

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE ALIMENTOS BALANCEADOS
PRODUCIDOS EN UNA INDUSTRIA AVÍCOLA DE LA CIUDAD DE
GUATEMALA**

Informe Final de Tesis

presentado por:

CLAUDIA YOHANA CARBALLO ROSAL

Para optar al título de

QUÍMICA FARMACÉUTICA

Guatemala, octubre de 2003

JUNTA DIRECTIVA

**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Decano	M.Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán
Secretaria	Licda. Jannette Sandoval Madrid de Cardona
Vocal I	Licda. Gloria Elizabeth Navas Escobedo
Vocal II	Lic. Juan Francisco Pérez Sabino
Vocal III	Dr. Federico Adolfo Richter Martínez
Vocal IV	Br. Carlos Enrique Serrano
Vocal V	Br. Claudia Lucía Roca Berreondo

ACTO QUE DEDICO

A DIOS	Por su inmensa bondad, amor y su regalo de vida
A LA VIRGEN MARIA	Fuente de inspiración y dulzura.
A MIS PADRES	Carlos Carballo Vivar Enelda Rosal Valdez de Carballo, por su apoyo incondicional, sabios consejos modelos de mi vida y amor invaluable.
A MI HERMANO	Francis Alexander, por ser mi amigo fiel y estar conmigo en todo momento.
A MIS HIJOS	Pedro Pablo y Andrea Maria con todo mi amor.
A MI ESPOSO	Luis Arturo, por su apoyo, comprensión y motivación para la realización de esta meta, con mucho amor.
A MIS ABUELITOS	María del Carmen Valdez (†) y Noe Montenegro (†) por guiar mis primeros pasos. A Cayetano Carballo (†) y Carlota Vivar (†) con cariño especial, Dios los bendiga.
A MIS TIOS	Especialmente a Helen, Paty, Hilda, Edgar Rubén , Héctor Aníbal y Juan Ramón (†), por su cariño y consejos.
A MIS PRIMOS	Edgar, Marycarmen, Roberto, Mónica, Paty, Candy. Alberto , Gaby, en especial a Lorena, Wendy y Fredy, por sus lazos de hermandad, con admiración y cariño.
A MIS AMIGOS	Rosita, Anny, Mayra, Maritza, Viry, Sonia, Laura, Gessy, Karina, Carmen Maria, Carol, Eleonora G. Gabriel, por compartir tantos momentos alegres y tristes. Gracias por su amistad.
A	Rosa García (Rosita), por su apoyo para cuidar a mis dos tesoros, mil gracias.

AGRADECIMIENTOS

A mi patria Guatemala, tierra linda y hermosa.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, en especial a la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, por pertenecer a esta honorable casa de estudios, y darme la oportunidad de crecer moral e intelectualmente .

A mi centro de estudio, Colegio El Sagrado Corazón, por ser el primer formador de mis conocimientos.

A mis asesores, Ing. Gabriel Solís y Licda. Julia García, por su valiosa guía, dedicación y paciencia que hicieron posible la realización de este trabajo.

A la Cooperativa Agrícola y de Servicios Varios, Madre y Maestra R. L. , por el apoyo técnico y económico brindado para el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE

<i>CONTENIDO</i>	<i>PÁGINA</i>
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. ANTECEDENTES	4
4. JUSTIFICACIÓN	6
5. OBJETIVOS	7
6. HIPÓTESIS	8
7. MATERIALES Y MÉTODOS	9
8. RESULTADOS	25
9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	37
10. CONCLUSIONES	40
11. RECOMENDACIONES	41
12. REFERENCIAS	42
13. ANEXOS	45

1. RESUMEN

El objetivo fundamental de esta investigación fue evaluar la calidad de alimentos balanceados producidos en una industria avícola de la ciudad de Guatemala, con el propósito de determinar el tiempo en el cual el alimento mantiene las especificaciones de calidad, con base a requerimientos establecidos por la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR

Para el desarrollo del estudio se seleccionó el producto terminado almacenado en las bodegas de una industria. Se utilizaron muestras de tres diferentes tipos de alimento balanceado para pollos (iniciador, engorde postura), las cuales se sometieron a pruebas bromatológicas, de toxinas, hongos y levaduras al inicio del estudio y cada treinta días hasta 150 días.

Se determinó que un período de 90 a partir de la fecha de producción, los alimentos se encuentran en condiciones seguras y confiables para su consumo, basándose en que los análisis realizados en los alimentos, no evidencian diferencias significativas en la concentración de los nutrientes (proteína, grasa, fibra, calcio y fósforo). Así mismo, la concentración de hongos y levaduras se encontraron fuera de límites permitidos hasta los 120 días de iniciado el estudio.

2. INTRODUCCIÓN

El mercado pecuario nacional e internacional en la actualidad, debe ser abastecido por productos que cumplan con requisitos de calidad. Para lograrlo es necesario especificar y efectuar los controles de calidad en el proceso de manufactura de los alimentos y en el producto final, asimismo se debe establecer el tiempo en el cual los alimentos mantienen sus valores nutritivos y su inocuidad.

El análisis químico bromatológico es un factor esencial para valorar el poder nutritivo de un alimento, ya que éste determina en forma cuantitativa los principios inmediatos que lo constituyen. (1)

La Organización de las Naciones Unidas advierte que existen diversas sustancias que pueden contaminar los alimentos balanceados entre los que se pueden mencionar las micotoxinas, los residuos químicos de la agricultura y la industria, los microorganismos patógenos, los residuos de medicamentos veterinarios, metales pesados y dioxinas, entre otros.

La identificación y cuantificación de micotoxinas (metabolitos producidos por hongos), presentes en los cereales y granos utilizados para la elaboración de alimentos balanceados, son de importancia, debido a que éstas son de alta toxicidad para los animales de granja o de corral, pues ocasionan enfermedades e incluso la muerte .

La finalidad del presente estudio, fue establecer la calidad de los alimentos balanceados de mayor comercialización elaborados en una industria avícola en la ciudad de Guatemala, a través de la medición de micotoxinas y nutrientes presentes.

3. ANTECEDENTES

En Guatemala se dispone de poca información referente a estudios de calidad de los alimentos balanceados. Las investigaciones efectuadas hasta el momento orientan principalmente a la determinación de algunos contaminantes de tipo biológico en diferentes alimentos, en carne de res, leches, huevos, tortillas y harinas de maíz.

Entre los estudios relacionados con el tema se encuentran los siguientes:

-1985 Solórzano Mendizábal, M. Realizó un estudio sobre la destrucción de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización, en el cual concluye que la cantidad de cal aplicada al maíz no es suficiente para reducir niveles altos de aflatoxinas. (15)

-1987 Rodríguez Arreaga, E. Investigó sobre la presencia de aflatoxinas en huevos producidos en las granjas avícolas del departamento de Guatemala. La extracción de la toxina se desarrolló a través del método Trukess, y se realizó mediante cromatografía en capa fina y luz ultravioleta de onda larga. El 7.6% del total de muestras corridas fueron positivas a aflatoxinas, sin embargo la concentración de ésta es por debajo del límite permitido por la Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR (20ppb) (11)

-1990 Díaz Morales, I. Determinó los niveles de aflatoxinas en tortillas y granos de maíz, procedentes de la aldea la Espinilla, Río Hondo Zacapa. Las muestras utilizadas fueron veintidós tortillas y siete muestras de maíz las cuales se analizaron por medio del método de Davis modificado, el 41% de las muestras analizadas mostraron resultados positivos, detectando aflatoxinas B1 y B2. (5)

-1995 Marroquín Pozos, H. Identificó y cuantificó a través de un estudio comparativo la aflatoxina M1, en leches fluidas pasteurizadas y no pasteurizadas que se distribuyen en la ciudad capital. Las muestras analizadas no presentaron contaminación de dicha toxina. (8)

-1997 Yalibat Ovalle, Y. Cuantificó el nivel de aflatoxinas en hígado de res que se comercializa en las carnicerías de la ciudad de Guatemala. Los resultados obtenidos en el estudio indican que el 13% de las muestras presentaron contaminación y el 50% de estas sobrepasó los niveles recomendados por las normas COGUANOR. (21)

-1997 Pezzarossi Lira S. Realizó un estudio para establecer la influencia de la temperatura y humedad relativa ambiental sobre la calidad bromatológica del alimento. Los resultados obtenidos muestran, que el tiempo de almacenamiento no afectó la calidad bromatológica del mismo.

4. JUSTIFICACIÓN

La producción de alimentos balanceados para animales, actualmente es una de las principales preocupaciones de las empresas, que se dedican a la comercialización de dichos productos para las diferentes unidades productivas. Por esta razón es importante mantener el balance de las materias primas que integran las dietas de los animales. Debido a que estos productos son importantes y fundamentales en la nutrición, crecimiento y desarrollo del pollo, es valioso el estudio desde el punto de vista social ya que, de la calidad del alimento depende la obtención en el mercado de un producto confiable y seguro, que no cause daños a la salud de los animales y por consiguiente a la población consumidora en general. Desde el punto de vista económico, la investigación es fundamental para el productor debido a que con el establecimiento de un tiempo límite de consumo del alimento balanceado, se podrán evitar enfermedades e incluso la muerte de los animales de granja y de corral con lo que se obtendrán mejores resultados productivos y económicos.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVOS GENERALES:

- 5.1.1 Evaluar el cumplimiento de especificaciones de calidad de los alimentos balanceados producidos por una industria avícola de la ciudad de Guatemala a través de análisis químicos bromatológicos y ensayos biológicos.
- 5.1.2 Generar información confiable referente a la calidad de los productos que consumen los animales de granja y de corral.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 5.2.1 Determinar el tiempo en el cual, los alimentos analizados mantienen las especificaciones de calidad, para ser utilizados como tal.
- 5.2.2 Cuantificar el grado de humedad que adquieren los alimentos durante el tiempo de almacenamiento.
- 5.2.3 Cuantificar la pérdida de proteínas de los concentrados como consecuencia de su almacenamiento.
- 5.2.4 Identificar y cuantificar las micotoxinas que se encuentren presentes en el tiempo de almacenamiento de los alimentos balanceados.

