

**CARACTERIZACION DE TECNICAS DE MANEJO
POSTCOSECHA Y PRESENCIA DE AFLATOXINAS EN
MAIZ ALMACENADO EN SISTEMAS TRADICIONALES Y
MEJORADOS POR PEQUEÑOS AGRICULTORES EN DOS
MUNICIPIOS DE HONDURAS.**

Por

Pedro Antonio Quiel Araúz

TESIS

BIBLIOTECA WILSON FORERO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 83
TEGUIGALPA HONDURAS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras
Diciembre, 1994

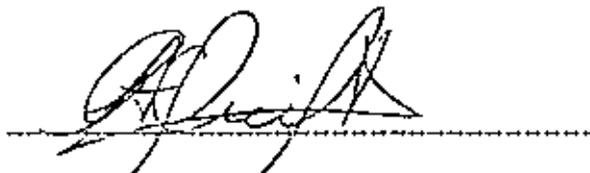
**CARACTERIZACION DE TECNICAS DE MANEJO POSTCOSECHA Y
PRESENCIA DE AFLATOXINAS EN MAIZ ALMACENADO EN SISTEMAS
TRADICIONALES Y MEJORADOS POR PEQUEÑOS AGRICULTORES EN DOS
MUNICIPIOS DE HONDURAS.**

POR

Pedro Antonio Quiel Araúz

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de éste trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos del autor.

BIBLIOTECA WILSON POPENO
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 98
TEGUIGALPA, HONDURAS



Pedro Antonio Quiel Araúz

Diciembre de 1994

DEDICATORIA

A nuestro Dios todo poderoso y a la Virgencita de Suyapa.

A los mejores padres y hermanos: los míos. Octaviza y Pedro; mis hermanos : Etzel, Oliver, Helaine e Ilka. A todos en general por el apoyo y consejos.

A mi querida esposa Leonarda, a mi hijo Pedro Antonio y a mi otro hijo (a) que viene en camino. Por darme todo el apoyo del mundo y comprensión en los momentos triste y alegres de mi vida.

A los agricultores que participaron, sin su confianza ni esfuerzo no hubiera logrado realizar este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios todo poderoso por haberme ayudado en esta difícil pero anhelada tarea.

Mi agradecimiento especial:

Al proyecto EAP- República Federal de Alemania (GTZ) por financiar mis estudios; al Dr. Alonso Moreno, por haberme dado la oportunidad de seguir estudiando.

A mis asesores, M.sc. Isabel Pérez, Luis A. Pinel M.sc y Luis del Río M.sc; quienes me orientaron e instruyeron para poder desarrollar adecuadamente las actividades del presente trabajo.

A todo el personal que labora en el Centro Internacional de Tecnología de Semilla y Granos (CITESGRAN) y Departamento Desarrollo Rural por cooperar en el desarrollo de este trabajo.

A la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE), al Ingeniero Kurt Schneider, por haber aportado el financiamiento necesario para el desarrollo del proyecto.

Al Dr. Francisco Gómez por haberme orientados en los análisis estadísticos en el presente trabajo.

A mi asesor secundario Luis Pinel, quien además de extenderme su mano guiadora, supo ser más que un amigo.

A mis compañeros y amigos, Leticia, Julio Guevara, Julio Morales, Fidel, Manuel, Marco e Ivan, con quienes compartimos la estadía en nuestra alma mater. Doña Nolvía por los materiales prestados. A todos, muchas gracias.

INDICE GENERAL

	Pag
I. INTRODUCCION	
A. Objetivos generales	1
B. Objetivos específicos	3
C. Justificación del trabajo	3
D. Hipótesis	4
II. REVISION DE LITERATURA	5
A. Importancia de las pérdidas postcosecha de granos	5
B. Hongos que influyen en el deterioro del grano	6
1. Hongos de campo	7
2. Hongos de almacén	8
C. Condiciones favorables para el desarrollo de los hongos	9
1. Contenido de humedad	10
2. Temperatura	12
D. Micotoxinas	13
1. Importancia de las micotoxinas	14
a. Impacto en la salud de la población	15
b. Impacto Económico	16
c. Impacto en la salud animal	18
2. Prevención y control de micotoxinas	18
a. Prevención a nivel de campo	18
b. Prevención en la postcosecha	20
c. Prevención en la elaboración de alimentos	21
d. Prevención de la intoxicación del hombre y los animales	23
e. Contaminación por micotoxinas en los países de la región Latinoamericana	24
E. Aflatoxinas	26
1. Presencia en productos alimenticios	27
2. Efectos en los animales	28
3. Efectos tóxicos en los humanos	29
4. Condiciones que favorecen el crecimiento de hongos y la producción de aflatoxinas	30
5. Punto de contaminación por aflatoxinas	33
6. Métodos de análisis de aflatoxinas en productos alimenticios	34
a. Muestreo	36
F. Sistemas tradicionales de almacenamiento de maíz	36
a. Silo metálico	37
b. Barril o Dron	38
c. Sacos	40
d. Troja tradicional	40

III. METODOLOGIA	41
A. Localización del estudio	41
B. Etapas del estudios	42
1. Sondeo	42
a. Cuestionario de preguntas	45
b. Selección de agricultores y pulperos	46
(1) Visitas de campo	46
(2) Visitas periódicas	46
(3) Objetivos de las visitas	47
(4) Selección de las pulperías	47
C. Variables a evaluar	48
1. Análisis del sistema de producción	48
2. Análisis del sistema postproducción y manejo postcosecha	48
3. Análisis de la conceptualización de los aspectos de calidad del grano	49
4. Análisis del proceso de nixtamalización	49
5. Análisis del conocimiento sobre percepción del problema de hongos en el grano	50
6. Análisis del sistema de manejo del intermediario	51
2. Tratamiento de las muestras	52
a. Muestras de maíz de campo	52
b. Muestras de maíz almacenado	53
c. Muestras de tortillas	53
3. Análisis de muestras	54
a. Medición de humedad	54
b. Cálculos de daños y pérdidas	55
c. Cultivos de hongos y su identificación	58
(1) Preparación del medio de cultivo	58
d. Detección y Cuantificación de aflatoxinas	59
(1) Luz negra o ultravioleta	59
(2) Extracción	61
(3) Cromatografía en Columna	61
(4) Cromatografía en capa fina	62
(5) Primera migración	62
(6) Segunda migración	63
e. Materiales utilizados	64
f. Productos químicos	64
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	66
A. Selección de agricultores	66
B. Caracterización del sistema de producción	66
C. Caracterización del sistema postproducción	73
D. Caracterización de los sistemas de almacenamiento	81

E. Caracterización del proceso de nixtamalización	84
F. Caracterización del sistema de manejo del intermediario	86
G. Muestreo del grano en el campo y pulpería	89
a. A nivel de campo	89
(1) Aislamiento de microorganismo en el grano	92
(2) Evaluación de pérdidas físicas	94
(3) Exposición de muestras a luz ultravioleta	96
(4) Análisis de expectofotometría en capa fina	99
b. A nivel de sistemas de almacenamiento	105
(1) Evaluación de daños y pérdidas	105
(2) Aislamiento de microorganismos en el grano almacenado	115
(3) Presencia de Fosforescencia Verde Amarilla y la producción de aflatoxinas	112
(4) Aislamiento de microorganismo y producción de alfatoxinas en tortillas	128
c. Definición de los parámetros de calidad utilizados por las amas de casa y agricultores en Morocelí	133
d. Percepción de las amas de casa y agricultores sobre la presencia de hongos en el grano en Morocelí	141
e. Respuesta de la pareja a las muestras de maíz con diferentes porcentajes daño por hongos en Morocelí	147
f. Definición de los parámetros de calidad utilizados por las amas de casa y agricultores en Güinope	152
g. Percepción de las amas de casa y agricultores sobre la presencia de hongos en el grano en Güinope	158
h. Respuesta de la pareja a las muestras de maíz con diferentes porcentajes daño por hongos en Güinope	164
V. CONCLUSIONES	168
VI. RECOMENDACIONES	174
VII. RESUMEN	177
VIII. BIBLIOGRAFIA	181
IX. ANEXOS	198
X. DATOS BIBLIOGRAFICOS DEL AUTOR	206

INDICE DE CUADROS

	Pag
Cuadro 1. Aspectos de manejo producción del cultivo de maíz en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994	67
Cuadro 2. Uso de la producción de maíz por los agricultores de los municipios de Morocelí y Güinope, 1994	69
Cuadro 3. Aspectos de manejo postproducción del cultivo de maíz en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994	75
Cuadro 4. Plagas que causan más pérdidas del grano en el campo y almacén en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994	77
Cuadro 5. Sistemas de almacenamiento utilizados para guardar su maíz por parte de los agricultores en los municipios de Morocelí y Güinope	83
Cuadro 6. Porcentaje de pérdidas físicas en maíz a partir de madurez fisiológica y emburrado posteriormente durante los meses de octubre a diciembre en el municipio de Morocelí, 1993	90
Cuadro 7. Especies de hongos aislados del total de muestras evaluadas de campo y pulpería durante los meses de octubre a diciembre en los municipios de Morocelí y Güinope, 1993	93
Cuadro 8. Porcentaje de pérdidas físicas en maíz comprado en pulperías durante los meses de octubre a diciembre en el municipio de Morocelí, 1993	95
Cuadro 9. Porcentaje de presencia a Fosforecencia Verde Amarilla (FVA) en muestras de maíz provenientes de lotes de producción durante los meses de octubre a diciembre en los municipios de Morocelí y Güinope, 1993	98

Cuadro 10.	Porcentaje de presencia de FVA y la producción de aflatoxinas en muestras de maíz proveniente de lotes de producción de campo y pulpería durante los meses de octubre a diciembre en los municipios de Morocelí y Güinope, 1993	100
Cuadro 11.	Concentración de aflatoxinas en muestras analizadas de maíz proveniente de lotes de producción de campo y pulpería en el municipio de Morocelí, 1993	101
Cuadro 12.	Relación mensual de la presencia de <u>A. flavus</u> y la producción de aflatoxinas en maíz proveniente de lotes de producción de campo y pulpería en el municipio de Morocelí, 1993	103
Cuadro 13.	Análisis de varianza del porcentaje de pérdidas físicas en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994	106
Cuadro 14.	Porcentaje de humedad en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994	107
Cuadro 15.	Porcentaje de humedad en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí 1994	108
Cuadro 16.	Análisis de medias del porcentaje de pérdidas físicas en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994	109
Cuadro 17.	Análisis de medias del porcentaje de pérdidas físicas en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994	111

Cuadro 18.	Análisis de medias del porcentaje de pérdidas físicas en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994	114
Cuadro 19.	Análisis de medias del porcentaje de pérdidas físicas en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipio de Morocelí y Güinope, 1994	115
Cuadro 20.	Porcentaje de hongos aislados del total de muestras de maíz evaluadas en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994	116
Cuadro 21.	Porcentaje de hongos aislados del total de muestras de maíz evaluadas en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994	117
Cuadro 22.	Porcentaje de aislamiento de <u>Aspergillus flavus</u> en el total de muestras evaluadas de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipios de Güinope y Morocelí, 1994	119
Cuadro 23.	Porcentaje de aislamiento de <u>Aspergillus flavus</u> en el total de muestras evaluadas de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994	120
Cuadro 24.	Porcentaje de aislamiento de <u>Aspergillus flavus</u> en el total de muestras evaluadas de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994	121

Cuadro 25. Porcentaje de presencia de Fosforescencia Verde Amarilla (FVA) del total de muestras evaluadas de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipios de Güinope y Morocelí, 1994 123

Cuadro 26. Concentración de aflatoxinas en muestras de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento de diferentes agricultores/mes que presentaron aflatoxinas durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994 125

Cuadro 27. Concentración de aflatoxinas en muestras de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento de diferentes agricultores/mes que presentaron aflatoxinas durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994 126

Cuadro 28. Producción de aflatoxinas en relación al porcentaje de aislamiento de A. flavus en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipios de Güinope y Morocelí, 1994 127

Cuadro 29. Porcentaje de aislamiento de hongos en muestras tortillas elaboradas con maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994 128

Cuadro 30. Porcentaje de aislamiento de hongos en muestras tortillas elaboradas con maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994 129

Cuadro 31. Concentración de aflatoxinas en tortillas elaboradas con maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994 130

Cuadro 32.	Concentración de aflatoxinas en tortillas elaboradas con maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994	131
Cuadro 33.	Criterios según orden de importancia sobre los factores que influyen en el precio obtenido por su maíz al momento de venderlo en el municipio de Morocelí, 1994	133
Cuadro 34.	Criterios según orden de importancia sobre como selecciona el grano para consumo en el municipio de Morocelí, 1994	135
Cuadro 35.	Criterios según orden de importancia sobre como selecciona el grano para semilla en el municipio de Morocelí, 1994	136
Cuadro 36.	Criterios según orden de importancia sobre como identificar un grano de buena calidad en el municipio de Morocelí, 1994	139
Cuadro 37.	Criterios según orden de importancia sobre los beneficios que ofrece tener un grano de buena calidad en el municipio de Morocelí, 1994	140
Cuadro 38.	Criterios según orden de importancia sobre el motivo del cambio de color y olor del grano en el campo y almacén en el municipio de Morocelí, 1994	141
Cuadro 39.	Criterios según orden de importancia que entiende por grano sano o grano podrido en el municipio de Morocelí, 1994	143
Cuadro 40.	Criterios según orden de importancia sobre que es una enfermedad del grano o presencia de hongos en el municipio de Morocelí, 1994	145
Cuadro 41.	Criterios según orden de importancia sobre las razones porque se le enferma el grano en el municipio de Morocelí, 1994	146

Cuadro 42.	Grado de daño por hongos en el grano rechazado para consumo humano en el municipio de Morocelí, 1994	148
Cuadro 43.	Percepción de los efectos negativos en personas y animales causadas por el consumo de grano dañado por hongos en el municipio de Morocelí, 1994	149
Cuadro 44.	Comportamiento según sexo hacia el grano con diferentes porcentajes de daño por hongos en el municipio de Morocelí, 1994	150
Cuadro 45.	Criterios según orden de importancia sobre los factores que influyen en el precio obtenido por su maíz al momento de venderlo en el municipio de Güinope, 1994	152
Cuadro 46.	Criterios según orden de importancia sobre como selecciona el grano para consumo en el municipio de Güinope, 1994	153
Cuadro 47.	Criterios según orden de importancia sobre como selecciona el grano para semilla en el municipio de Güinope, 1994	154
Cuadro 48.	Criterios según orden de importancia sobre como identificar un grano de buena calidad en el municipio de Güinope, 1994	156
Cuadro 49.	Criterios según orden de importancia sobre los beneficios que ofrece tener un grano de buena calidad en el municipio de Güinope, 1994	158
Cuadro 50.	Criterios según orden de importancia sobre el motivo del cambio de color y olor del grano en el campo y almacén en el municipio de Güinope, 1994	159
Cuadro 51.	Criterios según orden de importancia que entiende por grano sano o grano podrido en el municipio de Güinope, 1994	161

Cuadro 52.	Criterios según orden de importancia sobre que es una enfermedad del grano o presencia de hongos en el municipio de Güinope, 1994	162
Cuadro 53.	Criterios según orden de importancia sobre las razones porque se le enferma el grano en el municipio de Güinope, 1994	163
Cuadro 54.	Grado de daño por hongos en el grano rechazado para consumo humano en el municipio de Güinope, 1994	164
Cuadro 55.	Percepción de los efectos negativos en personas y animales causadas por el consumo de grano dañado por hongos en el municipio de Güinope, 1994	165
Cuadro 56.	Comportamiento según sexo hacia el grano con diferentes porcentajes de daño por hongos en el municipio de Güinope, 1994	166

BIBLIOTECA WILSON POPAYOS
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
 APARTADO 83
 TERUCIALPA HONDURAS

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Mapa parcial del Municipio de Moroceli indicando las 4 áreas del estudio	43
Figura 2. Mapa parcial del Municipio de Güinope indicando las 3 áreas del estudio	44
Figura 3. Procedimiento experimental para elaborar tortillas de maíz en forma tradicional	85

INDICES DE ANEXOS

	Pag.
Anexo 1. Guía de caracterización de los agricultores para el estudio de aflatoxinas	198
Anexo 2. Hoja de evaluación de pérdidas físicas de maíz en el campo y almacén	204
Anexo 3. Fórmulas estructurales de las aflatoxinas . . .	205

I. INTRODUCCION

En América Central los granos básicos mayormente cultivados son: maíz, frijol, sorgo, arroz y soya; de todos estos el maíz proporciona el 60% de nutrientes que suplen calorías y hasta el 50% del suministro de proteína. En 1984 en Honduras el 76.6% de la superficie sembrada de granos básicos correspondió al cultivo del maíz (Unidad Postcosecha, 1989).

En 1993 en Honduras el 63% de la superficie sembrada de granos básicos correspondió al cultivo de maíz y de la producción total un 77.6% correspondió al cultivo del maíz (Secretaría de Recursos Naturales, 1993).

Los granos y sus derivados siempre han constituido un componente principal en la dieta de los habitantes en los países Latinoamericanos. El maíz se emplea como alimento humano y para el ganado y otros animales de corral. Una parte importante de la cosecha se dedica a esta última finalidad, especialmente en los países con economía mercantil bien desarrollada, aunque en mayor o menor grado, todo los países consumen cierta cantidad de productos alimenticios que contienen maíz (FAO, 1971).

En varios países de Centro América y de África, del 40 al 50% de las calorías y las proteínas de la dieta media, así como partes importantes de las grasas, proceden de este cereal. En estas regiones, los posibles peligros sanitarios debido a la ingestión de maíz contaminado con micotoxinas merecen considerable interés (FAO, 1971).

En algunas zonas de Honduras los pequeños agricultores (al iniciar la época de cosecha) recolectan su grano con alto contenido de humedad y si no realizan prácticas adecuadas para su secado y almacenamiento, éstos se deterioran rápidamente por causa de diversos agentes biológicos. Esto se agrava, cuando se toma en cuenta que por las características tecnológicas propias del pequeño agricultor, estos no cuentan con una adecuada infraestructura para almacenar su grano y sufren pérdidas postcosecha hasta de un 9% anual. Estas pérdidas son cruciales para el pequeño agricultor, especialmente debido a que gran proporción (60%) de los granos producidos se almacenan a nivel de finca, ya sea para consumo o para otros usos bajo una infraestructura inadecuada (Guillén, 1988).

La Unidad Postcosecha del Ministerio de Recursos Naturales y la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) determinaron y evaluaron en dos períodos consecutivos (80-81 y 81-82) las pérdidas de almacenamiento de maíz de los pequeños y medianos agricultores la cual alcanzó un 8.9% y 7.4%, respectivamente (Raboud *et al.*, 1984).

Uno de los factores responsables de una gran cantidad de pérdidas en el maíz son los hongos que invaden el producto después de su madurez fisiológica, produciendo sustancias tóxicas micotoxinas.

En vista del efectos negativo de las aflatoxinas en la salud humana y animal y la posibilidad de su amplia dispersión

en el campo agrícola, el presente estudio tiene los siguientes objetivos:

A. OBJETIVO GENERAL

1- Caracterizar las técnicas de manejo postcosecha y conocer la percepción y conocimiento del agricultor sobre la presencia de hongos y su efecto en la calidad del maíz.

B. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1- Determinar la presencia de aflatoxinas en diferentes estados del maíz: a su madurez fisiológica, durante el almacenamiento por el productor y el vendedor, y en las tortillas de maíz destinadas al consumo humano.

2- Estimar el porcentaje de daño y las pérdidas causadas por hongos en diferentes estados del maíz.

3- Identificar los géneros de hongos más comunes presente en diferentes estados del maíz.

4- Determinar la percepción, de los agricultores, sobre la calidad del grano.

C. JUSTIFICACION DEL TRABAJO

1- Los problemas de salud a que está expuesta la población hondureña al consumir alimentos contaminados con aflatoxinas

no ha sido documentada debidamente.

2- La necesidad de identificar la presencia de aflatoxinas en el maíz almacenado en los municipios de Morocelí y Güinope.

3- La necesidad de detectar en qué momento se inicia la contaminación del grano por hongos.

4- La necesidad de investigar qué conocimiento tiene la familia sobre los hongos y qué hacen para evitar la contaminación de sus granos.

5- La necesidad de definir que parámetros usa el agricultor para clasificar la calidad del grano.

D. HIPOTESIS

1- El agricultor reconoce la presencia de hongos solo cuando el grano esta bastante dañado.

2- La familia hondureña no relaciona las enfermedades causadas por los hongos con el consumo de granos contaminados.

3- El maíz almacenado tanto en troja como en silo y otras tipos de almacenamiento esta contaminado con hongos.

4- El agricultor no usa un parámetro definido para evaluar la calidad de su grano.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Importancia de las pérdidas postcosecha de granos

Las pérdidas postcosecha se refieren principalmente a las pérdidas de granos básicos (maíz, frijol, arroz y sorgo) después que el cultivo alcanza su madurez fisiológica, esto puede incluir ciertas pérdidas de campo que ocurren después de esta etapa del cultivo, mientras se esta secando y antes de ser transportado a una estructura de almacenamiento.

Las pérdidas causadas por insectos, ácaros, roedores y hongos son del orden de 3 al 12% (FAO, 1985). En Centroamérica se han reportado pérdidas de 5%, equivalente a millones de dólares en los países del mundo. (Schneider, 1991), mientras que en países como Estados Unidos las pérdidas postcosecha anuales en granos almacenados han sido de 15 a 23 millones de toneladas por las causas siguientes: 7 millones por roedores y entre 8 a 16 millones por insectos (Powley, 1963 citado por Snelson, 1987). Se supone que en países subdesarrollados las pérdidas son mayores.

En América Latina se han reportado pérdidas entre 20 a 50% en granos almacenados; también se han reportado en algunos países del continente Africano, alrededor de un 30% del total de la producción y en algunas áreas del sur-este de Africa se han reportado pérdidas hasta de un 50% (Hall, 1971).

En México se señaló que por deficiencia en la infraestructura y en los servicios para la recepción, acondicionamiento, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de los granos se generan merma del orden del 10% de las cosechas (Programa Nacional de Alimentos, 1983).

Las pérdidas de granos producidas por microorganismos varían de país a país y de año a año. Estas son más altas en aquellos países donde no pueden hacerle frente a esta problemática, por su gran variedad de climas que al deterioro de toda clase de producto que se almacenan, y por falta de tecnologías y conocimiento para reducir o prevenir tales pérdidas (Christensen, 1976).

La adecuada conservación de los granos por parte de los agricultores dependerá de las características ecológicas de cada región tomando en cuenta el tipo de estructura de almacenamiento, las condiciones en que se almacenen los granos y la duración de su almacenamiento (Moreno, 1986).

B. Hongos que Influyen en el deterioro del Grano

Entre los microorganismos portados por la semilla o el grano, los hongos constituyen el grupo más común. Los daños causados por ellos incluyen abortos, decoloración, pudrición, producción de grano arrugados, necrosis, pérdida de peso, calentamiento, hedor, reducción o eliminación total de la

capacidad germinativa, diversos cambios bioquímicos, así como la producción de compuestos orgánicos tóxicos para mamíferos y aves (Neergaard, 1977).

Los hongos que invaden el grano se dividen en dos grupos: hongos de campo y hongos de almacén, la base de esta división es el contenido de humedad a la cual pueden crecer (Smith, 1963).

1. Hongos de campo

Los hongos de campo por lo general invaden los granos antes de la cosecha, mientras las plantas están creciendo en el campo o después de que el grano es secado y amontonado. Estos pueden ser saprofitos o parasíticos. Se desarrollan a humedades relativas mayores a 90%, equivalentes a una humedad de 22 a 23% o más en el grano (Christensen, 1976).

Factores tales como: tipo de cosecha, la región o localización geográfica, y el clima pueden darnos una pauta de los hongos que pudieran invadir el grano. Los hongos de campo que invaden los granos de maíz en su mayoría son: Diplodia maydis, Diplodia macrospora, Botryodiplodia theobromae, Gibberella zea, Fusarium sp., Macrophomina phaseolina, Gonatotryps zea, Claviceps gigantea, Cladosporium herbarum, Aspergillus sp., Ustilago maydis, Nigrospora oryzae, Cephalosporium maydis, y Colletotrichum graminicola

BIBLIOTECA WILSON POPENDOR
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 23
TEGUCIGALPA HONDURAS

(Richardson, 1979); (De León, 1984).

Los hongos de campo y también de almacén producen toxinas, extremadamente tóxicas que pueden afectar al hombre y a sus animales domésticos (Jugenheimer, 1981). Ejemplo de estas son aflatoxinas (B_1 , B_2 , G_1 y G_2) producidas por Aspergillus sp., diplodiol, displosporin y chaetoglobosin K producidos por Diplodia sp., y zearalenone producido por Fusarium sp.

2. Hongos de almacén

Los hongos de almacén pertenecen principalmente a especies de los géneros Aspergillus sp. y Penicillium sp. Mediante investigación se determinó que la mayoría de las especies de estos hongos no invaden en forma significativa a los productos agrícolas antes de la cosecha, por lo tanto, la fuente principal de contaminación se encuentra en los graneros o silos; es ahí donde las condiciones ambientales favorecen su desarrollo (Raper y Fennel, 1945). La característica principal de éstos es su habilidad para crecer en granos y semillas que tienen bajos contenidos de humedad, en equilibrio con humedades relativas alrededor del 70% (Raper y Fennel, 1945).

El género Aspergillus sp., comprende varios grupos de especies (Raper y Fennel, 1945) los describen detalladamente.

Los grupos de Aspergillus sp., que son más comunes en grano y semillas almacenadas son: A. restrictus, A. glaucus, A. vesicolor, A. ochraceus y A. flavus.

Se han registrado más de 60 especies del género Penicillium sp., aislada en granos y sus derivados. Existen además otros hongos que con menor frecuencia están relacionados con el deterioro de las semillas y granos (Raper y Fennel, 1945).

C. Condiciones Favorables para el Desarrollo de los Hongos

Dentro de los factores físicos más comunes que causan deterioro y pérdidas de granos en el campo y el almacén se pueden considerar la humedad y la temperatura. El desarrollo de microorganismos, así como la respiración de los granos, se incrementa a niveles nunca esperados cuando estos dos factores actúan a la vez y en el mismo sentido (Mora, 1986).

Las principales condiciones que influyen en el desarrollo de los hongos de almacén en los granos almacenados son: el contenido de humedad del grano, la temperatura, el período o tiempo de almacenamiento, el tipo de infraestructura en que se almacene, el grado de invasión por hongos de almacén que presente el grano a su arribo, la presencia de material extraño, y la actividad de insectos y ácaros, cada uno de

estos esta muy relacionado a los otros (Lacey et al., 1980).

1. Contenido de humedad

En general la humedad del grano es el factor de mayor importancia. Se ha encontrado que contenidos de agua superiores al 13% en los granos favorecen el desarrollo de los hongos, afectando su calidad (Christensen et al., 1964).

Los hongos se pueden clasificar de acuerdo al requerimiento de humedad en: Hidrófilos, cuando el mínimo de humedad relativa que requieren para su desarrollo óptimo es de 90% (levaduras), Mesófilos, cuando el mínimo de humedad relativa que requieren es de 80 a 90% (Penicillium sp.), y Xerófilos, cuando el mínimo de humedad relativa que requieren es menor del 80% (Aspergillus sp.) (Lacey et al., 1980).

Según Christensen (1976) la mayoría de los hongos de almacén crecen en equilibrio de humedad relativa entre 70 a 90%, en los cereales humedades de 14% en adelante y en las leguminosas menos de 13%. Moreno (1970) y Smith (1963), afirman que los hongos de almacén se desarrollan en un contenido de humedad de 68 a 70%. Ramírez (1978), señaló que el contenido de humedad relativa que permite el crecimiento de los hongos de almacén varía dependiendo de las especies, este rango va desde un 68 a 90%.

El contenido de humedad en el grano con frecuencia decide

el tipo de hongos que se desarrollarán por ejemplo Aspergillus sp., puede crecer a una humedad relativa del 65 a 70% con un contenido de humedad del grano del 13.5%. (Christensen y Kaufman, 1976). Penicillium sp., requiere para su desarrollo un contenido de humedad de 15 a 17%, pero pueden invadir los granos a temperaturas más bajas que las que requiere Aspergillus sp. Con humedad relativa de 80 a 90% y temperaturas bajas las invasiones de Penicillium sp. en maíz, son más frecuentes (Mislivec y Tuite, 1980).

Condiciones óptimas para el desarrollo de los hongos de almacén ocurren cuando el contenido de humedad de la mayoría de los granos es de 15 a 20% en equilibrio con una humedad relativa de 75 a 80%; bajo estas circunstancias y a temperaturas entre los 21 y 32 °C, las esporas contenidas en los granos germinan y se desarrollan aceleradamente (Ramírez, 1980).

Por encima de 15% humedad en el grano se desarrollan especies como A. glaucus, A. repens y A. ruber; estas especies se caracterizan por formar peritecios de color amarillo con una humedad de 15.5 a 16.5% y temperatura de 18 °C (Christensen, 1976)

Semillas de maíz inoculadas con hongos de almacén, y almacenadas con un contenido de humedad de 15 a 16%, y temperaturas entre 20 a 25 °C reducen su germinación en 20 a 25% al cabo de tres meses (Raper y Fennel, 1945).

Mientras que muestras de maíz libre de hongos almacenado

por dos años con un contenido de humedad de 14% se obtiene una germinación del 88% (Qasem y Christensen, 1988).

Los hongos de almacén más resistentes a la falta de humedad son: A. restrictus y A. halophilicus; sin embargo no pueden crecer cuando los contenidos de humedad son inferiores a aquellos en equilibrio con una humedad relativa de 65% (Castro, 1987).

2. Temperatura

Los hongos de granos almacenados crecen más rápido a temperaturas de 25 a 30 °C y su crecimiento es lento a 15 °C; a los 10 °C dejan de crecer. Algunas especies de Penicillium sp., las cuales requieren de más humedad que las especies de Aspergillus sp., son resistentes a condiciones más secas y pueden desarrollarse a varios grados por debajo de la temperatura de congelación (Ramírez, 1980).

Hongos como Aspergillus y Penicillium requieren un mínimo, un óptimo y un máximo de temperatura para su desarrollo. Los bajos contenidos de humedad y las bajas temperaturas se pueden prevenir el daño de granos y semillas por hongos de almacén (Moreno et al., 1982).

Maíz almacenado a 18.5% de humedad y a 8 °C puede ser moderadamente invadido por Aspergillus glaucus en los primeros seis meses. Moreno (1979) reportó a Penicillium,

Aspergillus y Fusarium como productores de toxinas en diferentes granos almacenados, a una humedad relativa de 85% y una temperatura del 12 a 42 °C, con un óptimo de 25 a 32 °C.

Granos almacenados con 13 a 14% de humedad por un año no muestran pérdidas aparentes por hongos de almacén; pero si se almacenan con humedad entre 11 a 13% y temperaturas de 20 a 22 °C pueden permanecer por varios años sin problema de ser dañados (Ramírez, 1978).

D. Micotoxinas

Las micotoxinas son sustancias químicas y tóxicas elaboradas por hongos. Como tal son contaminantes químicos de origen biológico. Las micotoxinas causan enfermedades en los animales (incluyendo el hombre), que se alimenta con granos contaminados con ellas. Aunque esta enfermedad siempre ha estado con nosotros, hasta hace poco se le reconoció su importancia en la salud humana y de los animales domésticos. (Micchener, 1882), citado por Christensen, 1976).

El problema de la micotoxinas no es local o algo esporádico, ni es meramente una invasión ocasional de un lote de grano, semillas o harina de cacahuete, de semilla de algodón o de pescado, por una cepa de A. flavus productora de toxinas, ni es un problema limitado a países en vías de

desarrollo. Parece ser que en muchos países, aun en los más desarrollados del mundo, el envenenamiento de animales por consumo de alimentos contaminados con toxinas fúngicas, es común y de amplia distribución (Christensen, 1976).

Muy recientemente se han descrito varias micotoxinas, entre ellas la zearalenone, (Martín, 1974); (Mirocha, Pathre y Christensen, 1976), y el Tricothecense producidos por el Fusarium, Stachybotris sp., y Dendrodochium (Ueno, 1976); (Joffe, 1962). La Citrinina presente en el trigo, en la cebada y centeno; y la Patulina, que se encuentra en el zumo de manzana, son toxinas producidas por el Penicillium sp. La Ochratoxina producida por A. ochraceus y por el Penicillium iridicatum, en maíz (David y Diener, 1970). Las aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂ producidas por Aspergillus sp., y el Diplodiol, Diplosporin y chaetoglobosin K producidas por Diplodia sp. (UNEP/WHO, 1977).

