

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA

PRESENCIA DE AFLATOXINAS Y ZEARALENONAS EN PESCADO SECO DE
CONSUMO POPULAR E INFLUENCIA SOBRE ALGUNAS DE SUS
CARACTERISTICAS QUIMICAS



Como requisito previo a optar
al título profesional de

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

Guatemala, noviembre de 1995.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

10
T(711)
c.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

EN CUMPLIMIENTO CON LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PRESENTO A
VUESTRA CONSIDERACION EL TRABAJO DE TESIS TITULADO

PRESENCIA DE AFLATOXINAS Y ZEARALENONAS EN PESCADO SECO DE
CONSUMO POPULAR E INFLUENCIA SOBRE ALGUNAS DE SUS
CARACTERISTICAS QUIMICAS

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL
DE

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO:	Dr. José G. Perezcanto.
SECRETARIO:	Dr. Humberto Maldonado C.
VOCAL PRIMERO:	Lic. Rómulo Gramajo L.
VOCAL SEGUNDO:	Dr. Otto Lima Lucero.
VOCAL TERCERO:	Dr. Mario Motta.
VOCAL CUARTO:	Br. Hania Ruíz.
VOCAL QUINTO:	Br. Luis Sandoval.

ASESORES

Med. Vet. Luis A. Morales R.
Ing. Ag. Zoot. Jorge A. Wellmann Paz.
Lic. Zoot. Roberto Ruano Viana.
Lic. Zoot. Rómulo Gramajo Lima.

TESIS QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO

*Porque el triunfo es
un objetivo que
alcanzamos cuando
nos ilumina la luz
radiante de DIOS.*

A MIS PADRES

María Milián de Pérez.
David Pérez Ayala.

A MI HERMANA

Blanca E. de Castellanos.

A MI CUNADO

Otto E. Castellanos.

A MIS SOBRINITOS

Otto, Rodrigo y César.

A MI FAMILIA

En general.

A MIS COMPANEROS DE
PROMOCION

Especialmente: Karen H. y
Obdulio Herrera.

A MIS AMIGOS

Especialmente: Lic. Zoot.
Enrique Corzantes.

DEDICO ESTA TESIS

A: Mi patria Guatemala.

A: Escuintla.

A: Facultad de Medicina Veterinaria
y Zootecnia.

A: Mis catedráticos, especialmente
Ing. Miguel A. Gutiérrez.
Ing. Jorge Wellmann P.
Lic. Carlos H. Ortiz.

AGRADECIMIENTO

A DIOS	Por iluminar mi camino y brindarme la oportunidad de superarme.
A MIS PADRES	Por su amor, comprensión y apoyo en todo momento.
A MIS ASESORES	Por su decidida colaboración.
AL LIC. HUGO PENATE	Por su amistad y colaboración.
AL LIC. RAUL VILLEDA	Por su amistad sincera.
AL DEPTO. DE SANEAMIENTO AMBIENTAL, MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA	Por su valiosa ayuda en la fase de campo.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE ME AYUDARON
A HACER POSIBLE LA ELABORACION
DE MI TESIS

MUCHAS GRACIAS

INDICE

	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
II. HIPOTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
IV. REVISION DE LITERATURA	5
V. MATERIALES Y METODOS	19
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	23
VII. CONCLUSIONES	31
VIII. RECOMENDACIONES	32
IX. RESUMEN	33
X. BIBLIOGRAFIA	34

I. INTRODUCCION

Ciertas cepas de hongos filamentosos que crecen en los alimentos o en ciertos sustratos alimenticios son capaces de elaborar metabolitos llamados micotoxinas, los cuales al ser ingeridos por el hombre y los animales causan un síndrome llamado "micotoxicosis".

Debido a las características fluorescentes de éstas se facilita enormemente su análisis y hace posible su detección aún en pequeñas cantidades en los alimentos.

Las micotoxinas son metabolitos secundarios de los hongos, que se sintetizan durante el crecimiento de éstos cuando las condiciones ambientales son adecuadas, causando reacciones biológicas indeseables..

En los últimos años se ha hecho énfasis sobre las micotoxinas en la salud del hombre y de los animales. El descubrimiento de las aflatoxinas en 1961, estimuló enormemente su investigación en los campos de la Química, Bioquímica y Tecnología de los alimentos.

El crecimiento de los hongos se asocia a condiciones de alta humedad y temperatura. Los hongos productores de toxinas pueden infestar los productos ya cosechados y también las plantas en crecimiento, produciendo así toxinas antes de la recolección.

Desde el momento en que los alimentos se producen comienzan a pasar por una serie de etapas de maduración progresiva que puede transformarse en descomposición lenta o rápida, según sea el tipo de alimento.

Todo lo que vive requiere de nutrimento, de ahí que las bacterias, levaduras y hongos compitan con el hombre en el consumo y deterioro de sus provisiones.

Actualmente los problemas ocasionados por las aflatoxinas son reconocidos a nivel mundial, no solo por las importantes pérdidas económicas que provocan, sino por su implicación en la salud pública.

