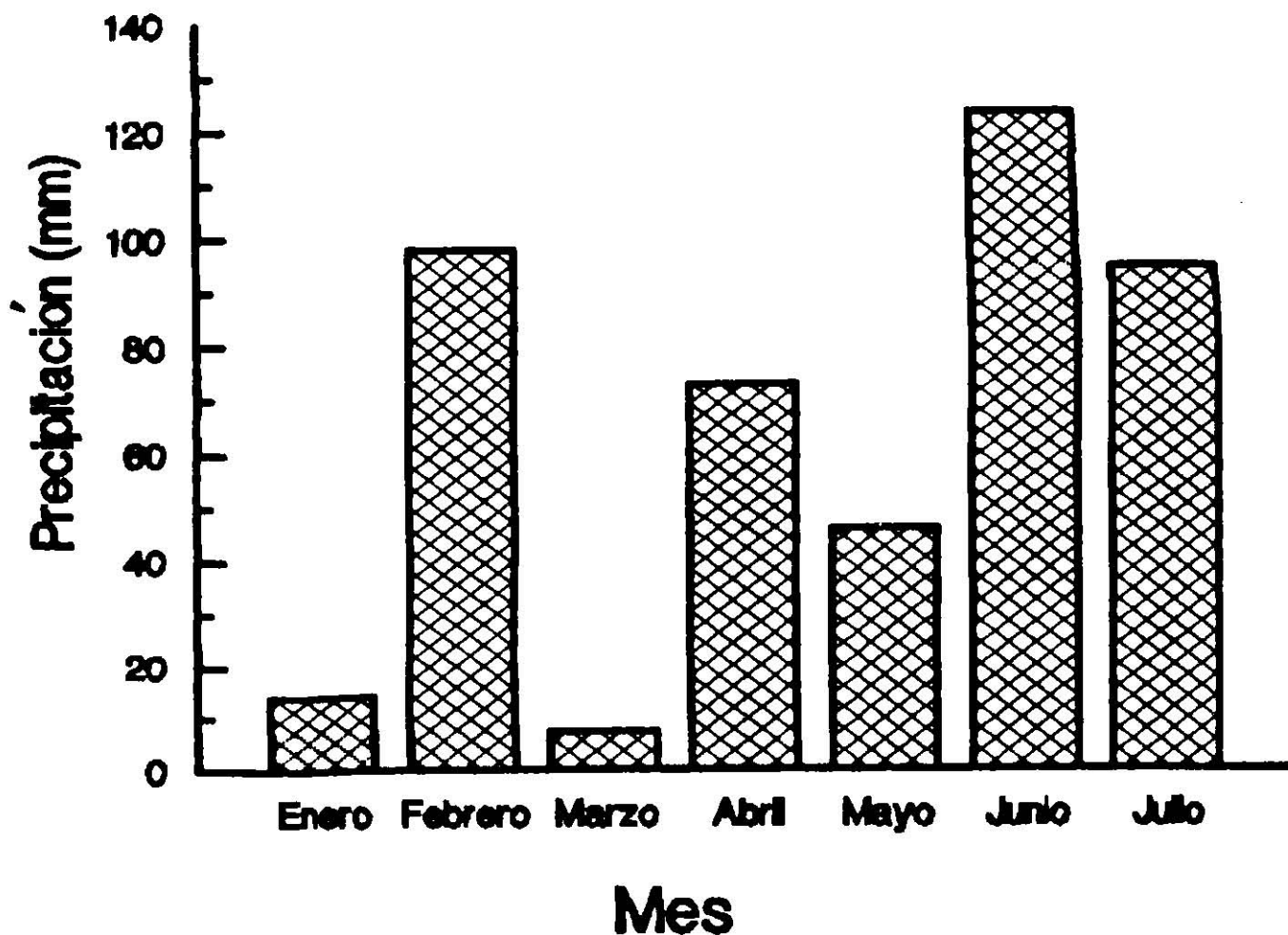
RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del presente trabajo son los siguientes:
La distribución de las siembras comerciales de maíz en el ciclo agrícola otoño-invierno 1990-1991, se presentaron de la siguiente manera:

Cuadro 1. Siembra de Maíz en el Distrito de Desarrollo Rural No.156 "Control", Tam., Secc.No.23. Localidad Río Bravo, ciclo O-I 90-91.