1. Importancia de las micotoxinas

Algunos países y organizaciones internacionales han determinado límites variables de aceptabilidad sobre la presencia y concentración de aflatoxinas en alimentos. Los límites superiores de tolerancia para el consumo humano varían de 0.005 a 0.05 ppm. El grupo Asesor para proteínas OMS/FAO/UNICEF, recomienda 0.03 ppm como nivel máximo

aceptable. Respecto a los pienso para animales, el límite superior aceptable de aflatoxinas es aún difícil de establecer, pues depende muchísimo de la edad y la especie del animal en cuestión. Sin embargo a título de orientación diremos que, el límite superior de aceptabilidad es 0.05 ppm.

La contaminación por micotoxinas de los alimentos afecta 3 aspectos de importancia: la salud de la población, la comercialización de los alimentos contaminados y la reduce la productividad de animales alimentados con granos contaminados con aflatoxinas.

Para proteger la salud de la población, asegurar la salubridad de la producción animal y evitar el rechazo de exportaciones, es necesario organizar sistemas de vigilancia, prevención y control de la producción de toxinas en granos almacenados (Regional and national programmes on control of micotoxins in food, 1990); (Jemali, 1987); (FAO,OMS y PNUMA, 1987).

a. Impacto en la salubridad de la población

Las intoxicaciones por micotoxinas en humano no han sido reportadas debidamente por las instituciones gubernamentales e internacionales que tiene que ver con el control de contaminantes en los alimentos para humanos.

Estudios realizados en varias partes de Uganda

demonstrarón que las mayores frecuencias de contaminación por micotoxinas detectables de la muestra de alimentos (amplitud, 10,8-43%) se vinculaban con una mayor incidencia de cáncer hepático primario con una frecuencia de 1,4 a 1,5 casos por 100,00 habitantes población total por año (Alpert et al, 1971).

Peers y Linsell (1977), observaron un aumento más pronunciado de la incidencia de cáncer hepático al incrementarse la ingesta de aflatoxinas en hombres que en mujeres. Una diferencia similar parece existir en otras zonas estudiadas (Shank, 1977).

b. Impacto económico

La FAO (1985) estimó que el 25% de los cultivos que se producen en el mundo están contaminados por micotoxinas. En América Latina y el Caribe, la mayoría de las veces no se le cuantificar el porcentaje de contaminación, por temor a las pérdidas de mercados de exportación y en ocasiones no se las diferencia de las pérdidas atribuidas a mohos (FAO, 1985).

Algunos casos documentados sobre la presencia de grano contaminado nos indican la magnitud del problema: En 1974, Tailandia envió 200.000 toneladas de maíz a Costa Rica, contaminadas por aflatoxinas. Una parte del cargamento se destruyó, 1.100 toneladas se enviaron a Nicaragua y el resto

BIBLIOTECA WILSON POPINOS
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 58
TEGUIGALPA HONDURAS

a Venezuela. Nicaragua detectó una contaminación entre 150 a 300 microgramos por kilogramo (ug/kg) de aflatoxinas y procedió a su destrucción. Venezuela, rechazó la partida, por lo que se agregó a la pérdida anterior los costos de transporte y manipulación para retornar el material a su lugar de origen (FAO, 1979).

En 1981 el 95% del maní a granel importado del Brasil por EEUU presentaba una contaminación superior a 25 ug/kg de aflatoxinas, sobrepasando los límites de 20 ug/kg establecidos por las normas americanas de alimentos (Bhat, 1987). En el informe sobre el monitoreo ambiental del programa PNUMA/FAO/OMS, vinculado al área de salud, se expresó que el otro país exportador de maní ese año fue Argentina, con un 5% de muestras contaminadas y con un nivel que superaba los 25 ug/kg mencionado (UNEP/FAO/OMS, 1988).

En América Latina y el Caribe, no se conocen otros estudios sobre el impacto económico, debido a que no hay información sobre la cuantificación global de las pérdidas económicas, ni sobre los costos ocasionados por la presencia de micotoxinas en materias primas, alimentos y pienso.

Recién en 1989, en EEUU estudios parciales han permitido estimar el impacto económico sólo en el caso de aflatoxinas, en parte de la cadena alimentaria; sin embargo, la presencia de micotoxinas incide en todo los niveles desde el productor primario, intermediario, sector gubernamental, consumidores hasta la exportación (Jeamali, 1987).

c. Impacto en la salud animal

Datos sobre intoxicación por micotoxinas en animales (cerdos, ganado, caballos, patos, pollos, pavos, ratones de laboratorio, etc.) se han publicado hace ya mucho tiempo.

Según Krogh (1976 a 1978) se han encontrado casos de nefropatía porcina micotóxica en estudios realizados en Dinamarca, donde se descubrió por primera vez dicha enfermedad hace más de 50 años (Larsen, 1928).

Los animales que no mueren, pero están intoxicados, conservan en sus músculos, vísceras o subproductos como el huevo y la leche, residuos tóxicos que son ingeridos por el hombre (Mico et al., 1988); (Kuiper-Goodman, 1990).

Información obtenida en 1989 en la aldea de Los Planes, en el municipio de Morocelí, reveló que un caballo fue alimentado con una mazorca de maíz mohosa y después de 15 minutos de habersela comido murió, quizás las concentraciones de micotoxinas en el maíz fueron lo suficientemente altas para causarle la muerte.

2. Prevención y Control de Micotoxinas

a. Prevención a nivel de campo

La interrelación entre el hongo, el huésped (planta) y el ambiente, ocasionan la producción de micotoxinas, por esta

razón es necesario conocer la dinámica de su producción si se desea prevenir la contaminación en el campo. Algunas prácticas culturales pueden influir en estas interrelaciones, reduciendo la incidencia de la misma (Blaney, Ramsey y Tyler, 1986); (Graham, 1982); (Jarvis, 1986).

La presencia de ciertos hongos en los cultivos implica un riesgo potencial de producción de toxinas. Estudios llevados a cabo en Japón muestran que la distribución de los hongos toxicogénicos en el suelo de ese país no es homogénea (Tanaka, Matsyki y Ueno, 1985).

Otro factor importante a considerar es la cantidad de conidias presentes en el aire o el suelo, ya que a mayor concentración, mayor probabilidad de contaminación. El adecuado manejo de rastrojo, fuente primaria de los hongos, es una de las acciones preventivas más importantes para reducir la contaminación.

En la práctica, la rotación de cultivos tiene el mismo objetivo (FAO/OMS/PIUMA, 1987); (FAO/UNEP/USSR, 1984).

Los estudios de incidencia llevados a cabo en distintos sustratos, en diversos países, demuestran que ciertos cultivos son más susceptibles al ataque y colonización por determinados hongos toxicogénicos (Moss y Frank, 1987). A pesar de que este conocimiento no es completo, se sabe que el maíz, maní y algodón son muy susceptibles a la contaminación por aflatoxinas, en contraposición a la soya, trigo y sorgo.

b. Prevención en la postcosecha

El manejo de los granos desde la cosecha hasta el consumo incluye operaciones de limpieza, secado, almacenamiento y transporte. Las demoras en la cosecha incrementan la probabilidad de contaminación en el campo (Campos, 1987).

Las principales variables que inciden en el desarrollo de micotoxinas en esta etapa son: plagas, atmósfera, cantidad de conidias, tiempo, temperatura y humedad.

El control de la composición de la atmósfera no es una práctica recomendable por sí sola para impedir la contaminación, ya que además de ser costosa, algunos de estos mohos crecen bien aún a concentraciones muy bajas de oxígeno.

Se debe eliminar los materiales extraños y granos partidos o atacados por plagas, previamente a cada operación, y disminuir la concentración de conidias y separar las fracciones más susceptibles a la colonización.

El tiempo juega un papel preponderante; ya que a menor tiempo de almacenamiento, menor la probabilidad de contaminación. Este factor está regido por estrategias de mercado, por lo que no es posible utilizar esta variable para preservar la calidad de las materias primas, alimentos y pienso.

En los países desarrollados la temperatura y la actividad del agua son los factores utilizados con mayor frecuencia para prevenir la contaminación. En estos países la infraestructura

existente permite bajas temperaturas y un nivel de actividad de agua que impide la colonización de los hongos toxicogénicos, durante el almacenamiento (Campos, 1987).

c. Prevención en la elaboración de alimentos

La calidad de los alimentos depende de una buena selección de las materias primas (Scott, 1978); (Scott, 1984).

Las micotoxinas pueden desnaturalizarse durante los procesos de elaboración. El contenido de toxinas en los alimentos depende de: la composición de los alimentos o pienso, el contenido de humedad, tipo, concentración y distribución de las toxinas en el grano antes de su procesamiento y las variables propias de operaciones de los procesos (Abbas et al., 1983); (Abbas et al., 1988); (Seitz et al., 1985); (Zuber et al., 1987).

Algunas toxinas se descomponen por efecto de las enzimas provenientes de los microorganismos que intervienen en el proceso de fermentación (fabricación de cerveza, pan y bebidas destiladas). La contaminación con Ocratoxinas A y Aflatoxina de la cebada se reduce en un 75% durante la fabricación de cerveza, mientras que la elaboración de sidra reduce en un 50% la contaminación inicial de patulina (FAO/UNEP/USSR, 1984).

Ulloa (1969) señala que lotes de maíz contaminados con A. flavus fueron utilizados para la manufactura de tortillas

determinándose la concentración de aflatoxinas en el maíz antes y durante el proceso de nixtamalización. Los resultados indicaron que la concentración de aflatoxinas se redujo en un 67% con la preparación de tortillas, pero no se eliminaron por completo, encontrándose en las tortillas alrededor de un 30% de la concentración inicial.

Ulloa (1970), cita la disminución de aflatoxinas durante la fermentación del pozol bebida tradicional de los países Centroamericanos, proceso que utiliza el cocimiento alcalino del maíz disminuye la concentración de aflatoxinas B₁ y G₁, principalmente de ésta última; mientras que la B₁ es menos afectada, permaneciendo en niveles mayores a los permitidos por las normas americanas de alimentos .

Se ha estudiado la inactivación de las aflatoxinas combinando calor y humedad, variando temperatura, tiempo y humedad, observándose reducciones definitivas a 100 °C (Mann *et al.*, 1967); (Stolff y Trucksess, 1981) en proceso similar, estudiaron la destrucción de toxinas, al hervir, freír y hornear preparados contaminados de maíz, determinaron que la humedad de los mismos era un factor importante en la destrucción.

El tratamiento de granos con amoníaco (Breekker, 1975); (Souther, 1980), y con hidróxido de sodio (Goldblat, 1968); (Mann *et al.*, 1970), reduce la concentración de aflatoxinas.

Otro proceso físico para la destrucción de toxinas es moler el grano, aunque en este caso la reducción de

aflatoxinas no es significativa (Breekker et al., 1975); (Yahe, 1971).

Solorzano (1985) obtuvo mediante el proceso de nixtamalización de maíz contaminado con A. flavus con diferentes concentraciones de cal una reducción mínima de 80% y máxima de 100%. Las mismas tasas de reducción se obtuvieron al tratar maíz contaminado con A. parasiticus.

A pesar de los elevados porcentajes de reducción alcanzados, las concentraciones de toxinas no bajaron niveles menores de 20 ug/kg que es lo permitido por la normas americanas de alimentos. Los niveles iniciales mínimo y máximo de toxinas en los granos tratados fue 1247 y 17698 ug/kg respectivamente.

d. Prevención de la intoxicación del hombre y los animales

Las intoxicaciones por contaminantes naturales de los alimentos datan de los albores de la humanidad y se han detectado con los primeros esfuerzos por conservar y mejorar la salud humana. Los hongos como fuente de contaminación alimentaria se registraron ya hace 5,000 años (A.C), en las intoxicaciones por alcaloide del cornezuelo de centeno (Stoloff, 1976).

El estado de la situación de las micotoxinas en animales ofrece un aspecto diferente, ya que los brotes epidémicos en

criaderos (aves, cerdos) posibilitan identificar cuadros clínicos, analizar la anatomo-histopatología de los órganos y hasta contar con datos bioquímicos orientadores.

e. Contaminación por micotoxinas en países de Latinoamérica

Los estudios llevados a cabo para establecer la contaminación por micotoxinas, en la mayoría de los casos, no aclaran la existencia de dichas sustancia tóxicas. En algunos se indica el número de muestras analizadas, el valor medio de la contaminación o el rango de la misma. Los datos sobre la ocurrencia de estas toxinas, sirven para establecer las probables micotoxinas que deberían de tenerse en cuenta para estudios posteriores pero no son definitivos en la mayoría de los casos.

En estudios llevados a cabo en Argentina entre 1983-1984, 1986-1989, demostraron la presencia de aflatoxinas en el maíz en una frecuencia mayor del 30%; algunas muestras contenían valores superiores a los 2,000 microgramos por kg de aflatoxinas totales (Varsavsky et al., 1985). En ese mismo tiempo los niveles de contaminación de granos de maíz fueron los mayores de 20 ug/kg de aflatoxinas total (nivel máximo 150 ug/kg), con una frecuencia del 30% de muestras positivas coincidentes con condiciones meteorológicas de sequía. Durante los períodos húmedos, el maíz se contaminaba con mayor frecuencia 28% con zearalenona, la cual fue encontrada en

concentraciones promedio de 220 ug/kg. Entre 1989 y 1990 se analizaron 494 muestras de maíz durante la cosecha, determinándose para una región el 25% de las muestras fueron positivas para aflatoxinas totales (rango 2-22 ug/kg), y el 65% de las muestras se detecto zearalenona (rango 50-350 ug/kg). En otra zona de estudio el 31% contenía aflatoxinas (rango 2-230 ug/kg) y el 18% zearalenona (rango 50-200 ug/kg).

En Costa Rica, se analizaron más de 3000 muestras de maíz entre 1985 y 1987 (CIID Dap3-3p-85-0072). Los resultados demostraron que solo la mitad era apta para consumo humano (concentraciones menores de 20 ug/kg de aflatoxinas totales) y el 30% presentó una contaminación mayor de 100 ug/kg. En otras 3,000 muestras analizadas (Consejo Nacional de Producción, 1979 y 1990) de lotes que representan cerca del 70% de la producción nacional, el 17% de las muestras presentaron una contaminación entre 20 y 220 ug/kg de aflatoxinas con un promedio de 50 ug/kg.

En Cuba la mayor contaminación de aflatoxinas aparece en maní y maíz. El primero presenta un 51% de frecuencia de contaminación y su rango varía de 2-12,000 ug/kg y la frecuencia de contaminación es superior al 25% (rango 10-95 ug/kg).

En Guatemala (1988) se analizó maíz (en forma de tortillas), arroz y frijoles (porotos), todos componentes básicos de la dieta (Seminario Latinoamericano y del Caribe sobre micotoxinas, 1987 y 1988). En áreas rurales se

detectaron contaminaciones muy elevadas: un total de 450 ug/kg de aflatoxinas. Sin embargo entre 1976 y 1979 en 231 muestras de maíz la contaminación por aflatoxinas presentaba un valor de mediana menor a 4 ug/kg (FAO,1991).

E. Aflatoxinas

Según López y López (1982) las aflatoxinas son las micotoxinas más estudiadas debido a: la frecuente contaminación del alimento destinado a los animales, la constante relación de las aflatoxinas con enfermedades en animales, y la posible ocurrencia y transmisión de residuos de aflatoxinas en tejidos animales como posible factor de enfermedades en humanos (incluyendo cáncer) a causa de la frecuente ingestión de alimentos contaminados con aflatoxinas.

La denominación aflatoxina, empleada al hablar de productos contaminados con hongos, constituyen un término genérico que se refiere habitualmente a cuatro compuestos del grupo de metabolitos bis-furano-cumarina producidos por A. flavus y A.parasiticus, denominados B₁, B₂, G₁ y G₂, que se presentan naturalmente en productos vegetales. Las cuatro sustancias se distinguen por su color fluorescente: B corresponde a azul y G a verde, con subíndices que indican la movilidad cromatográfica relativa. De las cuatro aflatoxinas

principales, las mayores concentraciones observadas corresponden a B₁, seguida por G₁; B₂ y G₂, en cambio, se dan en concentraciones menores (Dinier y David, 1969).

La presencia de aflatoxinas en el maíz parece ser universal, se cree que las aflatoxinas puede estar en los cinco continentes. Se ha detectado en muestras tomadas en Norte América, Sudamérica, Africa y Asia (FAO, 1971); (Shank et al., 1972).

1. Presencia en productos alimenticios

Aspergillus flavus se encuentra universalmente distribuido en el medio ambiente, y en todo el mundo se han señalado alimentos humanos y animales contaminados con él (Stoloff, 1976).

Se han encontrado aflatoxinas en los siguientes productos: semillas oleaginosas: cacahuete, semilla de algodón y copra; alimentos a base de semilla oleaginosas: cacahuete, semilla de algodón, copra, girasol y soja; aceites vegetales brutos: cacahuete, oliva y coco; cereales: maíz, sorgo, arroz, trigo, cebada, mijo y avena; alimentos a base de cereales: maíz y sorgo; nueces: pistachos y nuez de Brasil, almendras, nueces, pacanas y avellanas y frutas: higos

En varios países se ha demostrado que puede haber aflatoxina M₁ en leche líquida y en productos lácteos

(Kiermeier, 1977). Además, (Suzanger *et al.*, 1976) encontraron cantidades de aflatoxinas excepcionalmente elevadas, de 50 a 500 ug/litro, en la mitad de las muestras de leche de vacas recogidas en aldeas próximas a Isfahán en Irán.

También se han encontrado residuos de aflatoxinas en tejidos animales, huevos y aves de corral luego de la ingestión experimental de pienso contaminados con aflatoxinas; sin embargo, no se ha encontrado esta contaminación en productos comerciales (Rodricks y Stoloff, 1977).

2. Efectos tóxicos en los animales

Cuando los productos alimenticios están afectados por deterioro microbiano, el hombre normalmente ingiere las partes menos afectadas; sin embargo, los animales domésticos pueden estar expuestos a raciones más contaminadas.

Los efectos tóxicos de las aflatoxinas fueron descritos por Plaut (1913), pero no consiguió aislar la toxina, y su publicación fue olvidada. Más recientemente volvió hablarse de las aflatoxinas, casi siempre en relación a un brote que se produjo en Inglaterra en 1960, y que causó la muerte en pocos meses, de 100,000 pavos pequeños y 14,000 patitos. En esa misma época se diagnosticó en California un enorme número de casos de hematomas en truchas.

3. Efectos tóxicos en los humanos

Los datos sobre intoxicación aguda en humano escasean, pero existe información sobre epizootias de aflatoxinas, cuya manifestación primaria son enfermedades agudas del hígado. Un caso reciente fue el de una epidemia de hepatitis mortal en varias aldeas tribales del oeste de la India, en los Estados de Gujarat y Rajastán, que tuvo lugar en el otoño de 1974, que afectó a casi 400 individuos de los cuales perecieron el 20%.

El maíz, que constituye uno de los componentes principales de su alimentación estaba fuertemente contaminado con aflatoxinas, en concentraciones que iban desde 0.25 a 15.6 mg/kg (promedio 6.0 mg/kg). La epidemia se inició en octubre, después de la cosecha del maíz, alcanzó su máximo en noviembre y diciembre y declinó en enero cuando se acabaron las existencias de maíz (Krishnamachari et al., 1975).

Se han señalado otros dos casos de envenenamiento agudo, uno fue una hepatitis mortal en un niño africano de 15 años de edad. Después de su muerte se encontró en su casa una muestra de mandioca que contenía 1.7 mg/kg de aflatoxinas. El segundo caso de muerte fue de un niño de 10 años que, murió después de consumir durante dos días arroz hervido contaminado con aflatoxinas. La concentración era de 6 mg/kg (Shank et al., 1971); (Campbell y Stoloff, 1974).

4. Condiciones que favorecen el crecimiento de hongos y la producción de aflatoxinas

Para poder tomar medidas que efectivamente reduzcan la contaminación de los alimentos con hongos y aflatoxinas, es importante conocer las condiciones que afectan el crecimiento de los hongos y su capacidad de producir toxinas. Para crecer y multiplicarse los diferentes hongos tienen requerimientos muy específicos en cuanto a nutrientes y condiciones externas.

La fuente de carbono (tipo de azúcar, ácido graso, etc.) es importante, así como la fuente de nitrógeno, el pH y la presencia de iones metálicos (Mashaly y El-Deeb, 1981) Esto explica por qué determinado hongo crece mejor en un alimento que en otro, aún cuando las condiciones externas como luz, temperatura y humedad son iguales.

El maíz y el maní son especialmente susceptibles a la contaminación por hongos productores de aflatoxinas porque provee a éstos una composición ideal de nutrientes (Stoloff, 1976).

No todas la cepas de las especies de hongos reconocidos como productores de aflatoxinas son capaces de producirlas, fenómeno que se debe a diferencias genéticas entre ellas (Hesseltine, 1981). Por lo tanto, la presencia de moho en un alimento no implica necesariamente la presencia de aflatoxinas (Mashaly y El-Deeb, 1981).

La proporción de cepas productoras en relación a las no

productoras tienen también variaciones geográficas. Un estudio relacionado con este fenómeno reporta que en la India únicamente el 6% de las cepas de A. flavus y A. parasiticus estudiadas producían aflatoxinas, mientras que en Israel el 70% de las cepas estudiadas eran productoras. (Hesseltine, 1981). Aparentemente las condiciones específicas de un lugar determinan en gran parte la capacidad productora de las cepas.

La capacidad productora de una cepa, así como la cantidad de aflatoxinas producida, depende también de la composición del alimento y varía de un producto a otro (Hesseltine, 1981).

Los hongos productores de aflatoxinas son A. flavus y A. parasiticus y a nivel de laboratorio también algunas especies de Penicillium sp., (Stoloff, 1976). A. flavus es un contaminante universal, mientras que A. parasiticus se encuentra preferiblemente en áreas tropicales y subtropicales.

Solamente el A. parasiticus produce aflatoxinas G₁ y G₂, además de la B₁ y B₂ (Hesseltine, 1981).

El A. flavus requiere temperaturas mínimas y máximas para el crecimiento de 6 a 8 °C y 44 a 46 °C respectivamente, con temperaturas óptimas reportadas desde 25 °C hasta 34 y 36 °C (Mashaly y El-Deeb, 1981).

Estudios realizados en laboratorios muestran que el límite para el desarrollo de A. flavus y la producción de aflatoxinas en sustratos naturales es un contenido de humedad en equilibrio con una humedad relativa aproximada de 85% + o

- Esto corresponde a una humedad del 18 a 18.5%, en trigo,

en maíz y sorgo; 16% en el arroz no pilado y 17% en arroz pulido; 17 a 18% en soya, y 9 a 10% en cacahuate, nuez de Brasil, nueces de otras clases y la copra. El A. flavus produce aflatoxinas a intervalos de temperatura de unos 12 a 42 °C, con un máximo a 25-32 °C, dependiendo de los límites del substrato y de condiciones experimentales específicas. En condiciones de laboratorio, de 25 a 30 °C, se ha producido aflatoxinas en 48 horas en cacahuate, arroz o en semilla de algodón húmedo (López y Christensen, 1967), mientras que según informa, ha precisado no menos de 4 a 5 días en el trigo (David y Diener, 1970); (Sorenson et al., 1967); (Vanwalbeek et al., 1969).

Tanto la humedad del ambiente como la del substrato son muy importantes. Aunque algunos investigadores reportan niveles mínimos de 17% a 18% en el substrato para el crecimiento de A. flavus (WHO, 1979), varios otros reportan crecimiento de hongos y producción de aflatoxinas a niveles de humedad mucho más bajos.

Se ha encontrado contaminación con aflatoxinas en granos con humedad superior a 15% que prevalecen durante el almacenamiento en áreas tropicales (Lillehoj y Hesseltine, 1976); (Crespo, 1979).

En Guatemala se encontraron aflatoxinas en granos con 13 a 14% de humedad; pero no se identificaron los hongos presentes (Crespo, 1979).

5. Punto de contaminación por aflatoxinas

La contaminación por aflatoxinas puede producirse durante el cultivo, la recolección, el almacenamiento, el transporte o la elaboración de un producto agrícola. Puede producirse también en el domicilio del consumidor, si el grano no se conserva con los cuidados necesarios. Aunque tradicionalmente se ha considerado que el hongo productor de aflatoxinas, A. flavus, es un hongo de almacén, recientemente se ha encontrado que la infección y la formación de aflatoxinas pueden producirse en el campo en varios cultivos (Christensen, 1957).

Estudios realizados en EUA y Filipinas detectaron aflatoxinas en maíz recién cortado. Considerándose que la contaminación principal con aflatoxinas sucedió en el campo.

En Filipinas, este tipo de contaminación parece ser esporádico y cuando se registra, es a niveles inferiores a 30 ug/kg. Otros estudios desarrollados en los estados Norteamericano de Misuri y en Carolina del Sur, estado del sudeste, demostraron la presencia de aflatoxinas en maíz recién cosechado (Stoloff, 1976). La incidencia de aflatoxinas fue notablemente superior en muestras provenientes de plantas afectadas por el barrenador europeo del maíz. De los 195 insectos capturados en las muestras, 29 eran portadores de A. flavus (Ilag *et al.*, 1974).

En granos intactos la cáscara forma una barrera natural contra el ataque de hongos. Una vez que estos insectos han

perforados los granos existe una fácil entrada de las esporas de los hongos (Lillehoj y Hesseltine, 1976).

Además, el calor metabólico de los insectos favorece el crecimiento de los hongos (Matter et al., 1981).

Estudios realizados en Guatemala sobre la relación entre granos dañados por insectos y granos contaminados con aflatoxinas, determinaron que el 75% de las muestras con aflatoxinas estaban dañadas por insectos (Crespo, 1979).

6. Métodos de análisis de aflatoxinas en productos alimenticios

Egan et al (1982), menciona que en general, existe una serie de métodos para la detección y cuantificación de aflatoxinas en productos alimenticios, los cuales pueden clasificarse en dos amplias categorías: los cuantitativos y semicuantitativos.

Se han elaborado varios métodos sencillos y económicos para detectar el contenido de aflatoxinas en los alimentos.

Dichos métodos pueden ser usados en situaciones de campo por personal con poca experiencia. Una prueba sencilla para determinar la presencia de aflatoxinas consiste en la detección visual, con la ayuda de la luz ultravioleta de onda larga, de metabolitos fluorescente de *A. flavus*, (Dickens y Whitaker, 1981). La fluorescencia verde amarilla brillante

indica presencia de A. flavus pero no necesariamente de aflatoxinas. Estudios realizados con maíz han indicado que aproximadamente el 50% de las muestras en las que se observa esta fluorescencia contienen niveles detectables de aflatoxinas.

Otro método relativamente sencillo y barato consiste en utilizar una pequeña minicolumna de vidrio no descartable llena de materiales adsorbentes para concentrar aflatoxinas fluorescentes, como la ocratoxina A y zearalenona a partir de extractos orgánicos. (Egan et al., 1982); (Holaday, 1976).

La comparación de la banda de aflatoxinas fluorescentes y la fluorescencia existente en columnas preparadas con cantidades conocidas de aflatoxinas, permite estimar el nivel total de aflatoxinas.

Para la detección-cuantificación de la mayor parte de las aflatoxinas se utiliza tradicionalmente la cromatografía en capa fina (TLC). La técnica es sencilla y relativamente barata. Consiste en separar las aflatoxinas en placas revestidas con gel de sílice mediante un frente de solvente migrante. La cuantificación se hace por comparación visual o densométrica de la intensidad de los puntos fluorescentes de las sustancias desconocidas con una serie de modelos de referencia de concentraciones conocidas dispersos en la misma placa (Pons et al., 1980).

a. Muestreo

El muestreo es parte integral del procedimiento analítico y las muestras tomadas debe ser representativas del lote (Whitaker, 1977).

A excepción de los líquidos (leche, cerveza, etc.), el resto de los productos presentan distribución heterogénea de la misma. Los planes de muestreo utilizados, se basan en los realizados en países desarrollados (FAO, 1986); (Jelineke (1987), (Jewers, 1987). Sin embargo, no se puede asegurar que la distribución de la contaminación, base fundamental de los mismos, sea equivalente para todas las aflatoxinas o para otros países, con diferentes climas, manejo de cultivos, postcosecha y otros factores (Apron y Ferro, 1987).

F. Sistemas tradicionales y mejorados de almacenamiento de maíz

El manejo adecuado de los sistemas de almacenamiento a nivel comercial, de finca o pequeño agricultor, generalmente determinan la magnitud de las pérdidas postcosecha. Un manejo adecuado mantendrá las pérdidas dentro de un límite económicamente aceptable (McFarlane, 1988).

Las técnicas de almacenamiento incluyen métodos de control y las estructuras de almacenamiento son influenciadas por la disponibilidad de materiales locales, mano de obra y

capital. Esto origina una restricci3n a la que tienen que hacerle frente los agricultores peque1os, que carecen de este sistema de almacenamiento. (McFarlane, 1988).

a. Silos met1licos

Los silos met1licos son recipientes cil3ndrico utilizados para almacenar ma3z, frijol y otros granos, fabricados de lamina de zinc lisa y soldada con esta1o. Los dos extremos son planos y la parte superior tiene una abertura con tapadera que permite la llenada del silo, en silo grande, el tama1o de esta abertura permita la entrada de una persona para las labores de limpieza del silo. En la parte inferior al lado, tambi3n hay una abertura con tapadera que permite la extracci3n del producto para el consumo (De Breve, 1984).

Pascual (1985) menciona que el ma3z almacenado a granel durante 12 meses en silo met1licos de 170 kg de capacidad y de 1.5 ton con cierre herm3tico tuvieron un porcentaje bajo de da1o del 0.5 al 6.0 y de 0.2 a 0.6% en silos.

El silo protege el grano por per3odos de tiempo m1s largos sin causar p3rdidas f3sicas a este. Tambi3n permite almacenar mayor cantidad de grano y ocupa menos espacio que la troja.

De Breve (1984) menciona que la fumigaci3n del grano en el silo usando Fostoxin o Gasti3n, contra insectos, es de

fácil manejo. El grano almacenado puede mantenerse seco por periodos de tiempo más largos. La reinfestación por insectos es menos probable con la hermeticidad completa y el ataque por roedores nulo.

Algunas de las limitaciones en cuanto al uso de esta estructura es que para la construcción del mismo se necesita equipo especial para cortar y soldar la lámina y personal capacitado. La lámina se oxida rápidamente en lugares cálidos y húmedos cuando está mal cuidada. El agricultor tiene que secar su producto hasta un 14% de contenido de humedad antes de almacenarlo en el silo.

De Breve (1984) menciona pérdidas de hasta un 100% debido al calentamiento y empelotamiento del grano de maíz cuando éste es almacenado a humedades superiores a 14%, o cuando se almacena grano sucio.

b. Barril o Dron

Los barriles o drones son usados por las compañías de petróleo en la distribución de aceites o petróleo, o por las compañías transnacionales que compran productos químicos. Estos drones una vez vacíos se ofertan en el mercado nacional. Los drones ofrecen un método alternativo de almacenamiento a nivel del pequeño agricultor. Sin embargo, antes de usarlos es muy importante su limpieza pues algunos han sido usados para

conservar materiales no alimenticios, como químicos tóxicos.

De Breve (1984) reporta daños y pérdidas de 0.9 y 0.4%, respectivamente, utilizando barriles y drones como estructura tradicional de almacenamiento en la región Centro-Oriental de Honduras. Una ventaja del barril o dron es el hermetismo, descrito anteriormente en el caso del silo metálico, que se logra cuando se tapa bien el recipiente.

En recipientes herméticos como éstos el oxígeno en el aire intergranular es agotado por la actividad respiratoria del grano, los insectos, ácaros y otros organismos como los hongos presentes en el grano. El agotamiento del oxígeno conlleva eventualmente a la muerte de todo los microorganismos mencionados anteriormente (McFarlane, 1988).

Sin embargo, el método de hermetismo tiene poca aplicación en la finca porque es muy difícil que el pequeño agricultor mantenga hermético el silo o dron, por sus necesidades de consumo. Incluso cuando se abre el recipiente con poca frecuencia se pierde la hermeticidad, razón por la cual se emplea la fumigación como método complementario para controlar los insectos que estén vivos (Hindsmarch *et al.*, 1979).

c. Sacos

Colocar el grano en sacos es un método antiguo de almacenamiento. Los sacos para almacenamiento deben estar hechos de yute, henequén, sisal, fibras locales y sintéticas.