Desde el momento que se les asocia a una serie de alteraciones a la salud humana, se hace necesario realizar cualquier acción de tipo sanitario para disminuir y eliminar el peligro que representan.

En el presente estudio se pretendió establecer la presencia de micotoxinas (aflatoxinas y zearalenonas), su clase y cantidad, así como su efecto sobre algunas características del pescado seco, realizándose para ello muestreos en diferentes expendios de los principales mercados de venta y distribución de la ciudad de Guatemala, corriéndose diversas pruebas de laboratorio.

II. HIPOTESIS

La presencia de aflatoxinas y zearalenonas en el pescado seco almacenado, no afecta las características químicas del producto.

III. OBJETIVOS

GENERAL

- Contribuir a mejorar las condiciones higiénico-sanitarias de los alimentos para consumo humano que se expenden en los mercados capitalinos.

ESPECIFICOS

- Establecer cuanti y cualitativamente la presencia de Aflatoxinas y Zearalenonas en el pescado seco almacenado.
- Determinar algunas características químicas del pescado seco almacenado en condiciones normales, versus el pescado seco con presencia de Aflatoxinas y Zearalenonas.

IV. REVISION DE LITERATURA

ASPECTOS GENERALES DE HONGOS

De acuerdo al concepto actual, los hongos son protistos superiores que carecen de clorofila, con diámetro celular por lo general superior a los 5 micrones, tendiendo a formar filamentos y micelios. La colonia o talo puede ser uni o pluricelular en cuyas células mas voluminosas es posible diferenciar membrana, citoplasma y un núcleo verdadero semejante a lo que se observa en los vegetales superiores (Rojas, citado por Ortiz, 1994)

Están dentro del círculo de la biósfera y mantienen relaciones con otros seres vivos (bacterias- protozoos- hongos), por su tipo de nutrición que es heterotrófica. Este grupo es la base de muchos procesos biológicos, bioquímicos, e industriales así como de contaminación microbiológica de los alimentos y materias primas de importancia económica (Rojas, citado por Ortiz, 1994).

DISTRIBUICION EN EL MEDIO AMBIENTE

Los diferentes géneros y especies de hongos de los cereales se dividen en hongos de campo y hongos de almacén, considerando básicamente las necesidades de humedad para su crecimiento (Chistensen y Saue, citados por Ortiz, 1994).

Los hongos de almacén se caracterizan por no presentar una invasión importante antes de la cosecha las esporas siempre están presentes donde se maneja y almacena el producto. Se desarrollan en productos con un contenido de humedad mínima de 13% a 13.5% o en humedades relativas de equilibrio entre 68% y 90% aproximadamente (Chistensen y Saue, citados por Ortíz, 1994).

Los principales hongos de almacén corresponden a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* y *Rhizopus* (Chistensen y Saue, citados por Ortíz, 1994).

FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCION DE HONGOS

En general, los hongos son muy poco exigentes en humedad pero para que puedan colonizar y proliferar sobre la materia orgánica, es necesario que se den diversas condiciones físico-químicas y biológicas (Román, citado por Ortíz, 1994).

La temperatura promedio para crecimiento de hongos se sitúa generalmente en los 27°C, pero existen géneros que pueden desarrollarse lentamente a temperaturas inferiores a 0°C tales como (*A.glaucus*, *Cladosporium*, *Fusarium*) (Jemmali citado por Ortíz, 1994).

RANGOS DE TEMPERATURA POR GENERO PARA SU CRECIMIENTO

GENERO	RANGO OPTIMO	RANGO MAXIMO
Penicillium	28°C	25°C
Aspergillus	35°C	30°C
Fusarium	13°C	---

Tomado de Northol y Soentoro (1984).

Los rangos de pH donde el hongo puede crecer van desde un pH de 2.5 a 8.0, dependiendo de la cepa, de la disponibilidad de nutrientes y del tiempo. Por ejemplo, *A. flavus* requiere un pH promedio de 7.4 para su desarrollo (Friedman et al., citado por Ortíz, 1994).

La presencia de oxígeno es necesaria para no detener la actividad biológica de los hongos. Los alimentos con alto contenido de azúcar (>60%), limitan la posibilidad de crecimiento fungoso. Las concentraciones bajas de sal de (1% a 1.5%) pueden tener un efecto estimulante en el crecimiento del hongo, sin embargo cuando la actividad del agua es la mínima, y concentraciones de 1.5% de cloruro de sodio, inhiben el crecimiento del hongo así como su toxigenogénesis (López, citado por Ortíz 1994).

HONGOS TOXIGENICOS

Los hongos se encuentran ampliamente distribuidos en el

medio ambiente y pueden hallarse normalmente en un gran número de productos alimenticios. Muchas veces una carga masiva de hongos en los alimentos puede provocar cuadros de gastroenteritis, aborto, aspergilosis pulmonar, reacciones alérgicas, etc. (Blood *et al.*, 1986), a causa de la producción de micotoxinas (FAO, 1979).