6. HIPÓTESIS

El alimento balanceado para pollos, almacenado a temperaturas entre 25 a 30 ° C y humedad relativa de 60 al 70 %, mantiene su calidad durante un tiempo de ciento cincuenta días.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 UNIVERSO DE TRABAJO:

Alimentos balanceados para pollos, producidos por una industria avícola de la ciudad de Guatemala.

7.2 MUESTRA:

Tres lotes de diferentes tipos de alimentos balanceados para pollos de mayor consumo y comercialización elaborados en una industria avícola, en la ciudad de Guatemala.

7.3 RECURSOS HUMANOS:

Autora: Claudia Yohana Carballo Rosal.

Asesor: Ing. Gabriel Solís Xicará.

Asesor: Licda. Julia García Bolaños.

7.4 RECURSOS MATERIALES :

7.4.1 RECURSOS FÍSICOS:

Laboratorio del Departamento de Control de Calidad de la Cooperativa Agrícola y de Servicios Varios Madre y Maestra R. L.

7.4.2 MATERIAL Y EQUIPO:

- Fotómetro Merck SQ Nova 60 .
- Fluorómetro VICAM Serie-4.
- Sistema de Digestión Kjelttec.
- Sistema de destilación Kjelttec.
- Digestor fibra cruda Labconco.
- Goldfish extractor de grasa .
- Horno de secado.
- Mufla .
- Plancha de calentamiento.
- Balanza analítica.
- Balanza semi- analítica.
- Licuadora industrial.

7.4.3 REACTIVOS:

- Éter de petróleo (Merck).
- Ácido Sulfúrico 0.255N.
- Hidróxido de sodio 0.312N.
- Tabletas Kjeldhal (Merck).
- Ácido clorhídrico 0.1N (Merck).
- Ácido nítrico concentrado (Merck).
- Rojo de metilo 75%.

- Hidróxido de amonio 1:1.
- Oxalato de amonio.
- Permanganato de potasio 0.03%.
- Metanol 80%.
- Columnas de aflatest.
- Revelador aflatest .
- Columnas ocratest.
- 5x solución buffer de micotoxinas.
- Solución eluyente para ocratest.
- Columnas zearalatest.
- Revelador zearalatest.
- Columnas de Dontest.
- Revelador A Dontest.
- Revelador B Dontest.
- Columnas fumonitest.
- 1x solución buffer de micotoxinas .
- Cloruro de sodio (Merck).

7.4.4 CRISTALERÍA:

- Beakers de 25,50,100,250 y 600 mL.
- Erlenmeyer 250 mL.
- Tubos de ensayo.

- Agitadores de vidrio.
- Pipetas de 1,5,10 y 25 mL.
- Probetas de 10,20,50 y 100 mL.
- Embudos de vidrio.
- Embudos de plástico.
- Kitazato.
- Unidad filtradora.

7.5 PROCEDIMIENTO:

7.5.1 SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS:

Utilizar una muestra de 45 quintales para analizar tres diferentes tipos de alimentos balanceados para pollos (iniciador, engorde y postura), los cuales son elaborados por una industria avícola de la ciudad de Guatemala, y almacenar en las bodegas de producto terminado de dicha industria. (4)

Estudiar tres lotes de cada alimento balanceado, seleccionar una muestra de cada lote, el muestreo es en forma aleatoria.

Posteriormente eliminar la humedad de las muestras para efectuar el análisis químico bromatológico.

Para análisis de micotoxinas utilizar una muestra de cincuenta gramos de cada alimento y procesar la muestra según el procedimiento para cada toxina. El tiempo de evaluación de las muestras es de 150 días, realizar pruebas cada treinta días.

7.5.2 TRATAMIENTO DE LA MUESTRA:

Para medir el valor nutritivo de los alimentos balanceados desarrollar los análisis químicos bromatológicos con los que se determina los porcentajes de los siguientes nutrientes: proteína, grasa, humedad, calcio, fósforo, sodio y ceniza. medir el grado de contaminación de la muestra por hongos, a través de cultivos con placas 3M, cuantificar las micotoxinas por el método VICAM mediante el cual se obtienen los niveles de toxina.

7.5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Evaluar los resultados obtenidos mediante la comparación de las concentraciones en porcentaje de nutrientes, según estándares de formulación para cada alimento balanceado, los que serán determinados por análisis químico bromatológico.

Los niveles de tolerancia de micotoxinas serán evaluados según normas internacionales .

7.6 ANÁLISIS DE MICOTOXINAS:

7.6.1 AFLATOXINA:

- Recolectar muestras.
- Moler las muestras para reducción del tamaño de partícula.
- Calibrar fluorómetro.
- Preparar solución reveladora de aflatoxina.
- Preparar solución metanol: agua (80:20).
- Verificación de reactivos en fluorómetro (metanol, revelador y agua).
- Pesar 50g de muestra y 5g de sal y colocarla en jarra de licuado.
- Agregar a la jarra de licuado 100 mL de metanol: agua (80:20).
- Cubrir la jarra y licuar durante 1 minuto.
- Filtrar el contenido de la jarra en papel filtro predoblado y coleccionar en un recipiente limpio.
- Medir 10 mL del extracto filtrado en una probeta limpia.
- Diluir el extracto con 40 mL de agua desionizada, mezclar.
- Pesar 10 mL del extracto diluido a través de papel filtro de microfibras directamente en el equipo de bombeo a través de la columna de aflatoxina (1-2 gotas por seg).
- Lavar dos veces la columna con 10 mL de agua (1-2 gotas por segundo).
- Pasar 1 mL de metanol a través de la columna de aflatoxina

- Colectar en un tubo desechable (1-2 gotas por segundo).
- Retirar el tubo desechable y agregar 1 mL de revelador aflatoxina, mezclar y colocar el tubo en el fluorómetro calibrado.
- Leer la concentración de aflatoxinas después de 60 segundos. La lectura aparecerá en partes por billón (ppb). (14).

7.6.2 VOMITOXINA (DON):

- Recolectar muestras.
- Moler las muestras finamente.
- Calibrar fluorómetro.
- Preparar soluciones reveladoras A y B, diariamente.
- Verificar reactivos en fluorómetro (metanol, reveladores y agua).
- Pesar 50g de muestra y 5g de sal, colocarla en la jarra de licuado.
- Agregar a la jarra de licuado 200 mL de agua desionizada.
- Cubrir la jarra y licuar durante 1 minuto.
- Filtrar el contenido de la jarra en papel filtro acanalado.
- Filtrar nuevamente el extracto filtrado en papel de microfibra.
- Colocar 6 mL del extracto filtrado en el equipo de bombeo y pasarlo a través de la columna de DON.
- Lavar dos veces la columna con 10 mL de agua.

- Filtrar 0.75 mL de metanol en columna, colectarlo en un tubo desechable.
- Medir 0.5 mL de eluyente de metanol a un tubo limpio.
- Agregar al tubo 0.5 mL de metanol, 0.5 mL de revelador A y 0.5 mL de revelador B. Mezclar bien.
- Colocar el tubo en el fluorómetro calibrado. Lea la concentración de DON después de 60 segundos. La lectura aparecerá en partes por millón (ppm.). (15).

7.6.3 FUMONISINA:

- Recolectar muestras.
- Moler las muestras para reducción del tamaño de partícula.
- Calibrar fluorómetro.
- Preparar solución metanol : agua (80:20).
- Preparar solución lavadora de micotoxinas (PBS/0.1%).
- Preparar mezcla reveladora A y B cada cinco días.
- Verificar reactivos en fluorómetro (metanol, reveladores A y B y solución lavadora).
- Pesar 50 g de muestra y 5 g de sal, colocarla en la jarra de licuado.
- Agregar 100 mL de metanol : agua (80:20).
- Cubrir la jarra y licuar durante 1 minuto.

- Filtrar el contenido de la jarra en papel filtro acanalado, colectorlo en un recipiente limpio.
- Colocar 10 mL del extracto filtrado en recipiente limpio.
- Diluir los 10 mL con 40 mL de solución reveladora. Mezclar.
- Filtrar a través de papel de microfibra de 1 micra, 10 mL de la dilución anterior, colectorlo en recipiente limpio.
- Pasar 10 mL del filtrado anterior a través de la columna de fumonisina, directamente en el equipo de bombeo. (1-2 gotas por segundo).
- Lavar con 10 mL de solución lavadora de micotoxinas (1-2 gotas por segundo). Lavar dos veces.
- Eluir la columna con 1 mL de metanol y colector el eluyente directamente en tubo desechable para fluorómetro.
- Agregar 1 mL de la mezcla de revelador A y B. Mezclar y colocar en el fluorómetro calibrado. Leer la concentración de fumonisina después de 240 segundos. La lectura aparece en partes por millón (ppm). (16).