Los sacos son relativamente costosos, pues no duran más de dos estaciones, y no proporcionan mucha protección natural contra insectos, roedores y humedad. Aún así, el almacenamiento de granos en sacos tiene algunas ventajas para el pequeño agricultor y se puede hacer mucho para proteger el grano almacenado en ellos (Lindblad y Druben, 1979).

d. Troja tradicional

Las trojas tradicionales para maíz son lugares o depósitos donde el agricultor guarda sus mazorcas, tiradas o prensadas. Pueden estar ubicadas dentro de la casa, en el corredor o fuera de ella; pero bajo techo y se pueden hacer de diferentes formas. (Unidad de Postcosecha, 1984).

El propósito de la troja es guardar el maíz hasta su próxima cosecha. El agricultor a menudo la usa como una bodega de materiales de trabajo e insumos.

Padilla et al (1992) mencionan que no existen diferencias significativas en la producción de aflatoxinas en maíz almacenado tanto en silo como en troja.

III. METODOLOGIA

A. Localización del estudio

El presente estudio se realizó en los municipios de Morocelí y Güinope de los departamentos de Francisco Morazán y El Paraíso, respectivamente. El municipio de Morocelí (Figura 1) está localizado a 14° 08 ' Latitud Norte y 86° 53 ' Longitud este y a 700 msnm. Se caracteriza por ser de clima monzónico con una precipitación promedio anual de 1,175 mm, distribuidos entre los meses de mayo y diciembre. El rango promedio de temperatura oscila entre los 20 y 34°C.

El municipio de Güinope (Figura 2), tiene un clima semitropical o tropical de altura con temperaturas promedio de 20 °C y una máxima y mínima de 24 y 17 °C, respectivamente. Hay dos períodos climáticos bien marcados, la época seca en los meses de enero-abril y la lluviosa en los meses de mayo-octubre siendo los más lluviosos junio y septiembre. La precipitación anual es de 1,100-1,200 mm.

Se escogieron cuatro aldeas del municipio de Morocelí, Suyate, Los Limones y Valle arriba, localizadas aproximadamente a 73 km al sur-este de Tegucigalpa y 3 aldeas del municipio de Güinope, las Pacayas y Santa Rosa de Güinope.

El análisis de las muestras se llevaron a cabo en el laboratorio del Centro Internacional de Tecnología de Semillas

y Granos (CITESGRAN), Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana (E.A.P).

El trabajo tuvo una duración de 11 meses comprendidos entre octubre de 1993 y agosto de 1994. Este período incluye 1 a 3 meses de almacenamiento del maíz de primera en el campo en los municipios de Güinope y Moroceli y 6 meses de almacenamiento de maíz de la cosecha de primera de los agricultores para ambos municipios.

B. Etapas del Estudio

1. Sondeo

De acuerdo a los objetivos planteados se visitó el área de estudio los meses de agosto y septiembre 1993, se identificaron a 11 agricultores y 2 pulperías, en las dos zonas de estudio, conforme a sus áreas de cultivo, tipo de almacenamiento (silo, troja, barril y otros) y disponibilidad de venta, en caso de los pulperías. Además, se estudió su manejo de producción, postproducción, su sistema de manejo postcosecha, proceso de nixtamalización y el manejo del intermediario.

Para esta primera etapa del estudio se contó con la colaboración de los extensionistas del DDR que asisten normalmente a los agricultores de los municipios participantes y también conocen a los pulperos.

Figura 1. Mapa parcial del Municipio de Moroceli indicando las 4 áreas del estudio.

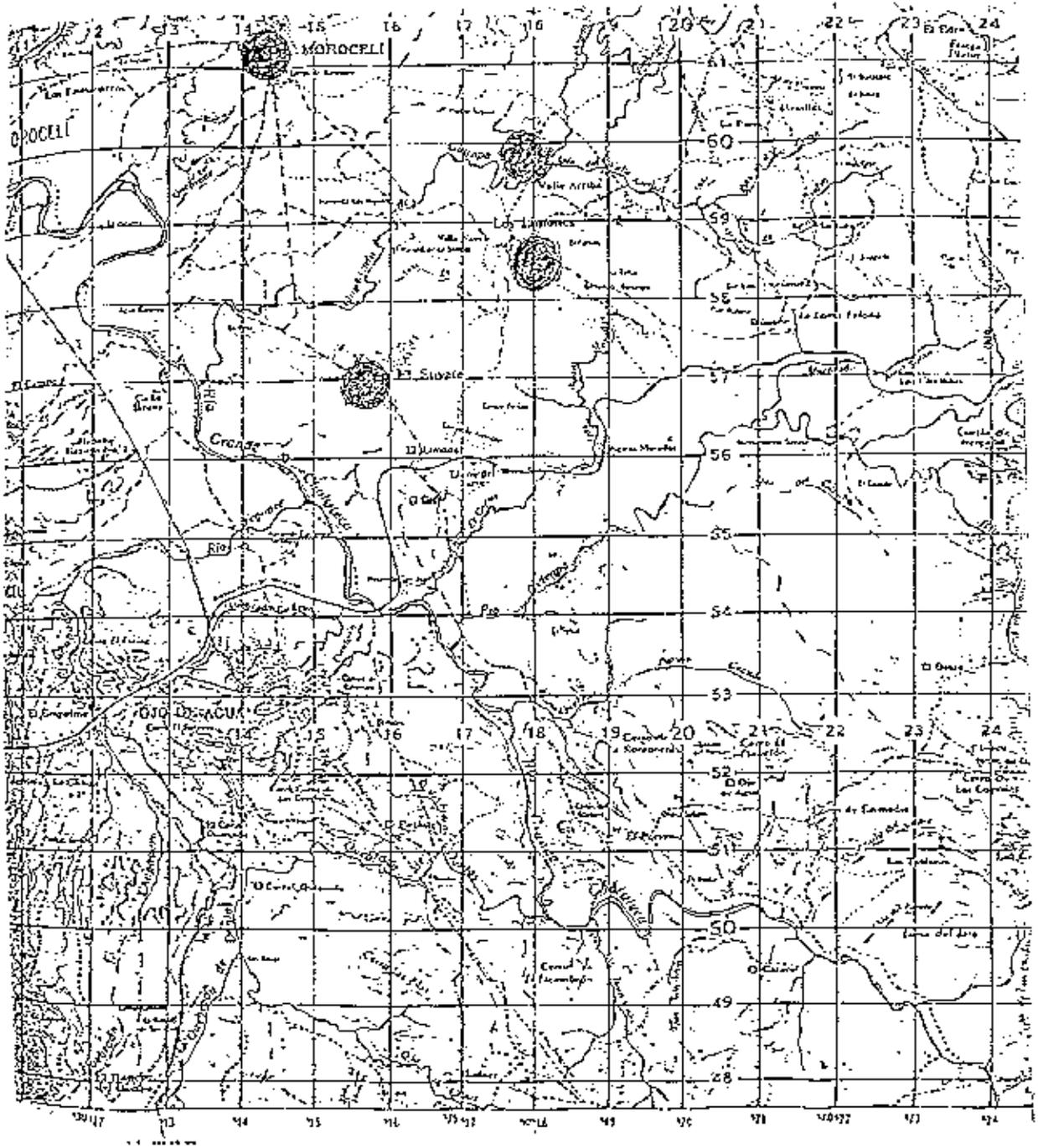
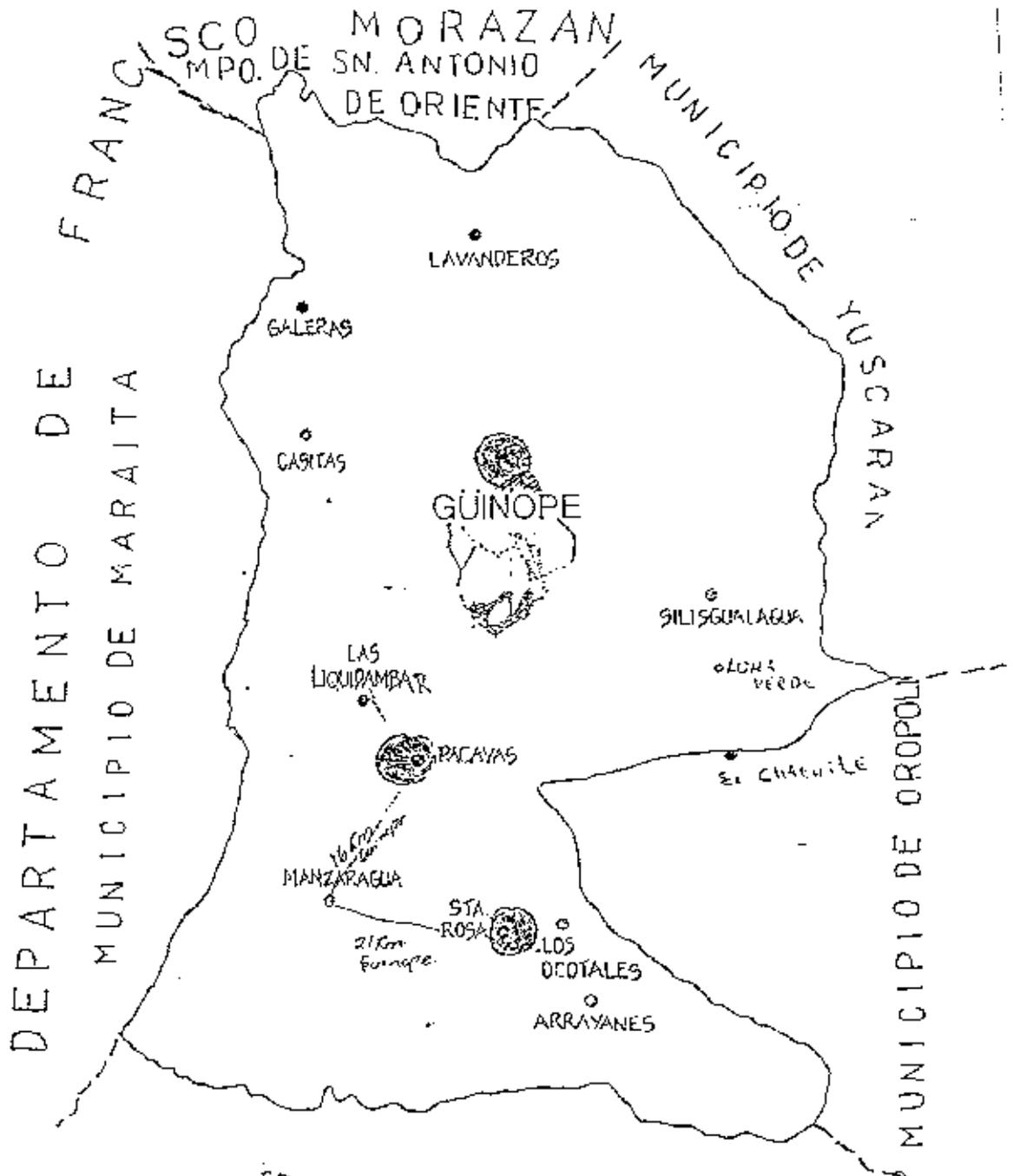


Figura 2. Mapa parcial del municipio de Güinope indicando las 3 área del estudio.



a. Cuestionario de preguntas

Se elaboró un cuestionario específicamente para los agricultores (Anexo 1) con el propósito de estudiar la interacción de los componentes del sistema de manejo postcosecha del maíz al igual que su cultivo.

Este cuestionario incluyó preguntas relevantes sobre manejo de su producción, postcosecha, calidad del grano, proceso de nixtamalización y el ataque de microorganismos al grano. Se les preguntó sobre manejo del cultivo de maíz incluyendo aspectos como: época de siembra, área de siembra, producción por manzana, sistema de preparación del terreno y variedades sembradas, entre otras.

Entre las preguntas relevantes al manejo postcosecha del grano, se incluyeron la precosecha y manejo postcosecha, método de transporte del maíz desde el campo hasta el almacén, método de desgrane, fechas de almacenamiento, estructura de almacenamiento, qué plagas le causan pérdidas, métodos de control de plagas, productos aplicados, cantidad almacenada y/o vendida, entre otros.

Entre las preguntas relevantes a la calidad del grano, se incluyeron selección y manejo del grano y semilla y criterios para identificar grano de buena calidad, entre otras. Entre las preguntas relevantes al proceso de nixtamalización, se incluyeron la descripción del proceso de cocimiento de maíz, tiempo de cocción y tiempo que deja el maíz cocido antes de la

molienda, entre otras.

Entre las preguntas relevantes a la percepción del problema de hongos en el grano, se incluyeron aspectos como: qué entiende por grano sano y podrido, qué es una enfermedad del grano, por qué se enferma el grano, y qué hace con el grano dañado, entre otras.

b. selección de agricultores y pulperos

La selección de los agricultores se hizo al azar. El requisito principal para seleccionar los agricultores fue: la capacidad para almacenar grano de maíz durante un período mínimo de 6 meses, tipo de estructuras de almacenamiento con que cuenta, su disposición para colaborar y que cuenta con maíz para consumo y venta.

1. Visitas de campo

Se realizaron visitas al campo en las dos zonas de estudios, con el propósito de familiarizarse con el área de cultivo y los agricultores seleccionados.

2. visitas periódicas

Posteriormente se hicieron visitas mensuales para

realizar el muestreo de maíz en el campo y almacenado con el propósito de determinar niveles de daño y pérdidas respectivamente, en el laboratorio de granos del CITESGRAN (EAP).

3. Objetivos de las visitas

Durante las visitas se recolectó información sobre el manejo postcosecha, sistema de almacenamiento, aspectos de calidad, proceso de nixtamalización y percepción del problema de hongos en el grano, mediante pláticas informales tanto al agricultor como a su compañera y también por medio de observación visual de los alrededores de la finca.

4. Selección de la pulperías

La selección de las pulperías se basó principalmente en la disponibilidad presente de maíz almacenado para la venta al momento de realizar el sondeo. Las visitas realizadas a los pulperías se hizo en fechas similares a las evaluaciones de campo y de almacén de los agricultores.

C. VARIABLES A EVALUAR

1. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Se tomaron los siguientes datos: área de cultivo de maíz con el propósito de obtener información sobre el área de terreno disponible y utilizado para la siembra de maíz por ciclo. También se caracterizó la técnica de preparación de terreno, la variedad de maíz cultivada y su procedencia, producción total y su uso y otras prácticas del cultivo realizadas por cada agricultor.

2. ANÁLISIS DEL SISTEMA POSTPRODUCCIÓN Y MANEJO POSTCOSECHA

Se tomaron los siguientes datos: sistema de secado, tiempo que permanece el cultivo maduro en el campo, método de cosecha, método de desgrane, así como el método de transporte del grano desde el campo hacia el almacén con preguntas relevantes al uso de la fuerza animal (bueyes, caballos) y la utilización de transporte mecánico, plagas del grano tanto en el campo y almacén y su control. Para el manejo postcosecha se clasificó el sistema de almacenamiento utilizado, fecha de almacenamiento, cantidad almacenada, métodos de control de plagas (tradicional o químico).

3. Análisis de la conceptualización de los aspectos de calidad del grano

Se realizaron una serie de preguntas por separado tanto al productor, su pareja y a los pulperos sobre aspectos de calidad de grano. Esto con el propósito de conocer su percepción sobre la calidad del grano. Se incluyeron preguntas como: ¿ de qué depende el precio que le ofrezcan por su maíz al venderlo?, ¿ como selecciona y maneja el grano para consumo y semilla?, ¿ qué criterios usa para identificar granos de buena calidad? y ¿ qué beneficio le ofrece tener un grano de buena calidad?.

4. Análisis del proceso de nixtamalización

Esta caracterización fue realizada con la ayuda de la señora de la casa. Se realizó con el propósito de conocer en qué consiste la práctica común de cocción del maíz nixtamalizado, tiempo de cocimiento, cantidad de agua y cal utilizada, tiempo que deja almacenada las tortillas antes de su consumo, tiempo que deja la masa almacenada antes de hacer las tortillas y el tiempo que deja el maíz cocido antes de su molienda.

5. Análisis del conocimiento sobre la percepción del problema de hongos en el grano

Para conocer la percepción que la pareja del agricultor y el pulpero posee sobre el ataque de hongos en su grano se realizaron una serie de preguntas por separado al productor, su compañera y a los pulperías. Se incluyeron preguntas como: ¿sufre algún cambio el grano durante su estadía en el campo y almacenamiento? ¿a qué se debe?, ¿qué entiende por grano sano o podrido?, ¿qué es una enfermedad del grano?, ¿por qué se enferma el grano?, grado de daño por hongos para rechazar el producto, ¿qué hace con el grano malo y ¿qué le puede pasar a una persona o animal que consuma grano dañado por hongos (Anexo 1).

Además, para tratar de conocer con mayor exactitud la percepción del problema de hongos en el grano, se prepararon en el laboratorio de CITESGRAN un total de 5 muestras de maíz con diferentes porcentajes de daño por hongos. Estas muestras se presentaron a los agricultores y pulperos. Los porcentajes de daños utilizados fueron: una muestra de 1,000 gramos con 0%, 100%, 75%, 50% y 25% de daños por hongos. Se realizaron las siguientes preguntas para cada uno de los diferentes niveles de daño: ¿está el grano malo o bueno y por qué?, ¿cuál es el color y olor del grano?, ¿qué haría con ese grano?, ¿qué grado de daño por hongo rechazaría y ¿qué cree

le pueda pasar a una persona o animal si consume ese grano con hongo.

Los análisis que se realizaron en cuanto a la percepción del problema de hongos en el grano y sobre los parámetros de calidad utilizados por el agricultor, se consideró su sexo (mujer y hombre), se realizó una prueba de chi-cuadrado con una probabilidad ($P < 0.25$) para determinar la frecuencia de las respuestas por parte de los encuestados y también se consideró el coeficiente de contingencia para determinar si existe alguna dependencia de las respuestas en relación al sexo.

6. Análisis del sistema de manejo del intermediario

En el caso de las pulperías, no se desarrolló un cuestionario formal. Sin embargo, se indagó acerca de la procedencia del maíz, época y precio de compra del maíz, fecha del almacenamiento, sanidad y métodos de control de plagas, tipo de producto utilizado, promedio de venta, cantidad y precio. Además se le hizo preguntas sobre aspectos de calidad y percepción del problema de hongos en el maíz.

2. Tratamiento de las Muestras

a. Muestras de maíz de campo

A partir de su madurez fisiológica se tomaron muestras mensuales de aproximadamente 2.5 kg de maíz de cada agricultor/intermediario seleccionado en el estudio, las cuales fueron colocadas en bolsas plásticas selladas con sus respectiva identificación y fecha de la toma de muestra.

Las bolsas plásticas se sellaron y colocaron en una hielera, con cubos de hielos, para evitar la exposición de las muestras a la luz solar y altas temperatura y para asegurarse que no se produjera cambios bruscos en el contenido de humedad durante el transporte.

La cantidad de la muestra fue determinada por la disponibilidad mínima de maíz en el campo por los agricultores durante los 3 a 4 meses que permanece el maíz emburrado en el campo hasta su cosecha. Esta cantidad de muestra de 2.5 kg fue lo suficientemente representativa, para realizar los análisis de aflatoxinas y las evaluaciones de daños y pérdidas.

Las muestras se tomaron de las diferentes lugares en donde se había emburrado el maíz, tomando muestras de la parte inferior y superior del emburrado. En caso de los pulperías se compró el maíz que tenían a la venta. El maíz mostreado estaba en un cajón de madera o en sacos utilizados como almacén

temporal para facilitar la extracción durante la venta por los pulperos. Las muestras tanto de campo como la de los pulperías.

b. Muestras de maíz almacenado

Las muestras del silo fueron extraídas por la salida inferior del mismo; en la troja la muestra fue extraída por capa de mazorcas las cuales eran desgranadas inmediatamente; en el barril las muestras fueron extraídas inclinando un poco el barril, y en las pulperías se tomó la muestra de maíz que tenían a la venta.

c. Muestras de tortillas

Se tomaron 6 tortillas elaboradas del maíz almacenado en los diferentes sistemas de almacenamiento por cada agricultor seleccionado en el estudio en forma mensual.

Las muestras de tortillas fueron envueltas en trazos de papel manila y fueron tratadas igual que el maíz hasta su llegada al laboratorio.

3. Análisis de las Muestras

Una vez traídas las muestras al laboratorio del CITESGRAN y con el objeto de separar las impurezas del grano para medir posteriormente el contenido de humedad de la muestra, se pasaron a través de una zaranda con agujeros No. A 12/64".

Las muestras se homogenizaron y dividieron utilizando el divisor de Boerner, con el cual se obtuvo muestras destinadas para la incubación de hongos, medición de contenido de humedad, para realizar evaluación de análisis de daños y pérdidas y prueba de aflatoxinas.

a. Medición de humedad

Para medir el contenido de humedad de las muestras de campo, pulperías y almacén en cada una de las visitas se utilizó el Samap o test (medidor de humedad de tipo indirecto portátil). Una vez traídas las muestras al laboratorio se corroboró la medición de humedad del campo utilizando 250 g del grano muestreado el mismo día utilizando el Motomco 913 (medidor de humedad de tipo indirecto). El medidor Motomco es reconocido como el más preciso y exacto de los sistemas indirectos.

Una vez medida la humedad, las muestras se dividieron en

submuestras utilizando el divisor Boerner. Las submuestras fueron colocadas dentro de una bolsa plástica de tamaño 10" x 14" y se identificaron con toda la información. Las submuestras destinadas para los análisis de evaluación de daños y pérdidas fueron colocadas en el cuarto frío. Las submuestras para análisis de aflatoxinas fueron colocadas dentro de un congelador a una temperatura de -12 °C hasta que se realizaran los respectivos análisis.

Esto se realizó con el propósito de destruir cualquiera infestación de insectos dentro del grano lo que puede afectar la evaluación de daño y pérdidas a través del tiempo, además para evitar el crecimiento de hongos, deterioro y exposición de las muestras a la luz, lo cual afectará los análisis de aflatoxinas.

b. Cálculo de daños y pérdidas

La metodología utilizada para el cálculo de daños y pérdidas fue adaptada en el CITESGRAN de la original desarrollada por la Unidad Postcosecha de la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras y la Corporación Suiza al Desarrollo. Esta metodología fue introducida en el año de 1982 cuando se realizaron evaluaciones de pérdidas de granos básicos en Honduras.

Durante algunas visitas a las zonas de estudio, el

criterio para la evaluación de daño y pérdidas en las muestras se obtuvo de la identificación de las parejas seleccionadas sobre cuales granos consideraban dañados no recuperables y cuales se podrían recuperar para el consumo. EL criterio de las señoras fue un grano recuperable era aquel que solo tenía una a dos perforaciones hecha por el insecto y el no recuperable más de dos perforaciones ya no era recuperable.

Para el análisis de daños y pérdidas las submuestras fueron subdivididas con el divisor de granos Boerner, hasta aproximadamente 500 granos de maíz. A continuación se definen algunas variables a considerar en los análisis de evaluación.

-Daño: Se define como cualquier tipo de alteración física del grano causada por agentes bióticos y abióticos.

- Pérdida: Se define como alteración física del grano menos lo que se puede recuperar o la desaparición de alimentos medidas en términos económicos, cuantitativos, cualitativos o nutricionales.

- Granos dañados: Granos que presentan alguna alteración física, principalmente aquellos que presentan hongos y agujeros de insectos, inclusive granos con huevecillos de insectos.

- Granos no dañados: Granos limpios, sin ninguna alteración física descrita anteriormente.

- Granos recuperables: Grano con mínima alteración física. En este estudio los granos con un agujero y/o granos con huevecillos de insectos no eclosionados se

consideraron como recuperables.

- Porcentaje de Daño: Es la medida de una alteración física del producto ocasionado por agentes bióticos y abióticos (Raboud et al., 1984). Se calculó dividiendo el número de granos dañados (#d) entre el total de granos utilizados en la evaluación (500) y multiplicando por 100. (Anexo 2).

- Porcentaje de pérdida: Es la medida que indica lo que el productor/consumidor deja de aprovechar como consecuencia de la alteración física. La apreciación del nivel de pérdidas depende del destino del producto; para semilla, un grano malo puede ser un grano perdido; para el consumo, un grano malo puede ser recuperado en épocas de escasez y perdido en épocas de abundancia, esto dependerá de la clase de consumidor (Raboud et al., 1984).

Las pérdidas se calculó restando el peso potencial de granos dañados (PPD) del peso de granos recuperables (PR) si es que hay, y dividiendo entre el peso potencial de la muestra (PPM). Este cociente se multiplica por 100 para obtener el porcentaje de pérdida de la muestra tal como se indica en el (Anexo 2).

c. Cultivo de hongos y su identificación

1. Preparación del medio de cultivo

Se disolvieron 33 gramos de agar de extracto de malta y 10 gramos de cloruro de sodio en 500 ml de agua destilada y se agitó esta mezcla hasta obtener una mezcla homogénea.

El cloruro de sodio se utilizó para inhibir el crecimiento de microorganismos que podrían contaminar el medio. Esta mezcla se esterilizó en un autoclave a 121 °C y 10 lb por pulgada cuadrada (PSI) por un período de 15 minutos.

Luego el medio fue vertido en cajas de Petris (9 x 1.5 cm) esterilizados. Una vez servidas las cajas de Petris se dejaron en reposo dentro del refrigerador. La cantidad de medio preparada alcanzó para llenar aproximadamente unos 40 platos por el medio litro preparado.

Antes de la siembra de los granos de maíz y de las tortillas en el medio de cultivo, se desinfectaron superficialmente con hipoclorito de sodio al 0.5% por un período de 1 minuto. Luego el grano fue sumergido en agua destilada estéril durante 1 minuto para remover el exceso de cloro.

En el caso de las tortillas se procedió a sacar unos bocados con un saca bocado especial y se les dio el mismo tratamiento que a los grano. Otros materiales usados

incluyeron mechero de alcohol, pinzas, beaker de 50 ml, probetas de 100 ml, papel parafina y agua destilada estéril y alcohol.

Los granos y los bocados de tortillas una vez sembrados en las cajas de Petris, se sometieron a incubación a 27 °C por 5 días, tiempo suficiente para el desarrollo de los hongos. Al término de dicho tiempo se identificaron las colonias con la ayuda de la clave de (Barnett y Hunter, 1972); (Moreno y Benavides, 1988).

d. Detección y cuantificación de aflatoxinas

A partir de las muestras de maíz de campo/intermediario y almacén/intermediario se obtuvieron submuestras de 250 gramos para los análisis presuntivo de aflatoxinas.

Los procedimientos utilizados para detectar aflatoxinas, en maíz como a las tortillas, en el estudio fueron: la luz ultravioleta y cromatografía en capa fina (CCF), respectivamente.

1. Luz negra o ultravioleta

La prueba de la luz ultravioleta consistió en observar los 250 gramos de maíz entero o parcialmente quebrado, bajo una lámpara de color violeta de onda larga (365 nm) ubicada

dentro de un cajón oscuro, asegurándose de que todos los ángulos de todas las piezas o partículas de granos fueron examinadas. Las piezas contaminadas demostraron una fluorescencia amarillo verdoso brillante.

Las muestras fluorescentes fueron enviadas al Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) en Tegucigalpa, donde se determinó la concentración de aflatoxinas, mediante la técnica de cromatografía en capa fina (CCF).

La cantidad de muestra que se envió a CESCCO para el análisis de aflatoxinas fue de 1 kg de maíz en bolsas de papel identificadas con el nombre del agricultor, fecha de muestreo y sistema de almacenamiento.

Para el análisis de CCF se molieron las muestras en un molino tipo disco Mill S.550 calibrado en la apertura de disco a un cuarto de vuelta antes del tope del disco. Una vez molidas se pasó por un tamiz No. 20, y se tomó una muestra homogénea.

Las aflatoxinas fueron extraídas de la muestra homogeneizada con metanol al 10% de agua. Después de filtrada, la fase hidro-alcohólica fue extraída por éter de petróleo y cloruro de metileno. La solución orgánica fue evaporada hasta sequedad. El residuo fue rediluido con exactamente 400 μ l de tolueno-acetonitrilo (98:2) y luego se procedió a la identificación de las aflatoxinas por medio de CCF.

2. Extracción

Se tomaron 40 gramos de muestra molida y homogeneizada a los cuales se añadieron 100 ml de metanol y 40 ml de agua destilada. Esta mezcla se licuó por espacio de 5 minutos y luego se filtraron con papel filtro plisado No.1 sobre una probeta de 100 ml. Se recogieron 70 ml (20 g) de la solución filtrada, que se transfirieron a una ampolla de 250 ml.

A los 70 ml se añadieron 50 ml de petróleo, 55 ml de agua destilada y 5 gramos de cloruro de sodio (NaCl). Esta mezcla se colocó en la licuadora por 1 minuto y decantó por 10 minutos.

3. Cromatografía en columna

Consistió en hacer pasar la fase orgánica (inferior) por una columna conteniendo cerca de 30 g de sulfato de sodio anhidro (Columna tipo "Florisil"). Se recogió la fase orgánica sin restos de agua en un balón de 250 ml. seguidamente se lavó la columna con 3 porciones de 15 ml cada una, de cloruro de metileno y se recogió las fases orgánicas en un balón de 250 ml.

Luego se concentró el Rotavapor a 30 °C bajo flujo de nitrógeno hasta más o menos 3 ml. Con una pipeta Pasteur se transfirieron estos 3 ml a un segundo balón de 20 ml. Se

enjuagó el primer balón con 3 porciones de 2 ml cada una de cloruro de metileno y se transfirió al matriz de 20 ml. Se evaporó hasta la sequedad y luego se conservó en el congelador.

4. Cromatografía en capa fina

Se procedió a reducir el residuo anterior con 400 ul de una mezcla de tolueno acetonitrilo (98:2); en este caso 1 ul corresponde a 0.05 g de muestra. A 12 cm del borde inferior de una placa de aluminio de 20 x 20 cm, con silicagel 60 sin indicador de fluorescencia y a 2 cm del borde derecho en dirección a la izquierda. Se depositaron con una jeringa 4 gotas de 3, 4, 6 y 8 ul del estándar de aflatoxina B₁. Se dejó un centímetro entre cada una de las gotas a fin de evitar un mancha muy grande.

Seguidamente se depositó una gota de 8 ul del estándar mezclado de aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂). Un cm más al lado se depositaron 40 ul de la muestra, dejando un espacio para colocar 3 muestras más, dejando 2 cm del borde izquierdo.

5. Primera migración

Se colocó la placa en una cuba conteniendo eter dietílico

sin peróxido y no saturada, se cubrió la cuba y luego se colocó en un lugar fresco, en la oscuridad y sin sacudirla.

Por espacio de 60 minutos para permitir su desarrollo. Se sacó la placa de la cuba y se secó a temperatura ambiente dentro de una campana de gases.

Finalmente se procedió a examinar en la oscuridad la placa con una lámpara U.V. de 365 nm. Se hizo una pequeña marca en los bordes derecho e izquierdo a nivel de la fluorescencia de la aflatoxinas. Luego se trazó una línea de 1 cm arriba de las marcas sobre la placa y se cortó con tijeras la placa al nivel de la línea.

6. Segunda migración

En otra cuba saturada con cloroformo-acetona-agua (88:12:0.2) se introdujo la placa al inverso de su posición en la primera migración. Luego se puso al fondo de la cuba una cantidad suficiente de solvente cuidando de que éste no llegara al nivel donde se encuentran las aflatoxinas. Seguidamente se colocó la cuba en lugar fresco, en la oscuridad y sin sacudirlas. La migración se efectuó hasta el borde superior de la placa dejando 30 minutos para su desarrollo. Se sacó la placa de la cuba y se secó a temperatura ambiente dentro del extractor de gases.

Finalmente se examinó la placa en la oscuridad con una

lámpara U.V. de 366 nm y se procedió a la medición de las aflatoxinas usando un densitómetro a 366 nm.

e. Materiales necesarios

- Embudo
- Papel filtro plisado SS 593 1/2 (36,6 U) 240 mm
- Cilindros graduados de 100 ml
- Balones de decantación de 250 ml y matraces de 20 y 250 ml
- Columna tipo florisil
- Pipetas pasteur y pipetas graduadas de 1 ml
- Balanza y licuadora y barras magnéticas
- Rotavapor con entrada de Nitrógeno
- Cubas de migración y secador de cabellos
- Jeringas de 10 y de 500 ul y lámpara U.V. de 366 nm

f. Productos químicos

- Cloruro de metileno p.a
- Metanol p.a
- Agua destilada
- Eter de petróleo p.a
- Cloroformo p.a

- Acetona p.a y Acetato de etilo p.a
- Tolueno p.a y Cloruro de sodio p.a
- Acido fórmico p.a y Sulfato de sodio anhidro p.a
- Sulfato ferroso $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- Placa de silicagel 60/Alu sin indicador fluorescente 20 x 20 cm.
- Eter sin peróxido (en una matraz de 250 ml conteniendo 100 ml de dietil-eter, añadir una cucharadita de Na_2SO_4 otra de FeSO_4 . Destilar en el rotavapor a 30 °C sin hacer vacío).
- Soluciones estandares en Benceno acetonitrilo (98:2)
aflatoxina B_1 : cerca de 0.5 ug/ml, B_2 y G_1 : 0.15 ug/ml.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. Selección de agricultores

Mediante el sondeo que se realizó durante los meses de agosto y septiembre en el Municipio de Morocelí y Güinope se seleccionaron 11 agricultores y 2 pulperos por cada zona de estudio.