El término micotoxina significa literalmente "veneno de hongos". Son compuestos químicos de toxicidad variable, producto del metabolismo de los hongos (Rossi y Karmelic, citados por Ortiz, 1994); las cuales no son visibles y no siempre son causa del deterioro del alimento, por no reproducirse sobre la superficie expuesta de los alimentos (Jemmali, citado por Ortiz, 1994).

En consecuencia, el control de los hongos en los alimentos es una actividad necesaria pero no suficiente para resolver el problema de las micotoxinas. Es indispensable un control analítico de los tóxicos, que no se destruyen con operaciones de secado, molienda, tostado y cocción (Rossi y Karmelic, citados por Ortiz, 1994).

Las causas principales de la descomposición de los alimentos son:

1. El crecimiento y la actividad de microorganismos, especialmente bacterias, levaduras y mohos.
2. La actividad de las enzimas naturales de los alimentos.
3. La temperatura alta.

4. La humedad y la resequedad.

BACTERIAS, LEVADURAS Y HONGOS

Las bacterias, levaduras y mohos atacan prácticamente todos los componentes de los alimentos, produciendo fermentaciones, rancidez, acidificaciones, gases y toxinas; teniendo efectos directos sobre el color, sabor, apariencia y consistencia de los alimentos (Potter, 1973).

MICOTOXINAS IDENTIFICADAS EN ALIMENTOS HUMANOS Y ANIMALES

Aunque a nivel de laboratorio no han sido aislados numerosos metabolitos de hongos que están presentes en productos agrícolas, en la actualidad se mencionan siete: aflatoxinas, zearalenonas, ocratoxinas A, cigrina, tricocetenos, patulin, ácido penicílico y los alcaloides del cornezuelo del centeno; cada uno con efectos distintos (FAO, 1977).

AFLATOXINAS

Su nombre deriva de la abreviación taxonómica de *Aspergillus* y la especie *flavus*, reconociéndoseles 18 compuestos derivados (Pier, citado por Ortiz, 1994).

Las principales aflatoxinas producidas son la B₁ y B₂, designadas así por su marcada fluorescencia azul bajo la luz ultravioleta y G₁ y G₂ que presentan fluorescencia amarilla verdosa (FAO, 1979).

Entre sus características químicas se pueden citar su baja solubilidad en agua (10-30 µg/ml) y su solubilidad en solventes polares tales como cloroformo, metanol y dimetilsulfóxido. Son relativamente inestables en estado de sustancia pura, a la luz y al aire (Goldblatt, citado por Ortíz, 1994)

Se han hecho muchas mas investigaciones de la presencia de aflatoxinas que cualquier otra micotoxina. El Aspergillus flavus se encuentra universalmente distribuido en el medio ambiente y en todo el mundo se han señalado alimentos humanos y alimentos animales contaminados (FAO, 1977).

CONDICIONES NECESARIAS PARA EL DESARROLLO DE HONGOS Y LA PRODUCCION DE AFLATOXINAS

Estudios de laboratorio muestran que el límite inferior para el desarrollo de Aspergillus flavus y la producción de aflatoxinas en sustratos naturales es un contenido de humedad en equilibrio, con una humedad relativa de aproximadamente 85± por ciento (FAO, 1977).

El Aspergillus flavus produce aflatoxina en intervalos de temperaturas de 12-42°C, dependiendo los límites del sustrato y de condiciones experimentales específicas. El estudio de casi 1400 cepas aisladas de fuentes diversas, mostraron que el 85% produce aflatoxinas. Otro estudio de Aspergillus flavus obtenido de maíz mostró un espectro muy amplio de producción

de aflatoxinas que iba desde rendimientos no detectables hasta concentraciones de 100 ppm (FAO, 1977).

La ausencia de un moho visible no es garantía de que no exista contaminación con micotoxina. Así se tiene, por ejemplo, los granos que parecen tener buenas condiciones para el consumo humano, pueden contener cantidades importantes de micotoxinas (FAO, 1977).

La presencia de Aspergillus flavus en un producto puede dar sospechas de que exista una contaminación con aflatoxinas, teniendo que correr una prueba de laboratorio para determinar su presencia (FAO, 1977).

La contaminación con aflatoxinas puede producirse en el domicilio del consumidor, en el cultivo, durante la recolección, almacenaje, transporte o elaboración de un producto. Aunque tradicionalmente se ha considerado que el hongo Aspergillus flavus (es uno de los productores de aflatoxinas), y es considerado como un hongo de almacenaje. Sin embargo recientemente se ha encontrado que la infección y la formación de aflatoxina puede producirse en el campo, en varios cultivos (FAO, 1977).

ZEARALENONAS

Conocidas como Toxina F-2, son un compuesto producido por representantes del género Fusarium, en particular Fusarium

roseum variedad *graminearum* y en menor proporción *Fusarium tricinctum*, *Fusarium oxysporum* y *Fusarium moniliforme* (Arriagada, citado por Ortiz, 1994).

Las zearalenonas, son unos compuestos blanco cristalino, de peso molecular 318, insoluble en agua, disulfito de carbono y tetracloruro de carbono. Presenta solubilidad en álcalis, éter cloroformo, cloruro de metilo, acetonitrilo y alcoholes. (López, citado por Ortiz, 1994).

