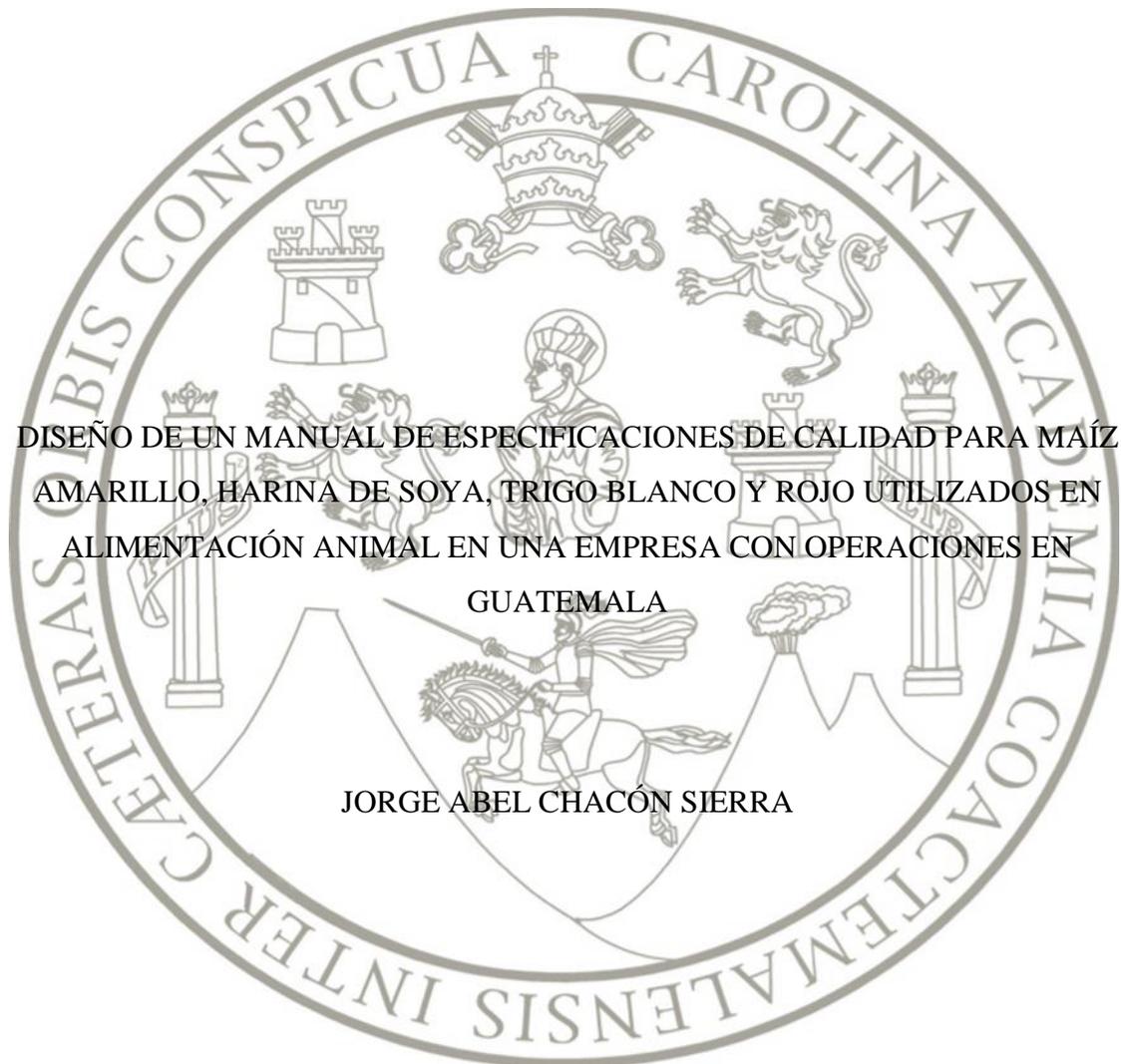


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



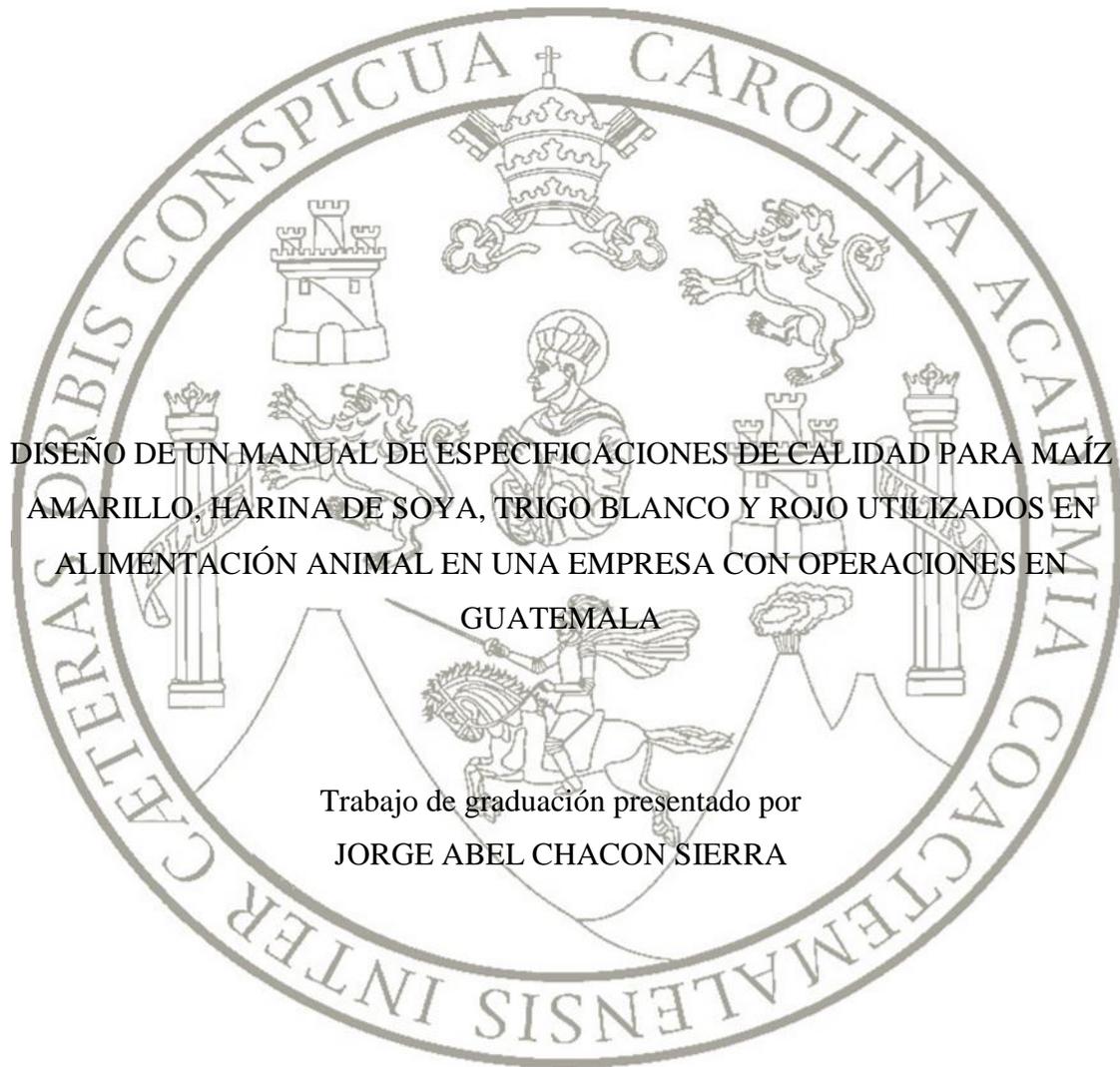
DISEÑO DE UN MANUAL DE ESPECIFICACIONES DE CALIDAD PARA MAÍZ  
AMARILLO, HARINA DE SOYA, TRIGO BLANCO Y ROJO UTILIZADOS EN  
ALIMENTACIÓN ANIMAL EN UNA EMPRESA CON OPERACIONES EN  
GUATEMALA

JORGE ABEL CHACÓN SIERRA

Maestría en Administración Industrial y de Empresas de Servicio

Guatemala, Mayo del 2015.

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



DISEÑO DE UN MANUAL DE ESPECIFICACIONES DE CALIDAD PARA MAÍZ  
AMARILLO, HARINA DE SOYA, TRIGO BLANCO Y ROJO UTILIZADOS EN  
ALIMENTACIÓN ANIMAL EN UNA EMPRESA CON OPERACIONES EN  
GUATEMALA

Trabajo de graduación presentado por  
JORGE ABEL CHACON SIERRA

Para optar al grado de Maestro en Artes  
Maestría en Administración Industrial y de Empresas de Servicio

Guatemala, Mayo del 2015

**JUNTA DIRECTIVA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	DECANO
M.A. Julieta Salazar de Ariza	SECRETARIO
M.A. Carolina Guzmán Quilo	VOCAL I
Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares	VOCAL II
BR. Michael Javier Mó Leal	VOCAL IV
BR. Blanqui Eunice Flores De León	VOCAL V

**CONSEJO ACADÉMICO**

**ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

Rubén Dariel Velásquez Miranda, Ph.D  
Carolina Arévalo Valdez, Ph.D.  
Roberto Flores Arzú, Ph.D.  
Jorge Erwin López Gutiérrez, Ph.D.  
Félix Ricardo Véliz Fuentes, M.Sc.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**DIOS**

Por permitirme haber alcanzado una meta más en mi vida.