Estos fueron localizados en 4 y 3 aldeas o áreas de producción de maíz en cada uno de los municipios de Morocelí y Güinope, como se indica a continuación: 5 agricultores en el Suyate, 3 en Los Limones, 4 en el casco de Morocelí y 1 en Valle Arriba y 7 en Santa Rosa de Güinope, 4 en Pacayas y 2 en Güinope.

B. Caracterización del sistema de producción

Cabe mencionar que la distribución por número de los agricultores por cada zona de estudio no es homogénea y al tratar de generalizar algunos de los resultados de este estudio presento ciertos tipos de limitaciones. Los asentamientos y parcelas de trabajo de los agricultores se encuentran aproximadamente dentro de un radio de acción de 8 a 10 Km (Figura 1 y 2).

Cuadro 1. Aspectos de manejo producción del cultivo de maíz en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994.

Manejo Producción	Morocelí	Güinope
Epoca de siembra 1. Primera	100%	100%
Area de siembra	1 a 12 mz	3.5 a 12 mz
Producción promedio	5 a 15 qq	3.5 a 15 qq
Preparación del terreno		
1. Mecánico	72%	
2. Bueyes	45%	82%
Venta producción	73%	91%
Consumo producción	27%	9%
Uso fertilizante	72%	82%
Semilla criolla	100%	100%
Mantenimiento del cultivo		
1. químico	55%	72%
2. manual	45%	18%

1. Preparación del terreno

En el (Cuadro 1) indica que de los agricultores el 100%, realizan una siembra de maíz al año en la época llamada de "primera". Siembran desde mediados de mayo hasta mediados de junio. Epoca en que corresponde al inicio de la temporada lluviosa. La cosecha se da en la época seca o semiseca que corresponden a los meses de diciembre a enero.

El 72% de los agricultores de Morocelí, preparan sus terrenos mecánicamente con tractor, dándole un paso de arado

y uno de rastra. El 45% de los agricultores preparan su terreno, dándole una arada y surcada con yuntas de bueyes ya que muchos de los agricultores poseen una o les es fácil tener acceso a ellos y es mas barata que usar tractor.

En ambos técnicas de preparación del terreno (tractor y bueyes) el 72% de los agricultores realiza el surcado con una yunta de bueyes. Técnica que la practican desde hace más de 15 años.

El 82% de los agricultores de Güinope preparan su terrenos con yuntas de bueyes, tanto para arar como surcar; el 9% prepara su terreno con azadón y el otro 9% no realiza ningun tipo de preparación.

2. Técnicas locales de siembra y producción

Una vez surcado el terreno y habiendo una adecuada humedad en el suelo proceden a sembrar. Esta es realizada por miembros de la familia o por medio de mozos. Al momento de realizar la siembra colocan 2 o 3 semillas por postura a una separación de 35 cc entre plantas y entre surcos 80 cm.

El área de siembra en promedio es de 1 a 12 manzana, y de 3/4 a 10 manzanas en los municipios de Morocelí y Güinope respectivamente. La producción que obtienen es variable porque depende de las lluvias. La producción va de 5 a 15 qq y de 3.5 a 15 qq por manzanas respectivamente.

Cuadro 2. Uso de l producción de maíz por los agricultores de los municipios de Morocelí y Güinope, 1994.

Morocelí %	Consumo familiar qq	Güinope %
54	36	27
18	18	18
18	9	9
10	27	36
Total 100	90	100
Morocelí %	Consumo animal qq	Güinope %
45	9	18
45	18	18
10	4.5	9
0	36	45
Total 100	67.5	90

De la producción que obtienen al año (Cuadro 2) en Morocelí, el 54% de los agricultores utilizan 36 quintales, el 18% utiliza 9 quintales, 18% utiliza 18 quintales, el 10% utiliza 27 quintales al año para alimentación familiar.

En Güinope de la producción obtenida al año que es en promedio de 15 qq, el 27% de los agricultores utiliza 36 quintales, el 36% utiliza 27 quintales, el 18% utiliza 18 quintales y un 9% utiliza 9 quintales al año para alimentación familiar.

De la producción que obtienen al año en Morocelí, el 45% utiliza 9 quintales, el 45% utiliza 18 quintales y el 10% utiliza 4.5 quintales para alimentar a sus animales.

En Güinope de la producción que obtienen al año, el 45% utiliza 36 quintales, el 18% utiliza 18 quintales, 18% utiliza 9 quintales y un 9% utiliza 4.5 quintales para alimentación de los animales.

De la producción total el 27% de los agricultores de Morocelí no vende su cosecha debido que más adelante se ven en la necesidad de comprar su propio maíz a un precio mayor al que ellos lo vendieron y en mal estado, el 73% vende su cosecha por motivos económicos, las ventas van de 8 a 170 cargas dependiendo de la producción que obtengan.

En Güinope de la producción total el 9% de los agricultores no venden su cosecha, el 91% vende su cosecha, las ventas van de 4 a 60 cargas.

3. Uso de fertilizantes

El 72% de los agricultores en Morocelí utilizan fertilizantes químicos. El más usado el 18-46-0 y el siguiente más usado 12-24-12 por el 27% de los agricultores, utilizando un promedio de 1 a 1.5 qq por mz para ambos fertilizantes.

El 82% de los agricultores de Güinope utilizan fertilizantes químicos. De estos el más usado el 18-46-0, el 64% usa 12-24-12, el 100% utiliza urea y un 27% usa fertilizante orgánico como la gallinaza, la cantidad a utilizar de los fertilizantes es de 2 a 3 quintales por

manzanas y de fertilizante organicos es de 100 quintales por manzana. El 100% de los agricultores realiza un asegunda aplicación de fertilizante, urea aproximadamente 1 a 1.5 qq por manzana, cuando el maíz tiene una edad de 35 a 45 días después de siembra.

4. Semilla utilizada

El 100% de los agricultores de Morocelí utilizan "semillas criollas" debido a que de cada cosecha seleccionan semilla para la proxima siembra, en realidad son hibridos geneticamente degenerados por la práctica de usar semilla de cosecha para el proximo ciclo. Las semillas mencionadas por los agricultores son H-5, H-29, HPb 104, comprada en bancos agricolas hace mucho tiempo, algunas casos comprada a otro agricultor.

El 100% de los agricultores en Güinope utiliza semilla criollas, entre las cuales estan Santa Catalina introducida a la zona por un extensionista del PDR, Maiz dulce heredadas de sus abuelos, Maiz de Montaña heredada por sus abuelos o compradas en otras aldeas, Suyateño obtenida en Olancho.

El tiempo de estar utilizando esta semilla es de más de 5 años en ambos municipios.

5. Mantenimiento del cultivo

La limpieza que realizan generalmente a los 35 días después de la siembra. Para esta actividad el 45% de los agricultores de Morocelí, utilizan Gramaxone y el 27% usa Gezaprín a una dosis de un litro por manzana. El 45% no usa producto químico, el control de malezas lo realizan con azadón.

El 72% de los agricultores de Güinope, utilizan Gramoxone, un 9% el 2-4D, un 9% el Gezaprín y un 18% no usa producto químico, el control lo realizan con azadón.

6. Control de plagas en el cultivo de maíz

El problema más común de plagas del follajes es cogollero es el más común en Morocelí y no en Güinope.

El 90% de los agricultores de Morocelí utilizan insecticidas. El 45% utiliza Tamaron líquido a una concentración de 25 cc por bomba de 20 litros; el 18% Dipterex, el Lannate y Folídol a una concentración de 25 cc y 30 cc por bomba de 20 litros respectivamente.

El 18% restante de los agricultores utilizan insecticidas como Volaton, Malathion y Matador a la dosis anteriormente mencionadas. EL 9% de los agricultores no utiliza insecticidas.

El 64% de los agricultores en Güinope no utilizan insecticidas para controlar plagas en el cultivo de maíz, un 27% utiliza el Tamaron a la dosis anteriormente mencionada y un 9% usa volaton a una dosis de 4 kilos por manzanas.

C. Caracterización del sistema de postproducción y manejo postcosecha

La madurez fisiológica varía de acuerdo a la variedad cultivada. Según las variedades cultivadas en el área de estudio, en promedio alcanzan su madurez fisiológica aproximadamente entre los 90 a 120 días después de la siembra, los meses de septiembre y octubre en Moroceli. En Güinope alcanzan su madurez fisiológica aproximadamente entre 150 a 180 días después de la siembra, en el mes de diciembre, debido a las condiciones climatológicas de la zona.

1. Secado en el campo

El (Cuadro 3) indica 100% de los agricultores de Moroceli

realizan la práctica de doblar el maíz una vez que el cultivo alcanza su madurez fisiológica. La dobla del maíz es una práctica que consiste en tomar un machete y darle un golpe aproximadamente a la altura de la mazorca y doblar la planta.

El maíz permanece doblado por espacio de 15 días. Luego cortan la planta al ras del suelo y lo colocan en forma de "V" invertida sobre alambres sujetos entre postes y ubicados en diferentes partes de la labranza. Esta práctica se conoce como el "emburrado". El maíz emburrado permanece por espacio de 4 a 5 meses secándose en el campo. Posteriormente separan la mazorca del tallo "tapiscan" a fines de diciembre, principio de enero.

El 100% de los agricultores de Güinope realizan la práctica de dejar el maíz parado en el campo una vez que alcanza su madurez fisiológica. La cual consiste en dejar, por espacio de 1 mes para que seque, cortan y transportan la mazorca a fines de diciembre y dejan ingresar al ganado para que pastore.

Cuadro 3. Aspectos de manejo de postproducción del cultivo del maíz en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994.

Manejo Postproducción	Morocelí %	Güinope %
Secado del maíz en el campo		
1. Emburrado	100	
2. Parado		100
Transporte de la cosecha		
1. Carretas	82	
2. Bestias		82
Desgrane de la cosecha		
1. Mecánica	46	
2. Manual	56	100

2. Transporte de la cosecha

El 82% de los agricultores de Morocelí transporta el maíz en carretas jaladas por bueyes y el 18% lo transportan en carros, diferencias debido a la topografía del terreno donde cultivan. En casa es depositado en el patio de la casa por espacio de hasta 2 meses y luego lo desgranar. El 54% lo desgrana aporreando en "matates" especie de amacas o red tejida de hilo de naylon y el 46% maquina. El 100% de los agricultores después de desgranado, asolean el maíz por espacio de 3 días, lo soplan, limpian y guardan en las diferentes estructuras de almacenamiento.

El 82% de los agricultores de Güinope transporta el maíz

cosechado a caballo. Lo depositan en una esquina dentro de la casa por una semana y luego lo colocan en una estructura llamada "tabanco" que no es mas que el cielo raso de la casa. En el tabanco pasa de 4 a 5 meses secandose.

3. Técnicas de desgrane

El 100% de los agricultores lo desgranán aporreandolo en "matates. Lo soplan y guardan en los diferentes recipientes de almacenamiento.

La mayoría de los agricultores no consideran necesario secar aun más el grano después de desgranado, según ellos, el tiempo que paso en el tabanco fue suficiente para que esté bastante seco.

4. Plaga en el campo y almacén

Durante el tiempo que pasa el maíz emburrado en el campo en Morocelí y parado en Güinope es atacado por una serie de plagas que causan pérdidas entre las que se encuentran: gorgojo, hongos (ojo negro), pájaros, ratones y el humano.

Cuadro 4. Plagas que causan más pérdidas del grano en el campo y almacén en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994.

Plagas	Morocelí		Güinope	
	Campo %	Almacén %	Campo %	Almacén %
Insectos	100	60	45	18
Hongos	90	40	82	45
Pajaros	50		73	
Ratones	90	50	82	27
Ladron	60		18	

Los resultados (Cuadro 4) nos indican que el 100% y 45% de los agricultores de ambas zonas consideraron al gorgojo como causante de pérdidas en el campo; de estos agricultores el 50% y 18% dijeron que las pérdidas eran poco, el 20% y 18% dijeron que las pérdidas eran algo y el 30% y el 9% dijo que las pérdidas eran muchas.

En cuanto a las pérdidas causadas por hongos, el 90% y 82% consideraron a los hongos(ojo negro) causantes de pérdidas; de estos el 90% y 54% dijeron que poco, 10% y 27% dijo que mucho dependiendo de que tanto llueva durante el ciclo del cultivo.

Las pérdidas causadas por los pájaros el 50% 73% de los agricultores los considero como causante de pérdidas, el 30% y 36% dijeron que muy poco, el 10% y 9% dijo que algo y el 10% 27% dijeron que mucho.

En cuanto a los ratones el 90% y 82% de los agricultores

los consideran como causante de pérdidas, el 40% y 54% dijeron que poco, el 30% y 9% dijo mucho y el 20% y 18% dijeron que algo.

En cuanto a las pérdidas causadas por el Ladrón el 60% y 18% de los agricultores de ambas zonas lo consideran como causante de pérdidas, el 40% y 9% dijeron que algo, el 20% y 9% dijeron que mucho, esto depende de la demanda de maíz que exista en la actualidad.

Una vez almacenado el grano en las diferentes estructuras de almacenamiento, se les pregunto a los agricultores de ambas zonas que plagas de las anteriores, le causan pérdidas durante esta almacenado el grano.

El 60% y 18% de los agricultores de ambas dijeron que los gorgjos le causan pérdidas durante el grano esta almacenado, el 30% y 18% dijeron que poco y el otro 30% dijo que mucho en Moroceli no así para los de Güinope, esto es debido a que en Güinope las temperaturas son bastante bajas, lo que afecta la población de insectos.

El 40% y 45% de los agricultores dijeron que los hongos (ojo negro) les causan pérdidas; el 30% y 27% dijeron que poco y el 10% y 9% dijeron que algo y un 9% dijo que mucho para el caso de los agricultores de Güinope. El 50% y 27% de los agricultores consideraban que los ratones le causan pérdidas en su almacén, el 40% y 9% dijeron que poco y el 10% y 18% dijeron que mucho.

5. Actividades para controlar plagas de campo

Las actividades que realizan los agricultores en ambas zonas para controlar las plagas de campo siguientes: El 90% y 27% de los agricultores al tener problemas con gorgojos en el campo deciden cosechar rápido el maíz, el 20% y 18% no hace nada por evitar el daño por gorgojo.

En el caso de problemas con hongos (ojo negro) el 80% no realiza ningún tipo de control, el 20% cosechar rápido y un 10% seca más el grano.

En el caso de problemas con pájaros el 80% dijo no realizar ningún control, el 20% dice espantarlos. Para combatir los ratones el 70% y 27% de los agricultores no realiza ningún control y el 30% y 36% coloca veneno, para ello usan cebo pelitizados o pan envenenado.

Contra el robo, el 90% y 27% toma ninguna acción, el 10% cosechar rápido.

6. Actividades para el control de plagas de almacén

Las actividades realizadas para el control para las plagas de almacén son las siguientes: Para el control de gorgojos el 80% y 27% de los agricultores cura el maíz, y el 20% y 45% no hace nada.

De los 4 que guardan el maíz en troja en ambas zonas, 3

curan con Malathion rebajado al 4% para que no se pique el grano y uno no cura porque al destuzar el maíz la tuza la utiliza para darsela al ganado y en una ocasión se le envenenaron unos terneros. Los 4 agricultores de Güinope curan con malathion rebajodo al 4%.

De los 4 agricultores que almacenan en silo en ambas zonas de estudios todos curan con pastillas para que no se le pique el maíz. De los tres que guardan el barril, uno cura para que no se pique y el otro no cura porque considera que en el barril el maíz no se le pica.

En Güinope de los 3 que guardan en barril, dos curan con patillas para asegurar que no se pique y el otro restante no cura porque consideran que el grano no se pica en esta estructura.

Para el control de hongos (ojo negro) el 80% y 27% no realiza ningun control porque no saben con que controlar el problema, el 20% y 27% dijeron secar el grano si observan problema de hongos durante este almacenado el grano.

Para el control de ratones el 20% y 9% coloca trampas o cebos, el 80% y 36% no realiza ningun control por que consideran que no es mucho lo que comen.

D. Caracterización de los sistemas de almacenamiento

Los sistemas de almacenamiento más utilizados (Cuadro 5) por los agricultores, el 40% y 36% utiliza silo, el 30% utiliza troja y silo, el 20% utiliza silo y barril, el 10% y 90% utiliza barril y el 10% y 45% utiliza troja, un 36% utiliza el tabanco en forma temporal y un 18% utiliza sacos para el caso de Güinope. No se observó diferencias entre los que usan solo silo, sin embargo el número de estos es mayor en Morocelí que en Güinope, debido a que en algunas ocasiones se les daña el grano con hongos.

Se observó las diferentes combinaciones si hubo diferencias debido a que en Morocelí existen agricultores que tienen ambas estructuras en su casas. Se observó diferencias en el uso del barril fue mayor en Güinope debido a que consideran que le ofrece mayor seguridad contra el gorgojo, además no han tenido problemas con hongos, caso contrario al silo.

Se observó diferencias al uso de la troja fue menor en Morocelí que en Güinope, debido a que los programas de desarrollo Incluyendo el DDR han introducido bastante esta estructura a la zona, también en Güinope, pero debido a problemas de mal manejo muchos agricultores los han vendido.

Según los agricultores de Morocelí y Güinope, la mejor manera de guardar su grano, el 90% y 18% respectivamente dijeron el silo. Las razones mencionadas por ellos: No hay

problemas de plagas (insecto y ratones) ni gallinas, ocupan menos espacio, se guarda mayor cantidad de maíz, se cura solo una vez, más fácil sacar el maíz, se guarda por más tiempo, se guarda mejor. El 10% y 82% de los agricultores de Moroceli y Gúinope dijeron que el barril porque se mantiene sano el grano por mucho más tiempo.

No se observó diferencias entre agricultores de ambas zonas en cuanto a curar el grano antes de guardarlo, el 81% y 82% curan el maíz antes de guardarlo. Los agricultores que guardan su maíz en el silo, antes de meter el grano limpian el silo, soplan el grano, se aseguran que este bien seco el grano. Dependiendo la capacidad del silo le colocan 6 a 7 pastillas para un silo de 30 qq y de 4 a 5 pastillas para un silo de 18 qq. Las pastillas las colocan en la parte superior del silo, envueltas en papel periódico.

Sellan el silo por un espacio de 5 días después de los cuales usan el grano para consumo. El silo lo colocan en el pasillo de la casa, dentro de un cuarto o bodega, sobre una tarima de madera.

Cuadro 5. Sistemas de almacenamiento utilizados para guardar su maíz por partes de los agricultores de los municipios de Morocelí y Güinope, 1994.

Manejo Postcosecha	Morocelí %	Güinope %
Sistemas de almacenamiento		
1. Silo	40	36
2. Silo * Troja	30	0
3. Silo * Barril	20	0
4. Barril	10	90
5. Troja	10	45
6. Tabanco	0	36
7. Sacos	0	18
Mejor manera de guardar el grano		
1. Silo	90	18
2. Barril	10	82
Cura el grano antes de guardarlo en las estructuras		
1. Sí	81	82
2. No	19	18

Para almacenar su grano en trojas, una vez traído el maíz del campo, seleccionan las mazorcas más grandes que no estén picadas ni podridas. La troja esta ubicada afuera de la casa, en el pasillo de la casa o dentro de un cuarto. Al momento de iniciar a entrojar el maíz algunos colocan una tarima de madera u hojas de pinos para evitar que las mazorcas este en contacto directo con el suelo. En Morocelí guardan el maíz con tuza y en Güinope sin ella. Por cada capa de mazorcas rocian malathion rebajado, según los agricultores utilizan 1 a 2 bolsas de un kilogramo dependiendo del tamaño de la troja.

Los agricultores que almacenan en barril, antes de guardar el grano, limpian el barril. Algunos seleccionan el grano que van a desgranar, lo soplan, limpian y se aseguran que este bién seco. El barril los colocan en el pasillo de la casa, dentro de un cuarto o bodega, encima de una pequeña tarima de madera o directo en el suelo. La capacidad del barril es de 2 cargas y utilizan 2 pastillas. Estas las colocan en el medio, en la parte superior y lo sellan.

Los productos utilizados, por los agricultores que guardan su grano en el silo y barril son las pastillas de Fosfamina o Gastion. Los que guardan maíz en troja utilizan malathion rebajado o en polvo.

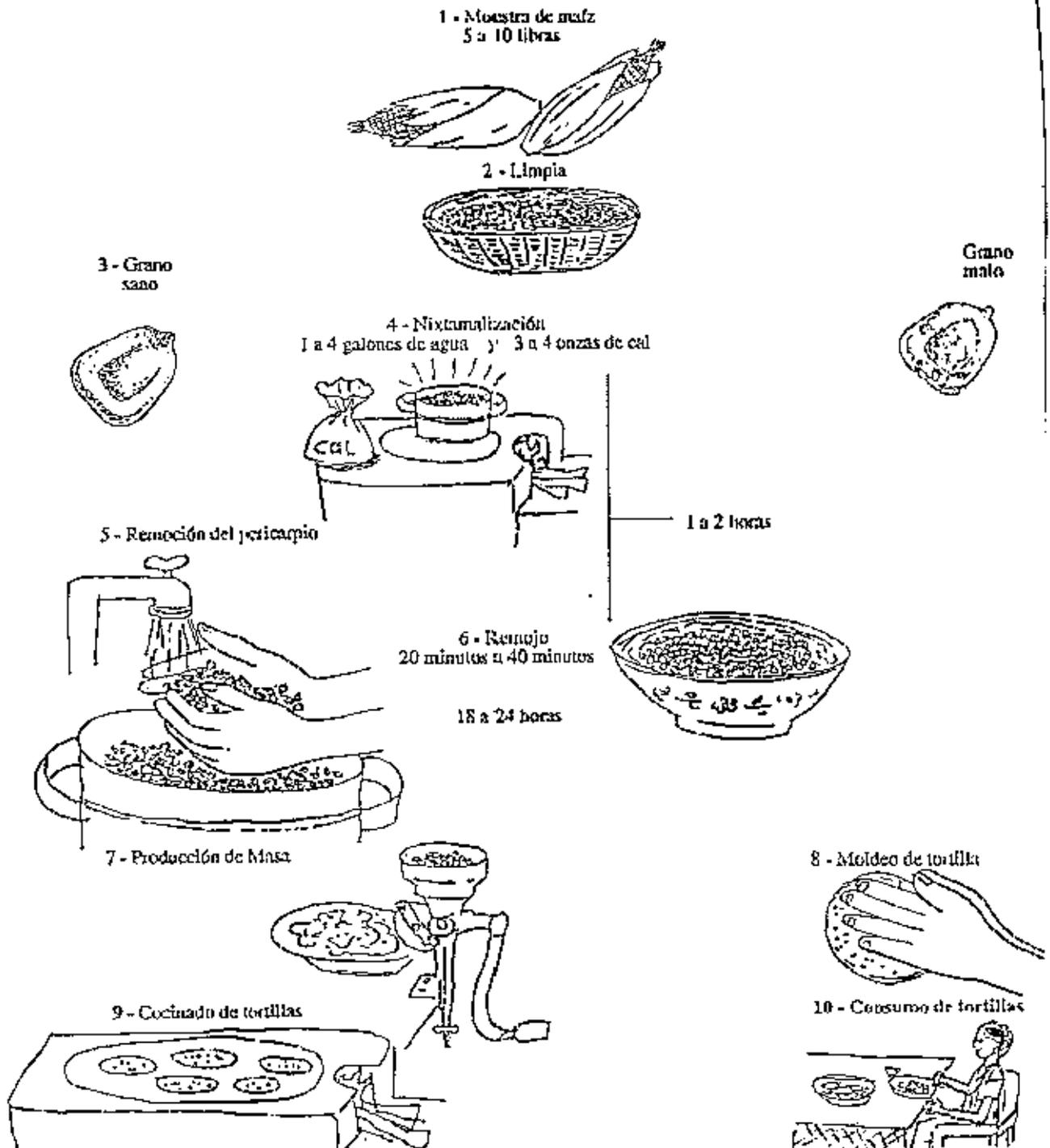
E. Caracterización del proceso de nixtamalización

La práctica de cocción del maíz o nixtamalización es un práctica tradicional y muy antigua. Consiste en cocer el maíz para consumo en una mezcla de agua más cal por un tiempo determinado con el propósito según las amas de casa de que pele el maíz (Figura 3).

El 100% de las amas de casa en ambas zonas dijeron que el tiempo de cocción va de 45 minutos a 2 horas, dependiendo si el fuego esta bueno o malo respectivamente.

La cantidad de maíz que cocen diariamente es de 1 a 2 medidas (5 a 10 libras) según el número de personas.

Figura 3. Procedimiento experimental para elaborar tortillas de maíz en forma tradicional.



pastilla queda impregnado en el grano. Cuando la compra de grano es abundante y no cuentan con más silos, los intermediarios guardan su grano en sacos, estos los tratan con 1 a 2 pastillas de Fosfamina distribuidas en el medio y en la parte superior.

La cantidad de maíz vendido por ambos intermediarios varía dependiendo de cuan grande sea la demanda y la época.

Entre mayo a agosto venden 1 carga diaria (2 qq), y en los meses de octubre a diciembre 3 qq por mes (6 qq). La venta es mayor en la primera época porque las reservas de maíz ha bajado y en la segunda época ya la mayoría de la población esta consumiendo maíz de su cosecha.

De los intermediarios (pulperos) de Güinope ambos producen su maíz. Una vez el maíz alcanza su madurez fisiológica lo dejan por espacio de 2 meses secando en el campo, luego lo tapiscan, lo desgranar, limpian y por lo general no lo secan por considerar que el grano esta suficientemente seco. Uno de los pulperos guarda su maíz en silo metálico, al cual lo tratan con 6 pastillas envueltas en papel periódico lo sella por espacio de 5 días.

Al momento de vender su maíz lo coloca en sacos. El otro intermediario guarda su maíz en barriles, no lo cura y al momento de realizar la venta de su producto lo coloca en sacos.

La cantidad de maíz vendido por ambos intermediarios varía dependiendo de cuan grande sea la demanda y la época,

ambos venden, entre mayo a agosto 3 carga (6 qq) diaria, y en los meses de octubre a diciembre 1 carga (2 qq) por mes, venta similares a las de Morocelí.

G. Muestreo del grano en el campo y pulperías

A. A nivel del campo

Las muestras de maíz tomadas en Morocelí (Cuadro 6) durante octubre, noviembre y diciembre, época en que permaneció emburrado el maíz en el campo, indica que se observó diferencias altamente significativas al ($P < 0.05$) en el porcentaje de daño de la muestras de diciembre (8.63%) en comparación a las tomadas en octubre (3.72%). No hubo diferencias entre los meses de diciembre y noviembre y este a su vez en comparación a octubre. El promedio del porcentaje de daño en la muestra fue de 6.75%.

El porcentaje de pérdidas, la que corresponde a la suma de las pérdidas por insectos y hongos, (Cuadro 6) indican que hubo diferencias altamente significativas al ($P < 0.05$) en las muestras de diciembre (8.11%) en comparación a las tomadas en octubre (3.85%). No hubo diferencias entre los meses de diciembre y noviembre y este a su vez en comparación con octubre. El promedio del porcentaje de pérdidas de las muestra

fue de 6.55.

Cuadro 6. Porcentaje de pérdidas físicas en maíz a partir de madurez fisiológica y emburrado durante los meses de octubre a diciembre en el municipio de Morocelí, 1993.

Porcentaje de pérdidas físicas mensual					
Meses	Daño total %	Pérdida total %	Daño insectos %	Pérdida insectos %	Pérdida hongos %
Octubre	3.7 b	3.8 b	0.6 a	0.2 a	3.3 b
Noviembre	7.9 b	7.7 a	0.9 a	0.7 a	6.5 a
Diciembre	8.6 a	8.1 a	1.8 b	0.8 a	6.7 a
\bar{X}	6.7	6.5	1.1	0.6	5.5

Números seguidos de diferentes letras (a, b) en la misma fila son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

\bar{X} = promedio de pérdidas por los tres meses

En cuanto al porcentaje daño por insectos de campos se observó diferencias altamente significativas al ($P < 0.05$) en la muestra de diciembre (1.80%) en comparación a las tomadas en octubre (0.56%). No hubo diferencias entre los meses de diciembre y noviembre y este a su vez en comparación a octubre.

En cuanto al porcentaje de pérdidas por insectos (Cuadro 6) indica que no hubo diferencias significativas al ($P < 0.05$) en el mes de diciembre (0.80%), en comparación al mes de octubre (0.24%), y no hubo diferencias entre los meses de

noviembre y diciembre, el promedio fue de 0.59.

Los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de daño (pd) porcentaje de pérdida (pper), porcentaje de daño por insecto (pdins) y porcentaje de pérdidas por insectos (ppins) indican que se presentó un crecimiento continuo y casi uniforme en los dos primeros meses, que pasa el maíz en el campo, y un incremento desproporcionado el último mes, provocado por un incremento en la población de insectos y el ataque de diferentes microorganismos que se encuentran en el campo, específicamente gorgojos los cuales encuentran un ambiente adecuado para poder refugiarse.

Datos obtenidos en algunos estudios realizados por la Secretaría de Recursos Naturales y COSUDE (1982) demuestran que el porcentaje de pérdidas que obtiene el agricultor durante de su maíz en el campo es de 8.7%.

El porcentaje de pérdidas por hongos no fue significativo al ($P < 0.05$) en el mes de diciembre (6.67%) en comparación al mes de octubre (3.28%). No hubo diferencias entre los meses de noviembre y diciembre, pero estos son diferentes a octubre. El promedio de los tres meses fue de 5.5%.

Las pérdidas mientras estuvo el maíz en campo correspondió a los siguientes factores: En el mes de octubre el total de estas pérdidas correspondió un 6.2% correspondió a insectos, un 85.2% a hongos y un 8.6% a otras causas. En el mes de noviembre este fue de un 9.5% para insectos y un 85.2%

para hongos y el 5.3% a otra causas. En el mes de diciembre este fue un 9.9% para insectos y un 82.2% para hongos y un 7.9% otras causas como ser los ratones.

1. Aislamiento de hongos

Al aislar los microorganismos presentes en el grano de Moroceli se encontró que de 33 muestras de campo, los hongos de mayor predominancia fueron Fusarium oxysporum en un 100%, Penicillium sp en un 63%, Aspergillus flavus en un 48% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Especies de hongos aislados del total de muestras evaluadas de campo y pulpería durante los meses de octubre a diciembre en los municipios de Morocelí y Güinope, 1993.

Porcentaje de aislamiento				
		Morocelí		Güinope
Especies	N° muestras	(%)	N° muestras	(%)
Hongos de campo				
<u>Fusarium</u> sp	39	100	13	85
<u>Penicillium</u> sp	39	63	13	53
<u>Cladosporium</u> sp	39	12	13	30
<u>Rhizoctonia</u> sp	39	0	13	62
<u>Alternaria</u> sp	39	0	13	23
\bar{X}	39	35	13	51
Hongos de almacén				
A. <u>flavus</u>	39	48	13	8
A. <u>glaucus</u>	39	18	13	0
A. <u>niger</u>	39	18	13	8
\bar{X}	39	28	13	5

En el aislamiento de 13 muestras de Güinope los hongos de mayor predominancia fueron Fusarium sp. un 85%, Rhizoctonia sp. un 62%, Penicillium sp. un 53%, (Cuadro 7).

La presencia del hongo Aspergillus flavus y las demás especies de Aspergillus, a pesar de clasificarse como hongo de almacén, son una de las pocas especies de hongos que atacan al grano durante esta en el campo y almacenado, siempre y cuando las condiciones sean adecuadas.

Sasseron (1980) menciona que las condiciones para que se desarrollen los hongos de campo el grano debe tener un

contenido mínimo de 22% de humedad y una humedad relativa de 70 a 90%. En este estudio la humedad del grano en los meses de octubre, noviembre y diciembre fue de 15%, 13.6% y 12.8%, cifra menor que la estipulada por Sasserón.

En Güinope la humedad promedio de la muestra tomada fue de 17.7%,. A pesar de que la humedad del grano decreció a medida que pasa el tiempo estos hongos de campo se presentaron, esto es debio por el tipo de sistema de secado que utiliza el agricultor de Moroceli, en el emburrado en algunas parte media y la parte de abajo se presentaron condiciones adecuadas de humedad del grano, debemos de tener presente que una vez atacado el grano por los hongos, estos no van a desaparecer, si hay condiciones adecuadas estos proliferaran.