7.6.4 OCRATOXINA:

- Recolectar muestras.
- Moler las muestras para reducción del tamaño de partícula.
- Calibrar fluorómetro.
- Preparar solución lavadora de micotoxinas (PBS/0.1 %)

- Preparar solución metanol: agua (80:20).
- Verificar reactivos en fluorómetro (solución eluyente de ocratoxina y agua).
- Pesar 50 g de muestra y 5 g de sal y colocarla en la jarra de licuado.
- Agregar a la jarra de licuado 100 mL de metanol: agua (80:20).
- Cubrir la jarra y licuar durante 1 minuto.
- Filtrar el extracto en papel filtro acanalado, coleccionar en recipiente limpio.
- Medir 10 mL del extracto filtrado.
- Diluir el extracto filtrado con 40 mL de agua. Mezclar.
- Filtrar la solución a través de papel filtro de microfibras directamente en el quipo de bombeo con una columna de ocratoxina. Filtrar de 1-2 gotas por segundo.
- Lavar la columna con 10 mL de solución lavadora de micotoxinas (1-2 gotas por segundo).
- Lavar la columna con 10 mL de agua (1 – 2 gotas por segundo).
- Eluir la columna de ocratoxina pasando 1.5 mL de solución eluyente de ocratoxina directamente en un tubo desechable. Mezclar y colocar el tubo directamente en el fluorómetro calibrado. Leer la concentración de ocratoxina después de 60 segundos. La lectura aparece en partes por billón (ppb) (17).

7.6.5 ZEARALENONA:

- Recolectar muestras.
- Moler las muestras para reducción de partículas.
- Calibrar fluorómetro.
- Preparar solución reveladora de micotoxinas.
- Preparar solución reveladora de zearalenona.
- Preparar solución metanol: agua (80:20).
- Verificar reactivos en fluorómetro (metanol, revelador y agua).
- Pesar 50 g de muestra y 5 g de sal, colocarla en la jarra de licuado.
- Agregar a la jarra de licuado 50 mL de metanol: agua (80:20).
- Cubrir la jarra y licuar durante 1 minuto.
- Filtrar el contenido de la jarra en papel filtro acanalado, coleccionar en recipiente limpio.
- Transferir 10 mL del extracto filtrado y diluirlo con 4 mL de solución lavadora. Mezclar.
- Filtrar la dilución anterior en papel filtro de microfibras de 1 micra.
- Pasar 10 mL del filtrado directamente en el equipo de bombeo con la columna de zearalenona (1-2 gotas por segundo).
- Lavar la columna pasando 10 mL de solución lavadora de zearalenona (1-2 gotas por segundo).
- Lavar la columna con 10 mL de agua (1-2 gotas por segundo).

- Eluir la columna de afinidad de zearalenona, pasando 1 mL de metanol y coleccionar el eluido directamente en el tubo desechable.
- Agregar 1 mL de revelador zearalenona directamente al tubo. Mezclar. Colocar el tubo directamente en el fluorómetro calibrado. Leer la concentración de zearalenona después de 300 segundos. La lectura aparece en partes por millón (ppm). (18).

7.7 ANÁLISIS DE GRASA (MÉTODO AOAC):

- Anotar peso de beacker.
- Pesar 2.0 g de las muestras.
- Colocar en dedales Goldfish.
- Medir 40 mL de éter .
- Transferir el éter de petróleo en beaker. Colocar en el aparato de
- extracción.
- Abrir llaves de agua y de temperatura a 50 °C aproximadamente.
- El tiempo de extracción es de cuatro horas.
- Enfriar y retirar dedales con muestra.
- Cambiar tubos de muestra por tubos de destilación.
- Reciclar éter.

- Colocar los beacker con grasa en horno a 70 ° C por 30 minutos.
- Enfriar en desecadora, pesar los beacker (8).
- Cálculos.

$$\% \text{ grasa} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso tara}}{\text{Peso Muestra (g)}} \times 100$$

7.8 ANÁLISIS DE FIBRA CRUDA (MÉTODO AOAC):

Reactivos:

H₂SO₄ 0.255 N.

- Medir 7.2 mL H₂SO₄ (Merck).
- Aforar con 1L. de H₂O destilada.

NaOH 0.312 N.

- Pesar 13.16 g NaOH.
- Disolver y aforar a 1 L de agua destilada.

TRATAMIENTO DE LA MUESTRA:

- Pesar 3 gramos de muestra en beacker de 600 mL.
- Colocar en beacker de 600 mL, 200 mL de H₂SO₄ 0.255 N.

- Calentar a 90 ° C por 1 hora en el digestor de fibra cruda.
- Dejar enfriar.
- Filtrar al vacío .
- Agregar 200 mL NaOH 0.312 N al sólido.
- Calentar a 90 ° C por 1 hora en el digestor de fibra cruda .
- Enfriar.
- Pesar crisoles.
- Filtrar al vacío en crisoles.
- Secar los crisoles y muestra en horno durante 2 horas a 105°C.
- Enfriar en desecadora.
- Colocar los crisoles en mufla a 600°C durante 30 minutos.
- Enfriar y pesar (8).
- Cálculos:

$$\% \text{ Fibra} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso tara}}{\text{Peso Muestra (g)}} \times 100$$

7.9 ANÁLISIS DE PROTEÍNA (MÉTODO AOAC):

- Pesar 0.3 g de muestra.
- Colocar en tubos Kjeltec.
- Agregar 10 mL de H₂SO₄.
- Pesar 1 g de pastillas Kjeldahl y agregarlas a la muestra.

- Colocar en digestor por 1 hora a 356°C la solución se tornará
- cristalina.
- Enfriar.
- Agregar 30 mL de H₂O destilada.
- Iniciar el proceso de destilación.
- Medir 15 mL volumétricos de indicador para proteínas .
- Colocar en el sistema destilación Kjeldahl la muestra y dosificar álcali.
- Iniciar la destilación por 4.5 minutos.
- Titular con HCl 0.1 N (Merck).
- Coloración corinta (8).
- Cálculos:

$$\% \text{ N} = \frac{(\text{mL de HCl} - \text{mL blanco}) \times (0.1 \times 1.4007)}{\text{Peso Muestra (g)}}$$

$$\% \text{ Proteína} = \frac{\% \text{ N} \times 6.25}{\text{Peso Muestra (g)}}$$

7.10 DETERMINACIÓN DE HUMEDAD (MÉTODO AOAC):

- Tarar cápsulas de aluminio.
- Pesar 2.0 g de muestra.
- Colocar en horno 135°C por 2 horas.
- Enfriar en desecadora (8).

- Pesar.
- Cálculos:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso final} - \text{Peso tara})}{\text{Peso Muestra(g)}} \times 100$$

7.11 DETERMINACIÓN DE CENIZAS (MÉTODO AOAC):

- Tarar cápsulas de porcelana.
- Pesar 2.0 g de muestra.
- Colocar en una mufla a 600°C por 2 horas.
- Enfriar y pesar (8).
- Cálculos:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{(\text{Peso final} - \text{Peso inicio})}{\text{Peso Muestra.}} \times 100$$

8. RESULTADOS.

La muestra comprendió un total de 45 quintales de tres diferentes alimentos balanceados, cada alimento de un mismo lote, seleccionados al azar, los cuales cumplieron con normas establecidas de: almacenamiento a temperatura de 20 a 30 ° C y una humedad relativa de 60 al 70%. Por tratarse de tres productos diferentes se distribuyeron de la siguiente forma;

- Alimento específico para pollos en crecimiento, “A”
- Alimento específico para ponedoras, “B”
- Alimento específicos para pollos de engorde, “C”

Seleccionar una muestra representativa para cada tipo de alimento durante un período de 0 a 150 días, efectuar pruebas bromatológicas, microbiológicas y toxicológicas.

Para determinar el tiempo en el cual, los alimentos analizados mantienen las especificaciones de calidad requeridas, se efectuaron análisis bromatológico, toxicológicos y microbiológicos (cuantificación de levaduras y hongos) obteniéndose los siguientes resultados:

A. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO:

TABLA 1.

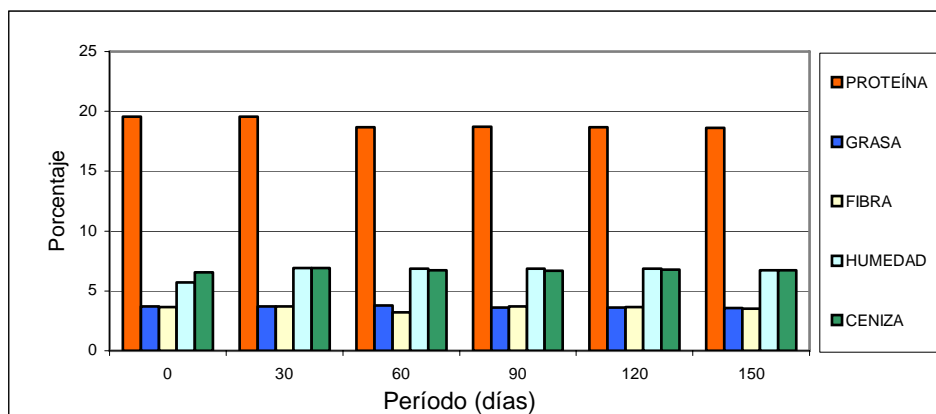
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO EN CONCENTRACIONES DE PORCENTAJE PARA EL ALIMENTO “ A”

PERÍODO días	PROTEÍNA %	GRASA %	FIBRA %	HUMEDAD %	CENIZA %	FÓSFORO %	CALCIO %	SODIO %
0	19.55	3.68	3.65	5.72	6.55	0.56	2.10	0.165
30	19.55	3.70	3.71	6.92	6.90	0.55	1.70	0.157
60	18.68	3.80	3.20	6.85	6.71	0.54	2.15	0.142
90	18.70	3.62	3.70	6.87	6.70	0.50	2.10	0.145
120	18.67	3.60	3.65	6.88	6.78	0.55	2.20	0.149
150	18.63	3.58	3.54	6.72	6.73	0.51	2.12	0.146

La humedad del alimento al inicio del estudio fue de 5.72%, obteniéndose un valor máximo de 6.92% . la adquirida al finalizar el estudio fue de 6.72 % . sin embargo la humedad relativa y la temperatura ambiental en bodegas no se mantuvo entre las especificaciones requeridas (ver tabla 10).