**A MI ESPOSA E HIJA**

Por apoyarme, amarme y estar junto a mí en todo momento.

**A MI MADRE**

Por apoyarme, amarme y ayudarme a financiar mis estudios.

**A MI ABUELA Y TIA**

Por abrirme las puertas de su casa y esperarme cada viernes.

**A MIS COMPAÑEROS DE GRUPO**

Juan Roca, Sara Taylor, Lesli Rossi, Alex Barillas y Byron Rodríguez por su cariño y apoyo para llegar a la meta.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Una dieta balanceada para el humano es aquella en la que se incorporan alimentos de origen animal y origen vegetal. Uno de estos alimentos es la carne que proviene de animales sanos producto de explotaciones pecuarias.

En el presente trabajo, se desarrolló un “Manual de Especificaciones de Calidad” para maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo, dichas materias primas son la base de las formulaciones de alimentos balanceados, por lo que al no contar con este tipo de información las explotaciones pecuarias no obtendrán animales grandes y sanos.

El manual describe paso a paso los controles que se deben implementar, desde la recepción de los gránulos, hasta las responsabilidades del departamento de Control de Calidad, Departamento de Logística y la metodología que deberá ser utilizada para obtener una muestra representativa.

Además se describieron los parámetros granulométricos de calidad, que debe cumplir el maíz amarillo, los niveles de micotoxinas (aflatoxinas, zearalenona y ocratoxina), y los parámetros proximales (proteína, grasa y fibra) para maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo, para obtener alimentos balanceados de calidad.