2. Evaluación de daños y pérdidas

Evaluación de pérdidas físicas en el maíz del intermediario. Se observó (Cuadro 8) diferencias altamente siginificativa al ($P < 0.05$) el porcentaje de daño de la muestra de noviembre (47.6%) en comparación a los meses de octubre y diciembre. Donde no se observó diferencia entre estos dos. El promedio de daño de la muestra fue de 27.3.

El porcentaje de pérdida en las muestras fue altamente significativo al ($P < 0.05$) en noviembre (47.3%) en comparación

a las muestras de octubre y diciembre, no se observo diferencias entre dos meses, el promedio de pérdida de la muestra fue de 26.1.

Cuadro 8. Porcentaje de pérdidas físicas en maíz comprado en pulperías durante los meses de octubre a diciembre en el municipio de Moroceli, 1993.

Porcentaje de pérdidas físicas mensual					
Meses	Daño total %	Pérdida total %	Daño insectos %	Pérdida insectos %	Pérdida hongos %
Octubre	14.4 b	13.3 b	0.3 a	0.9 a	11.3 b
Noviembre	47.6 a	47.3 a	2.0 b	0.3 b	43.1 a
Diciembre	19.8 a	17.9 a	2.6 b	0.7 a	15.5 a
\bar{X}	27.2	26.1	1.6	0.6	23.3

Números seguidos de diferentes letras (a, b) en la misma fila son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

X: promedio de pérdidas para los tres meses

El porcentaje de daño y pérdidas causados por insectos en las muestras no fue significativamente diferente al ($P < 0.05$) entre los tres meses, el promedio fue de 1.6 y 0.6 respectivamente. El porcentaje de pérdidas por hongos en las muestras indican que hay una diferencia altamente significativa al ($P < 0.05$) en el mes de noviembre (43.1%) en comparación a los meses de octubre y diciembre y no así entre estos dos. El promedio de pérdidas fue de 23.3 para los tres meses.

Las diferencias altamente significativas en lo que se refiere al porcentaje de daño, pérdidas y pérdidas causadas por hongos, observadas en el mes de noviembre es debido a la calidad del grano que compro el intermediario, lo que nos indica que el pequeño agricultor tiene grandes problemas de manejo después de cosechar el producto, además otra aspecto a considerar es la procedencia del maíz que estuvo comprando el intermediario no es de un solo lugar, razón por la cual el porcentaje de daño, pérdidas y pérdidas por hongos son bastante altos.

En cuanto al porcentaje de daño y pérdidas causadas por insectos, no se observo diferencias, lo que nos indica que el intermediario una vez adquirido el producto lo cura y lo guarda en los recipientes que tiene a su disposición.

3. Exposición de muestras a la luz ultravioleta

Las muestras de campo y de pulperías de los tres primeros meses se le sometió al análisis de presencia fosforescencia verde amarilla (FVA) lo que indica posible presencia de aflatoxinas en el grano.

Del total de las 39 muestras tomadas en Moroceli, 15 (38%) muestras presentaron fosforescencia verde amarilla, de estas muestras con fosforescencia 3 corresponden a una pulpería y 12 muestras de campo. En Güinope de 13 muestras tomadas 2

(15%) presentaron positividad a la fosforecencia verde amarilla, una corresponde a pulperia y la otra a muestra de campo.

El porcentaje de muestras con presencia de fosforecencia verde amarilla (FVA) en Morocelí, se incremento a medida que transcurrió el tiempo (Cuadro 9). Este incremento se debió a que dieron condiciones adecuadas, para que se desarrollara el los hongos, de humedad del grano, humedad relativa que hubo en el ambiente, además el alto porcentaje de daño causado por los insectos en el grano que estuvo en el campo. Los insectos se consideran agentes portadores de las esporas del hongo A. flavus.

En el caso de Güinope la presencia de FVA en la muestra solo fue el mes de diciembre; unico mes en que el maíz permanece en el campo, después de la madurez fisiológica. Estos datos demuestran que la contaminación por estas sustancias en el grano se inicia desde el campo.

Cuadro 9. Porcentaje de presencia a Fosforescencia Verde Amarilla (FVA) en muestras de maíz proveniente de los lotes de producción durante los meses de octubre a diciembre en los municipios de Moroceli y Güinope, 1993.

Porcentaje de presencia de FVA mensual								
Municipio	Oct		Nov		Dic		Total	
	A	P	A	P	A	P	A	P
Moroceli	13	30	13	30	13	54	39	39
Güinope					13	15	13	15

A: Muestras expuesta a luz ultravioleta

P: Porcentaje de muestras con Fosforescencia Verde Amarilla (FVA)

Datos analizados en el laboratorio del Centro Internacional de Semillas y Granos (CITESGRAN) Escuela Agrícola Panamericana.

Aunque en este estudio no se analizó la posible relación entre el daño causado por los insectos y la presencia de hongos productores de aflatoxinas en el grano, se puede considerar que sí existe una relación.

Estudios realizados algunos estados del centro meridional, y en Carolina del sur un estado del sudeste productores de cereales en los Estados Unidos encontraron aflatoxinas en maíz recién cosechado en ambo lugares, la concentraciones de aflatoxinas B¹ encontradas estuvieron a niveles superiores a 20 ug/kg.

En este mismo estudio observó que lo tipos de lesiones en el grano fueron obra del barrenillo del maíz europeo y algunos gorgojos los cuales eran portadores de las esporas del hongo

Aspergillus flavus, aunque no se demostro estadísticamente dicha relación, las concentraciones de aflatoxinas encontradas en el grano dañado estuvieron entre 20 a 80 ug/kg (Stoloff, 1976).

4. Análisis de expectrofotometría en capa fina

Se enviaron un total de 12 muestras positivas a fosforecencia verde amarilla, seleccionadas de la siguiente manera: 9 muestras de campo y una de pulpería de Morocelí y de Güinope dos muestras comprendida en una muestra de campo y una de pulpería.

Del total enviado de Morocelí, solo 4 muestras de campo (44%) fueron positivas a la producción de aflatoxinas y una muestra de pulpería (100%) fue positiva, No así las de Güinope (Cuadro 10).

Cuadro 10. Porcentaje de presencia de FVA y la producción de aflatoxinas en muestras de maíz proveniente de lotes de producción de campo y pulpería en los municipios de Morocelí y Güinope, 1993.

Municipios	Porcentaje de producción de aflatoxinas					
	Campo		Pulperia		Total	
	A	P %	A	P %	A	P %
Morocelí	9	55	1	100	10	50%
Güinope	1	0	1	0	2	0
\bar{X}	5	11	1	50	6	25

A: Muestras positivas a Fosforecencia Verde Amarilla FVA

P: Muestras positivas a producción aflatoxinas

Datos analizados en el CITESGRAN y en el Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) Tegucigalpa.

Estos resultados nos indican que no toda las muestras con FVA necesariamente producen aflatoxinas.

La presencia de FVA está ligeramente confinada a la parte amilácea de la semilla y las partes periféricas del germen. La FVA se produce por reacción del ácido kojico del hongo y una peroxidasa de la semilla.

Algunas de las razones por la que estas muestras presentaron un falso positivo a FVA son las siguientes: existe un margen de error debido a que algunas semillas de granos en su cubierta fluorescen verde azul muy parecido a la FVA.

Además las alas de abejas que pueden venir en la semilla fluorescen en amarillo y esto presta a confusión. En general

los falsos positivos no fluorescen en forma tan brillante.

Se realizaron análisis para detectar aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂. La de mayor presencia fue la aflatoxina B₁ con concentraciones bastante altas, luego la B₂, y no se detectó G₁ ni G₂ en las muestras de campo y pulperia en Morocelí (Cuadro 11).

Cuadro 11 . Concentración de aflatoxinas en muestras analizadas de maíz de campo y pulperia en el municipio de Morocelí, 1993.

Concentración de aflatoxinas en ug/kg (ppb)				
Muestras	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
Campo	0.15	----	----	----
Campo	0.85	----	----	----
Campo	0.34	----	----	----
Campo	0.05	0.16	----	----
Pulperia	74.31	24.81	----	----

Datos analizados en el Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) Tegucigalpa.

La concentración de la aflatoxina B₁ fue menor en las muestras de campo, no sobrepasó el nivel de concentración permitidas por las normas de alimentación americana de 20 ug/kg de alimentos (PNUMA, 1979). Las muestras de la pulperías presentaron mayores concentraciones de esta aflatoxina, sobrepasando el nivel permitido por las normas de alimentación americana. Este hecho es preocupante, porque el producto esta a la venta y esta aflatoxina es considerada la más toxicas de

todas, tiene efectos carcinogénicos en animales y humanos.

Goldbiat y Van Walbeck (1973), reportaron que de todas las aflatoxinas, la B¹ es la más toxicogénica y la más frecuente. La potencia carcinogénica de las aflatoxinas es la siguiente: > B¹ > G¹ > B² > M¹, y Waart (1974) reportó que estas se presentan en mayor frecuencia en cereales, nueces y granos (maíz).

Se trató de determinar si existe alguna relación en cuanto al porcentaje de presencia de fosforescencia verde amarilla (FVA) en las muestras y la producción de aflatoxinas.

Solo un 50% de las muestras produjeron aflatoxinas, la cual indica que no existe una relación directa entre estos dos, es decir que no siempre muestras que presenten FVA necesariamente tiene que producir aflatoxinas.

Las aflatoxinas pueden producirse, sin embargo, en semillas muertas y por lo tanto sin mostrar fosforescencia verde amarilla (FVA). Así la FVA no es una característica de aflatoxinas sino del crecimiento de *A. flavus* y *A. parasiticus*.

También se determinó que no existe una relación entre la presencia mensual del hongo *Aspergillus flavus* y la de producción mensual de aflatoxinas (Cuadro 12).

El 30% de las muestras de campo del primer mes tenía *A. flavus*, se estas, la producción de aflatoxinas fue de 9%. Sin embargo en el segundo mes el hongo se presentó en un 62% pero la producción de aflatoxinas fue 0% y en el tercero la

presencia fue de 8% del hongo con una producción de aflatoxinas de 2%. Estos resultados nos indican que un producto contaminado con este hongo no necesariamente presenta una contaminación con aflatoxinas. Muchas cepas de *A. flavus* producen toxinas, pero no todas.

Cuadro 12. Relación mensual de la presencia de *A. flavus* y la producción de aflatoxinas en maíz proveniente de lotes de producción de campo y pulpería durante los meses de octubre a diciembre en el municipio de Moroceli, 1993.

Porcentaje de producción aflatoxinas		
Meses	<u>Aspegillus flavus</u> %	Aflatoxinas %
Octubre	30	9
Noviembre	62	0
Diciembre	8	2
\bar{X}	33	6

Datos analizados en el CITESGRAN y en el Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO) Tegucigalpa.

Estudios de laboratorio indican que de casi 1400 cepas aisladas del hongo de fuentes diversas mostraron que el 58% produce aflatoxinas, otro estudio revelo que el hongo aislado de maíz mostró un espectro muy amplio de producción de aflatoxinas, que iban desde concentraciones no detectables hasta concentraciones elevadas de hasta > 100 ppb (Fennell,

1973).

La producción de aflatoxinas por este hongo puede ser afectada por la presencia de otros hongos, que es lo que normalmente sucede en la naturaleza, es decir se presentan efectos de antagonismos entre una especie y otra (Christensen, 1973).

b. A nivel de sistemas de almacenamiento

1. Evaluación de daños y pérdidas

Para evaluar el porcentaje de pérdidas físicas entre los dos municipios, (Cuadro 13), se observó que no existió diferencias significativas al ($P < 0.05$) entre el porcentaje de daño, porcentaje de pérdidas, porcentaje de pérdidas por insectos y porcentaje de pérdidas por hongos a nivel de municipio, pero si existió diferencias altamente significativas ($P < 0.05$) en el porcentaje de pérdidas por insectos en un 99.9%.

En la comparación entre sistemas por cada municipio se observó diferencias altamente significativas al ($P < 0.05$) en el porcentaje de daño (99.9%), porcentaje de daño por insectos (100%), porcentaje de pérdidas por insectos (100%) y porcentaje de pérdidas por hongos (94%), no así en el porcentaje de pérdidas.

En cuanto a la fecha durante la que estuvo almacenado el grano se observó diferencias altamente significativas al ($P < 0.05$) en el porcentaje de daño (99.9%), porcentaje de pérdidas (95%), porcentaje de daño por insectos (100%), porcentaje de pérdidas por insectos (99%), no se encontró diferencia en cuanto al porcentaje de pérdidas por hongos.

La comparación en diferentes fechas entre municipio en los diferentes porcentajes de pérdidas.

La comparación si presentó diferencias altamente significativas al ($P < 0.05$) en el porcentaje de daño (99%), porcentaje de daño por insectos (100%), porcentaje pérdidas por insectos. No se observó diferencias significativas en el porcentaje de pérdidas ni el porcentaje de pérdidas por hongos.

Cuadro 13. Análisis de varianza del porcentaje de pérdidas físicas en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994..

Porcentaje de pérdidas físicas						
F.V	G.L	Daño total (%)	Pérdida total (%)	Daño insectos (%)	Pérdida insectos (%)	Pérdida hongos (%)
A	1	ns	ns	ns	0.002	ns
B(A)	6	0.002	ns	0.00	0.00	0.06
C	5	0.001	0.05	0.00	0.01	ns
A*C	5	ns	ns	ns	ns	ns
B*C(A)	30	0.01	ns	0.00	0.06	ns
Error	105					
Total	152					
R^2		0.57	0.33	0.74	0.51	0.32
C.V.		57%	64%	74%	105%	64%

ns: No significativo al nivel de ($P < 0.05$)

A: Municipio

B: Sistemas

C: Fecha

Las diferencias al ($P < 0.05$) observadas en las diferentes interacciones se debe a una series de factores tales como: condiciones del grano al momento de comprarlo por parte de los

intermediarios y guardarlo, manejo del grano antes y durante su almacenamiento, el tipo de estructura de almacenamiento, la protección y hermetismo que ofrecen estas, el tipo de producto y dosis utilizada, incremento de la población de insectos en las diferentes estructuras de almacenamiento durante el tiempo que estuvo guardado, los parámetros climatológicos como ser la precipitación, humedad relativa, temperatura del ambiente los cuales fueron diferentes por cada zona (Anexo), y el contenido de humedad del grano al momento de almacenarlo y durante estuvo almacenado la cual no fue muy diferentes entre zonas, entre sistemas y a través del tiempo, sin embargo fueron lo suficiente adecuadas para permitir el desarrollo de hongos en el grano (Cuadro 14 y 15).

Cuadro 14. Porcentaje de humedad en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994.

Sistemas	Porcentaje de humedad mensual							x ²
	F	M	A	M	J	J		
Silo	15 aw	14 bw	15 aw	15 bw	15 bw	15 bw	15 b	
Troja	15 aw	14 by	14 axy	15 bw	15 bwx	16 abw	15 b	
Barril	14 ax	17 awx	16 awx	18 aw	17 aw	17 awx	16 a	
Pulpería	16 aw	15 abw	15 aw	17 abw	16 abw	15 bw	16 ab	

Número seguidos por diferentes letras (a, b) en la misma columna son significativamente diferentes; números seguidos de diferentes letras (w, x, y, z) en la misma fila son significativamente diferentes (P<0.05)

x²= Promedio de humedad del grano por sistemas.

Cuadro 15. Porcentaje de humedad en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994.

Porcentaje de humedad mensual												
Sistemas	F	M	A	M	J	J	χ^2					
Silo	13 aby	14 abx	15 abwx	15 abwx	15 awx	15 aw	15	a	15	a	15	a
Troja	12 by	12 cy	13 by	14 bx	15 aw	15 awx	14	a	15	awx	14	a
Barril	14 aw	15 aw	15 aw	15 aw	16 aw	15 aw	15	a	15	aw	15	a
Pulpería	12 bw	13 bcw	16 aw	14 abw	14 aw	14 aw	14	a	14	aw	14	a

Número seguidos por diferentes letras (a, b, c) en la misma columna son significativamente diferentes; números seguidos de diferentes letras (w, x, y, z) en la misma fila son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

χ^2 = Procedio de humedad del grano por sistemas.

Los análisis de medias realizados para los diferentes tipos de porcentaje de pérdidas físicas en cada municipio (Cuadro 16) indicaron que se observó una diferencia altamente significativa al ($P < 0.05$) en el porcentaje de pérdidas por insecto en el municipio de Morocelí no así en Güinope. Esto se debió a que algunas estructuras de almacenamiento y la forma en que se guarda el maíz presentaron condiciones adecuadas para el desarrollo de insectos y por consiguiente un incremento de la población de los mismos a través del tiempo. Además algunos agricultores dijeron que las variedades de maíz que utilizaban eran muy débiles al gorgojo.

Cuadro 16. Análisis de medias del porcentaje de pérdidas físicas en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994.

Porcentaje de pérdidas físicas					
Municipio	Daño total (%)	Pérdida total (%)	Daño insectos (%)	Pérdida insectos (%)	Pérdida hongos (%)
Güinope	16.03a	11.21b	6.50a	2.02b	8.63a
Morocelí	15.60a	13.03a	6.25a	3.64a	9.07a
\bar{X}	15.8	12.1	6.4	2.8	8.8

Números seguidos por diferentes letras (a, b, c) en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

\bar{X} : Promedio de las pérdidas por municipio.

Los análisis de medias para el porcentaje de pérdidas entre los sistemas para el municipio de Güinope (Cuadro 17) indican que entre las estructuras utilizadas por los agricultores se observo diferencias altamente significativas al ($P < 0.05$) en la troja (21.4%) en el porcentaje de daño. En la troja el grano está más expuesto al ataque de insectos y otros tipos de plagas, en comparación con los demás sistemas de almacenamiento que no presentaron diferencias.

En cuanto al porcentaje de pérdidas no se observó diferencias entre los sistemas, pero si se observo diferencias significativas al ($P < 0.05$) en la troja (11.23%) y (3.01%) para el porcentaje de daño por insecto y el porcentaje de pérdidas por insectos.

Algunas observaciones sobre como se mantienen las trojas en la zonas pueden influir en el alto porcentaje de daño y pérdida de maíz por insecto.

En Güinope entrojan el maíz en cuarto dentro de la casa, en cuya esquina se almacena el maíz. Las mazorcas sin tuza, se colocan desordenadamente en esta esquina. Se observó que los agricultores colocaban implementos de trabajo como bombas de mochila de fumigar, el aparejo del caballo, herramientas y hasta gallinas empollando sobre el maíz.

Además no realizan las prácticas de limpieza antes y durante el almacenamiento del grano en la troja.

No se observó diferencias significativas entre el silo y el barril por ofrecer protección contra las plagas.

La pulpería, en ambos casos, fue la que menos daño y pérdidas presentó por insectos a pesar de tener el maíz en sacos. Previo a su venta lo curaban en el silo y el barril, y luego lo traspasaban a los sacos. Recordemos que en Güinope lo pulperos producen su propio maíz.

En cuanto al porcentaje de pérdidas por hongos no se observó diferencias significativas al ($P < 0.05$) entre los sistemas silo, barril y pulpería; pero de estos la pulpería (10%) altamente diferente en relación a la troja (6.1%). En este ultimo la pérdidas por hongos fue menor porque a pesar de que el agricultor entrojó su maíz con un cierto porcentaje de humedad superior a lo recomendado, la estructura permite un cierto paso de aire el cual de alguna manera reduce la humedad

del grano, no así en los otros sistemas.

Cuadro 17. Análisis de medias del porcentaje de pérdidas físicas en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994.

Porcentaje de pérdidas físicas					
Sistemas	total (%)	Daño total (%)	Pérdida insectos (%)	Daño insectos (%)	Pérdida hongos (%)
Troja	21.5 a	11.2 a	13.2 a	3.0 a	6.1 b
Silo	14.0 b	10.6 a	5.1 b	1.7 b	8.8 a
Barril	16.8 b	12.5 a	5.7 b	2.7 b	9.6 a
Pulpería (saco)	12.0 b	10.6 a	2.0 b	0.6 c	10.0 a
\bar{X}	16.0	11.2	6.5	2.0	8.6

Números seguidos por diferentes letras (a,b, c) en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

\bar{X} : Promedio de las pérdidas por sistemas.

Los análisis de las medias para el porcentaje de pérdidas físicas entre los sistemas para el municipio de Morocelí (Cuadro 18) indican que se observaron diferencias altamente significativas al ($P < 0.05$) en cuanto al porcentaje de daño en el sistemas de silos (20.18%) en relación a las demás estructuras de almacenamiento y estas a su vez no presentaron diferencias entre ellas. Esto se debe a que los agricultores de Morocelí al momento de desgranar su maíz lo

hacen por medio de maquinas las cuales no están reguladas adecuadamente, los demás agricultores que desgranar su maíz lo hacen manualmente. Una explicación es que en Morocelí la gran mayoría de los agricultores desgranar con maquinas. Estas no están bien calibradas y quiebran maíz lo que provoca un incremento en el porcentaje total de daño.

En cuanto al porcentaje de pérdidas no se observó diferencias entre las estructuras de almacenamiento silo (15.6%), troja (13.89%) y cajón (13.11%), sin embargo estas son diferentes al barril el cual presentó menos porcentaje de pérdidas (9.5%).

La presencia de insectos en la troja y cajón se entiende porque no son sistemas herméticos. En el cajón y troja no se puede evitar la incidencia de insectos.

Su presencia en el silo se debe a que algunos agricultores guardan su maíz sin seleccionar adecuadamente el grano. El barril es el sistema más seguro siempre y cuando se guarde grano de buena calidad.

En cuanto al porcentaje de daño por insecto no se observó diferencias significativas entre los sistemas silo, troja, cajón; sin embargo estos fueron altamente significativo al ($P < 0.05$) en comparación al barril (3.46%), esto se debe a que el cajón y la troja no proporcionan nada de hermetismo, por consiguiente la cantidad de oxígeno es abundante y el insecto no se muere; el silo sino se cura y sella adecuadamente hay problemas, el hermetismo que ofrece no es completamente en un

100% debido a que la familia esta constantemente sacando grano para su consumo lo que permite entrada de oxigeno, en cambio el barril una vez guardado el grano el hermetismo es completo.

Comunicación por parte de los agricultores dicen que han guardado maíz en barriles por espacio de dos años, el grano permanece intacto.

En cuanto al porcentaje de pérdidas por insectos se observó diferencia altamente significativa al ($P < 0.05$) en la troja (6.08%), en comparación al silo (4.06%) y cajón (2.59%), y estos si fueron diferente al barril, el cual presentó menos pérdidas por insectos (1.84%) resultados debidos a las razones ya mencionadas anteriormente.

En cuanto al porcentaje de pérdidas por hongos se observo diferencias significativas al ($P < 0.05$) en el silo (11.33%) en relación a las demás estructura de almacenamiento.

Muchos de los agricultores no secan bien el grano y además el lugar donde tengan colocado el silo puede provocar cambios de temperaturas dentro de la estructura y esto favorecerá el deterioro del grano.

Cuadro 18. Análisis de medias del porcentaje de pérdidas físicas en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994.

Porcentaje de pérdidas					
Sistemas	total (%)	Daño total (%)	Pérdida insectos (%)	Daño insectos (%)	Pérdida hongos (%)
Troja	15.2 b	14.0 a	7.5 a	6.1 a	7.7 b
Silo	20.2 a	15.6 a	8.8 a	4.1 b	11.3 a
Barril	11.2 b	9.5 b	3.6 b	1.8 b	7.6 b
Pulpería (cajón)	15.7 b	13.1 a	5.1 b	2.6 b	9.7 ab
\bar{X}	15.6	13.1	6.3	3.6	9.1

Números seguidos por diferentes letras (a,b, c) en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

\bar{X} : Promedio de pérdidas por sistemas.

Los resultados de los análisis de medias del porcentaje de pérdidas físicas durante los seis meses indican que existe una diferencias altamente significativa al ($P < 0.05$) entre los 4 primeros meses y los dos ultimo meses de almacenamiento del producto (Cuadro 19). El porcentaje de las diferentes pérdidas mantuvo un aumento continuo en los primeros meses y en los últimos dos se dio un incremento desproporcionado. Esto se debe a un incremento en la población de insectos los que en su acción de comer y excretar provocan un incremento en la humedad del grano y por lo tanto un incremento la presencia de hongos en el grano, sin embrago no se observó diferencias en los porcentaje de pérdidas en los dos últimos dos meses.

Cuadro 19. Análisis de medias del porcentaje de pérdidas físicas en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994.

Porcentaje de pérdidas					
Meses	total (%)	Daño total (%)	Pérdida insectos (%)	Daño insectos (%)	Pérdida hongos (%)
Febrero	11.8 b	9.9 b	3.9 b	1.9 b	8.0 b
Marzo	12.3 b	10.5 b	3.5 b	1.9 b	8.6 b
Abril	11.2 b	9.1 b	4.5 b	2.4 b	6.6 b
Mayo	13.9 b	11.5 b	4.8 b	2.3 b	8.9 b
Junio	20.3 a	15.6 a	8.8 a	4.0 a	10.8 a
Julio	25.4 a	16.1 a	12.9 a	4.7 a	10.8 a
\bar{X}	15.8	12.1	6.4	2.9	8.9

Números seguidos por diferentes letras (a,b, c) en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

\bar{X} = Promedio de pérdidas durante los 6 meses

2. Aislamiento de microorganismos en el grano almacenado

Los hongos que tuvieron igual presencia (Cuadro 20 y 21) en las diferentes estructuras en ambas regiones fueron: Fusarium sp., Penicillium sp, Aperqillus flayus y D. macrosporas. Los hongos de menor presencia se presentan en los respectivos cuadros. La presencia del hongo Alternaria sp según Christensen (1976), es evidencia de que la semilla ha sido cosechada recientemente y que ha sido almacenada bajo condiciones que no permiten su deterioración. En el caso de

Morocelí y Güinope el hongo se mantuvo y proliferó durante el almacén.

Cuadro 20 . Porcentaje de hongos aislado del total de muestra evaluadas en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994.

	Porcentaje de hongos aislados							
	Silo		Troja		Barril		Pulpería	
	A	P (%)	A	P (%)	A	P (%)	A	P (%)
Hongo campo								
<u>Fusarium</u> sp	27	81	25	92	20	90	14	86
<u>Penicillium</u> sp	27	26	25	32	20	60	14	50
<u>Diplodia</u> sp	27	41	25	48	20	25	14	21
<u>Alternaria</u> sp	27	16	25	0	20	10	14	0
<u>Rhizoctonia</u> sp	27	4	25	0	20	0	14	0
\bar{X}	27	34	25	34	20	37	14	31
Hongos almacén								
<u>A. flavus</u>	27	41	25	20	20	60	14	50
<u>A. niger</u>	27	4	25	0	20	0	14	0
<u>A. glaucus</u>	27	7	25	0	20	0	14	0
\bar{X}	27	17	25	7	20	20	14	17

A: Números de muestras evaluadas

P: Porcentaje de aislamiento del hongo

Cuadro 21. Porcentaje de hongos aislado del total de muestra evaluadas en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994.

	Porcentaje de hongos aislados							
	Silo		Troja		Barril		Pulpería	
	A	P (%)	A	P (%)	A	P (%)	A	P (%)
Hongo campo								
<u>Fusarium</u> sp	25	96	24	71	19	79	14	86
<u>Penicillium</u> sp	25	52	24	17	19	42	14	71
<u>Diplodia</u> sp	25	44	24	50	19	32	14	21
<u>Alternaria</u> sp	25	0	24	25	19	11	14	14
<u>Rhizoctonia</u> sp	25	24	24	17	19	32	14	21
\bar{X}	25	43	24	36	19	39	14	43
Hongos almacén								
<u>A. flavus</u>	25	40	24	17	19	16	14	50
<u>A. niger</u>	25	12	24	0	19	21	14	0
<u>A. glaucus</u>	25	0	24	0	19	0	14	0
\bar{X}	25	17	24	6	19	12	14	17

A: Número de muestras evaluadas.

P: Porcentaje de aislamiento del hongo

Estos datos nos indican que durante el almacenamiento, las condiciones de humedad del grano (Cuadro 14 y 15), fueron adecuadas para el desarrollo de las especies de hongos.

Además el grado de invasión y daño que producen los hongos es proporcional a los factores climatológicos mencionados anteriormente y el período de almacenamiento.

La presencia de hongos de campo se podría deber a que las

estructuras de almacenamiento están expuestas al medio ambiente y esto permite que puedan invadir el grano, o que los hongos de campo presente en el grano continúen su desarrollo por la existencia de condiciones son adecuadas.

Los hongos reportados para tres regiones de Honduras son: Fusarium sp 53%, M. sterila 44.6%, A. flavus 23.7%, Penicillium sp 20.1% y A. niger 7.9% Unidad Postcosecha et al.,. 1991).

Andino (1990), reportó que los hongos encontrados a diferentes humedades en grano almacenado en silo son: Fusarium sp, A. flavus, A. glaucus y Penicillium sp.

El porcentaje de A. flavus en el total de muestras analizadas por región y estructuras (Cuadro 22) se encontró que el A. flavus fue de 71% en la pulpería (sacos) y 60% en el barril en la región de Güinope. En Mororcelí se encontró 50% en la pulpería (cajón), un 40% en silo, no hubo diferencias entre las otras estructuras.

Cuadro 22. Porcentaje de aislamiento de Aspergillus flavus en el total de muestras evaluadas de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994.

Porcentaje de aislamiento						
Sistemas	Morocelí			Güinope		
	T	P	%	T	P	%
Silo	27	11	41	25	10	40
Troja	25	5	20	24	4	17
Barril	20	12	60	19	3	16
Pulpería	14	10	71	14	7	50
Total	82	24	29	86	38	44

T: Muestras analizadas
P: Porcentaje de aislamiento.

Datos analizados en el laboratorio del Centro Internacional de Semillas y Granos (CITESGRAN) Escuela Agrícola Panamericana.

La presencia de A. flavus fue mayor en las estructuras de almacenamiento en Güinope en comparación a las de Morocelí, esto se debe a las condiciones climáticas de la región. En la región de Morocelí las estructuras que presentaron mayor presencia del hongo fueron silo y troja.

Unidad de Postcosecha et al., 1991), reportaron de 174 muestras de maíz almacenado en silo un 28% de aislamiento de A. flavus y de 180 muestras de maíz almacenado en troja un 20% de aislamiento de A. flavus.

También se determinó el porcentaje de aislamiento de A. flavus en el total de muestras tomadas mensualmente por cada

estructura y región. El número de muestras por cada estructura varío ya que en los últimos meses del estudio los agricultores habían sacado el grano para consumo.

El (Cuadro 23) indican que el silo los meses de mayor aislamiento del hongo fueron julio y agosto con 75 y 100% meses bastante lluviosos en Güinope, en la troja los meses fueron junio y julio con 50 y 50%, en el barril fue marzo y agosto con 66 y 50% y en la pulpería fue junio y agosto con 100 y 100%.

Cuadro 23. Porcentaje de aislamiento de Aspergillus flavus en el total de muestras evaluadas de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994.

Porcentaje de aislamiento							
Sistemas	F	M	A	M	J	J	\bar{X}
Silo	0	50	25	50	25	75	37
Troja	0	25	25	25	50	50	29
Barril	0	66	0	0	0	0	11
Pulpería	0	0	50	0	100	50	33

Para la zona de Morocclí (Cuadro 24) el silo presentó mayor aislamiento de A. flavus en los meses de mayo, junio y agosto 75%, 100% y 100% respectivamente, meses del inicio del invierno; en la troja el mes de agosto presento 100%; el barril presentó mayor positividad en los meses de abril, julio

y agosto 100% para cada mes.

En Güinope el porcentaje de humedad del grano, en las diferentes estructuras fue de 14.7 a 16.4%, la humedad relativa promedio durante los meses en que estuvo almacenado el grano estuvo entre 72 a 90%, y la temperatura promedio fue de 21 a 25 °C. En Morocelí la humedad del grano, en las diferentes estructuras de almacenamiento, fue de 13.5 a 15.2%, la humedad relativa promedio fue de 70 a 88% y la temperatura promedio estuvo entre 25 a 32 °C.

Cuadro 24. Porcentaje de aislamiento de Aspergillus flavus en el total de muestras evaluadas de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994.

Porcentaje de aislamiento							
Sistemas	F	M	A	M	J	J	\bar{X}
Silo	0	25	0	75	100	25	37
Troja	0	25	0	0	25	25	12
Barril	33	33	100	66	66	100	66
Pulpería	50	50	0	50	100	100	58

3. Presencia de Fosforescencia Verde Amarilla (FVA) y la producción de aflatoxinas en las muestras

Las muestras fueron expuestas a luz ultravioleta de onda larga para observar (FVA).