Semana de Siembra	Superficie Sembrada (Ha.)	% Respecto a Total Sembrado	% Dentro y Fuera de Re comendación
1.- (20-26 Ene)	49=00	3.6	-0-
2.- (27 Ene-2 Feb)	244=20	18.0	-0-
3.- (3-9 Feb)	177=75	13.0	-0-
4.- (10-15 Feb)	696=05	51.0	85.6
5.- (16-22 Feb)	196=70	14.4	14.4
T O T A L :	1,363=70	100.0	100.0

Esta distribución se debió a las precipitaciones registradas los días 3 y 4 de febrero (98.0 mm). Ver gráfica No.1, Precipitación registrada en el período (Enero-Julio 1991), localidad Río Bravo, Tam., causando que el 51% de las siembras se realizaron en la cuarta semana (10-15 febrero) y



Gráfica 1. Precipitación mensual durante el periodo de Enero a Julio de 1991 en Río Bravo Tamps. Fuente: Estación Agroclimatologica campo experimental Río Bravo, INIFAP, SARH.

que un 14.4% sembraron del 16 al 22 de febrero, fuera del período recomendado.

En lo referente a los híbridos sembrados se encontró lo siguiente: (Ver CUADRO 2.).

Podemos ver una marcada preferencia sobre 2 híbridos comerciales Pioneer 3428 y sobre el Pronase H- 422 entre los 2 suman el 77.1% de la superficie sembrada en el área tratada. Quedando a los restantes 4 híbridos el 22.9% de la superficie.

En lo referente a rendimientos los híbridos se comportaron de la siguiente manera: (Ver CUADRO 3.).

Los híbridos que mejor rendimiento alcanzaron fueron los siguientes: Pioneer 3428, Pronase H-422 de grano blanco y Dekalb 717-A de grano amarillo, se encontró una diferencia en rendimiento de 200 kilogramos por hectárea entre el mejor híbrido blanco el Pioneer 3428 y el mejor híbrido de grano amarillo el Dekalb 717-A.

Cuadro 2. Híbridos comerciales de maíz establecidos en el ciclo agrícola O-I 90-91. Superficie sembrada y porcentaje sobre el total sembrado. Distrito Desarrollo Rural No.156 "Control", Secc.23., Localidad Río Bravo.

Nombre del Híbrido	Sup.Sembrada por Híbrido (Ha.)	% Respecto al Total Sembrado
1 Pioneer 3428	589=95	43.3
2 Pronase H-422	461=25	33.8
3 Dekalb 717-A	120=00	8.9
4 Pronase H-433	83=50	6.0
5 Asgrow RX 405W	58=75	4.4
6 Pioneer 3292	50=25	3.6
TOTAL SEMBRADO:	1,363=70	100.0

El Asgrow RX405 W tuvo problemas de llenado de mazorca, aproximadamente del 30%. Aunque éste problema se presentó en forma general afectó más a los materiales sembrados en la primer semana de siembra. Las causas pueden ser: Las altas temperaturas registradas los días (25-29 de Abril) de 34° a

PRO No.3.- RENDIMIENTO POR HIBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ SEMBRADO DENTRO Y FUERA DEL PERIODO RECOMENDADO,

CICLO 0-I 1990-1991, LOCALIDAD RIO BRAVO, TAN.

NOMBRE DEL HIBRIDO	DENTRO DE FECHA		FUERA DE FECHA		RENDIMIENTO GENERAL			
	20 Enero - 15 Febrero SUP.SEM. (HAS)	16 - 2 Febrero PROD. (TON)	16 - 2 Febrero SUP.SEM. (HAS)	20 Enero - 22 Febrero PROD. (TON)	20 Enero - 22 Febrero SUP.SEM. (HAS)	20 Enero - 22 Febrero PROD. (TON)		
Pioneer 3428	510=25	1991.0	3.9	79=70	3.1	509=95	2235.9	3.8
Pronase H-422	356=75	1273.9	3.6	104=50	3.6	461=25	1660.0	3.5
Dekalb 717-A	120=00	431.70	3.6	-	-	120=00	431.7	3.6
Pronase H-433	71=00	206.2	3.0	12=50	2.9	83=50	242.7	2.9
Pioneer 3292	50=25	167.2	3.3	-	-	50=25	167.2	3.3
Asgrow Rx405K	58=75	145.1	2.5	-	-	58.75	145.1	2.5
T A L E S	1167=00	4215.1	3.6	196=70	3.4	1363=70	4882.6	3.6