Dentro del género *Fusarium*, además se encuentran especies capaces de producir una gran variedad de otras micotoxinas como los tricotecenos, moniliformina, etc.(FAO, 1979).

PRESENCIA EN PESCADOS Y SUS PRODUCTOS

Informes procedentes del Sudeste de Asia, indican la presencia de una contaminación aflatoxínica en algunos productos del pescado (FAO, 1977).

Un estudio realizado en Filipinas reveló niveles reducidos de aflatoxinas en varios productos; el 83% de 24 muestras de pescado seco resultó positivo, siendo la concentración promedio de 3µg/kg, el 93% de 15 muestras de pescado ahumado contenían aflatoxinas a un nivel promedio de 5µg/kg; el 42% de pequeños camarones salados y fermentados contenían en promedio 2µg/kg y el 68% de 25 muestras de salsa de pescado dieron en promedio 2µg/kg (FAO, 1977).

De 139 muestras analizadas de pescado y camarones durante un estudio de los alimentos Tailandeses se encontraron aflatoxinas en el 5% de las muestras, en una concentración de 166µg/kg (aflatoxinas totales) (FAO, 1977).

En Indonesia fueron analizadas dos muestras de pescado utilizado en la alimentación de los enfermos de cáncer en el hígado, la concentración promedio de aflatoxina B₁ resultó ser de 5 µg/kg (FAO, 1977).

Además del severo daño hepático provocado por las aflatoxinas es importante mencionar que también provocan inhibición de la mitosis embrionaria en los humanos (FAO, 1977).

La presencia de aflatoxinas en los alimentos y la ingestión de éstos por los animales y el hombre, han provocado problemas de diversa índole a lo largo de muchos años. Uno de los casos mas importantes, es el de cáncer hepático en humanos, debido a que las aflatoxinas poseen potentes efectos hepatotóxicos, mutagénicos, carcinogénicos y cirrogenéticos sobre el hígado (Gordon, 1986).

Bullerman (1969), realizó estudios con aflatoxinas en carnes, jamón, tocinete, salami, carne fresca, huevos y otros, encontrando concentraciones de hasta 2.5 ppb en todas las muestras estudiadas (Gordon, 1986).

El grupo consultor sobre aflatoxinas FAO/OMS/UNICEF (1966) en su información sobre estudios de laboratorio destaca los peligros que pueden derivarse de la presencia de micotoxinas, especialmente en los alimentos destinados para el consumo humano; además señala que muchos alimentos que se cosechan y almacenan con considerable grado de humedad y altas temperaturas, presentan ese peligro.

Lo anterior cobra más importancia si tomamos en cuenta que las aflatoxinas tienen predilección por la porción protéica de los alimentos. En consecuencia los gobiernos deben tratar de garantizar un suministro alimenticio lo mas exento posible de aflatoxinas (FAO, 1977).

La oficina de Administración de Alimentos de los Estados Unidos (F.D.A.), determinó que los niveles de aflatoxinas permitidos en los productos destinados para el consumo humano, no deben ser mayores a 20 ppb (Aguirre, 1972).

METODOS EMPLEADOS PARA EL DIAGNOSTICO DE AFLATOXICOSIS

Las aflatoxinas contenidas en una muestra, pueden determinarse mediante:

- a. Cromatografía de microcolumnas.
- b. Cromatografía de capa fina.
- c. Cromatografía de gas.
- d. Cromatografía tridimensional.
- e. Extracción de las aflatoxinas por metanol-agua-cloroformo y columna cromatográfica de Silicagel.

- f. Test químico con ácido sulfúrico y formación de derivados de aflatoxinas (AFB₁ y AFB₂).
- g. Serología, colectando muestras de sangre en animales sospechosos.
- h. Proteínas totales del suero; que se realiza por el método de Biuret.
- i. Electroforésis microzonal; por diferenciación de las proteínas del suero.

COMPOSICION DEL PESCADO

El pescado, como otras especies marinas, esta compuesto por agua, proteínas, grasas, minerales y vitaminas.

El agua es el constituyente mayoritario. Su contenido es de mucha importancia para el desarrollo de bacterias, provocando la descomposición del producto (Mendoza, 1993).

Las proteínas se encuentran en concentraciones de 15-20% y constituyen la mas importante de todos los componentes que integran la carne de pescado. Las proteínas están compuestas de aminoácidos esenciales para el hombre, siendo de una alta digestibilidad (Mendoza, 1993).

Las grasas se encuentran principalmente en el hígado y vísceras. La cantidad varía aún dentro de la misma especie, dependiendo de la edad, paraje de pesca, la época del año etc. Tal variación permite clasificarlos en: magros(>1%), semigrasos (1-2.5%) y grasos (+ de 2.5%) (Mendoza, 1993).

En lo que toca a minerales y vitaminas; se sabe que los productos marinos son una fuente importante de estos elementos, especialmente las vitaminas del complejo B, presentes en el hígado de los peces (Mendoza, 1993).