Se considero que los gránulos descritos en el presente documento son de origen natural por lo que la variación a estar por debajo de lo recomendado en cuanto al contenido de proteína, grasa y fibra, no indica que no puedan ser utilizados, si no que en la formulación del alimento balanceado estos tendrán un menor aporte. Por lo que el nutricionista deberá complementar con otras materias primas para alcanzar el nivel requerido en la formula.

Para micotoxinas (aflatoxina, zearalenona y ocratoxinas) se describieron parámetros recomendados por la FDA y opiniones de expertos, esto con la finalidad que el maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo no representen un riesgo para los animales que consuman estos gránulos transformados en alimentos balanceados.

Al tener a disposición parámetros de calidad basados en la revisión bibliográfica de opiniones de expertos, podremos obtener alimentos balanceados que se traduzca en las explotaciones pecuarias en animales más grandes, gordos y sanos.

Por lo que se recomienda continuar estas investigaciones para establecer parámetros de calidad para otros tipos de gráneles como lo son los granos de destilería, arroz, maní entre otros, así también Realizar capacitaciones al equipo de control de calidad en técnicas de muestreo, el cual debe estar dentro del programa de capacitación de la empresa.

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
A. PRODUCCIÓN ANIMAL DEL MUNDO.....	2
1. Situación de la Producción de Maíz Amarillo.....	2
B. EL MAÍZ.....	3
1. Composición Estructural Del Grano de Maíz.....	4
C. HARINA DE SOYA.....	8
D. TRIGO.....	13
E. MICOTOXINAS.....	19
1. Aflatoxinas.....	21
2. Ocratoxina.....	24
3. Zearalenona.....	26
III. JUSTIFICACIÓN.....	29
IV. OBJETIVOS.....	30
A. General.....	30
B. Específicos .....	30
V. METODOLOGÍA.....	31
A. Tipo de Estudio.....	31
B. Universo	
1. Muestra.....	31
2. Población.....	31
3. Variables.....	31
4. Método de Recolección de Datos.....	31
VI. RESULTADOS.....	32
VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	46
VIII. CONCLUSIONES.....	48
IX. RECOMENDACIONES.....	49
X. BIBLIOGRAFÍA.....	50
XI. GLOSARIO.....	53

## I. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Plantación de Maíz.....	4
Figura 2	Corte Transversal de un Grano de Maíz.....	5
Figura 3	Proceso Post Cosecha del Maíz.....	8
Figura 4	Harina de Soya.....	9
Figura 5	Proceso de Industrialización de la Soya.....	10
Figura 6	El Trigo.....	14
Figura 7	Trigo Blanco.....	15
Figura 8	Proceso Post Cosecha del Trigo.....	18
Figura 9	Hongo Aspergillus.....	19
Figura 10	Estructura tridimensional de la aflatoxina, .....	20
Figura 11	Aflatoxina en Pollo de Engorde.....	23
Figura 12.	Hígados de Pollo de Engorde Afectados por Aflatozinas.....	23
Figura 13.	Descripcion quimcia ocratoxina.....	24
Figura 14.	Ocratoxina en Pollo de Engorde.....	25
Figura 15.	Ocratoxina en Cerdos.....	25
Figura 16.	Descripcion quimcia Zearalenona.....	27
Figura 17.	Zearalenona en Lechones.....	27
Figura 18.	Vulva de Cerdas afectada por la Zearalenona.....	28

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Grado de Madurez del Maíz y Contenido Energético.....	3
Tabla 2 Composición química promedio de un grano maduro de maíz.....	4
Tabla 3 Especificaciones Granulométricas del Grano.....	6
Tabla 4 Clasificación del Maíz Peso.....	6
Tabla 5 Composición Proximal del Maíz.....	6
Tabla 6 Factores Anti Nutricionales.....	11
Tabla 7 Composición Proximal de la Harina de Soya.....	11
Tabla 8 Productores de Trigo en el 2011.....	14
Tabla 9 Clasificación del Trigo Según Grado US.....	18
Tabla 10 Composición Proximal del Trigo.....	18

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la población humana está creciendo de forma exponencial, este crecimiento cada vez más requiere de alimentos de origen animal sanos y seguros, por lo que la utilización de materias primas de calidad para la fabricación de alimentos es de vital importancia ya que las empresas dedicadas a la elaboración de alimentos balanceados no cuentan con parámetros de calidad para asegurar resultados en explotaciones pecuarias. En la presente investigación se elaboro un Manual de Especificaciones de calidad para Maíz Amarillo, Harina de Soya, Trigo Blanco y Rojo, utilizados para alimentación animal en Guatemala, la cual servirá como guía en la compra de gráneles y así obtener alimentos de calidad.

Para ellos se realizó revisión bibliográfica a varios textos, publicaciones, entidades regulatorias y expertos que aportan información del tema, como por ejemplo los realizadas por Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins sobre el tema de micotoxinas, Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J sobre el tema de nutrición aviar y los aportes realizado por FDA para el control de micotoxinas entre otros autores consultados.

La investigación se realizó de forma cuantitativa al determinar atributos de calidad en los granos utilizados en alimentación animal, tomando como muestra gráneles que tiene mayor inclusión en la industria como lo es el maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo, con la finalidad de determinar los parámetros del contenido granulometría, micotoxinas (Aflatoxina, Ocratoxina y Zearalenona) y proximal (grasa, proteína y fibra).