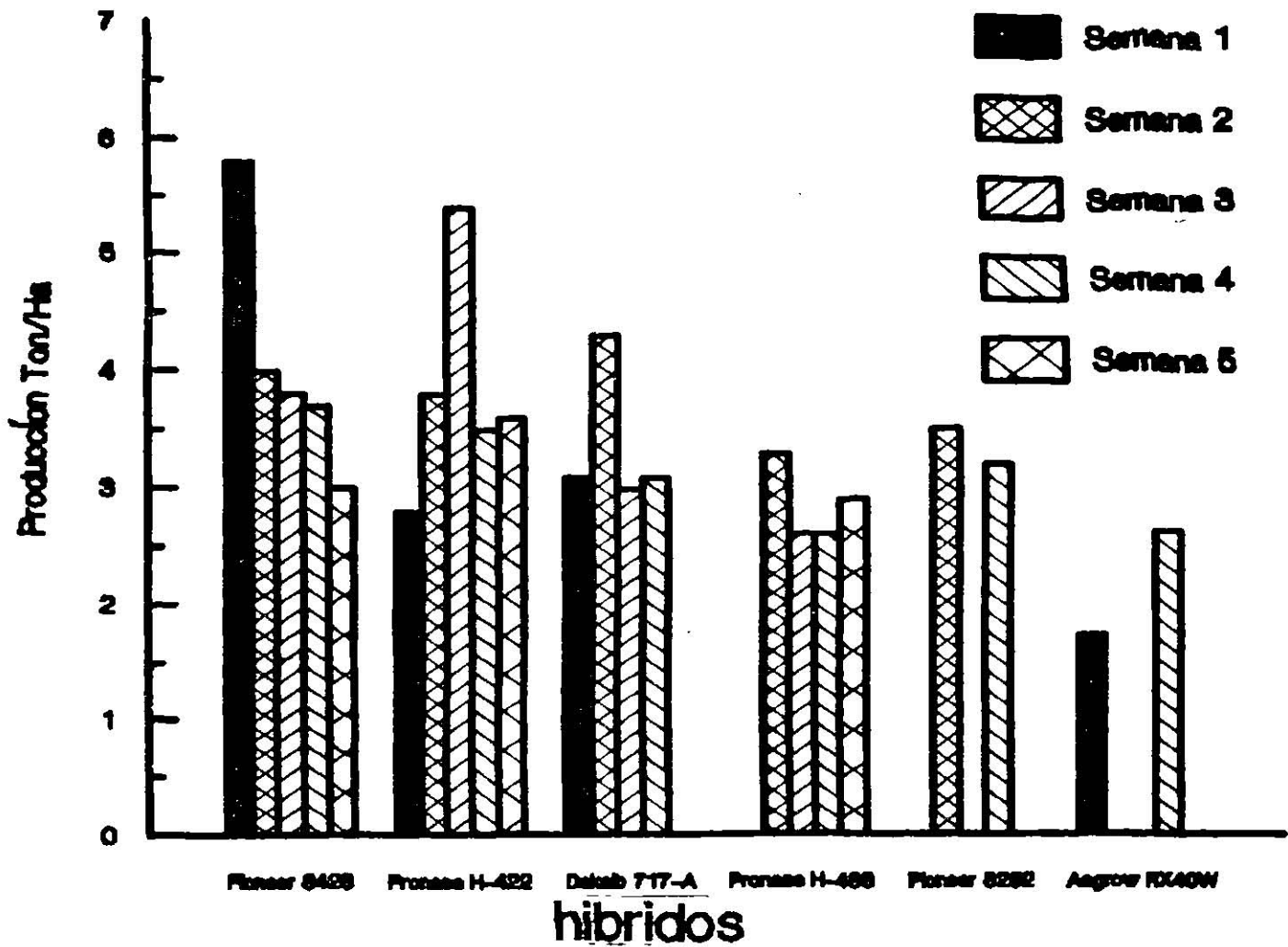
38° C, en estos días ocurrió la floración de los maíces sembrados en enero y primeros días de febrero.

Las temperaturas nocturnas fueron de 23° a 26° C, durante la segunda quincena de abril (Ver Gráfica No.2), y si recordamos que las condiciones ideales para producir maíz son noches frescas con temperaturas inferiores a 22° C y días soleados con temperatura de 28-32° C. (23).