GRÁFICA 1.

**COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN EN PORCENTAJE
DE NUTRIENTES EN UN PERÍODO DE 0 A 150 DÍAS
ALIMENTO "A"**



El valor de proteína inicial fue de 19.55 y de 18.63 a los 150 días, obteniéndose una pérdida de 0.92 %

TABLA 2.

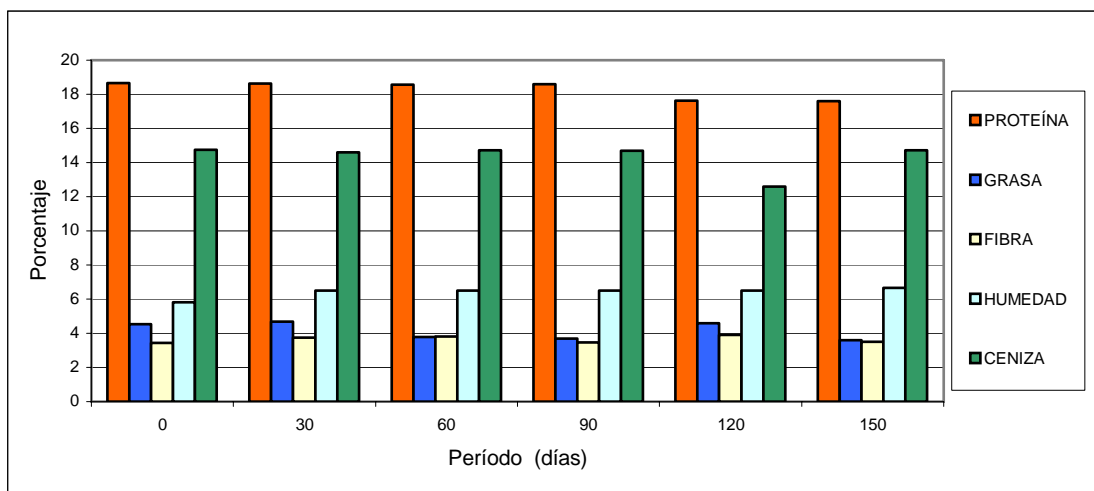
**ANÁLISIS BROMATOLÓGICO EN CONCENTRACIONES
DE PORCENTAJE PARA EL ALIMENTO "B"**

PERÍODO días	PROTEÍNA %	GRASA %	FIBRA %	HUMEDAD %	CENIZA %	FÓSFORO %	CALCIO %	SODIO %
0	18.67	4.54	3.45	5.80	14.74	0.40	3.70	0.1651
30	18.61	4.70	3.75	6.50	14.60	0.44	3.50	0.1600
60	18.57	3.78	3.80	6.50	14.73	0.41	3.60	0.1650
90	18.60	3.70	3.47	6.50	14.70	0.40	3.40	0.1651
120	17.61	4.60	3.90	6.50	12.58	0.40	3.40	0.1640
150	17.58	3.58	3.50	6.65	14.72	0.41	3.45	0.1645

El grado de humedad adquirida por este alimento durante el tiempo de estudio varía desde 5.8 % a 6.65%, se obtuvo un valor máximo de 6.65%.

GRÁFICA 2.

**COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN EN
PORCENTAJE DE NUTRIENTES EN UN PERÍODO DE 0 A 150 DÍAS
PARA EL ALIMENTO “B”**



El valor de proteína inicial fue de 18.67 % a los 0 día y de 17.58 % a los 150 días, obteniéndose una pérdida da proteína de 0.99%.

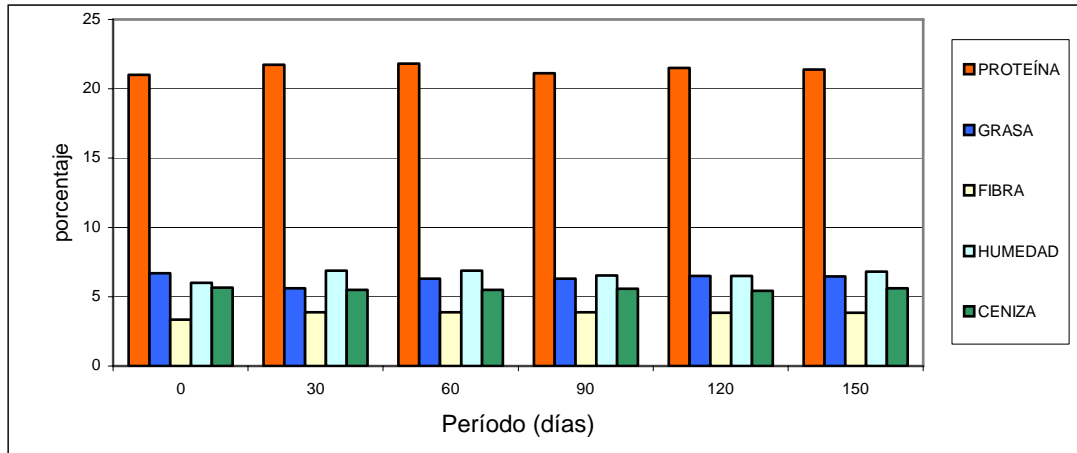
TABLA 3.

**ANÁLISIS BROMATOLÓGICO EN CONCENTRACIONES
DE PORCENTAJE PARA EL ALIMENTO “C”**

PERÍODO días	PROTEÍNA %	GRASA %	FIBRA %	HUMEDAD %	CENIZA %	FÓSFORO %	CALCIO %	SODIO %
0	21.01	6.69	3.33	6.00	5.65	0.30	1.40	0.126
30	21.72	5.61	3.87	6.90	5.50	0.44	1.40	0.114
60	21.80	6.30	3.90	6.90	5.50	0.40	1.50	0.126
90	21.10	6.31	3.88	6.55	5.56	0.43	1.40	0.125
120	21.50	6.50	3.86	6.50	5.43	0.44	1.35	0.157
150	21.40	6.45	3.84	6.80	5.62	0.45	1.33	0.126

El grado de humedad adquirida por este alimento durante el tiempo de estudio varía desde 6.00 % a 6.80 %.

GRÁFICA 3.
COMPARACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN
EN PORCENTAJE DE NUTRIENTES
EN UN PERÍODO DE 0 A 150 DÍAS PARA EL ALIMENTO “C”



El valor de proteína inicial fue de 21.01% a los 0 día y de 21.01% a los 150 días, obteniéndose una pérdida da proteína de 0.92% .

B. MOHOS Y LEVADURAS:

La cuantificación de mohos y levaduras se incubó e inoculó una muestra representativa de concentrado en placas adecuadas para su crecimiento, las cuales se dejaron por cinco días a temperatura ambiente y protegidas de la luz, obteniéndose los siguientes resultados, cuantificados en unidades formadoras de colonias por gramo.

TABLA 4.

**CRECIMIENTO DE MOHOS Y LEVADURAS EN
UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS POR GRAMO (UFC/ G)
EN UN PERÍODO DE 0 A 150 DÍAS, ALIMENTO “A”**

PERÍODO días	MOHOS UFC / g	LEVADURAS UFC / g
0	55	40
30	68	48
60	73	45
90	81	56
120	148	87
150	162	110

GRÁFICA 4.

**COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE MOHOS Y LEVADURAS EN
UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS POR GRAMO (UFC / G) EN
UN PERÍODO DE 0 A 150 DÍAS ALIMENTO “A”**

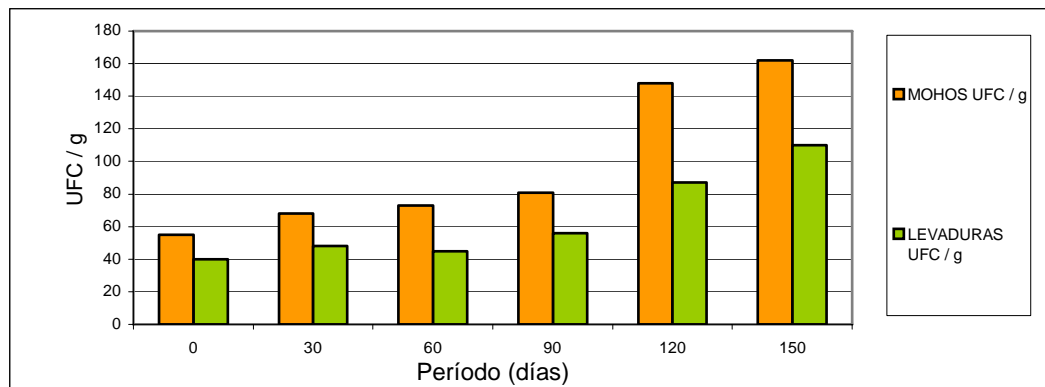


TABLA 5.

**CRECIMIENTO DE MOHOS Y LEVADURAS EN
UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS POR GRAMO (UFC/ G)
EN UN PERÍODO DE 0 A 150 DÍAS, ALIMENTO “B”**

PERÍODO días	MOHOS UFC / g	LEVADURAS UFC / g
0	35	50
30	55	94
60	53	95
90	60	100
120	130	140
150	150	160

GRÁFICA 5.

**COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE MOHOS Y LEVADURAS EN
UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS POR GRAMO (UFC / G) EN
UN PERÍODO DE 0 A 150 DÍAS ALIMENTO “B”**

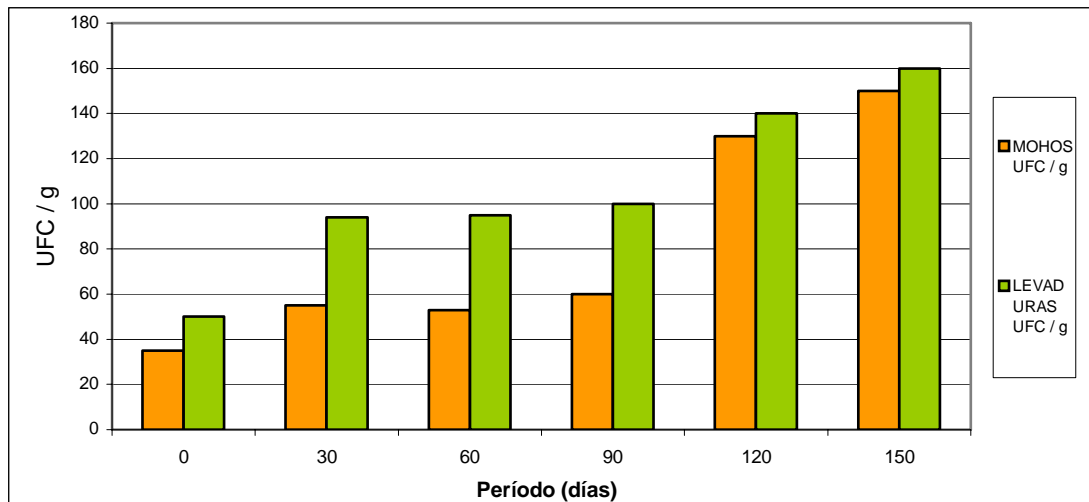


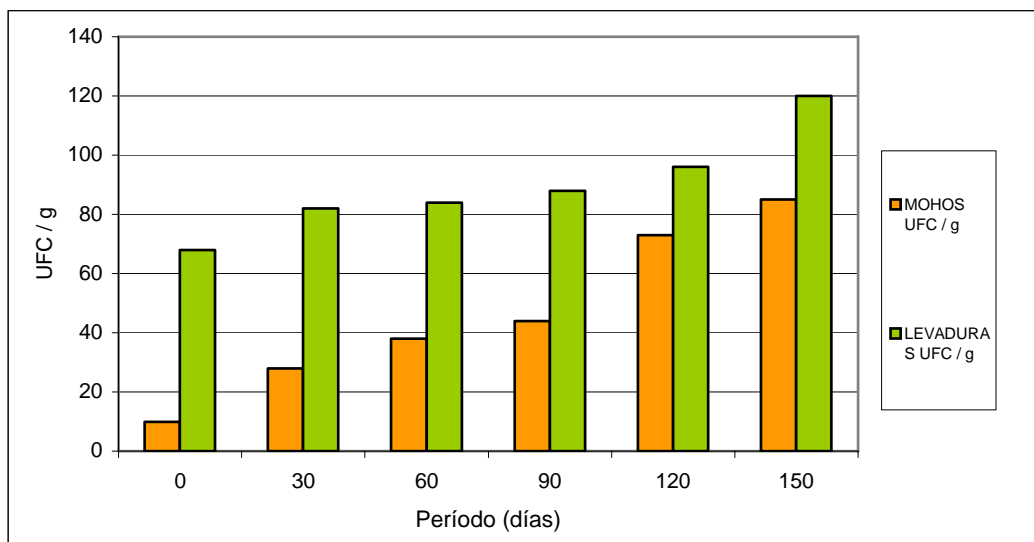
TABLA 6.

**CRECIMIENTO DE MOHOS Y LEVADURAS EN
UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS POR GRAMO (UFC/ G)
EN UN PERÍODO DE 0 A 150 DÍAS, ALIMENTO “C”**

PERÍODO DÍAS	MOHOS UFC / g	LEVADURAS UFC / g
0	10	68
30	28	82
60	38	84
90	44	88
120	73	96
150	85	120

GRÁFICA 6.

**COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE MOHOS Y LEVADURAS EN
UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS POR GRAMO (UFC / G) EN
UN PERÍODO DE 0 A 150 DÍAS ALIMENTO “C”**



C. MICOTOXINAS

Las micotoxinas identificadas y cuantificadas en los alimentos balanceados durante el tiempo de estudio fueron Aflatoxina, Ocratoxina, Fumonisina, Zearalenona y Vomitoxina, obteniéndose los siguientes resultados:

TABLA 7.

**IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE MICOTOXINAS
A LOS 0 Y 150 DÍAS, ALIMENTO “A”**

Período DÍAS	Aflatoxina PPB	Ocratoxina PPB	Fumonisina PPM	Zearalenona PPM	Vomitoxina (DON)PPM
0	n. d.	n. d.	1.30	0.50	3.40
150	5.00	n. d.	0.25	0.18	0.84

Referencia:

PPB = partes por billón

PPM = partes por millón

n. d. = no detectado

GRÁFICA 7.

**COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE MICOTOXINAS EN
CONCENTRACIÓN DE PPB Y PPM, A LOS 0 Y 150 DÍAS ALIMENTO “A”**

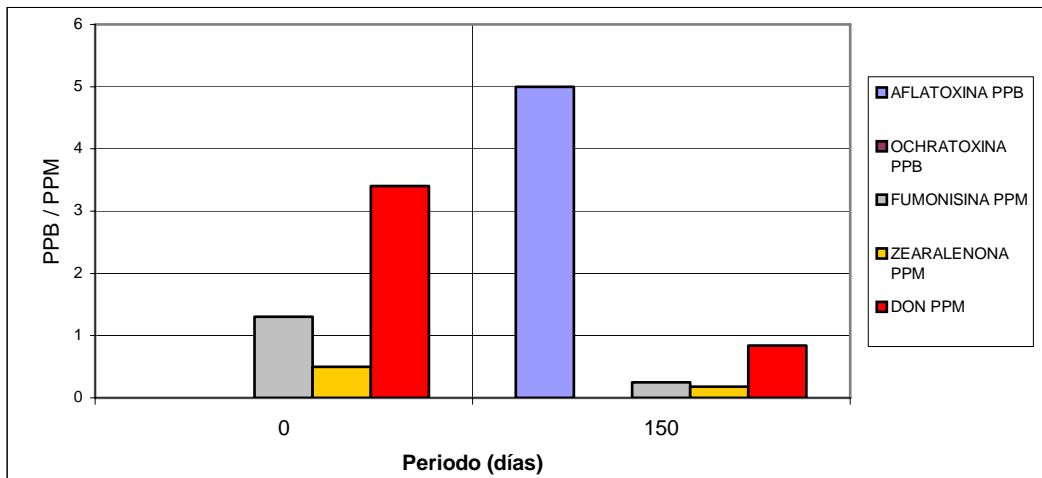


TABLA 8.

**IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE MICOTOXINAS
A LOS 0 Y 150 DÍAS, ALIMENTO “B”**

Período DÍAS	Aflatoxina PPB	Ocratoxina PPB	Fumonisina PPM	Zearalenona PPM	Vomitoxina (DON)PPM
0	5.00	2.00	3.60	0.062	1.40
150	3.00	6.00	0.34	0.15	0.087

GRÁFICA 8.

**COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE MICOTOXINAS
A LOS 0 Y 150 DÍAS, ALIMENTO “B”**

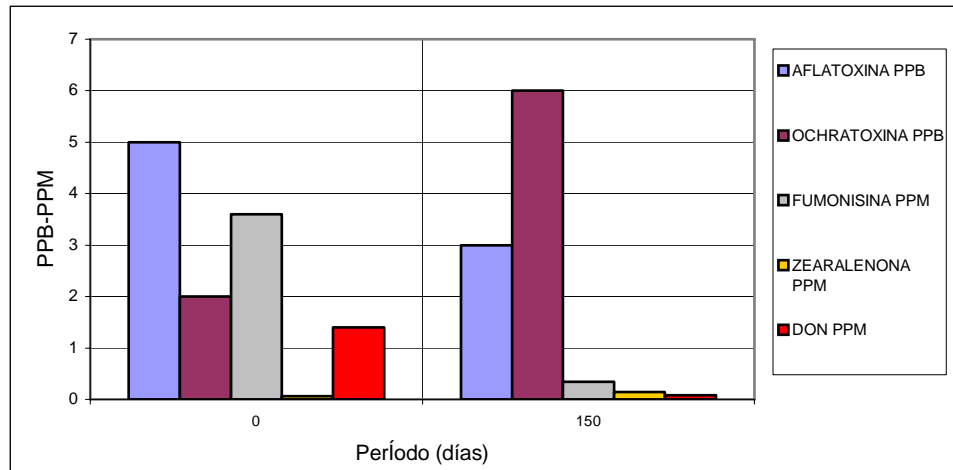


TABLA 9.

**IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE MICOTOXINAS
A LOS 0 Y 150 DÍAS, ALIMENTO “C”**

Período DIAS	Aflatoxina PPB	Ocratoxina PPB	Fumonisina PPM	Zearalenona PPM	Vomitoxina (DON)PPM
0	4.00	3.00	1.60	0.36	1.90
150	7.00	26.061	17.454	1.20	1.50

GRÁFICA 9.
COMPARACIÓN DEL CRECIMIENTO DE MICOTOXINAS, ALIMENTO “C”
A LOS 0 Y 150 DÍAS

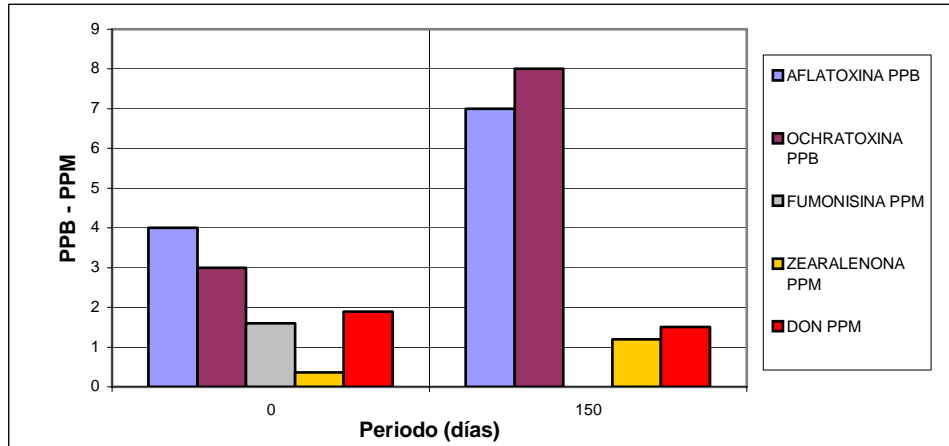


TABLA 10
CUANTIFICACIÓN DE HUMEDAD RELATIVA Y TEMPERATURA
AMBIENTAL EN LAS BODEGAS DEL ALIMENTO TERMINADO DE LA
GRANJA AVÍCOLA

Período en días	Humedad relativa %	Temperatura 0C
0	62.5	21
30	64	22
60	64.3	22
90	65.7	25
120	65.5	25.5
150	67.85	32.5

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para el análisis de los resultados, se consideraron las diferentes variables entre las que se encuentran las siguientes: bromatológicas (proteína, grasa, fibra cruda, humedad ceniza, fósforo, calcio, sodio), variables microbiológicas (mohos y levaduras), variables toxicológicas (Aflatoxina, Ocratoxina, Fumonisina,, Zeralenona, Vomitoxina).

Entre los nutrientes que se evaluaron en los análisis bromatológicos en los tres alimentos balanceados para determinar su comportamiento, durante el tiempo de almacenamiento que fue de 150 días, se observó que no hubo una diferencia significativa con respecto a la concentración de la proteína cruda en el alimento “A”, bajó en un 0.30% de la concentración según la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR, este valor no es significativo. En los alimentos “B” y “C” no hubo decremento.

El porcentaje de humedad presentó aumento en las tres muestras, manteniéndose siempre entre los límites establecidos de 12.5 %.

El comportamiento para la grasa cruda y fibra cruda para los tres alimentos fue muy parecido manteniéndose entre los límites establecidos por COGUANOR.

Los porcentajes de Calcio obtenidos para los alimentos “A”, “B” y “C” no cumplieron con las especificaciones según normas COGUANOR estos están por arriba de los límites máximos permitidos, sin embargo esto no afecta a la nutrición de las aves ya que el mineral es evaluado y necesario para el fortalecimiento de huesos y plumas así como de la cáscara del huevo. (Ver tabla 13)

El éxito para la adecuada nutrición es proveer al organismo de una adecuada dieta que contenga los nutrientes requeridos para su funcionamiento, los principales son: azúcares, grasas, proteína, minerales y vitaminas. Y es de suma importancia que estos se mantengan dentro de las especificaciones de calidad requeridas.

El crecimiento de mohos y levaduras para los alimentos “A” y “B” fueron parecidos, como se puede observar en las gráficas 4 y 5, al inicio ambos se encuentran entre los límites permitidos (100 UFC / gramo). Sin embargo, a los 120 días sobrepasan este valor por lo que ya no son aptos para el consumo, debido a que se ha demostrado que ciertas especies de hongos producen metabolitos tóxicos venenosos conocidos como micotoxinas. Como se puede observar en la tabla No. 10, la humedad relativa y la temperatura ambiental a los 120 días son los principales responsables de acelerar el crecimiento y multiplicación de mohos

En el alimento “C” el crecimiento de hongos fue moderado, al inicio se detectó 10 UFC/ g y al finalizar el estudio (a los 150 días) crecieron 85 UFC/ gramo; además de 120 UFC/ g de levaduras, lo que indica que el alimento presenta fermentación debido a la cantidad de colonias de levaduras formadas, esto favorece el crecimiento de bacterias ya que estas tendrán un sustrato adecuado para crecer lo que genera que este alimento no sea apto para su consumo.

:

“ Las micotoxinas son compuestos producidos por hongos que se desarrollan en las diversas materias primas utilizadas en la elaboración de alimentos balanceados para animales. Estas sustancias se desarrollan de manera natural por dichos hongos si estos encuentran las condiciones adecuadas para su desarrollo”.
(7)

Las micotoxinas fueron identificadas y cuantificadas en los alimentos balanceados, por medio de fluorometría :

En el alimento “A” se identificaron y cuantificaron 4 diferentes micotoxinas Aflatoxina, Fumonisina, Zearalenona, Vomitoxina (DON), la primera estuvo presente en 5 partes por billón (valor máximo aceptado 20 ppb) y la que menor representatividad tuvo Fumonisina con 0.25ppm (se acepta 0.50 ppm), al inicio del estudio se estableció la presencia de Fumonisina a razón de 1.30 ppm y al finalizar el estudio se encontró un total de 0.25 ppm. La Zearalenona se encontró al inicio

con 0.50 ppm, y al finalizar el estudio en 0.18, (se acepta 0.5ppm) y la aflatoxina, se encontró únicamente al final del estudio. Ver tabla No. 7

El alimento “B”, presentó las 5 diferentes toxinas determinadas en el estudio, tanto a los 0 días como a los 150 días.

Las concentraciones de Aflatoxina, Fumonisina y Vomitoxina (se acepta 0.50 ppm) se vieron disminuidas al finalizar el estudio sin embargo las concentraciones de Ocratoxina y Zearalenona aumentaron de 2 ppb a 6 ppb y de 0.062 ppb a 0.15 ppb respectivamente . Ver tabla No.8

El alimento “C” presentó las 5 diferentes toxinas determinadas en el estudio a los 0 días, los 150 días se detectaron únicamente cuatro diferentes toxinas.

Las toxinas que aumentaron su concentración a los 150 días fueron: Aflatoxina de 4 ppb a 7 ppb, Ocratoxina de 3 ppb a 8 ppb y Zearalenona de 0.36 ppm a 1.20 ppm. La concentración de Vomitoxina disminuyó de 1.90 a 1.50. No se detectó Fumonisina al finalizar el estudio. Ver tabla 9

Las especificaciones de COGUANOR sólo reportan límites para Aflatoxinas de 20ppb y para Vomitoxina de 4ppm; no así para Ocratoxina Fumonisina y Zearalenona, las cuales fueron comparadas con las especificaciones para alimentos balanceados para aves según la FDA. Ver tabla 12. El conteo de hongos aumentó durante el tiempo de almacenamiento, aunque no se determinó el tipo de hongo, estos dieron origen a diferentes concentraciones de micotoxinas. Los alimentos se encuentran dentro de los límites permitidos sin embargo, se observa mayor concentración de éstas al finalizar el estudio por lo que se debe considerar que las micotoxinas producen diversos efectos en las aves de acuerdo del tipo y cantidad que posea el alimento contaminado, pero en general ocasionan la baja absorción y el no aprovechamiento adecuado de los nutrientes, trastornan la reproducción y al mismo tiempo, reducen el consumo de alimentos y reducen la capacidad del ave para ofrecer resistencia a las enfermedades.

10. CONCLUSIONES

- 10.1 Los alimentos balanceados, almacenados en bodegas de producto terminado en una industria avícola en la ciudad de Guatemala, mantienen las especificaciones de calidad hasta un período de 90 días.
- 10.2 El tiempo de almacenamiento no afectó la calidad bromatológica de los alimentos balanceados estudiados (“A”, “B”, ”C”), en términos de proteína, fibra, grasa, calcio, fósforo; cuyos niveles se mantuvieron dentro de las especificaciones de calidad según la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR.
- 10.3 Las variables ambientales: Humedad relativa y temperatura ambiental, influyeron sobre el aumento de humedad del producto y sobre el crecimiento de hongos y micotoxinas.
- 10.4 Las micotoxinas (Aflatoxina, Ocratoxina, Fumunisina, Zearalenona, Vomitoxina) no fueron sensibles en su totalidad para el alimento A, no se detectó Ocratoxina para este alimento. Sin embargo para los alimentos “B” y “C” fueron identificadas y cuantificadas las cinco micotoxinas analizadas.

11. RECOMENDACIONES

- 11.1** Es necesario que las bodegas de producto terminado cumplan con las condiciones necesarias de ventilación y temperatura controladas, libre de plagas así como la rotación de inventarios para evitar con esto pérdidas en el valor nutritivo del alimento, así como la contaminación de los alimentos balanceados con micotoxinas y otros agentes patógenos.
- 11.2** Continuar con estudios similares, donde se evalúen los aspectos incluidos en este estudio así como la calidad microbiológica del alimento, es decir cuantificar e identificar bacterias, para obtener con ello un dato más exacto y completo de la seguridad de consumo del producto.
- 11.3** Durante los meses de estudio de los tres productos de diferente formulación se observó que estos mantienen condiciones aceptables de calidad en cuanto a nutrientes, sin embargo el crecimiento microbiológico y toxicológico se ve aumentado; por lo que se recomienda consumir el producto terminado en un período no mayor a noventa días después de la fecha de producción.