De 86 muestras tomadas en Morocelí 36 (42%) presento FVA. En Güinope de 82 muestras tomadas 45 (52%) presentaron fosforescencia verde amarilla.

El total de muestras analizadas por estructura y región (Cuadro 25) nos indica que en Güinope las muestras obtenidas del barril y pulpería presentaron un 74 y 57% de positividad, no existió diferencias entre estos dos y la troja, sin embargo, las muestras del silo presentaron menos porcentaje de positividad 32%.

En Morocelí se observó que las muestras obtenidas del barril y pulpería presentaron mayor porcentaje de positividad 65 y 57% respectivamente en comparación a las otras estructuras. Comparando entre regiones no existe diferencias de presencia FVA entre el barril y la pulpería, pero sí hay diferencias entre las trojas.

Cuadro 25. Porcentaje de presencia de Fosforescencia Verde Amarilla (FVA) del total de muestras evaluadas de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994.

Porcentaje de aislamiento						
Morocelí				Güinope		
Sistemas	Total	Positivas (%)		Total	Positivas (%)	
Silo	27	6	25	25	9	36
Troja	25	8	32	24	14	58
Barril	20	13	65	19	14	74
Pulpería	14	8	57	14	8	57
Total	86	35	41	82	45	54

Datos analizados con lámpara de luz ultravioleta de onda larga en el laboratorio del Centro Internacional de Semillas y Granos (CITESGRAN) Escuela Agrícola Panamericana.

Se analizaron 45 muestras con fosforescencia verde amarilla de Güinope comprendidas de la siguiente manera: 9 de silo 0% produjo aflatoxinas, 14 de trojas 5 (36%) produjo aflatoxinas, 14 de barril 2 (14%) produjo aflatoxinas y 8 de pulperías 1 (13%) produjo aflatoxinas. No se observó diferencias entre el barril y la pulpería, sin embargo, la troja sí mostró mayor presencia y el silo no presentó nada.

De Morocelí se analizaron 36 muestras positivas a FVA comprendidas de la siguiente manera: 6 de silo 2 (33%) produjo aflatoxinas, 8 de trojas 1 (13%) produjo aflatoxinas, 13 de barril 0% produjo aflatoxinas y 8 de pulpería 2 (25%) produjo aflatoxinas. Se observó diferencias entre el silo y las demás

estructuras, la troja fue diferente a la pulpería y estos diferentes al barril que no presentó nada.

En resumen del total de muestras con FVA por región se observó que de 15 muestras de silo 2 (13%) produjeron aflatoxinas, de 22 muestras de troja 6 (22%) produjeron aflatoxinas, de 27 muestras de barril 2 (7%) produjeron aflatoxinas y de 16 muestras de pulpería 3 (18.8%) produjeron aflatoxinas.

Padilla et al (1991), reportaron que en tres regiones de Honduras, de 172 muestra obtenidas de silo 29 (16.8%) fue positivas a producción de aflatoxinas, y de 172 obtenidas de trojas 32 (18.6%) fueron positivas producción de aflatoxinas.

Se determinó la concentración de las aflatoxinas B₁, B₂, G₁ y G₂ en las muestras obtenidas en cada estructura para cada región (Cuadro 26). Las muestras de pulpería y troja en Gúinope fueron las que mayor concentración de aflatoxinas presentaron. Sin embargo ninguna de las muestras analizadas sobrepasaron los límites permitidos por las normas americanas, hubo mayor positividad de aflatoxinas en las trojas, seguido del barril y la pulpería. Las muestras de la trojas con concentración de aflatoxina corresponde a febrero, marzo y mayo, las muestras de barril corresponden a abril y mayo, y la muestra de pulpería a agosto.

Cuadro 26. Concentración de aflatoxinas en muestras de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento de diferentes agricultores/mes que presentaron aflatoxinas durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994.

Concentración de aflatoxinas ug/kg (ppb)				
Sistemas	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
Silo	---	----	---	----
Troja	0.29	----	---	----
Troja	0.56	----	----	----
Troja	0.17	----	0.4	----
Troja	0.11	----	----	----
Troja	0.12	----	----	----
Barril	0.34	----	----	----
Barril	0.46	----	----	----
Pulpería	0.53	----	----	----
Total \bar{X}	0.30	----	0.04	----

Datos analizados con espectrofotometría de capa fina, realizado por el Laboratorio del Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESSCCO), Tegucigalpa.

En Moroceli (Cuadro 27) las estructuras que mayor concentración de aflatoxinas presentaron fueron: el silo tanto para la B₁ y G₁, luego la pulperías y la troja no presento.

La concentración de aflatoxinas encontrada en el silo sobrepasaron los límites de 20 ug/kg establecidos por las normas de alimento americana.

Las muestras de silo con concentración de aflatoxinas fueron del mes de febrero y marzo y de las pulperías una en febrero y otra en agosto.

Unidad de Postcosecha et al., 1991), reportaron en tres

regiones de Honduras que (8) muestras de maíz proveniente de silo y sacos sobrepasaron el límite de tolerancia de 20 ug/kg según normas americanas, la mayoría de muestras procedían de la región sur (6). En la región norte hubieron dos muestras, una de estas presento límites de aflatoxinas de 310.55 ug/kg.

Cuadro 27. Concentración de aflatoxinas en muestras de maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento de diferentes agricultores/mes que presentaron aflatoxinas durante los meses de febrero a julio en el municipio de Moroceli, 1994.

Concentración de aflatoxinas ug/kg (ppb)				
Sistemas	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
Silo	0.68	---	---	---
Silo	0.11	---	---	---
Silo	24.33	---	20.11	0.80
Pulpería	11.15	4.90	---	---
Pulpería	0.13	---	---	---
Total \bar{X}	7.28	0.98	4.02	0.16

Datos analizados con espectrofotometría de capa fina, realizado por el Laboratorio del Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESSCO), Tegucigalpa.

Se observó que no existe una relación directa entre la presencia de *A. flavus* y la producción de aflatoxinas en cada estructura (Cuadro 28), en Güinope indica que la estructura que mayor porcentaje de producción de aflatoxinas fue la troja (36%), no hubo diferencias entre el

barril y la pulpería, el silo no presentó aflatoxinas. De las estructuras que mayor porcentaje de aislamiento del hongo presentó fue el barril, luego el silo, no hubo diferencias entre la troja y el barril.

En Morocelí el silo (33%) presentó mayor porcentaje de producción de aflatoxinas, no hubo diferencias entre troja y pulpería, no se presentó aflatoxinas en el barril. De las estructuras que mayor porcentaje de aislamiento del hongo presentó fue la pulpería y el barril, fueron diferentes al silo y al barril.

Cuadro 28. Porcentaje de aflatoxinas en relación al porcentaje de *A. flavus* en maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en los municipios de Morocelí y Güinope, 1994.

Sistemas	Porcentaje de producción			
	Morocelí		Güinope	
	<u>A. flavus</u> (%)	Aflatoxinas (%)	<u>A. flavus</u> (%)	Aflatoxinas (%)
Silo	41	33	40	0
Troja	20	13	17	36
Barril	60	0	14	16
Pulpería	71	13	50	13
\bar{X}	48	15	30	16

4. Aislamiento de microorganismos y producción de aflatoxinas en tortillas

El aislamiento de microorganismos en tortillas mensual (Cuadro 29) para la zona de Güinope indica los hongos de mayor incidencia fueron: Fusarium sp., Penicillium sp, Aspergillus flavus durante los 6 meses de muestreo, estos mismos hongos se presentaron en Morocelí (Cuadro 30).

Cuadro 29. Porcentaje de aislamiento de hongos en muestras de tortillas elaboradas con maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994.

Porcentaje de aislamiento							
Hongos	F	M	A	M	J	J	\bar{X}
<u>Fusarium</u> sp	27	18	81	54	45	50	46
<u>Penicillium</u> sp	54	27	90	0	0	0	29
A. <u>flavus</u>	45	27	9	9	36	10	23
A. <u>niger</u>	0	18	0	0	0	10	5
A. <u>glacus</u>	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 30. Porcentaje de aislamiento de hongos en muestras de tortillas elaboradas con maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994.

Porcentaje de aislamiento							
Hongos	F	M	A	M	J	J	\bar{X}
<u>Fusarium</u> sp	54	36	72	77	36	30	51
<u>Penicillium</u> sp	9	54	9	0	0	0	12
A. <u>flavus</u>	27	18	27	0	18	30	20
A. <u>niger</u>	0	9	9	0	0	0	3
A. <u>glaucus</u>	0	0	0	0	9	0	2

En cuanto a las tortillas la producción de aflatoxinas, se enviaron 66 muestras de tortillas, de las cuales 13 (20%) fue positivas a producción de aflatoxinas, muestras comprendidas de la siguiente manera: 37 muestras de Güinope 5 (14%) produjeron aflatoxinas, distribuidas en los meses de febrero, marzo y abril y 29 muestras de Morocelí 8 (27%) produjeron aflatoxinas, distribuidas mayormente en febrero, menos en marzo y agosto.

Unidad de Postcosecha et al., (1991), en tres regiones de Honduras, de 61 tortillas 31 (51%) produjeron aflatoxinas.

Las concentraciones de aflatoxinas en las tortillas en Güinope (Cuadro 31) indica que la aflatoxina B₁ se detecto en todas las muestras analizadas, las concentraciones van de <0.05 a 0.07 ug/kg, ninguna de las muestras sobrepasaron los límites de tolerancia

permitidos por las normas americanas. Las tortillas positivas a aflatoxinas provenían de muestras de maíz de 2 silos, 2 troja y un barril.

Cuadro 31. Concentración de aflatoxinas en tortillas elaboradas con maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Güinope, 1994.

Concentración aflatoxinas ug/kg (ppb)				
Sistemas	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
Silo	<0.05 *	--	--	--
Silo	0.07	--	--	--
Troja	0.06	--	--	--
Troja	<0.05 *	--	--	--
Barril	0.06	--	--	--
Total \bar{X}	0.06			

* Límites de detección 0.05 ug/kg.

Datos analizados con espectrofotometría de capa fina, realizado por el Laboratorio del Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), Tegucigalpa.

Las concentraciones de aflatoxinas en la tortillas de en Morocelí (Cuadro 32) indican que la aflatoxina B₁ se detecto en todas las muestras analizadas, la concentraciones van de <0.05 a 0.42 ug/kg, ninguna de las muestras sobrepasaron los límites de tolerancia permitidos por las normas americanas. Las tortillas positivas a aflatoxinas provenían de 3 silo, 2 trojas, 2 barril y una pulpería.

Cuadro 32. Concentración de aflatoxinas en tortillas elaboradas con maíz almacenado en 4 sistemas de almacenamiento durante los meses de febrero a julio en el municipio de Morocelí, 1994.

Concentración aflatoxinas ug/kg (ppb)				
Sistemas	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
Silo	0.07	--	--	--
Silo	0.09	--	--	--
Silo	0.06	--	--	--
Troja	<0.05 *	--	--	--
Troja	0.15	--	--	--
Troja	0.08	--	--	--
Barril	<0.05 *	--	--	--
Barril	0.42	--	0.31	--
Total \bar{X}	0.13		0.38	

* Límites de detección 0.05 ug/kg.

Datos analizados con espectrofotometría de capa fina, realizado por el Laboratorio del Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESSCCO), Tegucigalpa.

Unidad de Postcosecha *et al.*, (1991), reportaron en tres regiones de Honduras, que 61 muestras de tortillas solo 2 muestras sobrepasaron los límites de tolerancia permitidos por las normas americanas. Las tortillas fueron elaboradas con maíz almacenado en silo, las concentraciones fueron 23.50 ug/kg y 29.55 ug/kg.

Se realizó una comparación entre las concentraciones de aflatoxinas en muestras de maíz y las concentraciones de aflatoxinas en las tortillas elaboradas con esos maíz en ambas zonas. En Morocelí se observó que durante el proceso de nixtamalización se redujeron la aflatoxinas B₁, un 45% como

mínimo y 99% como máximo, los demás tipos de aflatoxinas fueron degradadas completamente. En Güinope se observó que durante el proceso de nixtamalización se redujeron la concentración de la aflatoxina B₁ en una de las muestras un 89%.

Se observó que las aflatoxinas B₂, G₁ y G₂ fueron más susceptible a la inactivación que la B₁ la cual fue más persistente.

La cantidad de cal usualmente empleada en el área rural fue suficiente como para reducir en su totalidad la concentraciones de aflatoxinas debido a que las concentraciones de la misma eran bastante bajas.

Codifer et al., (1976); Solórzano (1985), reporta que las aflatoxinas G₁, G₂ fueron más susceptible a la inactivación que las aflatoxinas B₁ y B₂.

Los resultados obtenidos en este estudio, podrían reafirmar las conclusiones de (Martínez et al., 1968) con respecto a la disminución de los efectos tóxicos producidos por el maíz fungoso contaminado con *A. flavus* al sufrir el proceso de nixtamalización.

Solórzano (1985), reportó que la cantidad de cal empleada en el área rural urbana de Guatemala, no fue suficiente para reducir los niveles altos de aflatoxinas a niveles menores que los permitidos para un producto destinado a consumo humano, debido a que las concentraciones de aflatoxinas que contenían el grano un mínimo de 1247 ug/kg y un máximo de 17697 ug/kg de

peso. También reportó que el porcentaje de reducción de aflatoxinas obtenido en su estudio fue mínimo de 80% y el máximo de 99%.

c. Definición de los parámetros de calidad utilizados por las ama de casa y agricultores en Moroceli.

Cuadro 33. Criterios según orden de importancia sobre los factores que influyen en el precio obtenido por su maíz al momento de venderlo en el municipio de Moroceli, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Calidad de grano	17	83	73	27	0.007*
Precio plaza	83	17	82	18	0.92
Necesidad	100	0	82	18	0.12*

* significativo al ($P < 0.25$)

Existe una diferencia por sexo de los criterios sobre los factores que influyen en el precio del maíz al momento de venderlo.

El 83% de las ama de casa dijeron que la calidad del grano era muy importante al momento de vender, esto es debido

a que si se ofrece un producto de buena calidad entonces el precio será mayor; además, las ama de casa por lo general trata de vender un producto de buena apariencia. El agricultor es lo contrario, solo un 27% dijeron que si depende de la calidad, sin embargo lo que interesa es vender el producto.

Se observó diferencias en el criterio de necesidad, el 100% de las ama de casa no consideran que es importante este aspecto, no importa que tan necesitada esté la población por adquirir este producto el precio del grano no se alterará; un 18% de los agricultores si considera importante debido a que si la demanda por el grano es mayor entonces el precio que le den por su maíz será mayor. Estos resultados nos indican que las ama de casa no maneja los conceptos de demanda y oferta los cuales influyen en el precio de todos los productos.

Los factores según orden de importancia que influyen en el precio final del grano para las ama de casa son: la calidad del grano y el precio de plaza. Para el agricultor el principal es la calidad del grano y prefiere por igual tanto el precio de plaza y la necesidad.

Cuadro 34. Criterios según orden de importancia sobre como selecciona el grano para consumo en el municipio de Morocelí, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Grano bueno	25	75	73	27	0.002*
Escoge grano	83	17	27	72	0.01*
Grano no picado	33	73	82	18	0.002*
Grano sin hongo	33	67	82	18	0.002*

* significativo al ($P < 0.25$)

Se observó una gran diferencia por sexo en los criterios para seleccionar grano para consumo. El 75% de las ama de casa escogen grano bueno porque obtienen mayor cantidad de masa y tortillas. Los agricultores solo un 27% consideran importante comer grano bueno, el 73% no le da importancia a la selección del grano y solo le interesa tener tortillas para comer.

En cuanto al criterio escogen el grano se observó que las amas de casa en un 83% dijeron no escoger el grano. Esta respuesta se explica porque no lo hacen una selección manual del grano antes de lavarlo. En el proceso de lavado y reposo en agua el grano dañado flota, este grano lo desechan. Para las ama de casa el grano picado y con hongos se elimina en el proceso de lavado; así el 73% respondieron que eliminan el grano picado descrito como vano y un 67% el grano con hongos

descrito como de color negro, olor a rancio y sabor rancio.

Para ellas eliminar el grano dañado es esencial para velar por la calidad de las tortillas; tortillas de color negro, elaboradas con maíz blanco, no son adecuada para el consumo.

En contradicción con las ama de casa, el 72% de los agricultores dicen escoger el grano; sin embargo, un 82% no elimina el grano picado y con hongos. Solo un 18% de ellos responden que no utilizan el grano con hongo porque las tortillas tienen color negro.

Cuadro 35. Criterios según orden de importancia sobre como selecciona el grano para semilla en el municipio de Moroceli, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	sí	no	sí	
Mazorca grande	17	83	0	100	0.15*
Escoge grano de la punta	92	8	0	100	0.00*
Escoge grano de la base	92	8	0	100	0.00*
Número de fila	92	8	0	100	0.00*
Grano Grande	92	8	0	100	0.00*

* significativo al ($P < 0.25$)

Las amas de casa consideran importante solo un criterio para seleccionar semilla, mazorca de tamaño grande. Esto se debe a que en Moroceli ellas no realizan esta práctica.

El agricultor toma en cuenta 5 criterios y le da una importancia de 100% a cada uno de ellos. Para ellos la mazorca grande repercute en una mejor calidad de semilla. El grano de la punta y de la base lo desechan por ser muy pequeño y de este germinan plantas débiles de bajo rendimiento. Consideran que la mazorca que seleccionen para semilla debe de tener más de 18 filas y que éstas sean lo más rectas posibles. Además consideran que escoger un grano grande para semilla, mayor vigor tendrá la planta que germine.

Estos resultados indican que las ama de casa no tiene definido criterios de selección debido a que esa actividad la realiza el agricultor. Las ama de casa no relaciona el seleccionar una buena semilla con obtener buena producción si se selecciona buena semilla para la siembra.

Los criterios de mayor importancia para la ama de casa están el de mazorca grande, mientras que para los agricultores todos los criterios son de mucha importancia.

Los parámetros de calidad que difieren entre sexo son 3: grano sano es el más importante para las ama de casa (75%), solo un 34% de los agricultores lo ven importante.

El grano limpio fue considerado por un 17% de las ama de casa y no tomado en cuenta por los agricultores, las ama de casa consideran un grano limpio libre de material extraño. El

color del grano par el 33% de las ama de casa es importante.

Para las variedades amarillas debe ser un color amarillo intenso; y las blancas un color blanco esmalte. Los agricultores por el contrario no toman en cuenta el color del grano.

Estos resultados indican que los agricultores no manejan criterios definidos para considerar si un grano es o no de buena calidad, la ama de casa si los maneja.

Los parámetros de calidad considerados importantes por más del 30% de las ama de casa son: grano sano, tamaño del grano, grano sin hongo y por ultimo color del grano. Para el 30% de los agricultores y más son: grano sin hongo, tamaño del grano y grano sano. Los demás criterios presentados para identificar calidad no son considerados por ambos sexo.

Cuadro 36. Criterios según orden de importancia sobre como identificar un grano de buena calidad en el municipio de Morocelí, 1994.

Criterios den mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Grano sano	25	75	64	34	0.06*
Grano limpio	83	17	100	0	0.15*
Tamaño del grano	58	42	55	45	0.85
Color del grano	67	33	100	0	0.03*
Grano entero	100	0	100	0	
Grano sin insecto	83	17	73	27	0.53
Grano sin hongo	58	42	55	45	0.85
Grano seco	75	25	82	18	0.32
Textura del grano	92	8	91	9	0.94
Olor del grano	92	8	91	9	0.94
Apariencia del grano	92	8	91	9	0.94
Mayor rendimiento	92	8	91	9	0.94

* significativo al ($P < 0.25$)

Cuadro 37. Criterios según orden de importancia sobre los beneficios que ofrece tener un grano de buena calidad en el municipio de Moroceli, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadro
	no	si	no	si	
Mejor precio	50	50	27	73	0.26
Mejor nutrición	50	50	64	36	0.51
Mayor tiempo almacenamiento	100	0	91	9	0.28
Mayor rendimiento	50	50	67	33	0.28
Mejor salud familiar	67	33	82	18	0.40
Mejor salud animal	92	8	91	9	0.94

Comparando las variables designadas para establecer los beneficios que ofrece tener un grano de buena calidad se observa que no hay diferencias significativas en las respuestas dadas por ambos sexos.

La relación calidad con precio del grano está más definida para los agricultores (73%) que para las amas de casa (50%).

La relación calidad con tiempo de almacenamiento es muy baja para los agricultores (9%) e inexistente para las mujeres. Esto es muy ilustrativo para entender que el productor no pone énfasis en la calidad de su grano al momento de

almacenarlo.

La relación calidad del grano con nutrición y salud humana es más clara para las amas de casa; sin embargo, este beneficio es percibido por menos del 50% de ellas.

La relación calidad del grano con salud es una categoría no considerada por ambos sexos, Estos resultados se confirman con la práctica local de alimentar a los animales con grano altamente contaminado por hongos.

1

d. Percepción de las amas de casa y agricultores sobre la presencia de hongos en el grano en Morocelí.

Cuadro 38. Criterios según orden de importancia sobre el motivo del cambio de color y olor del grano en el campo y almacén el municipio de Morocelí, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	sí	no	sí	
Demasiada humedad	42	58	73	27	0.13*
Demasiada agua	67	33	55	45	0.55
Conocen	42	58	45	55	0.85

* significativo al ($P < 0.25$)

Al responder a la pregunta las amas de casa enfatizaron más el cambio de color y olor del grano durante su almacenamiento. Ellas dan por hecho que el agricultor almacena grano seco y que por condiciones de humedad (50%) y de agua (33%) en el lugar de almacenamiento el grano cambia de color y olor. En los casos que el grano a los dos meses de estar almacenado cambia de color (verduzco) y olor (agrio o rancio) las amas de casa si reconocen que el grano ha sido guardado con alto contenido de humedad y lo explican diciendo que el grano húmedo empieza a sudar y se pudre. En este ella avisan al hombre y éste vuelve a secar el maíz.

Los agricultores, al contrario enfatiza que este cambio en el grano se da más en el campo y la razón principal es demasiada agua (45%).

Las respuestas a esta pregunta fueron más bajas y con alto grado de indecisión, lo que demuestra que no es un tema en el que tengan muchos conocimientos.

Cuadro 39. Criterios según orden importancia sobre que entiende por grano sano o grano podrido en el municipio de Morecelí, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Grano sano					
No podrido	42	58	91	9	0.01*
No mal olor	83	17	82	18	0.92
Grano pesado	92	8	100	0	0.32
No dañado	42	58	64	36	0.29
Color claro	83	17	91	9	0.59
Para cocinar	92	8	100	0	0.32
Grano podrido					
Color café	67	33	73	27	0.75
Mal olor	75	25	100	0	0.07*
No pesa	75	25	100	0	0.07*
Para animales	92	8	91	9	0.94
Conocen	25	75	27	73	0.90
No sirve para consumo	42	58	73	27	0.13*

* significativo al ($P < 0.25$)

Las categoría locales para caracterizar un grano sano son: grano no podrido, grano sin mal olor, grano pesado, grano no dañado, grano color claro y grano para cocinar.

Las categorías locales para caracterizar un grano podrido son: grano color café, grano con mal olor, grano que no pesa, grano para animales y grano que no sirve para consumo.

Las amas de casa utilizan un mayor número de categorías para definir que es un grano sano en comparación a los agricultores. Las más importantes para ellas son que el grano no éste podrido y dañado, seguido por que no tenga mal olor y que sea de color claro.

La categoría "no podrido" no es utilizada por los hombres y en general ellos no tienen categorías claras y específicas para definir grano seco.

En las variables utilizadas par a definir grano podrido se observa un comportamiento similar al anterior.

Las amas de casa definen como un grano que no sirve par el consumo, es de color café, tiene mal olor y no pesa. Los agricultores no toman en cuenta el mal olor y no pesa; solo color café y no sirve para consumo.

Cuadro 40. Criterios según orden de importancia sobre que es una enfermedad del grano o presencia de hongos, en el municipio de Moroceli, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Grano podrido	75	25	82	18	0.29
Saben	42	58	55	45	0.53
Grano con microorganismos	92	8	100	0	0.32
Grano con ojo negro	83	17	64	36	0.28
Grano malo	100	0	91	9	0.28
Grano picado	92	8	92	8	0.94
Grano que no nace	100	0	100	0	

No se observó diferencias entre sexo en la determinación de grano enfermo en ninguno de los criterios evaluados; sin embargo los criterios de mayor importancia para las amas de casa fueron: grano podrido, grano con ojo negro, grano que no nace y grano con microorganismos. Para los agricultores los criterios de mayor importancia fueron: grano ojo negro, grano podrido y grano malo.

Al momento de responder estas preguntas hubo mucha inseguridad por parte de la pareja. Resultó difícil que puntualizaran que era un enfermedad del grano.

Cuadro 41. Criterios según orden de importancia sobre las razones de porqué se le enferma al grano, en el municipio de Moroceli, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Conocen	8	92	9	91	0.94
Problemas en la tierra	92	8	64	36	0.10*
Falta de cuidado	83	17	100	0	0.15*
Demasiada humedad	58	42	73	27	0.46
Por la polilla	92	8	100	0	0.32
Demasiada agua	75	25	64	36	0.55
Por la plaga	83	17	91	9	0.59

*significativo al ($P < 0.25$)

Se observó diferencias (Cuadro 41) entre sexos la relación enfermedad con problema en la tierra, el 8% de las amas de casa consideran que quizás sea problema de la tierra, pero exactamente no encuentran alguna relación entre ésta y la enfermedad del grano. Un 36% de los agricultores consideran que es por la tierra que el grano se enferma, consideran la tierra como un factor; para ellos la enfermedad está en la tierra llega al grano por medio del tallo. Otros consideran que el grano se enferma porque esta permanece en el rastrojo

que dejan después de cosecha.

La relación enfermedad del grano y la falta de cuidado, es importante par el 17% de las amas de casa. Dicen que no cuida la planta mientras está en el campo, no se fertiliza, no se riega y por eso se enferma. El 100% de los agricultores no relaciona falta de cuidado con enfermedad.

No se observó diferencias en los demás criterio evaluados. Ambos saben porqué se enferma el grano. Los criterios de mayor importancia para las amas de casa son: demasiada humedad, demasiada agua, falta de cuidado y por la plaga. Para los agricultores son: por problema en a tierra, demasiada agua, demasiada humedad y por la plaga.

e. Respuesta de la pareja a las muestras de maíz con diferentes porcentaje de daño por hongos en Morocelí

Se observó diferencias significativas (Cuadro 42) entre sexos en el grado de daño por hongos que sirve para consumo humano. El 67% de las amas de casa si consumirían grano dañado en un 75% y el 100% de ellas lo consumirían con un 50% de daño. Justifican su respuesta porque al lavar el grano ellas dicen que separan el grano malo del bueno y proceden a cocinar.

Los agricultores por el contrario solo un 18% considera

para consumo un grano con 75% de daño y un 64% un grano con 50% de daño.

En la muestra con 100% de daño es rechazado por ambos sexos; lo consideran que es solo para los animales. En cuanto al grano con 25% de daño todo lo consumirían. Por lo general, la mayoría del grano que consumen tiene este porcentaje de daño.

Cuadro 42. Grado de daño por hongos en el grano rechazado para consumo humano, en el municipio de Morocelí, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Rechaza grano con 100% de daño	0	100	0	100	
Rechaza grano con 75% de daño	67	33	18	82	0.01*
Rechaza grano con 50% de daño	100	0	64	36	0.02*
Rechaza grano con 25% de daño	100	0	100	0	
Rechaza grano con 0% de daño	100	0	100	0	

* significativo al ($P < 0.25$)

La relación grano en mal estado (Cuadro 43) y daño a las personas y animales se observó diferencia entre sexos.

Cuadro 43. Percepción de los efectos negativos en personas y animales causado por el consumo de grano dañado por hongos, en el municipio de Morocali, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadro
	no	si	no	si	
Causa daño animales	67	33	72	27	0.75
Causa daño personas	25	75	55	45	0.14*

* significativo al ($P < 0.25$)

El grano dañado no causa daño a los animales a criterios del 67% de las amas de casa y 72% de los agricultores. En este criterio no hay diferencias por sexo. Comentan que hasta ahora no han visto o escuchado que un animal se haya muerto por consumir grano en mal estado.

El 75% de las amas de casa sí consideran que puede hacerles daño si comen grano con hongos; sin embargo por la necesidad mucha gente si lo come. El 45% de los agricultores muy pocos, consideran que puede hacerles daño, hasta el momento dicen no tener conocimiento de personas que hayan consumido grano con hongos y les haya provocado daño.

El criterio de mayor importancia tanto para las amas de casa como para los agricultores fue que puede causar daño a la personas.

Las respuestas general sobre las características organolécticas del grano dañado en 100%, 75%, 50% y 25% fueron que este tenía ojo negro, estaba podrido, mal olor, olor a rincón, olor a nacido.

Cuadro 44. Comportamiento según sexo hacia el grano con diferentes porcentajes de daño por hongos, en el municipio de Moroceli, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Come grano con 75% daño	25	75	64	34	0.06*
Da animales grano con 75% daño	58	42	18	82	0.04*
Escoge grano con 75% daño	25	75	73	27	0.02*
Come grano con 50% daño	0	100	36	64	0.02*
Da animales grano con 50% daño	83	17	55	45	0.13*
Escoge grano con 50% daño	92	8	45	55	0.04*
Escoge grano con 25% daño	0	100	45	55	0.01*

* significativo al ($P < 0.25$)

Las amas de casa respondieron en mayor porcentaje que si consumen grano con 75% y 50% de daño (Cuadro 44). Esto corrobora las respuestas anteriores en que ellas ponían énfasis en el proceso de selección del grano al momento de prepararlo. En este caso ellas volvieron a responder en mayor porcentaje que los agricultores, que escogen el grano con 75% y 25% de daño. En este cuadro hay un dato contradictorio que es la no escogencia del grano con 50% de daño.

Las mujeres igualmente dan menos cantidad de grano dañado con 75% y 50% a los animales ya que lo consideran apto para consumo humano.

Los agricultores el grano con 75% de daño lo consideran más apto para consumo animal que humano. El grano con 50% y 25% de daño, en promedio, lo perciben tan apto para humanos como para animales.

Se observó diferencias en la muestra de 50% de daño en el criterio lo escogen si o no, el 92% de las ama de casa si lo escoge el grano bueno antes de consumir para que la masa rinda más, el 55% de los hombre si consideran escogerlo para asegurarse de estar consumiendo buenas tortillas.

Se observó diferencias en la muestra de 25% de daño en el criterio lo escogen si o no, el 55% de los agricultores no escogen el grano porque consideran que el daño que tiene es menor que la muestra anterior, esta tiene menos granos dañados que las muestras anteriores, un 100% de las ama de casa si lo

escoge porque siempre tiene grano dañado, no tanto como las anteriores pero sí tiene algunos que otro granos dañados.

f. Definición de parámetros de calidad utilizados por las amas de casa y agricultores en Güinope.

Cuadro 45. Criterios según orden de importancia sobre los factores que influyen en el precio obtenido por su maíz al momento de venderlo en el municipio de Güinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Necesidad	100	0	73	27	0.05*
Calidad del grano	17	83	18	82	0.92
Precio plaza	83	17	82	18	0.92

* significativo al ($P < 0.25$)

Hay una diferencia por sexo de la percepción sobre los factores que influyen en el precio del producto al momento de venderlo (Cuadro 45).

El 100% de las ama de casa no consideran el criterio de necesidad importante, porque no importa que tan grande sea la necesidad de la población, el precio del producto no varia. Lo

contrario es para los agricultores, un 27% si consideran este aspecto que influye en el precio, porque si el vendedor observa que en la zona existe escasez de maíz entonces pedirá mejor precio al que quiera comprarle.

Los factores según orden de importancia que influyen en el precio final del grano para las amas de casa son: calidad del grano, precio de plaza. Para los agricultores son: calidad del grano, necesidad y precio de plaza.

Estos resultados son similares a los de Morocelí, las amas de casa no consideran que la necesidad influya en el precio del producto, lo que corrobora que no maneja conceptos de la oferta y demanda la que influyen en el precio de todos los productos. Los agricultores consideran que la necesidad influye en precio del producto al venderlo.