En el Cuadro No. 4 se puede ver el efecto de fecha de siembra. En la semana del 27 de enero al 2 de febrero, 3 de los híbridos sembrados en ella tuvieron los mejores rendimientos de todas las semanas.

El Asgrow RX405W y el Pioneer 3428, Pronase H-422 rindieron mejor la primera y tercera semana respectivamente por semanas de siembra es la que mejor rendimiento obtuvo.

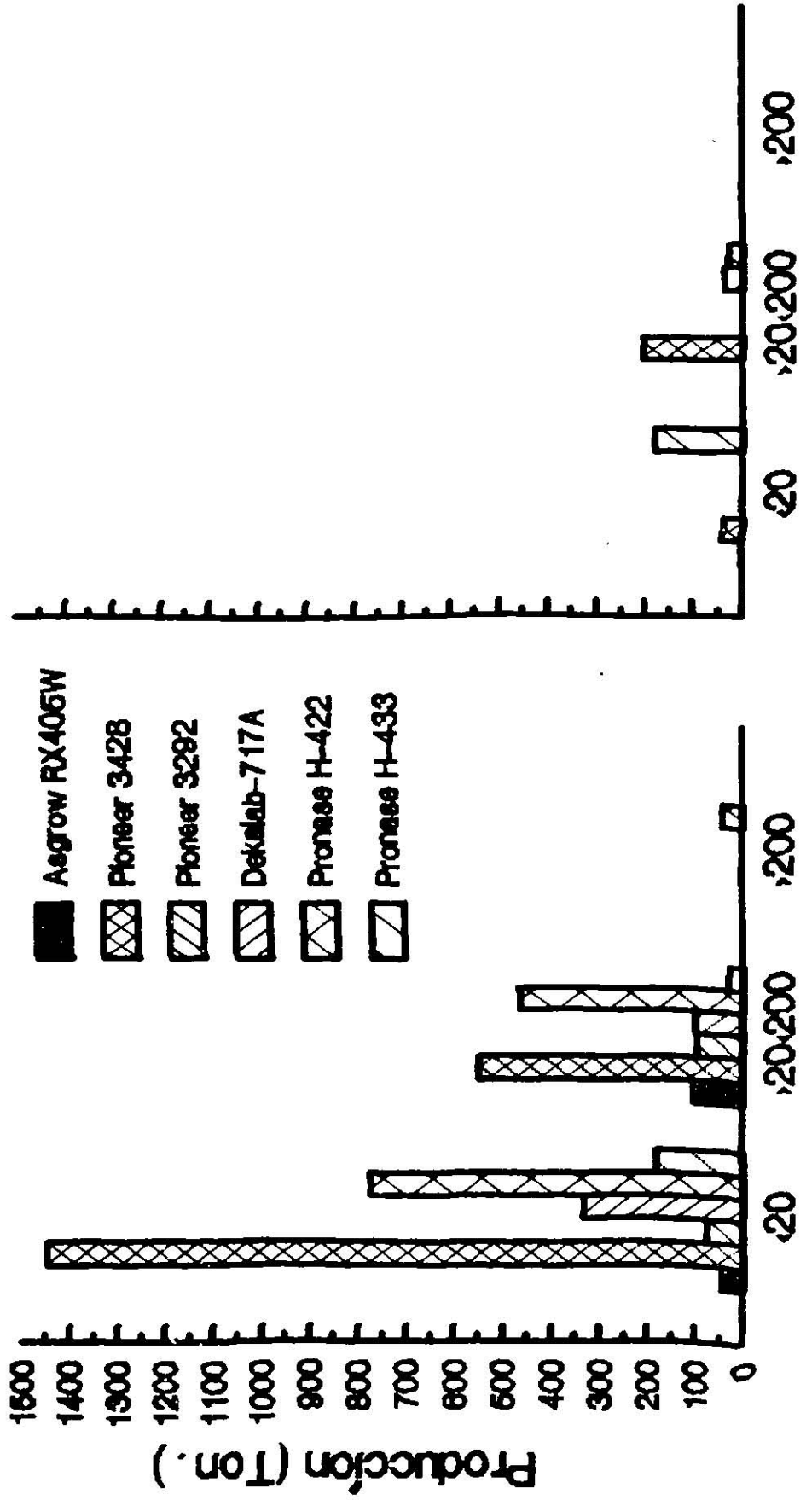
Analizando la producción total obtenida por los 6 híbridos comerciales sembrados, se puede apreciar en la gráfica (3), que todos presentan contaminación por aflatoxinas tanto dentro del período recomendado como fuera de él. Estos resultados están de acuerdo a los encontrados en 1989 en Río Bravo, Tam., cuando comparando 10 materiales (8 híbridos comerciales y 2 variedades) encontraron la presencia de hongos del grupo *Aspergillus flavus* y otros como *Penicillium spp* y



Grafica 2. Producción de 6 híbridos comerciales de maíz con cinco fechas de siembra.