Causas de la descomposición del pescado

Acción bacteriana: Distintas especies de bacterias están presentes en cantidades considerables en los productos pesqueros y se les encuentra en los sitios que tienen contacto con el producto.

Las bacterias actúan principalmente sobre proteínas y grasas, hidrolizándolas y cambiando sus características sensoriales (olor, sabor, color y apariencia) (Mendoza, 1993).

Acción enzimática: Todos los animales logran su crecimiento, desarrollo y subsistencia a través de su alimentación. Para aprovechar estos elementos es necesario que su organismo los descomponga o degrade en partículas asimilables. Cuando el animal muere, estas enzimas comienzan a actuar sobre el músculo del pez, descomponiendo su estructura. Este proceso de descomposición es mucho más lento que el producido por las bacterias. El principal efecto que se observa por la acción enzimática es el ablandamiento de la carne (Mendoza, 1993).

Salazonar el pescado, es hacer que la sal penetre uniformemente en la masa muscular del pez. Sin embargo la

acción conservadora principal se consigue con la reducción de la tasa de humedad. Esto se debe a que solo con concentraciones salinas fuertes se retrasa o interrumpe la acción metabólica bacteriana sobre el pescado (Mendoza, 1993). Al salazonar el pescado, resulta de máxima importancia elegir los métodos que permitan una rápida eliminación de la humedad, junto con la rápida penetración de la sal (Mendoza, 1993).

CONTENIDO DE AGUA DE LOS ALIMENTOS Y MICROORGANISMOS

Los microorganismos requieren ciertos nutrientes (agua, temperatura y en algunos casos oxígeno) para su supervivencia y propagación. El agua, el elemento mas abundante en el cuerpo del microbio, le sirve para disolver los nutrientes que emplea como alimento y medio de transporte. Sin embargo, no todos los microorganismos necesitan la misma cantidad de agua, pues unos requieren mas y otros menos. El pescado seco, puede tener un contenido de agua menor a 40%, pues a este nivel las bacterias no se pueden propagar.

El contenido de agua en los alimentos está estrechamente relacionado con la preservabilidad de estos, por lo cual una baja actividad del agua significa una mayor preservabilidad. La técnica mas simple para reducir el contenido de agua en el alimento es quitarla por secado al sol o secado físico. Los productos simplemente secos, los salados y secos se encuentran dentro de ésta categoría, además, el secado por congelamiento son muy efectivos para disminuir la actividad del agua.

V. MATERIALES Y METODOS

Localización:

El presente estudio se llevó a cabo en los tres principales mercados municipales de la capital de Guatemala, ciudad que está localizada a 1800 msnm, presenta una precipitación pluvial promedio anual de 1344 mm distribuida de mayo a octubre; temperatura promedio de 15°C, y humedad relativa de 79%, según de la Cruz, (1982).

Manejo del estudio:

Para efectuar el estudio se procedió a diseñar una Boleta de encuesta que permitiera identificar el mercado manejo y almacenaje del pescado seco que se encuentra en los expendios.

Luego se procedió a la recolección de las muestras de los mercados de mayor venta y distribución: Terminal zona 4, mercado la Presidenta y Mesón 5 calles de la zona 1. Los decomisos fueron hechos por los inspectores de Saneamiento ambiental.

Las muestras fueron llevadas a los laboratorios de Salud Pública y Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, para efectuarles las determinaciones de laboratorio siguientes:

1. pH.
2. Proteína.
3. Contenido de humedad.

4. Concentraciones de Aflatoxinas.
5. Concentraciones de Zearalenonas.

Usándose para su detección los métodos siguientes:

Target

Macro Kjeldahl

Desecación

Potenciómetro.

Descripción de la metodología

Se recolectaron muestras que fueron objeto de decomiso por parte del cuerpo de inspectores de Saneamiento ambiental de la Municipalidad de Guatemala, estableciéndose como criterio para ello el que presentara colores y olores no deseables, así como la presencia de mohos o una mala consistencia muscular.

Del total recolectado se tomó una submuestra de 454 gr. que fuera representativa de las características antes mencionadas.

Luego se procedió a efectuar los análisis respectivos en los laboratorios de Bromatología y Salud Pública de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, habiendo comprendido la determinación del pH, contenido de humedad, proteínas y micotoxinas.

El pH

A una muestra de 25 gr. se le agregó agua destilada para homogenizarla, se calibró el potenciómetro a pH 7, y se realizó la lectura correspondiente.

Porcentaje de humedad

El análisis de Humedad se realizó mediante la Prueba de Deseccación, y se estableció por diferencia de peso, entre la muestra antes y después de someterla a desecación a 60°C por espacio de 24 horas. Por diferencia, igualmente se determinó la materia seca parcial (MSP).

La materia seca total, (MST) se obtuvo pesando 3 g de la muestra, la cual se mantuvo a 130°C durante dos horas.

Porcentaje de proteína

Para la determinación del contenido de proteína cruda se utilizó el método de Macro Kjeldahl, utilizándose la fórmula siguiente:

$$\% \text{ PROTEINA} = \text{Factor HCL} * \text{ml HCL gastados} / \text{peso muestra} * 6.25$$

Contenido de micotoxinas

Su detección se llevó a cabo mediante Cromatografía de capa fina (TARGET), y consistió en observar las columnas de detección que presentan las micropipetas.