Cuadro 46. Criterios según orden de importancia sobre como selecciona el grano para consumo en el municipio de Güinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Grano bueno	17	83	18	82	0.92
Escoge grano	75	25	73	27	0.91
Grano no picado	92	8	73	27	0.31
Grano sin hongo	75	25	55	45	0.30

No se observó diferencia por sexos en los criterios para seleccionar grano para consumo.

sin embargo en las respuestas de los agricultores un 27% y 45% no consumen grano picado y grano con hongos por que no le gusta. El bajo porcentaje de respuestas de las amas de casa en estos dos criterios se explica por el hecho de que al momento de lavar el grano y dejarlo en reposo estos granos flotan y lo sacan.

Los criterios de mayor importancia para las amas de casa son: grano bueno, escoge grano, grano sin hongo y grano picado. Para los agricultores los criterios son: grano bueno, grano sin hongo, escoge grano y grano no picado.

Cuadro 47. Criterios según orden de importancia sobre como selecciona el grano para semilla en el municipio de Güinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Mazorca grande	8	92	18	82	0.47
Escoge grano de la punta	92	8	9	91	0.00*
Escoge grano de la base	92	8	9	91	0.00*
Números de fila	92	8	9	91	0.00*
Grano grande	8	92	0	100	0.32

* significativo al ($P < 0.25$)

Las amas de casa consideran importante dos criterios para seleccionar semilla, mazorca grande y grano grande. Esto se debe a que al igual que en Morocelí, ellas no realizan esta práctica.

Los agricultores consideran 5 criterios y le da una importancia entre el 92% y 100% a varios de ellos. Ellos desechan el grano de la punta y de la base porque es un grano muy pequeño, no pesa, tamaño irregular y lo utilizan para el consumo. Considera muy importante el número de filas más de 18 debe tener la mazorca para seleccionar semilla de siembra.

Los parámetros de calidad de grano (Cuadro 48) que difieren entre sexo son 4: grano sin insecto es más importante para las ama de casa (42%), solo un 9% para los agricultores lo ven importante; grano sin hongo fue considerado por un 75% de las ama de casa y un 45% por los agricultores;. El grano seco para un 27% de los agricultores sí es importante. Para ellos un grano seco es de mejor calidad porque no se deteriora y se guarda por más tiempo. Un grano limpio es más importante para las amas de casa un 8% que para los agricultores que no consideran en absoluto.

El 64% de los agricultores consideran el tamaño del grano criterio de buena calidad, un 25% de las ama de casa consideran muy poco este criterio; ellas explican que un grano puede ser pequeño y considerarse de buena calidad, lo importante es que no tenga ninguna alteración en su forma.

Los criterios de calidad considerados importantes por más

del 40% de las ama de casa son: grano sin hongo, grano sano, grano sin insecto. Para los agricultores más del 40% son: tamaño del grano, grano sano, grano sin hongo. Los demás criterios no son considerados de mucha importancia.

Cuadro 48. Criterios según orden de importancia sobre en que se basa para identificar un grano de buena calidad, en el municipio de Güinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Grano sin insecto	58	42	91	9	0.07*
Grano sin hongo	25	75	55	45	0.14*
Grano seco	100	0	73	27	0.05*
Tamaño del grano	75	25	36	64	0.03*
Grano sano	25	75	45	55	0.30
Grano entero	100	0	100	0	
Grano limpio	92	8	100	0	0.32
Color del grano	92	8	82	18	0.47
Textura del grano	92	8	82	18	0.47
Olor del grano	100	0	100	0	
Apariencia del grano	83	17	73	27	0.53
Rendimiento del grano	83	17	82	18	0.92

* significativo al ($P < 0.25$)

Comparando las variables designadas para establecer los beneficios que ofrece tener un grano de buena calidad se observa que hay diferencias significativas en las respuestas dada por ambos sexos (Cuadro 49).

La relación calidad del grano con una mejor nutrición fue altamente significativa, el (75%) de las amas de casa la definieron mejor, los agricultores solo un 45%. Esto se explica por ellas en el sentido de que al tener un buen grano estarán consumiendo tortillas de mejor calidad nutritiva, la cantidad de masa es mayor.

La relación calidad del grano con el precio del grano esta mas definida por las amas de casa (83%) que para los agricultores (64%).

La relación calidad del grano con tiempo de almacenamiento fue definida un poco baja por las amas de casa (8%) e inexistente para los agricultores. Esto es muy revelador en el sentido que el productor no esta poniendo énfasis en la calidad del grano al momento de guardarlo.

La relación calidad del grano con mejor salud familiar y mayor rendimiento es más clara para los agricultores; sin embargo, este beneficio en promedio es percibido por menos del 50% de ellos.

La relación calidad del grano con salud animal es una categoría no considerada por ambos sexos. Estos resultados son similares a los de Morocelí, confirmado un vez más que la práctica local de alimentar a los animales con granos dañado

por hongos es común.

Cuadro 49. Criterio según orden de importancia sobre que beneficios le ofrece tener un grano de calidad, en el municipio de Güinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Mejor precio	17	83	36	64	0.27
Mejor nutrición	25	75	55	45	0.15*
Mayor tiempo de almacenamiento	92	8	100	0	0.32
Mayor rendimiento	83	17	64	36	0.27
Mejor salud familiar	75	25	64	36	0.53
Mejor salud a animales	100	0	100	0	

* significativo al ($P < 0.25$)

g. Percepción de las amas de casa y agricultores sobre la presencia de hongos en el grano en Güinope.

En cuanto a la percepción del problema de hongos en el grano se realizaron una serie de preguntas a ambos sexos (Cuadro 50).

Cuadro 50. Criterios según orden de importancia sobre el motivo del cambio de color y olor del grano en el campo y almacén, en el municipio de Güinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Saben	42	58	0	100	0.02*
Por humedad en almacén	58	42	9	91	0.13*
Por humedad en campo	58	42	36	64	0.29

* significativo al ($P < 0.25$)

Al responder a esta pregunta los agricultores enfatizaban más el cambio de color y olor del grano durante estuvo en el campo (64%) y almacén (91%). Ellos consideran que al estar por mucho tiempo el grano en el campo y este lloviendo entonces la demasiada agua puede provocar cambio de color y olor en el grano. En el caso del almacén el grano al guardarse con una humedad no adecuada, después de varios meses de almacenamiento el grano comenzará a deteriorarse.

Las amas de casa, al contrario, enfatizan estos dos criterios en un bajo porcentaje, lo que indica que no relacionan estos dos con el cambio de color y olor que se dan en el grano.

Un 100% de los agricultores saben por que cambia el grano, lo contrario para las ama de casa un 42% no sabe. Esto

se explica debido a que el agricultor esta más en contacto con el campo esto le permite tener un mejor conocimiento de las causas de dicho cambios en el grano, no así las ama de casa ya que permanece siempre en el hogar.

Las categorías locales para definir un grano sano y un grano podrido fueron similares a las utilizadas por la pareja en el municipio de Moroceli (Cuadro 51).

La categoría "sin mal olor" no es utilizada por los agricultores y en general tienen muy pocas categorías claras y específicas para definir un grano sano.

Las amas de casa utilizan un mayor número de categorías para definir que es un grano sano en comparación con el agricultor. Las más importantes para ellas son : grano no dañado, grano no podrido, grano sin mal olor.

En las variables utilizadas para definir grano podrido se observó un comportamiento similar al anterior no hubo diferencias entre sexos.

Las amas de casa definieron como un grano que no sirve para consumo, el que no sirve y color café, Los agricultores toman en cuenta no sirve y color café.

Cuadro 51. Criterios según orden de importancia sobre que entiende por grano sano o podrido, en el municipio de Güinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Grano sano					
Grano sin mal olor	92	8	100	0	0.32
Grano pesado	100	0	100	0	
Grano no dañado	17	83	18	82	0.92
Color claro	100	0	100	0	
No podrido	50	50	55	45	0.79
Grano para cocinar	100	0	100	0	
Grano podrido					
Color café	75	25	64	36	0.55
Mal olor	100	0	100	0	
No pesa	100	0	100	0	
Para animales	100	0	100	0	
No sirve para comer	42	58	36	64	0.77
Conocen	8	92	9	91	0.94

No se observó diferencia entre sexos (Cuadro 52) en la definición de grano enfermo en ninguno de los criterios evaluados; sin embargo los criterios de mayor importancia para las amas de casa son: grano con ojo negro, grano malo y grano podrido. Para los agricultores los son: grano podrido grano

ojo negro, grano malo y grano picado.

Al igual que en Morocelí se observó que por parte de ambos sexos hubo mucha inseguridad por parte de ambos. Resulto difícil que definieran que era una enfermedad (Cuadro 52).

Cuadro 52. Criterios según orden de importancia sobre que es una enfermedad del grano o la presencia de hongos, en el municipio de Güinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Grano podrido	83	17	64	36	0.27
Saben	8	92	9	91	0.94
Grano con microorganís mo	100	0	100	0	
Grano con ojo negro	67	33	73	27	0.77
Grano malo	83	17	82	18	0.92
Grano picado	100	0	91	9	0.28
Grano no nace	100	0	100	0	

Se observó diferencias entre sexos en la relación enfermedad del grano con falta de nutriente (Cuadro 53). El 100% de las amas de casa no consideran que el grano se enferma por falta de algún tipo de nutriente. Un 36% de los agricultores considera que se enferma por falta de nutrientes

en la tierra, ellos argumentan que al no tener suficiente nutriente la tierra entonces la planta crece débil y el grano que produce esta más expuesto a ser atacado por la enfermedad.

Cuadro 53. Criterios según orden de importancia sobre porque se enferma el grano, en el municipio de Güinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa ‡		Agricultor ‡		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Falta de nutriente	100	0	64	36	0.00*
Demasiada humedad	67	33	64	36	0.87
Saben	8	92	18	82	0.47
Problema en la tierra	92	8	100	0	0.32
Por plaga	75	25	91	9	0.32
Falta de cuidado	83	17	82	18	0.92
Por la polilla	100	0	100	0	
Demasiada agua	67	33	64	36	0.87

* significativo al (P<0.25)

Los criterios considerados importantes por más del 30% de las ama de casa son: demasiada agua, demasiada humedad. Para más del 30% de los agricultores son: demasiada agua, demasiada

humedad y falta de nutriente.

n. Respuesta de la pareja a las muestras de maíz con diferentes porcentaje de daño por hongos en Gúinope

Los siguientes resultados se basan en el comportamiento, por sexo entre 5 muestras con diferentes porcentaje de daño por hongos (Cuadro 54).

Cuadro 54. Grado de daño por hongos en el grano rechazado para consumo humano, en el municipio de Gúinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Rechaza grano con 100% de daño	8	92	0	100	0.32
Rechaza grano con 75% de daño	17	83	18	82	0.92
Rechaza grano con 50% de daño	50	50	55	45	0.79
Rechaza grano con 25% de daño	92	8	91	9	0.94
Rechaza grano con 0% de daño	100	0	100	0	

No se observó diferencias entre sexo en ninguno de los criterios evaluados. Estos resultados nos indican que ambos perciben la presencia de hongos en el grano.

Los criterios de mayor importancia tanto para las amas de casa y agricultores fueron: rechazan el grano con 100% de daño, rechazan el grano con 75% de daño, rechazan el grano con 50% daño y rechazan el grano con 25% de daño.

Cuadro 55. Percepción de los efectos negativos en personas y animales causado por el consumo de grano dañado por hongos, en el municipio de Güinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Causa daño a animales	42	58	45	55	0.85
Causa daño a personas	42	58	18	82	0.30

El grano dañado por hongos no causa daño a los animales a criterio del 42% de las amas de casa y 45% para los agricultores (Cuadro 55). En este criterio no hay diferencias por sexo. Comentan que hasta el momento no han visto o escuchado que algún animal se haya muerto por consumir grano con hongos.

No se observó diferencias entre sexos en lo referente a

que el grano dañado con hongos causa daño a las personas; sin embargo, el 82% de los agricultores considera más este criterio a pesar de no estar seguro, mientras un 58% de las amas de casa consideran que hace daño.

Los criterios de mayor importancia considerados por las amas de casa son: causa daño a animales y personas. Para los agricultores el criterio de mayor importancia es el causa daño a las personas y daño a los animales.

Las respuestas generales en Güinope sobre las características organolépticas del grano dañado en 100%, 75%, 50% y 25% fueron muy similares a las mencionadas por la pareja en Morocelí, estas fueron: grano tenía ojo negro, estaba podrido, mal olor, olor a rincón, olor a nacido.

Cuadro 56. Comportamiento según sexo hacia el grano con diferentes porcentajes de daño por hongos, en el municipio de Güinope, 1994.

Criterios de mayor importancia					
	Amas de casa %		Agricultor %		Prueba chi cuadrado
	no	si	no	si	
Olor a rincón grano con 75% de daño	50	50	82	18	0.11*
Mal olor grano con 25% de daño	25	75	0	100	0.06*
Escoge grano con 25% de daño	67	33	91	9	0.15*

* significativo al ($P < 0.25$)

Se observó diferencias significativas entre sexos (Cuadro 56) en el aspecto tiene olor a rincón en la muestra de 75% de daño, un 50% de las amas de casa consideran que tiene olor a rincón, esto se debe a que el grano cuando pasa mucho tiempo almacenado en el barril adquiere ese olor, un 18% de los agricultores muy pocos consideran que tiene olor a rincón, sin embargo las amas de casa perciben más ese olor por estar constantemente extrayendo maíz de las estructuras para cocinar.

Se observó diferencias en cuanto al aspecto tiene malo olor la muestra con 25% de daño, el 25% de las amas de casa no consideran mal olor porque normalmente este grano lo comen diariamente, un 100% de los agricultores sí consideran que si tiene mal olor, debido a que ha estado mucho tiempo almacenado, o porque se ha guardado un poco húmedo.

Se observó diferencias entre sexos, un 67% de las amas de casa no escogen el grano para consumo. Justificando que al lavarlo y dejarlo en reposo el grano malo frota, además este grano lo consumen diariamente y no considera escogerlo.

Los agricultores el 91% no escoge grano para consumo, considera que este se come.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones obtenidas en base a los resultados del presente estudio son:

1- Los agricultores de ambas zonas realizan la siembra del maíz en la época de primera.

2- La preparación del terreno es realizado por medio de una combinación tractor-animal en Morocelí y en Güinope totalmente con bueyes.

3- En ambas zona venden en su totalidad la producción que obtienen del cultivo.

4- Los agricultores de ambas zonas utilizan semilla criolla para la siembra.

5- Los agricultores de ambas zonas en su mayoría utilizan productos químicos en el control de malezas.

6- El sistema de secado del maíz en el campo es diferentes, en Morocelí emburran, en Güinope dejan parado el maíz.

7- El transporte de su cosecha, lo realizan con carretas tiradas por bueyes y en caballos en Morocelí y Güinope respectivamente, diferencias debido a la topografía del terreno.

8- El desgrane de su cosecha lo realizan mecánicamente y manualmente en Morocelí y Güinope respectivamente.

9- Los agricultores de ambas zonas de estudio reconocen los problemas de plaga tanto en el campo como almacén y realizan prácticas para controlar, sin embargo depende del tipo de plaga en muchas ocasiones no realizan nada por no

saber que hacer.

10- Un número igual de agricultores utilizan el silo en ambas zonas. El barril es más utilizado en Güinope que Moroceli. La troja es la más utilizada en Güinope que Moroceli.

11- El 90% de los agricultores de Moroceli consideran que el silo es la mejor estructura para guardar su grano, mientras que un 82% de los agricultores de Güinope dijeron que el barril.

12- El manejo postcosecha por parte de los agricultores es insatisfactorio en las diferentes estructuras de almacenamiento, desde el lugar donde la ubican, requisitos de limpieza, mantenimiento de las mismas y las prácticas de fumigación de los diferentes productos son realizadas no adecuadamente.

13- El proceso de nixtamalización para ambas zonas fue similar.

14- Los intermediarios de ambas zonas reconocen la importancia de la plaga de almacén y fumigan el maíz con pastillas fosfamina al inicio de su almacenamiento.

Los intermediario normalmente almacenan en silo, luego lo colocan el sacos y cajones de madera para la venta.

15- Las pérdidas físicas en el campo se incrementaron a través del tiempo, del total de pérdida un alto porcentaje corresponde a los hongos. La condiciones para su desarrollo fueron las adecuadas.

16- Los hongos de mayor presencia en ambas zonas de estudio en las muestras de campo, almacén y tortillas fueron: Fusarium sp, Penicillium sp, Aspergillus flavus.

17- Hubo un mayor porcentaje de presencia de fosforescencia verde amarilla (FVA), un 38% en las muestras de campo de Morocelí y un 15% en las de Güinope. No existe una relación directa en cuanto a la presencia de FVA y la producción de aflatoxinas, tanto en las muestras de campo como de almacén.

18- Las muestras de campo y pulpería enviadas entre octubre y diciembre, una de pulpería sobrepasó los límites de tolerancia de aflatoxinas B₁, establecidos por las normas americanas de 20 ug/kg, la muestra obtuvo 74.31 ug/kg.

19- No existe una relación directa entre el porcentaje de aislamiento del hongo Aspergillus flavus y la producción de aflatoxinas en las muestras de campo, almacén, y tortillas.

20- El porcentaje de pérdidas causadas por insectos fue mayor en el municipio de Morocelí que en Güinope.

21- La troja en Güinope fue la estructura que mayor porcentaje de pérdidas físicas presentó, en la mayoría de los niveles de pérdidas físicas, sin embargo fue la que menos pérdidas por hongos presentó, la pulpería presentó mayor pérdidas por hongos.

22- El silo en Morocelí fue la estructura que mayor porcentaje de pérdidas físicas presentó en la mayoría de los niveles de pérdidas, sin embargo la que menor porcentaje de

pérdidas y daño por insecto presentó fue el barril.

23- Hubo un incremento desproporcionado en el porcentaje de pérdidas físicas en los diferentes niveles a partir de los últimos tres meses de almacenamiento.

24- Las muestras de grano en troja y el barril en Morocelí presentaron la mayor presencia del hongo Fusarium sp.; en Güinope fue silo y pulpería. Las muestras de grano en troja y barril en Morocelí presentaron mayor presencia de Penicillium sp, en Güinope el silo y la pulpería. Las muestras de troja y barril en Morocelí presentaron presencia de A. flavus, en Güinope fue silo y barril.

25- Las muestras en barril y la pulpería en Morocelí presentaron mayor presencia de A. flavus, en Güinope fue silo y la pulpería.

26- La concentración de aflatoxinas en las muestras de almacén en Morocelí solo una sobrepasó los límites de tolerancia establecido por las normas americanas, la muestra provenía de silo, la concentración fue de 24.33 ug/kg . En Güinope ninguna de las muestras sobrepasó los límites.

27- En Güinope muestras de 4 trojas produjeron aflatoxinas, las que no produjo fue el silo. En Morocelí muestras de dos silo y pulpería produjeron aflatoxinas, muestras de barril y troja no produjeron aflatoxinas.

28- Las concentraciones de aflatoxinas en las tortillas no sobrepasaron los límites de tolerancia establecidos por las normas, para ambas zonas de estudio.

29- Las concentraciones de aflatoxinas en granos después del proceso de nixtamalización, en algunas muestra se redujo en un 45% como mínimo y en un 99% como máximo.

30- La cantidad de cal utilizada por las amas de casa fue suficiente para reducir los niveles altos a niveles bajos de aflatoxinas permitido por las normas de alimento. El porcentaje de cal utilizado por las amas de casa en promedio fue de 1 a 2%.

31- La contaminación por aflatoxinas empieza desde que el producto esta en el campo.

En cuanto a los parámetros de calidad que maneja el agricultor y la percepción de hongos en el grano en ambas zonas de estudio. Cabe mencionar que es difícil generalizar o concluir en muchos de los resultados obtenidos por la naturaleza del estudio. En forma generalizada se puede concluir en cuanto a los parámetros de calidad entre municipio lo siguiente:

1- Las diferencias observadas en los diferentes criterios evaluados fue debido al sexo son:

a- Las amas de casa tanto de Morocelí y Güinope tienen definido un mayor números de parámetros de calidad de grano que los agricultores. En su mayoría las amas de casa consideran escoger el grano para consumo.

b- Ambos no relación el tener un grano de buena calidad y los beneficios que ofrece este grano.

c- La selección de semilla es realizada por el

agricultor.

d- No tienen en un 100% definidos los parámetros de calidad.

2- En cuanto a la percepción de hongos en el grano, este fue mayor en las ama de casa de Morocelí y fue menor para las de Güinope. La percepción de hongos en el grano fue mayor en los agricultores de Morocelí que los de Güinope.

a- Las amas de casa no rechaza la mayoría de muestras con daño de hongos.

b- Ambos no relacionan el consumo de grano dañado con problemas en la salud humana y animal.

c- Ambos reconocen la presencia de hongos en el grano, sin embargo, en muchas ocasiones por necesidad consumen el grano en mal estado.

VI. RECOMENDACIONES

Con el propósito de que los puntos concluyentes del estudio puedan originar acciones, que mejoren el manejo del producto una vez cosechado e igualmente favorezcan en la reducción de pérdidas y la presencia de aflatoxinas en el grano, asegurando por ende una mejor alimentación y salud de la población de nuestros países, debemos de considerar que:

1- Es necesario continuar realizando este tipo de estudio, en otros grano (soya, frijol y sorgo) y regiones de Honduras, principalmente en la época de almacenamiento.

2- Realizar un estudio sobre la producción de micotoxinas por el hongo Fusarium sp.

3- Promover y fortalecer la participación de organismos gubernamentales y no gubernamentales en la formulación y ejecución de programas de prevención, vigilancia y control de las micotoxinas.

4- En el plano de la higiene alimentaria y de la salud deben realizarse encuestas médicas para evaluar la frecuencia del cáncer primitivo de hígado entre las poblaciones rurales que consumen maíz.

5- En el plano de la enseñanza y extensión las que forman parte integral de cualquier programa de prevención y de control. Se podrían realizar una serie de actividades como ser: publicación de literatura de divulgación sobre micotoxinas a diversos niveles locales, capacitar al agricultor en temas relacionados sobre hongos en el grano y su posible efecto en el humano y animales, con el propósito de

concientizar al agricultor y extensionista ante este eminente problema.

6- Dar un reforzamiento a los agricultores e intermediarios sobre el manejo postcosecha con énfasis en el manejo integrado de plagas de almacén; incluyendo: control preventivo (ubicación, limpieza y mantenimiento de las estructuras), un apropiado y seguro uso de plaguicidas, secado adecuado del grano antes de almacenarlo y el uso apropiado de estructuras para almacenar maíz.

7- Dar capacitación a los agricultores y amas de casas de ambas zonas sobre control de calidad de grano que incluya aspectos de mercadeo de grano y conservación adecuada de granos.

8- En el plano agronómico se debe de trabajar en las áreas siguientes: utilizar las variedades de semillas resistente, cuyo ciclo se adapte a la temporada de lluvia, atenerse la fecha más indicada de siembra y recolección del producto, eliminar residuos de cosecha, abreviación o disminución de la fase crítica del secado.

concientizar al agricultor y extensionista ante este eminente problema.

6- Dar un reforzamiento a los agricultores e intermediarios sobre el manejo postcosecha con énfasis en el manejo integrado de plagas de almacén; incluyendo: control preventivo (ubicación, limpieza y mantenimiento de las estructuras), un apropiado y seguro uso de plaguicidas, secado adecuado del grano antes de almacenarlo y el uso apropiado de estructuras para almacenar maíz.

7- Dar capacitación a los agricultores y amas de casas de ambas zonas sobre control de calidad de grano que incluya aspectos de mercadeo de grano y conservación adecuada de granos.

8- En el plano agronómico se debe de trabajar en las áreas siguientes: utilizar las variedades de semillas resistente, cuyo ciclo se adapte a la temporada de lluvia, atenerse la fecha más indicada de siembra y recolección del producto, eliminar residuos de cosecha, abreviación o disminución de la fase crítica del secado.

VII. RESUMEN

El objetivo general de nuestro trabajo fue " Analizar la presencia de aflatoxinas en el maíz; Caracterizar las técnicas de manejo postcosecha de maíz y conocer cual es la percepción y conocimiento del pequeño agricultor y del intermediario sobre la presencia de hongos en el maíz y su efecto en la calidad del grano". El estudio se llevó a cabo en los Municipios de Moroceli y Güinope, El Paraíso.

La caracterización de las diferentes prácticas se realizó, mediante una encuesta durante la toma de muestras de maíz y tortillas de octubre a julio a partir de madurez fisiológica de la planta y el almacenamiento.

El análisis de las muestras se hizo a través de: análisis estadísticos de medias, varianzas para cada municipio, medición de humedad, pérdidas físicas, aislamiento de hongos, prueba presuntiva de aflatoxinas y detección cromatográfica de aflatoxinas (prueba confirmativa). El aislamiento de hongos y detección de aflatoxinas (pruebas presuntiva y confirmativa).

Para conocer la percepción sobre presencia de hongos en el grano y los parámetros de calidad del maíz por parte de los agricultores, se realizó una encuesta separada por sexo y se evaluó su frecuencia comparativa mediante la prueba de X^2 a una probabilidad de ($P < 0.25$).

Una vez alcanzado la madurez fisiológica el maíz, el 100% de los agricultores en Moroceli utilizan el emburrado como

práctica de almacenamiento- secado en el campo y el 100% en Güinope deja parado su cultivo en el campo. El 82% de los agricultores transportan el maíz en carretas y caballos respectivamente.

El secado lo hacen en el patio durante 2 semanas. En Güinope colocan el maíz en "tabanco" durante 2 meses. El 56 y 100% de los agricultores de Morocelí y Güinope respectivamente desgranar el maíz manualmente.

El promedio de pérdidas del maíz en el campo fue en aumento en el tiempo de 3.8 a 8.1%. De estas pérdidas, en promedio, un 8% correspondieron a insectos y un 85% a hongos (cualquiera mancha indicativa de daño por hongos se consideró pérdida).

Los hongos de mayor predominancia en las zonas fueron: Fusarium sp. con 100 y 85%, Penicillium sp. con 63 y 53% y Aspergillus flavus con 48 y 8% respectivamente.

Las concentraciones de aflatoxinas B₁ en las muestras de grano procedente de campo y pulpería en el municipio de Morocelí fue de 0.05 a 74.31 ug/kg (límites de tolerancia en USA de 20 ug/kg).

El promedio de humedad del grano durante su almacenamiento en municipio fue: 15% en el silo metálico, 14 y 15% en la troja, 15 y 16% en el barril y 14 y 16% en las pulperías, humedades adecuadas para el desarrollo de hongos.

El silo es utilizado por 40% de los agricultores en Morocelí y el 36% en Güinope. El barril es utilizado solo por

el 10% en Moroceli y el 90% en Güinope. Los agricultores en Moroceli considera que la mejor estructura para guardar el grano es el silo y para los de Güinope es el barril. Más del 80% de los agricultores fumigan su grano al momento de guardarlo.

La troja fue la estructura que presentó mayor porcentaje de pérdida ocurrida por insectos (4.5%) y la que presentó menos porcentaje de pérdidas por hongos (7.0%). Las estructuras con menor porcentaje de pérdidas por insecto fueron: el barril (2%) y la pulpería (1%). Las estructuras con mayor porcentaje de pérdidas por hongos presentaron fueron: el silo (11%) y la pulpería (10%).

Las concentraciones de aflatoxinas B₁ en el grano almacenado en las diferentes estructuras de almacenamiento para ambos municipios fue de 0.11 a 24.33 ug/kg (solo obtenidas en 81 muestras).

En el municipio de Moroceli muestras de maíz almacenados en silos (3) y pulpería (2) presentaron aflatoxinas, maíz almacenado en troja y barril no presentaron aflatoxinas. En el municipio de Güinope muestras de maíz almacenado en trojas (5), barril (2) y pulpería (1) presentaron aflatoxinas, maíz almacenado en silo no presentó aflatoxinas.

Las concentraciones de aflatoxinas en las muestras de tortillas para ambos municipio fue de <0.05 a 0.43 ug/kg, ninguna sobrepasó los límites de tolerancia permitidos por las normas americanas de alimentos. El proceso de nixtamalización

y preparación de tortillas redujo considerablemente las concentraciones de aflatoxinas.

Un mayor porcentaje de las amas de casa de ambos municipios poseen mayor número de parámetros de calidad del grano que los agricultores; sin embargo, no relacionan tener grano de buena calidad con mayor tiempo de almacenamiento y mejor nutrición.

Tantos los agricultores como sus señoras perciben la presencia de hongos en el grano; sin embargo, un alto porcentaje de las amas de casas consumirían grano hasta con 75% de daño por hongos, no así los agricultores que lo rechazan completamente. Ambos si consumirían un grano con 25% de daño por hongos y aparentemente es el nivel de deterioro que normalmente consumen. Ambos no relacionan el riesgo al que puedan estar expuesto ellos y sus animales si consumen grano con hongos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ABBAS, H.K., MIROCHA, C.J., PAWLOSKY, R.J. and PUSH, D.T. 1983. Effects of cleaning milling and baking on deoxynivalenol in wheat. *Applicate Enviroment. Microliology.* 50:482-486. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y el Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- , ROSALES, R. and CARVAJAL, M. 1988. Descomposition of zearalenone and deoxynivalenol in the process of making tortillas from corn. *Cereal Chemical.* 65:15-19. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- ALPERT, M.E., HUTT, M.R, WOGAN, G.N and DAVIDSON, C.S 1971. Association between aflatoxins conten of food and hepatoma frecuency in Uganda, *Cancer.* 28:253-260. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi) 1982. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- ANDINO, K.L.I. 1990. Incidencia de hongos en maíz almacenado. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, EL Zamorano, Honduras. 53 p.
- APRON, N., RESNIK, S. and FERRO FONTAN, C. 1987. Obtención de muestras representativas para el análisis de micotoxinas. *An Asociación. Químicos. Argentina.* 75:501-510. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y el Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- BARNETT, H.L. and HUNTER, B.B. 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Division of Plant science. West Virginia University. Morgantown, West Virginia. Departament of Biology California State Collage. California Pennsylvania. 262 p.
- BHAT, R.J. 1987. Examen de las actividades de prevención y control de las micotoxinas. En: Estrategias para su mejora a partir de la experiencia en Asia y Africa Occidental. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.

- BLANEY, B.J., RAMSEY, M.D and TYLER, A.L. 1986. Mycotoxins and toxigenic fungi in insect-damage maize harvest during 1983 in for North Queensland. Australian. Journal Agricultural. 37:235-244. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- BREEKKEK, O.L., PEPELINKIS, A.J. and LANCASTER, E. 1975. For presentation af thr e international meeting (ASAE paper # 74. 3075 p. In: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- CAMPBELL, T.C. and STOLFF, L. 1974. Implication of mycotoxins for human health. Journal Agriculture Food Chemical. 22:1006-1015. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- CAMPOS, M.DE. 1987. Relación entre micotoxinas y alimentación en países en desarrollo. Segunda Conferencia Internacional Mixta FAO/OMS/PNUMA sobre micotoxinas, Bangkok, Tailandia, 28 septiembre- 30 octubre. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- CASTRO, J. 1987. Estrategia tecnológica para la prevención de pérdidas de granos postcosecha en México. 39-41 p. [Memoria]. Encuentro Latinoamericano sobre almacenamiento y conservación de granos básicos. México 21-23 Septiembre.
- CODIFER, L.P., MANNGE, J.R., DOLLAEAR, F.G. 1976. Aflatoxin inactivation: Treatment of peanuts meal with formal dehyde and calcium hidroxide. Journal Agricultural. Food Chemical. 15:1090-1092. In: Solorazno Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.

- CONSEJO NACIONAL DE PRODUCCION. 1990. La contaminación de granos por aflatoxinas, posibles soluciones al problema experiencia de Costa Rica. San Jose C.R. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- CRESPO, J. 1979. Incidencia de la contaminación por aflatoxinas en granos de la costa de Guatemala. Tesis. Facultad de ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- CHRISTENSEN, C.M. 1957. Deterioration of stored grains by fungi. Botany. Rev. 23:108-134. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- _____, y L.C LOPEZ. 1964. Daños que causan en México los hongos de granos almacenado. edit. Rabasa. Centro Regional de Ayuda Técnica, AID. México. 27 p. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- _____, 1976. Contaminación por hongos en granos almacenados. Traducido del inglés al español por el Doctor Ernesto Moreno Martínez. Editorial Pat Mex. México. 199 p.
- _____. and H. KAUFMAAN. 1976. Grains storage, the role of fungi in quality control. Edit. Galve. México. 189 In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- DAVID, N.D. and DIENER, U.L. 1970. Environment factor affecting the production of aflatoxins. Proc. 1st US-JAPAN Conference. "Toxicology Microorganisms. ycotixins-Botulism". 43-47 p. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi) .1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- DE BREVE, M.A., RABOUD, G., SIERBER, J. y PERDOMO, J.A. 1984. Potoscosecha. Informe sobre los primeros resultados. Tegucigalpa, Honduras. 125 p.