## II. ANTECEDENTES

### A. PRODUCCIÓN ANIMAL DEL MUNDO

El deficiente aprovisionamiento de alimentos pronosticado a comienzo de los 70 no se ha presentado aun y en realidad, la mayoría de países desarrollados presenta superávit en la producción de algunas materia primas. La ocurrencia de hambrunas en algunos países se debe generalmente a motivos económicos o a sanciones políticas y no a los escasos de alimentos humanos o animales en los mercados mundiales. A pesar de esto, la presente abundancia en la mayoría de alimentos humanos y animales se debe evaluarse frente al continuo incremento en la población mundial. Cada año debe alimentarse un número adicional de 70 a 80 millones de personas. Por lo que lleva a las exportaciones pecuarias a ser más eficiente en sus producciones. Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial.

#### 1 Situación de la Producción de Maíz Amarillo

La producción mundial de estas semillas alcanzó los 883 millones de toneladas en el año 2011 y prácticamente lo mismo el año anterior. Comparando con los 704 millones de toneladas de trigo o los 723 millones de arroz, se comprende la importancia básica a nivel mundial del maíz, no sólo económicamente sino a todos los niveles.

Sin embargo, hay que considerar que el consumo humano en todo el mundo es bastante inferior al del trigo, no por su calidad como cereal sino porque el maíz es un alimento fundamental de los animales, especialmente, porcinos, y también es básico en la producción de aceite comestible y hasta etanol. De hecho, el llamado Corn Belt en los Estados Unidos es la región de producción de carne más importante del mundo, conjuntamente con el sureste del Brasil, cuya ganadería de cerda es la más importante del mundo por el valor de su exportación y está fundamentada en la rica producción de maíz brasileña, como alimento para el ganado.

Estados Unidos es el mayor productor con 30% de la producción total mundial, seguidos por China con más del 20%. La productividad puede ser significativamente superior en ciertas regiones del mundo, así en 2009 el rinde en Iowa fue de 11.614 kg/ha.<sup>20</sup> Así también en 2002 el potencial genético de rinde se sigue incrementando como en los últimos 35 años". Estadísticas de la FAO (Food and Agricultural Organization, una división de la O.N.U.) (Presentada en 2011).

## B. EL MAÍZ

El maíz se ha convertido en el grano más importante de las dietas para animales y debido a sus niveles de inclusión, generalmente constituye la mayor parte de energía. La mayoría de granos empleados en dietas para animales es grado 2 o de menor calidad.

El contenido energético del maíz lo aporta el endospermo, el cual está compuesto principalmente de amilopetinas (almidón) y el germen el cual contiene la mayoría de aceite. La mayoría de maíces contienen un 3-4% de aceite aunque las nuevas variedades llegan a contener hasta un 6-8% de aceite y por lo tanto aportan mayor cantidad de energía. Estas variedades altas de aceite también contienen un 2-3% de proteína y proporcionalmente mayor contenido de aminoácidos esenciales.

La proteína del maíz es principalmente prolamina y como tal no contiene un perfil de aminoácidos esenciales para las aves. El maíz también es rico en pigmentos amarillos y anaranjados conteniendo alrededor de 0.5 ppm de carotenos y 5 ppm de xantofilas. Estos pigmentos hacen que las aves alimentadas con maíz presenten un alto grado de pigmentación en la canal y en yema del huevo. Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial

**Tabla 1 Grado de Madurez del Maíz y Contenido Energético**

<b>Tipo de Maíz</b>	<b>Humedad a la Cosecha</b>	<b>Peso de 100 gramos de maíz con humedad del 10%</b>	<b>Kcal/kg con un 85% de Materia Seca</b>
Muy Inmaduro	53	17	3014
Inmaduro	45	22	3102
Maduro	31	26	3313

Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial

**Figura 1. Plantación de Maíz**

Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial

### 1 Composición Estructural Del Grano De Maíz

Características de los maíces con endospermo normal y ceroso. Indica que más del 70% del grano de maíz es carbohidratos, el cual está presente como almidón, azúcar y fibra (en forma de celulosa). El almidón está principalmente localizado en el endospermo y el azúcar en el embrión. Las vitaminas están localizadas principalmente en el embrión y en la capa más externa del endospermo, incluyendo la capa de aleurona situada inmediatamente debajo del pericarpio. El resto del endospermo es más pobre en vitaminas que otras porciones del grano. El trabajo de Alfaro, Y., V. Segovia. 2003.

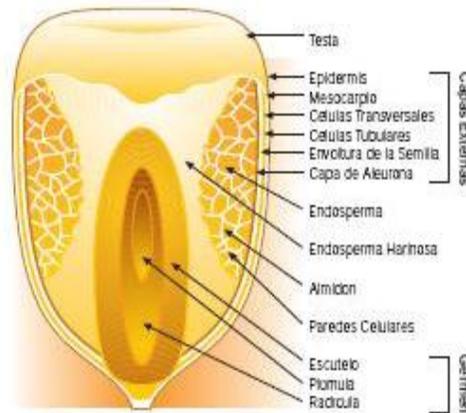
**Tabla 2 Composición química promedio de un grano maduro de maíz**

FRACCIÓN	GRANO		ALMIDÓN	PROTEÍNA	ACEITE	AZUCARES	CENIZA
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
<b>Grano entero</b> -		71,5	10,3	4,8	2,0	1,4	
<b>Endospermo</b>	82,3	86,4	9,4	0,8	0,6	0,3	
<b>Embrión</b>	11,5	8,2	18,8	34,5	10,8	10,1	
<b>Pericarpio</b>	5,3	7,3	3,7	1,0	0,3	0,8	

Fuente: Paterniani (1978)

Se tienen tres tipos de controles, físicos, biológicos y químicos.