La columna tiene dos bandas de detección en la parte angosta, la observación de fluorescencia azul en la banda

superior indica que la muestra resultó positiva a zearalenonas. La muestra está contaminada a niveles de 750 partes por billón (ppb) o más.

La fluorescencia azul en la banda inferior indica que la muestra resultó positiva a aflatoxinas. La muestra está contaminada a niveles de 10 partes por billón (ppb) o más.

Para la expresión de resultados de éste estudio se hizo uso de la estadística descriptiva, obteniéndose datos de Promedio, Desviación estandar, Varianza, Coeficiente de variación e Intervalos de confianza y así poder analizar cada una de las variables medidas (4).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la medición de cada variable estudiada se presentan en los siguientes cuadros.

1. Determinación del pH de las muestras.

Cuadro # 1.

Resultados de la determinación de pH en pescado seco almacenado, de muestras procedentes de tres mercados en la ciudad de Guatemala.

ESPECIE	pH	PROCEDENCIA
Sherla	5.9	Mesón 5 calles
Bacalao	5.9	Mesón 5 calles
Juilin	6.0	La presidenta
Bacalao	6.0	Terminal zona 4
Juilín	6.1	Terminal zona 4
Juilín	6.2	Terminal zona 4
Sherla	6.2	Mesón 5 calles
Sherla	6.3	Terminal zona 4
Bacalao	6.3	La presidenta
Bacalao	6.4	La presidenta

$$\Sigma = 61.3$$

$$\bar{x} = 6.1 \pm 0.06$$

$$c.v. = 2.95\%$$

El Bacalao presentó pH de 5.9 a 6.4 siendo ésta la especie que más variación tuvo, esto dependiendo de las condiciones de almacenaje a que se encuentran en cada expendio.

De los resultados anteriores se infiere que el pH de las muestras estudiadas varió de 5.9 a 6.4 con un promedio de 6.1 ± 0.06 .

Se obtuvieron intervalos de confianza del 99% estableciéndose que la media se encontró entre los valores de 6.25 y 5.94.

Conforme a los rangos dados por Friedman et al, 1972 (14) (2.5 a 8.0) los valores obtenidos fueron ideales para el crecimiento de hongos de diferentes especies, particularmente Aspergillus flavus.

2. Humedad de las muestras

Cuadro # 2.

Contenido de Humedad en el pescado seco almacenado,
de muestras procedentes de tres mercados en la
ciudad de Guatemala.

ESPECIE	% HUMEDAD	PROCEDENCIA
Sherla	15.92	Mesón 5 calles
Bacalao	20.73	La presidenta
Sherla	21.45	Terminal zona 4
Juilín	31.34	La presidenta
Juilín	35.16	Terminal zona 4
Bacalao	38.37	Mesón 5 calles
Sherla	39.06	Mesón 5 calles
Bacalao	43.37	La presidenta
Juilín	44.18	Terminal zona 4
Bacalao	44.69	Terminal zona 4

$$\Sigma = 334.27$$

$$x = 33\% \pm 10.62$$

$$c.v. 32\%$$

El cuadro 2 presenta los contenidos de Humedad de las muestras de pescado seco observándose que ésta varió entre 15.92% y 44.69% correspondiendo el primero a las obtenidas en el Mesón 5 Calles y el segundo a las obtenidas en el mercado Terminal zona 4 habiendo presentado una variación promedio de $33\% \pm 10.62$

La variación encontrada puede atribuirse a diferentes factores tales como: la especie de pescado; es decir en el caso del Juilín, se trata de un pescado más graso y su contenido de humedad es más alta. Por el contrario, el Bacalao es una especie bastante magra por lo que tiende a tener mayor masa muscular, permitiéndole disminuir su contenido de humedad.

El mal manejo y almacenaje, influyeron también en el pescado pues este cual no debe almacenarse con porcentajes de humedad mayores a 32 (16) para evitar el crecimiento de hongos, igualmente es recomendable el uso del papel entre el apilado del pescado para que absorba la humedad.

Dentro de las muestras estudiadas (10), algunas se encontraban dentro del límite requerido de humedad, lo cual indica que en algunos expendios se aplican normas de buen almacenamiento y empaque.

Las concentraciones altas de sal, también pueden favorecer que se incremente la humedad del producto, lo cual se debe considerar que ésta no sea mayor a un 10% del peso de un pescado seco (15).

3. Contenido de proteína

Cuadro # 3.

Resultados del contenido de Proteína Cruda en
pescado seco almacenado, en muestras procedentes de
tres mercados en la ciudad de Guatemala.