CUADRO No.4.- COMPORTAMIENTO DE LOS HIBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ POR SEMANA DE SIEMBRA, DENTRO Y FUERA DEL PERIODO RECOMENDADO,
 CICLO AGRICOLA O-I 1990 - 1991 - LOCALIDAD RIO BRAVO, TAM.

NOMBRE DE LA VARIEDAD	1a. SEMANA DE SIEMBRA		2a. SEMANA DE SIEMBRA		3a. SEMANA DE SIEMBRA		4a. SEMANA DE SIEMBRA		5a. SEMANA DE SIEMBRA						
	HAS	TON TON/HA	HAS	TON TON/HA	HAS	TON TON/HA	HAS	TON TON/HA	HAS	TON TON/HA					
1 Pioneer 3428	11=50	67.0	5.8	138=50	565.2	4.0	142=25	540.7	3.8	218=00	818.1	3.7	79=70	244.9	3.0
2 Pronase H-422	13=00	37.0	2.8	21=20	82.1	3.8	13=50	73.2	5.4	309=05	1081.6	3.5	104.50	386.1	3.6
3 Dekalb 717-A	12=00	37.0	3.1	47=00	205.0	4.3	10=00	30.9	3.0	51=00	158.8	3.1	0=00	0.0	0.0
4 Pronase H-433	0=00	0.0	0.0	25=00	83.3	3.3	12=00	32.0	2.6	34=00	90.9	2.6	12=50	36.5	2.9
5 Pioneer 3292	0=00	0.0	0.0	12=50	43.7	3.5	0=00	0.0	0.0	37=35	123.5	3.2	0=00	0.0	0.0
6 Asgrow RX405W	12=50	22.0	1.7	0=00	0.0	0.0	0=00	0.0	0.0	46=25	123.1	2.6	0=00	0.0	0.0
T O T A L E S	49=00	163.0	3.3	244=20	979.3	4.0	177=75	676.8	3.8	696=05	2396.0	3.4	196=70	667.5	3.3



Gráfica 3. Niveles de aflatoxinas en híbridos comerciales de maíz en dos fechas de siembra
 Fuente: Evaluación del programa especial de maíz 1991. Distrito de Desarrollo Rural 156. SARH.

fusarium spp y ningún genotipo estaba libre de **Aspergillus flavus**. (21).

Partiendo de esto, se ve la importancia de un buen manejo de poscosecha. Donde la humedad del grano, las altas temperaturas y el inóculo de **Aspergillus flavus** juegan un papel muy importante en la contaminación por aflatoxinas de la cosecha.

C O N C L U S I O N E S

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

1. Todos los híbridos sembrados en ésta área estudiada salieron con diferentes niveles de contaminación por aflatoxinas. Dentro del período recomendado de siembra la producción total obtenida fué del orden de 4,215.1 ton. y el 31% de la misma sacó más de 20 ppb; pero menos de 200 ppb. En éste aspecto contribuyó mucho las precipitaciones registradas por 10 días seguidos (los 3 últimos días de Junio y los 7 primeros días de Julio) en combinación con altas temperaturas. Fuera del período recomendado de siembra la producción total fué del orden de 667.5 ton., y el 71% salió con niveles de contaminación por aflatoxinas de más de 20 ppb; pero menor de 200 ppb. En ésta fecha hay más presencia de plagas y enfermedades las cuales contribuyeron para ésta contaminación. Se logró bajar la contaminación registrada los años de 1989 y 1990 que fué del 90% de la producción total a un 31% de la producción total obtenida dentro del período recomendado siguiendo las indicaciones del Paquete Tecnológico para Maíz en 1991.