**Figura 2. Corte Transversal de un Grano de Maíz**



Fuente: Paterniani (1978)

En su trabajo Tipos de maíz, Considerando su textura y aspecto: 1) dentado (dent), 2) duro o cristalino (flint), 3) reventón (popcorn), 4) amiláceo o harinoso (floury), 5) dulce (sweet) y 6) ceroso (waxy). De estos tipos, los tres primeros son de carácter poligénico (controlados por varios genes) y los tres últimos son de carácter monogénico (controlados por un gen). Paterniani, 1978

Mejoramiento de maíces amarillos, define tipos y calidades comerciales de maíz los cuales son:

**Tipo Duro:** Se clasificarán en este tipo todos aquellos maíces cuyos granos sean de naturaleza Córnea, predominantemente vítrea (más de la mitad de la constitución de su endospermo).

**Tipo Dentado:** Se clasificarán en este tipo todos aquellos maíces cuyos granos sean de Naturaleza almidonaos (la mitad o más de la constitución de su endospermo) y presenten una Hendidura pronunciada en la corona.

Los maíces se clasificarán de acuerdo a su color en la siguiente forma:

Maíces colorados.

Maíces amarillos.

Maíces blancos.

El trabajo de Alfaro, Y., V. Segovia. 2003.

Para los tipos y colores precedentes se establece un estándar integrado por TRES (3) grados con las siguientes especificaciones. Paterniani, 1978

**Tabla 3 Especificaciones Granulométricas del Grano US**

<b>Grado</b>	<b>Grano Dañado y Material Extraño</b>	<b>Grano Quebrado</b>	<b>Grano Entero</b>
<b>1</b>	<b>3%</b>	<b>2%</b>	<b>95%</b>
<b>2</b>	<b>5%</b>	<b>3%</b>	<b>92%</b>
<b>3</b>	<b>6%</b>	<b>5%</b>	<b>89%</b>

Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial

**Tabla 4 Clasificación del Maíz Peso**

<b>Grado</b>	<b>Peso Bushel</b>	
	<b>Kg/Bushel</b>	<b>Kg/Hectolitro</b>
<b>1</b>	<b>25.4</b>	<b>72.2</b>
<b>2</b>	<b>24.5</b>	<b>69.6</b>
<b>3</b>	<b>23.6</b>	<b>67</b>

Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial

**Tabla 5 Composición Proximal del Maíz**

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>% Proteína</b>	<b>% Grasa</b>	<b>% Fibra</b>
Maíz Amarillo Zea Mays	8.5	3.8	2.2

Nutrient Requirements of Poultry

En su trabajo Tipos de maíz, la mercadería que exceda las tolerancias del Grado TRES (3) o que exceda las siguientes especificaciones será considerada fuera de estándar, así también la humedad máxima permitida es de 14.5%

Los rubros que determinan la calidad del grano se describen a continuación.

**Peso Hectolitro:** Es el peso de un volumen de CIEN (100) litros de maíz tal cual, expresado en kg/hl.

**Dañados:** Son aquellos granos o pedazos de granos de maíz que presenten una alteración sustancial en su constitución. Se considerarán como tales los granos.

**Brotados:** Son aquellos en los que se ha iniciado visiblemente el proceso de germinación. Tal hecho se manifiesta por una ruptura de la cubierta del germen, a través de la cual asoma el brote.

**Fermentados:** Comprende todo grano o pedazo de grano que presente una alteración en su color, como consecuencia de fermentaciones, sin llegar a la descomposición total del mismo.

**Podridos:** Comprende todo grano o pedazo de grano que presente una intensa alteración en su color como consecuencia de un estado más avanzado del fermentado, y en muchos casos con ruptura de su pericarpio.

**Calcinados:** Comprende todo grano o pedazo de grano que ha variado su color natural a blanco opaco y que muestra en su interior color y aspecto yesoso.

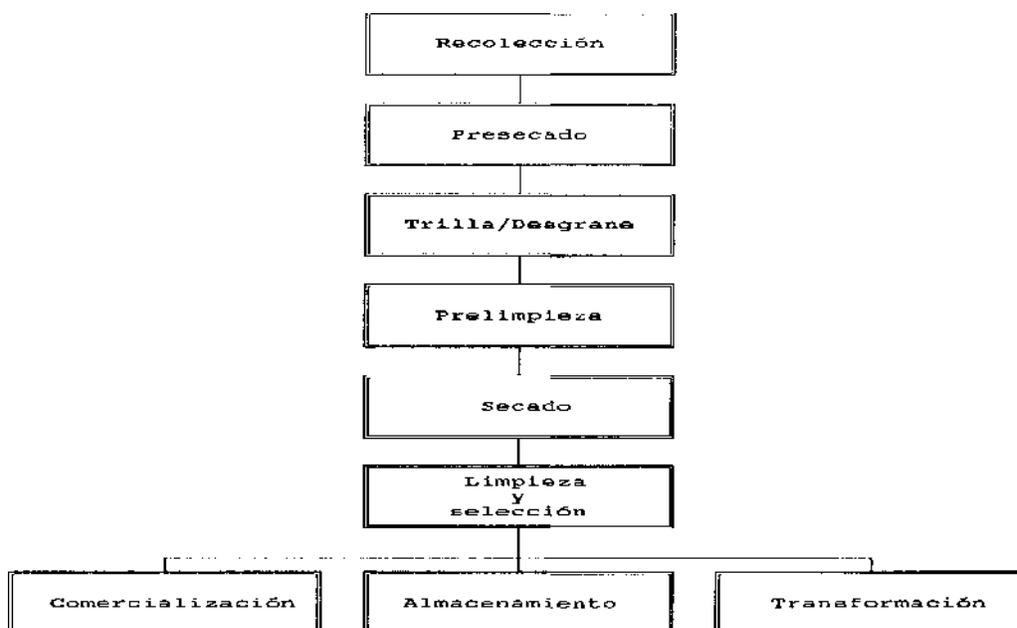
**Con verdín:** Comprende todo grano o pedazo de grano que presente manchas verdosas o azuladas en el escutelo, producidas por la acción de hongos

**Materias extrañas:** Son aquellos granos o pedazos de granos que no sean de maíz y toda otra materia inerte

**Granos quebrados:** Son aquellos pedazos de granos de maíz que pasen por una zaranda

Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial.