- DE LEON, C. 1984. Enfermedades del maíz. CIMMYT, México. 56-92 p.
- DICKENS, J.W., WHITAKER, T.B. 1981. Bright greenish yellow fluorescence and aflatoxins in recently harvested yellow corn marketed in North Carolina. Journal of AOCS. 58:973 A- 975 A. In: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- DINIER, U.L. and DAVIS, N.D. 1969. Aflatoxins formation by Aspergillus flavus. In: "Aflatoxins scientific back ground, control and implication". Ed. by Goldblatt. Academic Press. New York and London. 13-54 p. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- DIRECCION GENERAL DE CENSOS Y ESTADISTICAS, 1993. Encuesta Agrícola. Ministerio de Economía. Tegucigalpa, Honduras.
- EGAN, H., STOLOFF, L., SCOTT, P., CASTENARO, M., O'NEILL, I.K. and BARTSCH, H. 1982. Environmental Carcinogens. Selected methods of analysis. Some Mycotoxins (CARC Scientific Publication No. 44). Lyon, International Agency for Research on Cancer. Vol.5:455 p.
- FAO, 1971. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. Roma, Italia. 389 p.
- _____, 1979. Perspectivas de las micotoxinas. Alimentación y Nutrición. Roma, Italia. No 13.
- _____, 1985. Los primeros 40 años 1945 - 1985. Roma, Italia. 155 p. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- _____, 1986. Developments concerning regulation and tolerance limits for aflatoxins. CCP:87/7. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.

- _____/UNEP/PNUMA, 1987. Nairobi + 10. Informe de la conferencia mixta sobre micotoxinas, Bangkok, Tailandia. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- _____, 1991. Estructuras para el almacenamiento de granos a nivel rural. tecnología Postcosecha. Santiago de Chile. Vol.1:5-10. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- FENNELL, D.I., BOTHAS, R.J., LILLEHOJ, E..B and PETERSON, R.E. 1973. Bright greenshish-yellow fluorescence and associated fungi in white corn naturally contaminated with aflatoxin. Cereal Chemical. 50:404-414. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982.[Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- GOLDBLAT, L.A. 1973. Learning to live with micotoxins aflatoxins a case history. Pure Applicate Chemical. 35:223-238. In: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- _____, 1986. Aflatoxins and its economic control. Botany. 22:51-61. In: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- GRAHAM, J. 1982. The occurrence of aflatoxin in penautsin relation type and pod splinting. Food Technology. Australian. 34:208-212. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y el Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- GUILLEN, L. 1988. Experiencias sobre transferencia de tecnología en el manejo Postproducción de grano básicos a nivel de finca en Honduras. Proyecto Postcosecha, Secretaría de Recursos Naturales, Cooperación Suiza para el Desarrollo. Tegucigalpa, Honduras. 11 p.

- HALL, D.W. 1971. Manipulación y almacenamiento de granos alimenticios en las zonas tropicales y subtropicales. 3^{era}. FAO. Roma, Italia. 136 p. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- HESSELTINE, C.W. 1981. Conditions leading to contamination by aflatoxins. In: Proceeding of the International Symposium on Mycotoxins, Cairo, september 6-8. Ed. K. Naguib, M.M. Naguib, D.L. Park y A.E. Pohland, the General Organization for Government. Printing Offices. Cairo, Egypt (1983). 47-69 p. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y el Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- HINDMARSH, P.S., TYLER, P.S. y WEBLEY, D.T. 1979. Almacenamiento de granos: Métodos para el pequeño agricultor.
- HOLYDAY, C.E. 1976. A rapid Screening method for the aflatoxins and Ochratoxin A. Journal Am oil Chemical So. 56:603-605.
- ILAG, L.L., MANDAMBA, L.S.P., CELINO, L.P. and MALAPITAN, A.N. 1974. Comparative aflatoxin contents of pre-harvest and post-harvest corn. Philippines. Journal of Biology. 3:83-91. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairo)1982. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- JARVIS, B.B. 1986. Thricothecene mycotoxins and their interactions with plants in mycotoxins and Phycotoxins. P.s. Steyn and Vleggaar, R. Publisher. Elservier Sicience. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- JELINEKE, C. 1987. Distribución de las micotoxinas: Análisis de los datos mundiales sobre productos básicos, incluidos en el programa conjunto internacional FAO/OMS/PNUMA sobre Vigilancia de la Contaminación de los alimentos. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre Prevención y Control de Micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.

- JEMALI, M. 1987. Aspectos Económicos y Comerciales de las micotoxinas. Segunda Conferencia Internacional Mixta FAO/OMS/PNUMA sobre micotixinas. Bangkok, Tailandia. 28 septiembre- 30 octubre. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- JEWERS, K. 1987. Problemas relacionados con la toma de muestra para la determinación del contenido de micotoxinas y la interpretación de los resultados. Segunda Conferencia Internacional Mixta FAO/OMS/PNUMA sobre Micotoxinas, Bangkok, Tailandia, 29 septiembre- 3 octubre. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre Prevención y Control de Micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- JOFFE, A.Z. 1962. Mucopath. Mycology Applicatae. 16:3-201. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- JUGENHEIMER, R. 1981. Maíz: Variedades mejoradas, métodos de cultivos y producción de semillas. Ed. Limusa, México. 841 p. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- KIERMEIER, R. 1977. The significance of aflatoxins in the dairy industry. Ann Bull Int Dairy Feed. 98:1-23, 25-43. In: OPS/OMS/PNUMA, 1983. Criterios de salud ambiental 11. Micotoxinas. Washington, E.U.A. 131 p.
- KIUPER-GOODMAN, T. 1990. Uncertainties in the riskassment of the three mycotixin aflatoxin, Ochratoxin and Zearalenone. Compendium Journal Physiology. Pharmacology. 68:1017-1024. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre Prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- KRISHMACHARI, K.A. VIR., BHAT, R.V., NAJARAN, V. and TILAK, T.B.G. 1975. Investigation into outbreak of hepatitis in parts of western India. Journal Medecine. Res. 63:1036-1048. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.

- KROGH, P. 1976. Mycotoxic nephropathy. In. Advances in veterinary science and comparative medicine. New York, Academic Press. Vol.20:147-170. In: OPS/OMS/PNUMA, 1983. Criterios de salud ambiental II. Micotoxinas. Washington, E.U.A.131 p.
- _____ 1978. Causal associations of mycotoxic nephropathy. Acta Pathology Microbiology. Seconds [A]. Supl. 269 p. In: OPS/OMS/PNUMA, 1983. Criterios de salud ambiental II. Micotoxinas. Washington, E.U.A. 131 p.
- LACEY, J., S.T. HILL and M.A. EDWARDS. 1980. Microorganisms in stored grains their enumeration and significance. Tropical Stored Product Information. London. 39:19-32.
- LARSEN, S. 1928. [Sobre la degeneración crónica de los riñones causadas por el centeno mohoso. Maanedsskr Dyt. 40:259-284, 289-300. In: OPS/OMS/PNUMA, 1983. Criterios de salud ambiental II. Micotoxinas. Washington, E.U.A. 131 p.
- LILLEHOJ, T., E.G. and C.W. HESSELTINE. 1976. Aflatoxin control during plant growth and harvest of corn. In: Mycotoxins in human and animal health. Proceedings . Maryland, october 4-8. Ed. J.V. Rodricks, C.W. Hesseltine and M.A. Mehman. Pathotoxicology Publisher, Inc. Illinois, USA (1977). 107-119 p. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- LINDBLAD, C. y DRUBEN, L. 1979. Almacenamiento del grano. Editorial Concepto S.a. México, D.F. 331 p.
- LOPEZ, L.C. and CHRISTENSEN, C.M. 1967. Effects of moisture content and temperature on invasion of stored corn by Aspergillus flavus. Phytopathology. 57:588 p. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- LOPEZ, R. y L.C, LOPEZ. 1982. Efectos de las aflatoxinas sobre gallinas de postura. Tecnología Pecuaria en México. 28-32 p.
- MACFARLANE, J.A. 1989. Guidelines for pest management research to reduce stored food losses caused by insects and mites. Bulletin. 22:6.

- MAIN, G., CODIFER, L. and DOLLEAY, F. 1967. Effects on heat on aflatoxins in oil seed meals. *Journal Agricultural Food Chemical*. 15:1090-1092. *In*: Solorzano Mendizabal, M.C 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- _____, et al. 1970. Chemical inactivation of aflatoxins in peanut and cottonseed meal, *Journal of the AOAC*. 173-176 p. *In*: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- MARTINEZ, M.L. 1968. Efectos de ciertos hongos sobre el valor nutritivo calidad y conservación del maíz en Guatemala, Guate. USAC (Tesis de Graduación). Facultad de Agronomía. *In*: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- MARTIN, P.M.D. 1974. Fungi associated with common crops and crop products and their significance, *South American. Journal Medicine*. 48:2374-2378. *In*: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- MARTINEZ, E.M. y BENAVIDES, C.O. 1988. Manual para la identificación de hongos en granos y sus derivados. Universidad Autónoma de México. D.F. 109 p.
- MATTER, M.M., K. NAGUIB and M.M NAGUIB. 1981. Biological effect of Aspergillus flavus on Tribolium castaneum. *In*: Proceeding of the International Symposium on Mycotoxins. Cairo, september 6-8. Ed. K. Nabuig, M.M. Naibuig, D.L. Park and Pohland, the General Organization for Government. Printing Officed. Cairo, Egypt (1983). 547-549. *In*: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.

- MASHALY, R.I. and S.A. EL-DEEB. 1981. Effects of fungus strain incubation temperature and time and pH on aflatoxin production by *Aspergillus*. In: Proceeding of the International Symposium on Mycotoxins. Cairo, september 6-8. Ed. K. Naguib, M.M. Naguib, D.L. Park y A.E. Pohland, the General Organization for Government. Printing Offices. Cairo, Egypt (1983). 459-468 p. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- MICCHENER, J.C 1882. Cerebrospinal meningitis- fungoso toxicum paralyticus. American Veterinary Rewe. 86-91 p.
- MICO, O.C., MIRAGLIA, M., BENELLI, L., ONORI, R. IOPPOLO, A. and MANTOVANI, A. 1988. "Long-term administration of low doses of mycotoxins in Poultry. Residues of Ochratoxins in aflatoxin in broilers and laying hens after combines administration of Ochratoxin A and aflatoxins B₁", Food Additive Contaminats. 5:309-314. In : Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- MIROCHA, C.J., PATHER, J.V and CHRISTENSEN, C.M. 1976. Zearalenone, Over View. UNJNR Conference on Mycotoxins in human and animal health Collage Park, Maryland, USA. 4-8 october. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- MISLIVEC, P.B and J. TUIITE. 1980. Species of *Penicillium* occurring in freshly harvest and in stored dent corn kernel. *Mucology*. 62:67-74. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- MORA, A.M. y Z.R. ECHANDI. 1986. Evaluación del efecto de condiciones de almacenamiento sobre la calidad de semilla de arroz y maíz. Turrialba. C.R. 26:413-416.
- MORENO, E.M. 1970. Los hongos y calidad de los agranos y semillas. Sociedad Mexicana de Biología. México. 1:127-135.

- _____. 1979. Efectos de los hongos de almacén sobre la viabilidad de las semillas de maíz y soya. *Sociedad Mexicana de Biología y Micología*. 13:195-203.
- _____, G.S., RAMIREZ, M. MENDOZA y VALENCIA. 1982. Efectos de fungicidas sobre la conservación de semillas de maíz previamente invadidas por hongos de almacén. *Turrialba*. C.R. 32:97-101.
- MORENO, A. 1986. Almacenaje de maíz en el trópico con y sin control de humedad. *Agricultura Técnica en México*. 7:15-43-45.
- MOSS, M.O., and FRANK, M. 1987. Prevention: Effects of biocides and other agents on mycotoxin production. Chap. 8. In: *Natural Toxicants in Food. Progress and prospects*. Ed. by Watson D.H. In: *Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R)*. 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- NEERGAAD, P. 1977. Seed Pathology. John Wiley and Sons. New York. Vol.1. 839 p. In: *Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi)*. 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- PADILLA, E.G, PINO, H., RAMOS, D. y MUNGUÍA, L. 1992. Estudio de aflatoxinas en grano básicos (maíz) en Honduras. Centro de Estudios y Control de Contaminantes (CESCCO), Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE), Unidad Postcosecha, Ministerio de Recursos Naturales. 5 p.
- PASCUAL, H.V. 1985. Formas de almacenaje y evaluación del daño de insectos de granos almacenados. Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuaria. México. 1 p.
- PEERS, F.G. and LINSELL, C.A. 1977. Dietary aflatoxins and human primary liver cancer. Gaucher, A. Ed. *Animal Nutrient Aliment*. 31: 1005-1018. In: *Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi)*. 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.

- PLAUT, H.C. 1913. Hyphenfungi or Eumycetes, Handbook of pathogenic microorganisms, 2nd ed., Edit. Kolle, W., and A.V. Wassermann, G. Fisher, Jena. Vol.5. 23-27 p. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- PNUMA, 1979. Vigilancia de las micotoxinas, Directrices. ONU. Roma, Italia.
- PONS, W.A., Jr., LEE, L.S. and STOLFF, L. 1980. Revised method for aflatoxins in cottonseed products, and comparison of thin layer and high performance liquid chromatography determinative steps: Collaborative study. Association. Appl, Anal Chemical. 63:899-906.
- QASEM, S.A and C.M. CHRISTENSEN. 1988. Influence of moisture content, temperature and time on the deterioration of stored corn by fungi. Phytopathology. 48:544-549.
- RABOUD, G., NARVAEZ, M., SIEBR, J. 1984. Métodos de pérdidas de evaluación postproducción de granos básicos (maíz, frijol, maicillo) a nivel de pequeños y medianos productores en Honduras (América Central). 26 p.
- RAMIREZ, G.M. 1978. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. edit. CESCA. México. 300 p.
- RAMIREZ, M.M. 1980. Insectos y almacenamiento de granos. Naturaleza. 12(2):92-102.
- RAPPER, K.B., C. THOM and D.I. FERNEAL. 1945. A manual of the Penicillia. The Williams Wilkins Co. USA. 375 p.
- REGIONAL AND NATIONAL PROGRAMMES ON CONTROL OF MICOTOXIN IN FOOD. 1990. Control of aflatoxins in Asia. Regional Workshop. Thailand, 2 february. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- RICHARSON, M.J. 1979. An annotated list of seed boone disease. Comno Walth Mycological Institute, Kew, Survery, Engald and International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.

- RODRICKS, J.V. and STOLOFF, L. 1977. Food producing animals. In: Rodricks, J.V. Hesselstine, C.W. and Mehlman, M.A., Eds. Mycotoxins in human and animal health. Park Forest South, Illinois, US., Pathotoxy Publisher. 67-69 p. In: OPS/OMS/PNUMA, 1983. Criterios de salud ambiental 11. Micotoxinas. Washington, E.U.A. 131 p.
- SASSERON, J. 1980. Características de los granos almacenados. Universidad Federal de Vicosá, Minas Gerais, Brasil. 9-11, 44-46 p.
- SCHNEIDER, K. 1991. El problema de las pérdidas postcosecha de granos en América Latina y El Caribe. Primer seminario Internacional sobre Micotoxinas en Granos Almacenado. Bogotá, Colombia, Abril. 52 p.
- SCOTT, P.M. 1978. Mycotixins in Feeds and ingredients and their origin. Journal Food Protection. 41:385-398. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- 1984. Effects of Food processing on mycotoxins. Journal Food Protection. 47:489-499. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- SEITZ, L.M., YAMAZAFI, W.T., CLEMENTS, R.L., NOHR, H.E. and ANDREWS, L. 1985. Distribution of deoxynivalenol in Soft wheat millstreams. Cereal Chemical. 62:467-469. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- SEMINARIO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE. (1988). Sobre micotoxinas. Noviembre 1987. Buenos Aires, Argentina. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- SHANK, R.C., BOURGEOIS, C.N., KESCHARMAS, N. and CHANDAMIVOL, P. 1971. Aflatoxin in autopsy specimens from their children with and acute disease of unknown etiology. Ed. Cosmestology Toxicology. 9:501-509. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.

- , WOGAN, G.N., GIBSON, J.B. and MONDASUTA, A.
1972. Dietary aflatoxins and human liver cancer II. Aflatoxins in market foods and foodstuffs of Thailand and Hong Kong. *Comestology Toxicology*. 10:61-69. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- . 1977. Epidemiology of aflatoxins carcinogenesis. In: *Environmental cancer. dvance in moderns toxicology*. New York, John Wiley and Sons. Vol.3:291-318. In: OPS/OMS/PNUMA, 1983. Criterios de salud ambiental 11. Micotoxinas. Washington, E.U.A. 131 p.
- SMITH, G. 1963. *Introducción a la micología industrial*. Editorial. Acriba, España. 443 p.
- SNELSON, J.T. 1987. Grain Protectans. Australian Center International Agricultural Research. Camberra, Australian. 448 p. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- SOLORZANO, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Facultad de Química y farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 84 p.
- SORENSEN, W.G., HESSELTINE, C.W., SHOTWELL, O.L. 1962. Effect of temperature on production of aflatoxins on rice Aspergillus flavus. *Mycopathology. Mycology Applicata*. 33:49-55.
- SOUTHER, L.L., and CLAWSON, A.J. 1980. Ammoniation of corn contamination with aflatoxins and its effects on rats. *Animal Science*. 50:459-466. In: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- STOLFF, L. 1972. Analytical methods for mycotoxins. *Clin. Toxicology*. 5:464-494. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.

- STOLOFF, T.L. and TRUDKSESS, M.W. 1981. Effects of boiling, frying and baking on recovery of aflatoxin from naturally contaminated corn grits or corn meal. *Journal of the AOAC*. 64(3):678-680. In: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- SUZANGAR, M.S., EMAMI, A. and BARNETT, R. 1976. Aflatoxin contamination of village milk in Isfahan, Iran. *Tropical Science*. 18:155-159. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- TANAKA, T., HASEGAWA, A., MATSUKI, Y. and UENO, Y. 1985. A survey of the occurrence in food status and health foods in Japan. *Food Additive Contaminants*. 2:259-265. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- UENO, Y. 1976. Trichothecenes, Over View. UJNR Conference on Mycotoxins in human and animal health Collage Park, Maryland, USA. 4-8 october. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- UNEP/WHO, 1977. Group of Government. Expert, meeting on health related monitoring, Geneva. 28 March- April. WHO, CEP. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi) .1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- _____/FAO/OMS, 1988. Assesment of chemical contaminants in food. Report the results of the programme on health-related environment monitoring. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y el Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- ULLOA-SOSA, M. and SCHROEDER, H.W. 1969. Note on aflatoxin decomposition in the procesing of marking tortillas from corn. *Cereal Chemical*. 46:397-400. In: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.

- _____ y HERRERA, T. 1970. Persistencia de las aflatoxinas durante la fermentación del pozol. Revista Latinoamericana de Microbiología. 12:19-25. In: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- UNIDAD POSTCOSECHA. 1982. Informe sobre los primeros resultados. Ministerio de Recursos Naturales, Cooperación Suiza para el Desarrollo. Vol.1:126 p.
- _____. 1986. Evaluación de las pérdidas Postproducción de maíz a nivel de pequeños y medianos productores en Honduras.
- _____. 1986. Manejo Postcosecha de granos por el pequeño agricultor de granos en el medio rural de Honduras. 28 p.
- _____. 1989. Resumen de coordinadores postcosecha en Comayagua y El Zamorano, Honduras. 5-10 p.
- _____, CENTRO DE ESTUDIOS Y CONTROL DE CONTAMINANTES, SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES, MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y COOPERACION SUIZA PARA EL DESARROLLO. 1990. Estudio de aflatoxinas en maíz y tortillas en tres regiones pilotos de Honduras. 76 p.
- VAN WALBEEK, W., CLADOMONOS, T. and TAHTCHER, F.S. 1969. Influence of refrigeration on aflatoxin production by strains of *Aspergillus flavus*. Can. Journal Microbiology. 15: 629-632. In: Conferencia mixta FAO/OMS/PNUMA sobre perspectiva sobre micotoxinas (1977, Nairobi). 1982 [Memoria] Roma, Italia, FAO. 181 p.
- _____. 1973. Fungal toxins in foods. Journal Canadian Institute of Food Science Technology. 6:96-105. In: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.

- VARSAUSKY, E., VAAMONDE, G. y RESNIK, S.V. 1985. Micotoxinas: Panorama actual en la República de Argentina. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- WARRT, J. DE, VANZADLHOFF, A., EDELBROEK, A. 1973. Aflatoxins. Alimentation. 12:35-43. In: Solorzano Mendizabal, M.C.1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- WHITAKER, T.B., DICKENS, J.W. and MONROE, R.J. 1974. Variability of aflatoxin test results. Journal Am oil Chemical. Society. 54:436-441.
- _____. 1977. Sampling granular foodstuffs for aflatoxins. Pure Applieate Chemical. 61(5):1058-1062.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1979. Mycotoxins. Enviromental Health Critena, #1. WHO, Geneva. 127 p. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.
- YAHE, K.R. 1971. Laboratory wet-milling of corn contaminated high levels of aflatoxin and survery of comercial wet-milling products. Cereal Chemical. 48:385-391. In: Solorzano Mendizabal, M.C. 1985. Destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización. Tesis Químico Farmacéutico. Universidad de San Carlos Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 84 p.
- ZUBER, M.S., LILLEHOJ, E.B., and RENFRO, B.L. 1987. Aflatoxin in maize: A proceeding of the Workshop. CIMMYT, México. D.F. In: Taller conjunto FAO/OPS sobre prevención y Control de micotoxinas en América Latina y El Caribe (1991, SAN JOSE C.R). 1991. [Memoria] Roma, Italia, FAO. 126 p.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Guía para la Caracterización de los agricultores para el estudio de aflatoxinas.

I. ASPECTOS GENERALES

Municipio: _____ Aldea: _____

Depto: _____ Fecha: _____

Nombre del productor: _____

Nivel de escolaridad: _____

Nombre de la cónyuge: _____

Nivel de escolaridad: _____

II. ASPECTOS DE PRODUCCION

EPOCA DE SIEMBRA	AREA DE SIEMBRA	PRODUCCION POR MANZANA	SISTEMA DE PREPARACION TERRENO
PRIMERA			
POSTRERA			

1. Qué tipo de productos usa en el maíz?

Fertilizante _____ Insecticida _____ Herbicidas _____

Otros _____

2. Cuánto tiempo lleva usando esta manera de producir maíz?

1 año _____ 3 años _____ >5años _____ Otra información.

3. Qué variedad de maíz utiliza, donde la consiguió?

Criolla _____ Mejorada _____

3.1 Cuánto tiempo tiene de estar usando esta semilla?

4. Del total que produce al año cuanto gasta:

GASTO DE LA PRODUCCION	PRIMERA LBS	POSTRERA LBS
CONSUMO FAMILIAR		
CONSUMO DE ANIMALES		
VENTA		

III. ASPECTOS DE POST PRODUCCION

1. Cual es su sistema de secado y cuanto tiempo deja el cultivo maduro en el campo?
2. Qué método de desgrane utiliza?
3. Qué método de transporte utiliza?
4. Seca aún más el maíz desgranado y como?
5. Cual plaga causa más pérdidas de su grano en el campo y en almacén?

PLAGAS	CAMPO MAIZ	ALMACEN MAIZ	POCO	ALGO	MUCHO
INSECTOS					
HONGOS					
PAJAROS					
RATONES					
PERRO					
HUMANO					
OTROS					

6. Qué actividades realiza para controlar estas plagas y por qué?

ACTIVIDADES	MAIZ				
	I	H	P	R	O
COSECHA RAPIDO					
SECO MAS AUN					
INSECTICIDA					
CURO/FUMIGO					
TRA. ESPIRITUAL					
VENDO					
PONGO EN SILO					
TROJA					
BARRIL					

IV. ASPECTOS DE ALMACENAMIENTO

1. Qué sistema de almacenamiento utiliza para guardar su maíz?

1. Silo _____ 2. Troja _____ 3. Tabanco _____

4. Saco _____ 5. Barril _____ 6. Otros _____

2- Cual es la mejor manera de guardarlo? y por qué?

3. Cura usted el maíz al almacenarlo? Sí ___ No ___ por qué y como?

4. Con qué cura usted el maíz al momento de guardarlo?

PRODUCTO	SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO			
	TROJA	SILO	BARRIL	OTROS
CAL				
CENIZA				
PASTILLA				
MALATHION POLVO				
MALATHION LIQUIDO				
OTROS				

V. ASPECTOS DE LA CALIDAD DEL GRANO

1. Al momento de vender su maíz de que dependerá el precio que le den por su maíz?
2. Como selecciona y maneja el grano para consumo y semilla?
3. En qué se basa usted para identificar el grano de buena calidad?
 - a. Sanidad del grano
 - b. Grano entero
 - c. Grano limpio
 - d. Grano sin insecto
 - e. Grano sin hongo
 - f. Grano con buena humedad
 - g. Tamaño del grano
 - h. Color del grano
 - i. Olor del grano
 - j. Textura del grano
 - k. Apariencia del grano

1. Rendidor

4. Qué beneficios le ofrece tener una mejor calidad de grano?

1. Mejor precio
2. Mejor salud en su familia
3. Mejor salud en los animales
4. Mayor duración de almacenamiento
5. Mejor alimento nutricional
6. Mayor rendimiento

VI. PROCESO DE NIXTAMALIZACION

1. Describa en que consiste la práctica de cocción?
2. Cuánto tiempo se coce el maíz (fuego lento o fuego fuerte)
3. Cantidad de maíz en (Kg) promedio para cada cocción?
4. Cantidad de agua para la cocción?
5. Cantidad de cal y/o ceniza y donde la consigue?
6. Cuánto tiempo deja el maíz cocido antes de su molienda?
7. Cuánto tiempo deja la masa almacenada antes de hacer las tortillas?
8. Cuánto tiempo deja almacenada las tortillas antes de su consumo?

VII. PERCEPCION DE LA PRESENCIA DE HONGOS EN EL GRANO

1. El grano desde el campo y durante se guarda se dan cambios de color y olor a que cree usted que se deba estos?
2. Qué entiende usted por grano sano o podrido?
3. Qué es una enfermedad del grano o la presencia de hongos?

4. Por qué se le enferma el grano?
5. Cual es el grado de daño por hongos para rechazar el producto todo el tiempo?
6. Qué hace con el grano que considera dañado?
 - a. Lo come
 - b. Lo vota
 - c. Lo da a los animales
 - d. Qué olor tiene
 - e. Lo escoge
 - f. Otros usos
7. Qué cree usted que le puede pasar a una persona (niño, mujer o hombre) y animal (gallinas, cerdos, vacas) si comen grano dañado con hongos?

VIII. SISTEMA DE MANEJO DEL INTERMEDIARIO

1. Procedencia del maíz que compro?
2. Epoca o tiempo de compra?
3. Fecha de almacenamiento?
4. Estructura de almacenamiento utilizada y por qué?
5. Tipo de control para la plaga?
6. Qué tipo de producto utilizó?
7. Venta semanal de maíz?

Anexo 2. Hoja de Evaluación de Pérdidas Físicas

Maíz de Campo y Almacén

Nombre del agricultor: _____ Lugar: _____

Variedad: _____ Fecha de Almacenamiento: _____

Fecha de toma de Muestra: _____

Fecha Análisis de Muestras: _____

Tamaño de la muestra tomada en el campo y almacén del agricultor: 5 Lbs

Tamaño de la muestra usada para análisis: 500 granos

Contenido de humedad: _____

Aparato: _____

de no dañado (#nd) _____ Peso de no dañados (Pnd) _____

de dañados (#d) _____ Peso de dañados (Pd) _____

Por insectos (#DI) _____ Pd Por insectos (Pdi) _____

#d por hongos (#DH) _____ Pd por hongos (Pdh) _____

Peso promedio nd (Xnd) _____ Peso promedio d (Xd) _____

Granos recuperables _____ Peso recuperables (Pr) _____

P potencial d (PPd) = #d * Xnd _____ PP muestra (PPm) = 500 * Xnd _____

$$\text{DAÑO DE LA MUESTRA} = \frac{\#d}{500} \times 100 \quad \underline{\hspace{2cm}} \%$$

$$\text{PERDIDA DE LA MUESTRA} = \frac{\text{PPd} - \text{pr}}{\text{PPm}} \times 100 \quad \underline{\hspace{2cm}} \%$$

$$\text{DAÑO POR INSECTOS} = \frac{\#DI}{500} \times 100 \quad \underline{\hspace{2cm}} \%$$

PERDIDA POR INSECTOS:

Peso potencial grano dañados por insectos (PPI) = $\bar{X}_{nd} \times \#DI - Pr$

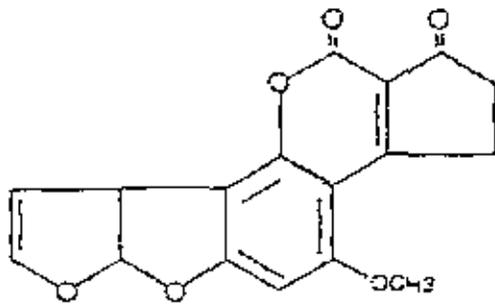
$$\text{PERDIDA} = \frac{\text{PPI}}{\text{PPm}} \times 100 \quad \underline{\hspace{2cm}} \%$$

PERDIDA POR HONGOS:

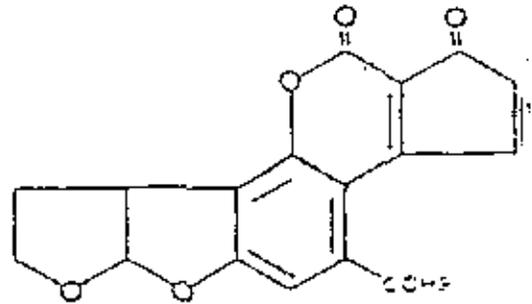
Peso potencial grano dañados por hongos (PPH) = $\bar{X}_{nd} \times \#DH$

$$\text{PEREDIDA} = \frac{\text{Ph}}{\text{PPm}} \times 100 \quad \underline{\hspace{2cm}} \%$$

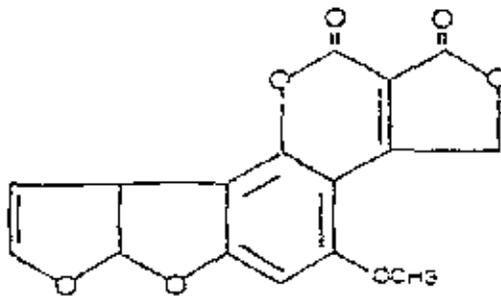
Anexo 3. Fórmula estructural de las aflatoxinas.



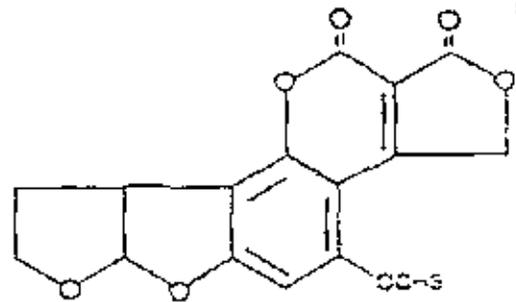
AFLATOXINA B1



AFLATOXINA B2



AFLATOXINA G1



AFLATOXINA G2

DATOS BIBLIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre:

Pedro Antonio Quiel Araúz

Lugar de Nacimiento:

Puerto Armuelles, Distrito del Barú, Provincia de
Chiriquí, República de Panamá.

Fecha de Nacimiento:

12 de enero de 1966.

Educación Primaria:

Escuela Finca Jobito, Distrito del Barú.

Educación Secundaria:

Colegio San Antonio de Pagua, Puerto Armuelles.
Instituto Nacional de Agricultura "Dr. Augusto Samuel
Boyd", Las Cañas, Veraguas.

Educación Superior:

Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
Título de Agrónomo, 1987.
Título de Ingeniero Agrónomo, 1994.

Experiencia Profesional:

- Asistente de Investigación Proyecto Manejo Integrado de
Plagas. EAP. 1988 - 1989.
- Asistente Técnico de Sección de Producción. Compañía
Hondureña de Semilla. Cantarranas, Siguatepeque,
Comayagua, La Paz, San Pedro Sula, Santa Cruz de Yojoa
y El Negrito Yoro. 1991 hasta Enero 1992.

- Asistente de Investigación sección de Fitopatología,
Departamento de Protección Vegetal, EAP. Abril de 1992
hasta Abril de 1993.
- Asesoría Técnica en Sección de Jardines. Compañía de
Limpieza, Pulidos y jardines Samakarbem. Tegucigalpa.
Mayo de 1993 hasta la fecha.