ESPECIE	% PROTEINA CRUDA	PROCEDENCIA
Sherla	39.91	Mesón 5 calles
Sherla	42.96	Terminal zona 4
Bacalao	46.29	La presidenta
Sherla	49.74	Mesón 5 calles
Juilín	51.33	Terminal zona 4
Bacalao	53.42	La presidenta
Bacalao	54.65	Mesón 5 calles
Bacalao	55.63	Terminal zona 4
Juilín	62.02	La presidenta
Juilín	63.94	Terminal zona 4

$$\Sigma = 519.89$$

$$x = 51.98 \pm 7.59$$

$$c.v. = 15\%$$

Los valores más altos de proteína cruda los reportaron el Bacalao y Juilín, lo que concuerda con lo establecido por el INCAP, para el Juilín seco (10).

Los valores de Proteína cruda encontrados indican que ésta varió entre 39.91% y 62.02% con una media $52\% \pm 7.59$; con lo cual se puede inferir que el 40% de las muestras evaluadas

están muy por debajo de los niveles de proteína cruda establecidos por el INCAP (51.22%) (7).

4. Contenido de aflatoxinas y zearalenonas

Cuadro #4.

Resultados del contenido de aflatoxinas y zearalenonas en pescado seco almacenado, en muestras procedentes de tres mercados de la ciudad de Guatemala.

ESPECIE	PROCEDENCIA	AFLATOXINAS ppb= $\mu\text{g}/\text{kg}$	ZEARALENONAS ppb= $\mu\text{g}/\text{kg}$	TIPO AFLAT.
Sherla	M. 5 calles	--	750	--
Bacalao	Presidenta	--	---	--
Sherla	M. 5 calles	20	750	B
Bacalao	M. 5 calles	20	750	B
Sherla	T. zona 4	20	---	B
Juilín	T. zona 4	50	---	B
Bacalao	T. zona 4	50	750	B
Juilín	T. zona 4	100	750	B
Bacalao	Presidenta	100	750	B
Juilín	Presidenta	200	750	G

De las muestras estudiadas el 80% resultó positivo a aflatoxinas y el 70% a zearalenonas.

El nivel encontrado fue de 20 ppb en el 30% de las muestras estudiadas, correspondiendo a las especies Sherla y Bacalao, 50 ppb en el 20% de las muestras de pescado Juilín y

Bacalao, 20% de las muestras presentaron 100 ppb correspondiendo a pescado seco Juilín y Bacalao. Solamente un 10% de las muestras presentó los niveles altos de 200 ppb, correspondiendo a la especie Juilín. Todo ello nos permite inferir que el Juilín fué la especie más susceptible a la contaminación fúngica, seguida del Bacalao y en menor grado la Sherla.

Las muestras procedentes de los expendios de la Terminal zona 4, fueron las que presentaron mayor cantidad de aflatoxinas.

La variación encontrada en los niveles de aflatoxinas puede atribuirse a altos contenidos de humedad en el pescado, el pH fué ideal para el crecimiento de hongos y además una elevada humedad relativa en el ambiente.

Los niveles permitidos en aflatoxinas en alimentos para consumo humano son de 20 ppb, (1) lo cual indica que el pescado estudiado presentó niveles superiores de aflatoxinas.

En lo que respecta a aspectos cualitativos la aflatoxina que se encontró con mayor frecuencia fue la B1, que coincidentemente es la más tóxica para el consumo humano (2).

Los niveles de zearalenona (cuadro # 4) variaron de cero (0) hasta 750 ppb, sin embargo el método usado no cuantifica niveles arriba ni por debajo de éstos.

En el caso de zearalenonas los niveles permitidos para los alimentos de consumo humano son de 500 ppb y las muestras estudiadas presentaron niveles muy por encima de lo permitido.

Al someter a cultivo en agar Seabouroud, las muestras estudiadas, se obtuvieron como resultado el crecimiento de los hongos Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Penicillium y en menor grado Monilia citófila.

Los contenidos de aflatoxinas variaron de un lugar a otro; estableciéndose que en el mercado la Presidenta los niveles fueron de 0 a 200 ppb con un promedio de 56 ± 62.21 .

En el Mesón 5 Calles la variación aflatoxínica fue de 0-20 ppb, y es el que presentó los niveles más bajos y aceptables para el consumo humano.

VII. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y las condiciones en que se realizó este trabajo, se llegó a las conclusiones siguientes:

1. El pH y contenido de Humedad en el pescado seco expendido en los mercados de la ciudad de Guatemala, contienen valores que están muy por encima de los permitidos para almacenaje.
2. Se comprobó la presencia de aflatoxinas y zearalenonas, en el pescado seco que se expende en los mercados municipales de la ciudad de Guatemala, habiendo presentado niveles positivos de 80 y 70% respectivamente.
3. Las muestras obtenidas de los expendios Terminal Z.4 y la Presidenta son los que presentaron mayores contenidos de aflatoxinas.
4. El hongo de mayor incidencia en las muestras estudiadas fué Aspergillus flavus encontrándose solo o asociado con otros hongos.
5. Las concentraciones de aflatoxinas y zearalenonas encontradas, están muy por encima del límite permitido para el consumo humano.
6. La especie más susceptible a la contaminación fúngica fué el Juilín, seguida del Bacalao y en menor escala la Sherla.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Capacitar a expendedores sobre las técnicas de manejo más adecuadas para mantener el producto en óptimas condiciones de conservación.