**Figura 3. Proceso Post Cosecha del Maíz**



Paterniani, 1978, En su trabajo Tipos de maíz

### **C. HARINA DE SOYA**

La harina de soya es una excelente fuente de energía y proteína, en particular lisina, conteniendo además cantidades importantes de otros nutrientes esenciales, tales como ácido linoleico y colina, cuya disponibilidad es además alta. A menudo la harina de soya de alta proteína (47-48% PB) se obtiene tras un proceso de extracción de la grasa del haba con disolvente. Las harinas de soya estándar (44% PB) resultan de la inclusión parcial de cascarilla en las harinas de alta proteína, comúnmente la harina de soya es de gran importancia en la inclusión de formulaciones utilizadas para alimentación animal. FEDNA, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.

La descripción de las características nutricionales y los subproductos que necesariamente se utilizan en esta industria: La harina de soya y La harina de soya integral. La harina de soya se obtiene como un producto residual, del proceso de obtención del aceite, se caracteriza por su enorme cantidad de proteínas y minerales que se mantienen aún después del proceso. BUITRAGO, A.J., 1997 Soya Integral en Alimentación de Aves

Los pasos que se utilizan para la obtención de la harina de soya, en una industria nacional van desde la recepción del grano, almacenaje, descascarillado, cocción, hojuelado, extracción del aceite por solventes, desolventizador y de esta manera se obtiene la pasta.

La pasta de soya se conoce con diferentes nombres. En países de Sur América se le llama torta de soya, mientras que en países de Centro América le llaman harina de soya. El 75% de la harina producida en el mundo es utilizada para alimentación de aves y cerdos. Existen dos clasificaciones generales de la pasta de soya. La pasta de soya 44% de proteína (con cascarilla) y la pasta de soya 48% de proteína, también llamada de alta proteína que no contiene cascarilla. En la industria de alimentación animal, la más utilizada es la de alta proteína, la cual se obtiene tras de un proceso de extracción de la grasa del frijol de soya, con solvente.

La harina de soya estándar (44% de proteína) resulta de la inclusión parcial de la cascarilla en la harina de alta proteína. Para la adquisición de harina de soya se utiliza solo el contenido de proteína, sin embargo en los contratos de compra se pueden establecer garantías específicas de otros nutrientes como aminoácidos, niveles de fibra, presencia de factores anti nutricionales, la harina de soya es un insumo de gran importancia en alimentación animal ya que aporta a la nutrición elementos esenciales para el crecimiento de los animales. BUITRAGO, A.J., 1997 Soya Integral en Alimentación de Aves