12. REFERENCIAS

1. Abrams, J. T. 1965. **Nutrición animal y dietética veterinaria.** Zaragoza, España,. Acribia. pp. 281, 906-925.
2. Agenjo, C. 1980. **Enciclopedia de la inspección veterinaria y análisis de alimentos.** Madrid,. Espasa – Calpesa pp. 110-115.
3. Albizùrez J. M. 1999. **Estudio retrospectivo de la presencia de micotoxinas en cereales utilizados en una planta de alimentos para animales en Guatemala.** Guatemala: pp. 2-8, 98,99. Tesis Ingeniero Agrónomo Industrial. Universidad Rafael Landivar .de Guatemala Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales.
4. González, A. 1994. **Las micotoxinas en los alimentos balanceados, detección y control.** México, El Informador Avícola No. 63. Asociación Nacional de Avicultores, Gremial de Técnicos Avícolas, pp. 14-18
5. COGUANOR NGO 34 170. 1988. **Concentrados para Animales. Alimentos para Aves. Especificaciones.** Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), Guatemala, Ministerio de Economía. pp.1-6.
6. Días, M. 1990. **Determinación de los niveles de aflatoxinas en tortillas y granos de maíz procedentes de la aldea la Espinilla, Río Hondo, Zacapa.** Guatemala, pp.1, 2, 4, 5, 6, 21. Tesis. Licenciado en Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Farmacéutica.
7. Flores, MJ. 1986. **Manual de la alimentación animal.** Tomo 1. México,. Limusa. pp.. 36-45.

8. González, A. 1994. **Las micotoxinas en los alimentos balanceados, detección y control.** México, El Informador Avícola No. 63. Asociación Nacional de Avicultores, Gremial de Técnicos Avícolas, pp. 14-18
9. Nacional de Avicultores, Gremial de Técnicos Avícolas, pp. 14-18.
10. Mann, Hans. 2001. **Aspectos de Control de Calidad en Plantas de Alimentos Balanceados.** Tecnología Avipecuaria en Latinoamérica año 14 N0. 163, pp. 6-12
11. Marroquín, P. 1995. **Aflatoxinas en leches fluidas. (Estudio comparativo de los niveles en leches fluidas pasteurizadas y no pasteurizadas que se distribuyen en la ciudad capital).** Guatemala. pp. 1, 2, 19, 21. Tesis Licenciado en Química Farmacéutica . Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Farmacéutica.
12. Official Methods of Analysis 1997. 16th ed, 3rd. Revision 1997, AOAC Internacional, Gaithersburg, MD, Methods. 920.39, 927.02, 930.15, 942.05, 962.09.
13. Péres, A T. 1975. **Nutrición Animal.** Zaragoza , España, Acribia. pp 432.
14. Pezzarossi, L. S. 1997. **Determinación del tiempo de almacenamiento máximo y la influencia de temperatura y humedad en la calidad bromatológica del alimento iniciador de aves de engorda en cuatro municipios del departamento de Guatemala.** Guatemala, pp.1,2,3, 22, 23. Tesis. Licenciada en Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
15. Rodríguez, A. E. .1987. **Determinación de aflatoxinas en huevos producidos por granjas avícolas de Guatemala.** Guatemala 3 p.: Tesis. Licenciado en Química

- Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Farmacéutica.
16. Safarti, M. D.. et al. 1996. **La Micotoxicosis en la industria pecuaria.** México, Laboratorio Avi-Mex, pp. 1-10 .
 17. Shimada, A. S. 1983. **Fundamentos de Nutrición Animal Comparativa.** México, Limusa, .247 p.
 18. Sobalvarro, A. 1995. **Interacciones entre los nutrientes y las micotoxinas. Influencia de las vitaminas en las micotoxinas.** El Salvador. Asociación de Técnicos avícolas de el Salvador. VII Jornada Avícola Nacional, pp. 41-44 .
 19. Solórzano, M. M. 1985. **Distribución de aflatoxinas durante el proceso de nixtamalización.** Guatemala. Licenciada en Química Farmacéutica. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ciencias Químicas Farmacia, 15 p.
 20. Vicam. 1997. **Aflatest Intruction Manual.** Vicam, 76 p.
 21. Vicam. 1997. **Dontest Intruction Manual.** Vicam, 12 p.
 22. Vicam. 1997. **Fumonitest Intruction Manual.** Vicam, 35 p.
 23. Vicam. 1997. **Ocratest Intruction Manual.** Vicam, 40 p.
 24. Vicam. 1997. **Zearalatest Intruction Manual.** Vicam, 45 p.
 25. Yalibat, O. J. 1997. **Determinación de aflatoxinas en hígado de res que se comercializa en las carnicerías de la ciudad Capital de Guatemala.** Guatemala, pp.1, 2, 3, 25, 26. Tesis. Licenciado en Química Farmacéutica. Universidad de san Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Escuela de Química Farmacéutica.

13- ANEXOS

13.1. NUTRICIÓN:

CONCEPTO:

Los principales componentes de los alimentos balanceados son los hidratos de carbono, grasa, proteína cruda, sales minerales y vitaminas. Estos componentes pueden determinarse mediante métodos químicos estándar, que aseguran la uniformidad de los procedimientos de análisis y la expresión de los resultados. El animal ingiere su alimento balanceado y , en el curso del proceso digestivo, absorbe nutrientes específicos aportados por esta amplia gama de constituyentes de la ración.

“Los nutrientes pueden definirse como elementos o compuestos específicos aportados o derivados de la ración y absorbidos del canal digestivo para pasar a la sangre y con ella, ser llevados a los tejidos corporales a fin de realizar los procesos corporales.” (6).

NUTRIENTES ESENCIALES:

Un nutriente esencial no puede ser sintetizado por el organismo animal, por lo cual debe ingresar al mismo con la dieta. Son aquellos elementos o compuestos químicos que son requeridos por una especie animal dada para su adecuada nutrición y no son sintetizados en el cuerpo o si se sintetizan lo son en cuantía insuficiente para cubrir las necesidades diarias. Algunos aminoácidos, sales minerales, ácidos grasos y vitaminas son nutrientes esenciales (1,6).

NUTRIENTES NO ESENCIALES:

Son elementos o compuestos químicos precisados por el organismo animal para su desarrollo y mantenimiento, pero que pueden ser sintetizados por los tejidos corporales o bien se generan como subproductos de las reacciones microbianas verificadas por la microflora existentes en el tubo digestivo. Estas sustancias químicas no tienen que administrarse con la dieta, muchas de ellas se encuentran incluidas en los alimentos naturales. Algunos aminoácidos (ácido glutámico y alanina se encuentran en esta categoría, ácidos grasos carbohidratos específicos (disacáridos, almidón) ciertas vitaminas. (2,6)

FUNCIÓN DE LOS NUTRIENTES EN EL ORGANISMO:

AMINOÁCIDOS:

La fracción proteica de todos los alimentos balanceados sirve como fuente de aminoácidos, que son las unidades químicas fundamentales que componen todas las proteínas.

Los aminoácidos se metabolizan bajo ciertas condiciones para generar energía para uso general del organismo, de la misma manera que se utilizan las grasas e hidratos de carbono. Son también necesarios para constituir proteínas reguladoras de funciones esenciales del cuerpo y de sus células.

Las proteínas enzimáticas son catalizadoras y reguladoras biológicas esenciales para las reacciones químicas que tienen lugar en el cuerpo.(6,11)

HIDRATOS DE CARBONO:

Constituyen la más importante fuente de energía de las raciones para el ganado. Químicamente se presentan los hidratos de carbono en los alimentos balanceados en forma de monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. La sacarosa y la lactosa son disacáridos predominantes en la caña de azúcar y remolacha azucarera

y en el azúcar de leche. Los dos polisacáridos más importantes son el almidón y la celulosa.

Los tejidos animales obtienen energía del metabolismo de las grasas, aminoácidos desaminados e hidratos de carbono. La energía, sea cual quiera su origen, cubre las necesidades energéticas del animal, requeridas para el crecimiento, actividad muscular, mantenimiento de la temperatura corporal, digestión, metabolismo, reproducción y lactación.

GRASAS:

El componente graso o lípido de los alimentos balanceados proporciona al animal dos tipos de nutrientes fundamentalmente distintos: ácidos grasos esenciales y una fuente inespecífica de energía. Otra función de las grasas es la de contribuir a la absorción de las vitaminas A, D y E.

SALES MINERALES:

Los minerales (cenizas) constituyen aproximadamente el 5% del peso del cuerpo animal. Los minerales pueden clasificarse en macroelementos y microelementos, de acuerdo con las necesidades cuantitativas de cada uno.

Las cantidades muy pequeñas suelen expresarse en partes por millón (ppm) o en miligramos por Kilo de peso (mg / K) de pienso, mientras que las necesidades de

macroelementos, tales como el calcio, fósforo o sodio se expresan en tanto por ciento de la ración.(1,6).

El papel de los minerales es diverso, citándose aquí algunos ejemplos para ilustrar la importancia de las sales minerales en la nutrición animal. Las distintas funciones de los minerales pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Componentes estructurales del cuerpo.
- Equilibrio ácido-básico.
- Equilibrio del agua en los líquidos corporales.
- Activadores de sistemas enzimáticos.
- Relación vitaminas-sales minerales.
- Mecanismos biológicos de óxido-reducción.

13.2 MICOTOXINAS:

DEFINICIÓN:

“Las micotoxinas representan un grupo muy variado de sustancias químico tóxicas sintetizadas por hongos toxigénicos que crecen en granos y alimentos pecuarios en condiciones favorables de sustrato, temperatura, humedad, oxigenación, pH y tiempo”. (10)

“Las micotoxinas son compuestos químicos producidos por hongos los cuales pueden tener efectos adversos en la producción.” . (12).