2. Establecer un control más frecuente y efectivo sobre las condiciones de manejo y el almacenamiento del pescado seco que se expende en los diferentes mercados de la ciudad capital.

3. Continuar estudios sobre la determinación de micotoxinas en todos los alimentos que sea posible.

X. RESUMEN

El propósito del presente estudio, fue detectar la presencia de micotoxinas (aflatoxinas y zearalenonas) en el pescado seco almacenado que se expende para consumo humano en la ciudad de Guatemala, en los principales mercados de venta y distribución, como lo son: Terminal zona 4, Mesón 5 Calles y la Presidenta.

Se analizaron muestras de pescado seco decomisado por el cuerpo de Inspectores de Saneamiento Ambiental de la Municipalidad de Guatemala, a las cuales se les determinó el pH, contenido de humedad y contenido de proteína, así como presencia de micotoxinas (aflatoxinas y zearalenonas); información que sirvió de base del estudio.

Los resultados de dicha investigación indican que el pH tuvo una variación entre 5.9 y 6.4 habiéndose encontrado promedios de 33% de humedad y 52% de proteína. También se estableció que 80 y 70% de las muestras resultaron positivas a aflatoxinas y zearalenonas respectivamente; razones por las cual se considera que dichas variaciones dependen tanto del empaque como de las condiciones de almacenamiento del pescado.

También se encontró que las muestras obtenidas de los mercados Terminal zona 4 y la Presidenta fueron las que presentaron mayores contenidos de micotoxinas.

XI. BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, V.L. 1982. Determinación de aflatoxina M1 en productos alimenticios de origen animal en Guatemala. Tesis Quim. Biol. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 38 p.
2. BARRERA, M.; RUIZ, M.A. 1984. Brote de aflatoxicosis canina en Guatemala. Revista Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (Gua.) 8(1):16-31.
3. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
4. DANIEL, W.W. 1982. Bioestadística; base para el análisis de las ciencias de la salud. México, Limusa. 485 p.
5. FAO (ROMA). 1977. Documentos seleccionados de la conferencia mixta sobre micotoxinas. Nairobi, FAO. p. 19-27 y 121.
6. -----, 1985. Documento técnico de pesca. p. 40-45.
7. FLORES, M.; MENCHU, M.T.; LARA, M.Y. 1971. Valor nutritivo de los alimentos para Centro América y Panamá. Guatemala, INCAP. p. 8 (Investigaciones Dietéticas- Nutrición Aplicada).
8. GAVARRETE M., C.A. 1982. Algunos aspectos sobre inspección sanitaria de pescado, mariscos, carne, alimentos enlatados, verduras y frutas. Informe de E.P.S. Quetzaltenango, Municipalidad/F.M.-V.Z./USAC. p.9.
9. GORDON B., J.H. 1986. Determinación histopatológica de proliferación de conductos biliares para el diagnóstico de aflatoxicosis en cerdos de abasto en la ciudad de Antigua Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 14-22.
10. INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA. 1968. Tablas de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centro América y Panamá. Guatemala, INCAP. p. 19-24.
11. LUDORFF, W.; MEYER V. 1976. El pescado y los productos de la pesca. 2 ed. Zaragoza, España, Acribia. 342 p.

12. MENDOZA CRUZ, H.E. 1993. Resistencia de vibrio cholerae serotipo 01 biotipo Eltor a la técnica de preservación de pescado seco por salazonado secado. Tesis Quim. Biol. Guatemala, Universidad de San Carlos Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. p. 14-22.
13. NEAVE, V.H.R. 1986. Introducción a la tecnología de productos pesqueros. México, CECSA. p. 236-237.
14. ORTIZ C.,C.H. Comp. 1994. Micotoxinas. Aspectos generales de hongos. Chile, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. p. 5-43.
15. OVERSEAS FISHERY COOPERATION FOUNDATION. 1986. Procesamiento de productos pesqueros, I. Akasaka. Japan, OFCF. P. 151-161.
16. PESCADO Y productos pesqueros, pescado salado seco. 1987. Proyecto de norma guatemalteca. Guatemala, Municipalidad de Guatemala. 6 p.
17. POTTER, N.N. 1973. La ciencia de los alimentos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica. p. 141-166.
18. SERRANO, L. 1988. Determinación de la flora fungal de un alimento comercial sospechoso de haber producido aflatoxicosis natural en perros asociados a prueba de aflatoxigenicidad y patogenicidad en patipollos. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 58 p.
19. TUTEN, R.T. 1989. El mundo misterioso de las micotoxinas. Industria Avícola. (Ill., EE.UU.) 36(2).16-21.



T.P.F. Ileana Concepción Pérez Milián.

Vo. Bo.

M.V. Luis Alfonso Morales R.
ASESOR

Ing. Agr. Zoot. Jorge A. Wellmann P.
ASESOR

Lic. Zoot. Roberto Ruano Viana.
ASESOR

Lic. Rómulo Gramajo Lima.
ASESOR

IMPRIMASE

Dr. José G. Perezcanto F.

Decano