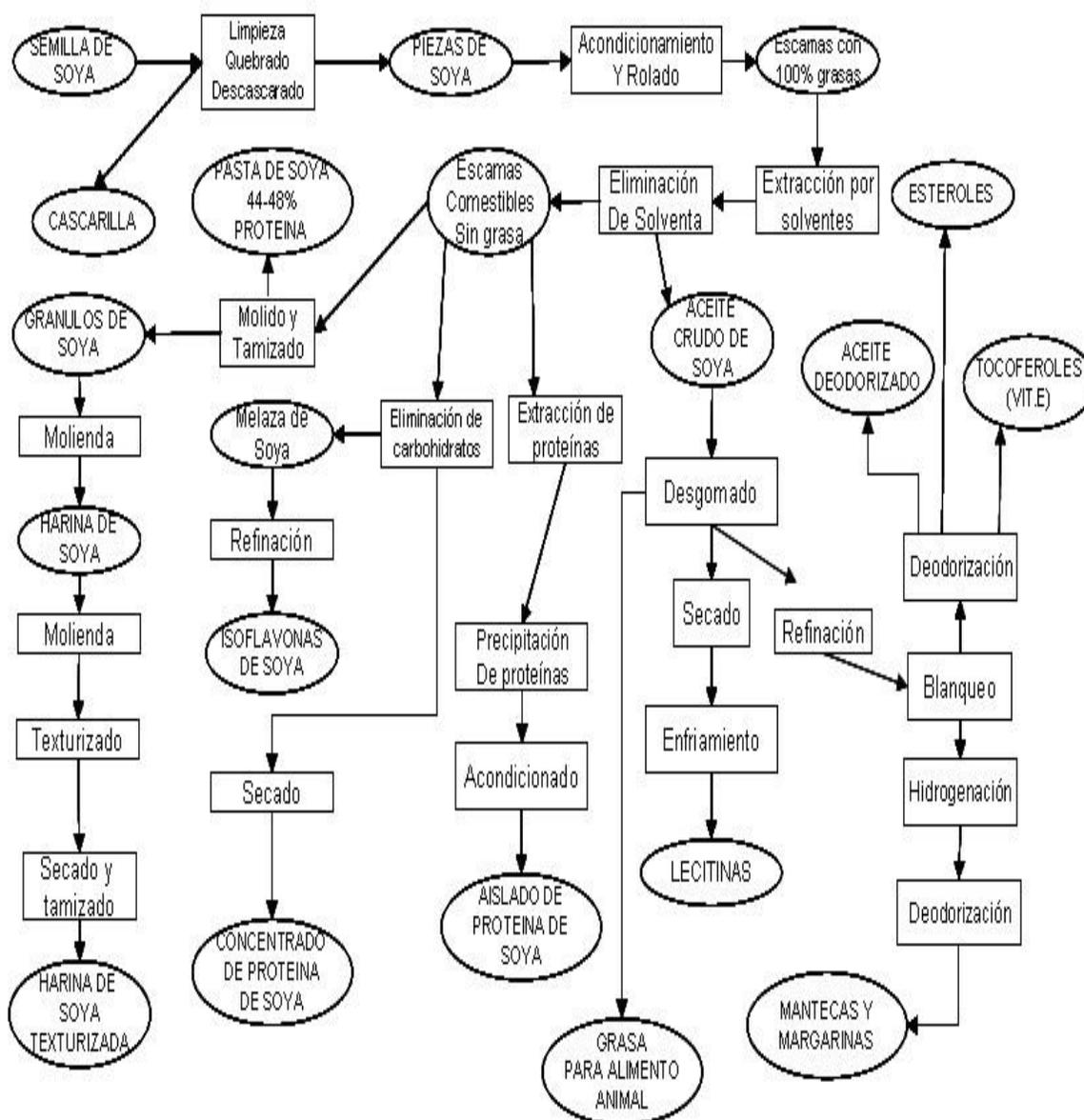
**Figura 4. Harina de Soya**



Fuente Condesdo NRC, 1978 ABBE 1996

Grano de soja en alimentación de cerdos y aves. Da una descripción de la harina de soja integral la cual es usada en la elaboración de cereales, galletas, bases para preparados de panificación, cubiertas de cacahuates, donas, productos farmacéuticos, este tipo de soja es utilizada específicamente para uso en alimentación humana. BUITRAGO, A.J.;PORTELA, C.R ; EUSSE, C.S. 1992.

**Figura 5, Proceso de Industrialización de la Soya**



BUITRAGO, A.J. PORTELA, C.R ; EUSSE, C.S. 1992

Grano de soya en alimentación de cerdos y aves. Describe los factores anti nutricionales de la harina de soya, lo que se describen a continuación: Inhibidor de proteasa, Glucosinolatos, Lecitinas, Acido fítico, Saponinas y Alcaloides. BUITRAGO, A.J; PORTELA, C.R ; EUSSE, C.S. 1992.

**Tabla 6 Factores Anti Nutricionales**

<b>Factor Anti Nutricional</b>	<b>Efecto</b>
Lecitinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Daño en las paredes intestinales</li> <li>- Reacciones inmunológicas</li> <li>- Deterioro de la absorción de nutrientes</li> <li>- Incremento de la síntesis de proteína por mucosa</li> <li>- Metabolismo tóxico</li> </ul>
Inhibidores de proteasas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de la actividad de quimotripsina.</li> <li>- Hipertrofia pancreática</li> <li>- Digestión disminuida</li> </ul>
Factores flatulentas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incomodidad gastrointestinal</li> </ul>
Acido Fítico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forma complejos con minerales y Proteínas</li> <li>- Depresión de la absorción de minerales</li> </ul>
Saponinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hemólisis</li> <li>- Permeabilidad intestinal</li> </ul>
Glucosinolatos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lesiones en hígado y riñones</li> </ul>
Alcaloides	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perturbación neurológica</li> <li>- Reducción de la palatabilidad</li> </ul>

**Tabla 7 Composición Proximal de la Harina de Soya**

<b>MATERIA PRIMA</b>	<b>% Proteína</b>	<b>% Grasa</b>	<b>% Fibra</b>
Harina de Soya	48.5 Min	1.0 Min	3.9 Max

## Nutrient Requirements of Poultry (1994)

Los elementos tóxicos para los animales, siendo el más importante los inhibidores de proteasas, especialmente de tripsina. Al igual que ocurre con otras leguminosas, los inhibidores de tripsinas afectan la digestión de las proteínas y ocasionan hipertrofia compensatorias del páncreas, además de disminuir el crecimiento y la producción de huevos. Afortunadamente el tratamiento térmico utilizado durante el procesamiento generalmente resulta adecuado para destruir los inhibidores de tripsina y otras toxinas de menor importancia tales como las lecitinas.

En los países en desarrollo los inhibidores generalmente se controlan simplemente fermentados o germinando las semillas, luego de 48 horas de tratamiento la digestibilidad de la proteína es casi igual a las observadas en el frijol soya calentado de manera convencional.

Los niveles de inhibidores de tripsina son generalmente evaluados indirectamente midiendo la actividad de la ureasa en la torta de soya procesada. La ureasa tiene poca importancia para el ave, pero su sensibilidad al calor es similar a los inhibidores de tripsina y su medición resulta más sencilla. Por esta razón la medición de la actividad residual de la ureasa se ha convertido en el estándar de los programas de control de calidad.

La actividad de la ureasa se mide en términos de cambio de pH, siendo los valores aceptados aquellos entre 0.05 y 0.2. Valores mayores indican que aún permanece ureasa residual e inhibidores de tripsina y de esta forma el ensayo es útil para detectar una torta sub procesada. Sin embargo a pesar de que valores bajos indican que las toxinas han sido destruidas, no existe ningún indicador de un potencial sobrecalentamiento, el cual puede destruir la lisina y reducir el valor de energía metabolizable por esta razón a veces es necesario realizar pruebas adicionales. Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial,

Un análisis bastante sencillo de realiza es el de solubilidad de la proteína en hidróxido de potasio KOH. En la Universidad de Georgia, Dale y colaboradores mostraron una buena correlación entre la solubilidad de la proteína en KOH al 0.2% y el crecimiento de los pollitos, determinado en un ensayo biológico.