“Las micotoxinas son compuestos producidos por hongos que se desarrollan en las diversas materias primas utilizadas en la elaboración de alimentos balanceados para animales. Estos compuestos se desarrollan de manera natural por dichos hongos si estos encuentran las condiciones adecuadas para su desarrollo”.

(7)

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE MICOTOXINAS:

Se conocen diferentes micotoxinas que contaminan granos como el maíz, sorgo, arroz, cebada, semillas de algodón, ajonjolí etc . Un lote de grano puede estar contaminado por más de un tipo de micotoxina ya que una misma micotoxina puede ser producida por diferentes hongos, y a su vez y mismo tipo de hongo puede producir diferentes micotoxinas.(7, 10)

Durante la cosecha y subsiguiente manejo los granos están expuestos a sufrir proliferación de la carga microbiana por distintos factores entre los que se encuentran:

- Pérdida de integridad de la cutícula.

- Rotura del grano en su manejo.
- Ataque de insectos y roedores.
- Alta humedad.
- Humedad del grano.
- Alta humedad relativa.
- Temperaturas.

Los granos almacenados son invadidos por hongos conocidos como hongos de almacenamiento entre los que se encuentran los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*

Al igual que otros organismos, los hongos requieren para su desarrollo alimento o sustrato, agua, temperatura adecuada, oxígeno y tiempo para desarrollarse. La humedad tiene un papel importante en el éxito o fracaso del almacenamiento comercial de semillas y granos, ya que con humedades superiores a 13.0 % en cereales y de 6.0 % a 12.0% en oleaginosas se iniciará el daño causado por estos hongos.

Debido a que los granos son higroscópicos su contenido de humedad esta determinado por la humedad relativa del medio ambiente y temperatura de aire que los rodea. (10)

En general se consideran como temperaturas óptimas para el crecimiento de hongos de 25° C y 40° C, aunque existen hongos que crecen en temperaturas bajas, inclusive bajo 0° C y altas mayores a 50° C.

TABLA No. 11

Temperaturas mínimas, óptimas y máximas para el desarrollo de los hongos típicos en almacenamiento (° C)

HONGO	MÍNIMA	ÓPTIMA	MÁXIMA
<i>Aspergillus restrictus</i>	5 – 10	10 – 35	40 – 45
<i>Aspergillus glaucus</i>	0 – 5	30 35	40 – 45
<i>Aspergillus candidus</i>	10 – 15	40 – 35	50 – 55
<i>Aspergillus flavus</i>	10 – 15	40 – 45	45 – 55
<i>Penicillium sp</i>	-5 – 5	20 - 25	35 – 40

Fuente: La Micotoxicosis en la industria pecuaria, Manual Técnico mayo

1996.

PRINCIPALES MICOTOXINAS QUE AFECTAN A LA INDUSTRIA AVÍCOLA:

AFLATOXINAS:

Son el grupo de micotoxinas más estudiadas hasta el momento, producidas principalmente por los hongos del género *Aspergillus*, se distribuyen a nivel mundial a través de suelo y del aire. Sus propiedades tóxicas dependen de la dosis, duración de la exposición y la susceptibilidad por edad, sexo, raza y especie. (12).

Las aflatoxinas se clasifican en B1, B2, G1, G2 según la fluorescencia de color azul o verde de la luz ultravioleta

Se han identificado 19 tipos de aflatoxinas, pero solo las anteriores son detectadas como contaminantes naturales de alimentos (7).

La aflatoxina B1 es la más carcinogénica, hepatotóxica y la más común en los productos agrícolas.

Las aflatoxinas inhiben la síntesis proteica y por consiguiente afectan la síntesis de DNA, así como la habilidad para transportar grasas, lo que aparentemente explica el porqué el hígado es el primer órgano afectado en los animales, el cual manifiesta necrosis hepáticas y degeneración grasa.

Las aflatoxinas influyen sobre la resistencia a las infecciones y al desarrollo de la inmunidad adquirida, ya que afectan a los órganos clave del sistema inmune, así como la actividad de los linfocitos, fagocitos, complemento e interferón.

(7, 10,3)

Los efectos comúnmente encontrados sobre los animales son los siguientes:

- Depresión de crecimiento.
- Mala conversión alimenticia.
- Inmunodepresión e incremento de enfermedades infecto-contagiosas.
- Mala pigmentación.
- Hígados aumentados y engrasados.
- Baja producción de huevos (10).

OCRATOXINAS:

Las ocratoxinas son un grupo de metabolitos fúngicos derivados de la dihidroxicumarinas, son producidas principalmente por *Aspergillus ochraceus* y *Penicillium viridicatum*, de las cuatro identificadas a la fecha (A, B, C y D) la ocratoxina A, es la más frecuente en la naturaleza y la de mayor importancia en la medicina veterinaria. Presenta una fluorescencia azul verdosa que se transforma en azul fuerte debido a la exposición a vapores amoniacales, a la luz ultravioleta de 366 nm, con máximos de absorción a 214 y 334 nm. La producción de ocratoxinas puede ocurrir a temperaturas bajas de 4° C, se localiza en granos con contenido de humedad de 18.5 % a 40.4% en cereales como el trigo, cebada, avena, centeno y maíz.

Se le considera más tóxica que la aflatoxina en los pollos, es nefrotóxica y tiene particular importancia en la industria avícola (3,7,10).

ZEARALENONA :

Es una micotoxina producida por los hongos del género *Fussarium* la cual está presente en la mayoría de cereales se encuentra especialmente en un alto porcentaje en el maíz, la contaminación fúngica y la producción de esta toxina en el grano se produce por períodos de bajas temperaturas alrededor de 10° C, la contaminación de los granos por zearalenona puede ocurrir durante la recolección, almacenamiento y procesamiento de los granos, también puede ocurrir en el almacenamiento del alimento balanceado. Es una micotoxina con actividad estrogénica que actúa interfiriendo el sistema hormonal del aparato reproductor afectando con mayor intensidad a los cerdos que a los pollos, también afecta en una menor intensidad al ganado lechero, ovejas y al ser humano. (3,10)

FUMONISINAS:

Es un grupo de micotoxinas que se encuentran en los granos de maíz enteros o en residuos, son producidas por el hongo *Fusarium moniliforme* se han identificado varios tipos de micotoxinas siendo las únicas nocivas para el hombre y los animales las fumonisinas B1,B2 y B3, por su estructura la cual es similar a la

esfingosina se cree que inhiben la síntesis de esfingolípidos en el organismo, los cuales son esenciales en varios procesos metabólicos primordiales y pueden actuar como promotores de desarrollos tumorales en algunas especies animales como el caballo en primer lugar produce la leucoencefalomalacia equina y en segundo lugar de susceptibilidad el cerdo causa edema pulmonar, otra de las especies afectadas por esta micotoxina son las aves, origina necrosis hepática e inmunodepresión. (7,10)

TRICOTECENAS:

Son un grupo de más de cincuenta micotoxinas las cuales son producidas por *Fusarium spp* especialmente *F. Tricinctumi* y *F. Roseum*. Las micotoxinas de mayor importancia son T2, Diacetoxiciperol (DAS) y deoxinivalenol (DON ó Vomitoxina). Los efectos clínicos principales producidos por este grupo son los siguientes: rechazo al alimento, necrosis dermal, gastroenterítis, cuagulopatías y disfunción inmunológica. Para su estudio esta micotoxina se divide en dos grupos llamados **macrocíclicos** y **no macrocíclicos**, el primero de estos a la fecha no ha sido estudiado en aves de corral y el segundo se considera como contaminante común de los alimentos para aves de corral y de materias primas. Es importante hacer mención que este tipo de micotoxina no es común en Guatemala , sin embargo por la importación al país de materias primas para la elaboración de concentrados principalmente el maíz, puede darse la contaminación a través de las importaciones. La producción de este tipo de toxinas es mayor cuando la humedad está demasiado

elevada y con temperaturas de 6⁰ C a 24⁰ C, principalmente en maíz, trigo, cebada, avena, arroz, centeno, vegetales y otras cosechas. (3,7,10)

TABLA No. 12

Niveles de Tolerancia Permitidos en la Industria para Alimentación Animal.

No.	MICOTOXINA	ESPECIE	NIVEL
1,	AFLATOXINA	Pollo Ganado de leche Aves adultas Ponedoras Cerdos en crecimiento Caballo	20ppb 20ppb 100ppb 50ppb 20ppb 50ppb
2.	OCRATOXINAS	Pollos Cerdos Terberos Vacas lecheras	1ppb 5ppb 5ppb 10ppb
3.	VOMITOXINA (DON)	Cerdos Aves Ganado de engorde Otras especies	1ppm 0.5ppm 5ppm 2ppm
4.	ZEARALENONA	Cerdos	0.5ppm
5.	T-2	Cerdos Caballos Ganado lechero Ganado de engorde	200 ppb 50ppb 50ppb 100ppb

Fuente: Tesis Estudio Retrospectivo de la presencia de micotoxinas. Albizurez J. 1999

TABLA No. 13

Requisitos químicos de los alimentos para aves

	Alimento Desarrollo polla	Alimento finalizador broiler	Alimento iniciador pollo
Humedad en % Máximo	12.5	12.5	12.5
Proteína cruda Mínimo	14.0	19.0	19.0
Grasa cruda % masa mínimo	3	3	3
Fibra cruda % máximo	5	4	4
Calcio Mínimo	1.00	0.80	1.0
Máximo	1.10	1.0	1.10
Fósforo asimilable % masa mínimo	0.40	0.40	0.45

Fuente: COGUANOR NGO 34 170