2. La mejor fecha de siembra estuvo entre la segunda y tercer semana, entre las cuales hubo 200 kilogramos de diferencia en el rendimiento medio. En la segunda semana se obtuvo 4 ton/ha., y en la tercera 3.8 ton/ha. En este período el maíz encontró las mejores condiciones climatológicas para manifestar su potencial de rendimiento. No se pudo evaluar para rendimiento los 6 híbridos en cada una de las 5 semanas, solamente 3 híbridos se establecieron en todas las semanas de siembra, rindiendo mejor dentro del período recomendado.

3. No se encontró selectividad a la contaminación por aflatoxinas con respecto al color del grano porque tanto maíces blancos como amarillos tuvieron contaminación dentro y fuera del período recomendado.

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

El problema de las aflatoxinas es una seria amenaza para la salud y la economía del hombre, que demanda intensificar los esfuerzos del hombre de ciencia en cada región susceptible a contaminación, para poder producir maíz sano. En esta responsabilidad están directamente relacionados los productores, quienes deben estar bien informados y dispuestos a aplicar las medidas de control adecuadas para producir granos de calidad.

Se deben respetar las indicaciones del Paquete Tecnológico para producir maíz en todos sus puntos, porque al no hacerlo exponemos a la planta de maíz a sufrir estrés y a estar más débil para ser invadida por *A. flavus*.

También las labores de poscosecha se deben vigilar muy bien porque ahí puede contaminarse la producción por aflatoxinas al encontrar el hongo *A. flavus* las condiciones ideales para su propagación.

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Aguirre Rodríguez, J.I. 1984. Las Micotoxinas (Aflatoxinas) y su control. Manual Fitosanitario Regional. Patronato para la Investigación Fomento y Sanidad Vegetal. SARH. pp 107 - 119.
- 2.- Alexopoulos, C.J. 1977. Introducción a la Micología. Ed. Universitaria de Buenos Aires, Argentina. p 615.
- 3.- Ashworth, L.J.Jr., Mc Means, J.L., Brown, C.M. 1969. Phytopathology. 59: 383 - 385.
- 4.- Buck, W.B. 1974. Clinical and Diagnostic Veterinary Toxicology Ed., G.A. Van Gelden ., Kendall, Hunt. Pub. Co. Iowa, E.E.U.U. pp 261 - 269.
- 5.- Davis, N.D. 1986. Aflatoxin Contamination of Corn Hibrids in Alabama. American Association of Cereal Chemist, Inc. 63: 467 - 470.
- 6.- Diener, U.L. and Davis, N.D. 1986. Biology of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* In: Aflatoxin in Maize. A proceedings of the workshop. M.S. Suber., E.B. Lillehoj and B.L. Renfro, eds. pp 33 - 38 CIMMYT, UNDP and USAID. México.
- 7.- Fortum, B.A. and Manwiller, A., 1985. Effects of Irrigation and kernell injury of aflatoxin production in selected maize hybrids. Plant Disease. 69: 262 - 265.
- 8.- Fortum, B.A. 1986. Effects of environment o aflatoxin development in preharvest maize In: Ver Referencia No.6 pp 145 - 149.
- 9.- Gotica, V.M., Rosas, R.M. 1991. Almacenamiento de Grano Contaminado con *Aspergillus flavus* como fuente de inóculo primario. Memorias del XIX Congreso Nacional de Fitopatología., Saltillo, Coah. p 146.

- 10.- Hamilton, P.B. 1986. Aflatoxicosis en Animales de Granja. Ver referencia No.6 pp 51 - 55.
- 11.- Holtmeyer, M.G. and Wallin, J.R. 1981. Incidence and distribution of airborne spores of *Aspergillus flavus* in Missouri. Plant Disease. 65: 58 - 60.
- 12.- Jones, R.K. and Duncan, H.E. 1981. Effect of nitrogen fertilizer, planting date and harvest date on aflatoxin production in corn inoculated with *Aspergillus flavus*. Plant Disease. 65: 741 - 744.
- 13.- Jones, R.K., Duncan, H.E., Parne, G.A. and Leonard, K.J. 1980. Factors influencing infection by *Aspergillus flavus* in silk - inoculated corn. Plant Disease. 64: 859 - 863.
- 14.- Jones, R.K. 1983. Minimizing the impact of corn aflatoxin. Plant Disease. 67: 1297 - 1298.
- 15.- Jones, R.K., 1986. The Influence of cultural Practices on minimizing the development of aflatoxin in field maize. Ver Referencia 6 pp 136 - 142
- 16.- Lillehoj, E.B et. al 1975. Aflatoxin incidence and association with bright greenish - yellow fluorescence and insect damage in limited survey of freshly harvested high - moisture corn. American Association of Cereal Chemists, Inc. 52: 403 - 412.
- 17.- Lillehoj, E.B., Kwolek, W.F., Zuber, M.S., Bockholt, A.J. Calvert, O.H., Findley, W.R., Gothrie, W.D., Horner E.S., Josephson, L.M., King, S., Manwiller, A., Saver D.G., Thompson, D., Turner, M., and Widstron, N.W. 1980. Aflatoxin in corn before harvest: interaction of hybrids and locations. Crop Science. 20: 731 - 734.
- 18.- Marsh, S.F. and Payne, G.A. 1984. Preharvest infection of corn silks and kernels by *Aspergillus flavus*. Phytopathology. 74: 1284 - 1289.

- 19.- McWilliam, W.W., Wilson, D.M., Windstrom, N.W. 1985. Aflatoxin contamination of preharvest corn in Georgia: a six - year study of insect damage and visible *Aspergillus flavus*. Journal Environment Quality. 14: 200 - 202.
- 20.- Moreno, M.E. y Gil, G.M. 1991. Biología de *Aspergillus flavus* y la producción de aflatoxinas. Coord. de la Investigación Científica. Prog. Univ. de Alimentos UNAM, Mex. pp 42.
- 21.- Moreno, M.E., Navarrete, M.R., Vázquez, B.M.E., Rodríguez, C. A. 1989. Producción Natural de Aflatoxinas en maíz para grano, en el Norte de Tamaulipas: Memorias del XIX Congreso Nac. Fitopatol., Saltillo, Coah., pp 151.
- 22.- Reyes Méndez, C.A. Girón, C.R., Rosales, R.E., Sánchez de la C. R. 1991. Paquete Tecnológico para producir maíz en riego en el Norte de Tamaulipas., México.: Memorias de la Demostración de Maíz, Sorgo, Algodón. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Publ. Especial No.16 pp 1 - 4.
- 23.- Reyes Méndez, C.A. 1991. Factores que afectan la polinización y el llenado de la mazorca en el norte de Tamaulipas en 1991. Memorias de la Demostración de Maíz, Sorgo y Algodón. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Publ. Especial No.16 pp 5 - 10.
- 24.- Rodríguez, C.A., Garza C., I., Moreno, M. E. 1991. Aflatoxinas en maíz bajo diferentes fechas de siembra y Contenido de humedad a cosecha en el norte de Tamaulipas. Ver referencia No.9 pp 150.
- 25.- Rodríguez del Bosque L. A. 1992. Factores que favorecen la contaminación del maíz con aflatoxinas. Demostración de Maíz y Sorgo. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Pub. Esp. No.18 p 6.
- 26.- Saver, D.B. 1986. Conditions that affect growth of *Aspergillus flavus* and production of aflatoxin in stored maize. Ver referencia 6 pp 41 - 50.

- 27.- Thompson, D.L., Rawlings, J.O., Zuber, M.S., Payne, G.A. and E.B. Lillehoj. 1984. Aflatoxin accumulation in developing kernels of eight maize single crosses after inoculation with *Aspergillus flavus*. Plant Disease 68: 465 - 467.
- 28.- Tuite, J., Sensmeier, R., Knox, C.K and Noel, R. 1984. Preharvest aflatoxin contamination of dent corn in Indiana in 1983. Plant Disease 65: 893 - 895.
- 29.- Wicklow, D.T. 1987. Survival of *Aspergillus flavus*. Sclerotia in soil. Trans.Br.Mycol. Soc. 89:131-134.
- 30.- Wicklow, D.T., Horn, B.W., Shotwell, O.L. 1987. Aflatoxin formation in preharvest maize ears coinoculated with *Aspergillus flavus* and *Aspergillus niger*. Micologia. 79: 679 - 682.
- 31.- Wilson, D.M. 1986. Detection and Determination of aflatoxin in maize. Ver ref. No. 6 pp 100 - 109.
- 32.- Yeh, F., Yu, Mc., Mo, CH., Lou, S., Tong, Mj. y Henderson, B.E. 1989. " Hepatitis B. Virus, Aflatoxins and Hepatocellular Carcinoma in Southern Guangri, China", Cancer. Res. (49): 2506 - 2509.