El calentamiento tiende a hacer menos soluble la proteína por lo que valores altos sugieren una cocción deficiente y valores altos un sobrecalentamiento. Los valores de solubilidad mayores que 85% son indicativo de un proceso deficiente, en tanto que valores menores al 70% indican que la muestra ha sido sobrecalentada. El análisis es afecto por el tamaño de la partícula de la harina de soya y por el tiempo de extracción, por lo cual esa variable debe ser estandarizada en cada laboratorio. Al calentar la harina de soya su color cambia y esta variación puede también ser usada en el control de calidad. La simple medición de color usando un espectrofotómetro de color, puede indicar el grado de cocción, la tonalidad de la harina de soya varía en función del tiempo y la temperatura de cocción.

Los oligosacáridos conocidos como galactositos disminuyen la energía metabolizable causando disminución en la digestibilidad de la fibra y aceleran el tránsito de contenido intestinal debido a que las aves no contienen las enzimas necesarias para desdoblar este compuesto. Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial,

#### **D. TRIGO**

En la alimentación humana, indica Trigo (*Triticum spp*)<sup>2</sup> es el término que designa al conjunto de cereales, tanto cultivados como silvestres, que pertenecen al género *Triticum*; son plantas anuales de la familia de las gramíneas, ampliamente cultivadas en todo el mundo. La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles, tal y como ocurre con los nombres de otros cereales.

A nivel mundial, el mejoramiento de las técnicas de cultivo y la selección genética (por ejemplo la creación de la variedad Norin 10) ha conducido a un incremento considerable de su rendimiento,<sup>7</sup> pasando de menos de 10 quintales/ha en 1900 a más de 25 en 1990. El rendimiento del trigo en los países de América del Sur se mantiene estable con 20 quintales/ha, y África y el Cercano Oriente con 10 quintales. Aykrod, W.R.; Doughty, Joyce (1970). El trigo.

El trigo es igualmente el primer cereal desde el punto de vista comercial (45% de los intercambios totales en 1998). Anualmente se producen 100 kg de trigo por cada habitante en el mundo. Casi toda su producción se destina a la alimentación humana. Aykrod W.R.; Doughty, Joyce (1970). El trigo.

**Figura 6. El Trigo**



Aykrod, W.R; Doughty, Joyce (1970). El trigo en la alimentación humana

**Tabla 8 Productores de Trigo en el 2011**

País	Producción	País	Producción
 <a href="#">China</a>	120.580.000	 <a href="#">Australia</a>	29.905.009
 <a href="#">India</a>	94.880.000	 <a href="#">Canadá</a>	27.012.900
 <a href="#">Estados Unidos</a>	61.755.240	 <a href="#">Pakistán</a>	23.517.000
 <a href="#">Francia</a>	40.300.800	 <a href="#">Alemania</a>	22.432.000
 <a href="#">Rusia</a>	37.719.640	Mundo	674.884.372

Estadísticas de la FAO (Food and Agricultural Organization, una división de la O.N.U.) (Presentada en 2011).

Existen diferentes variedades de trigo siendo una de ellas el trigo de invierno blanco y suave tiene un bajo contenido de proteínas, por lo que es bueno para pasteles, panes rápidos, madalenas, tortas, galletas y diversos bocadillos.

En los Estados Unidos, el trigo blanco de invierno suave se cultiva principalmente en el noroeste del Pacífico, así como en el medio oeste y en el estado de Nueva York. Las plantas de trigo de invierno blancas suaves son de alto rendimiento. Los productores estadounidenses de trigo de invierno suave y blanco normalmente exportan gran parte de sus cosechas al este de Asia. El trigo de invierno blanco y duro sirve bien para los panes con levadura, panes planos, tortillas y fideos asiáticos. Este trigo sólo constituye alrededor del 1 por ciento de todo el trigo cultivado en los Estados Unidos, muy poco del cual se exporta.

El trigo blando y rojo de invierno tiene un bajo contenido de proteínas, por lo que es bueno para pasteles, tortas y galletas. En los Estados Unidos, crece principalmente al este del río Mississippi. El trigo de invierno rojo blando constituye alrededor de 25 por ciento del trigo cultivado en los Estados Unidos.

La mayoría de trigo cultivado en los Estados Unidos es trigo duro rojo de invierno. Su contenido proteico varía considerablemente y se muele favorablemente, por lo que es excelente para la producción de harina para todo tipo de panes y bollos. La mayor parte del trigo duro rojo de invierno crece en las Grandes Planicies, hacia el oeste hasta las Montañas Rocosas. Muchos productores estadounidenses exportan este cultivo a Europa del Este y Asia. Forero, Daniel Gonzalo (2000). Almacenamiento de Granos. Bogotá: UNAD, Facultad de Ciencias Agraria,

**Figura 7 Trigo Blanco**



Aykrod, W.R.; Doughty, Joyce (1970). El Trigo en Alimentación Humana

La humedad del trigo es un factor tanto económico como de manejo. El comercio es realizado bajo la base del 14% de humedad en la semilla. En otras palabras, se calcula que un recipiente (bushel) con trigo que pese 27.24 Kg (60 lb.) contiene 23.43 Kg (51.6 lb.) de materia seca.

El exceso de humedad en el trigo puede ser un detrimento de su calidad y un peligro ya que el trigo húmedo puede empezar a respirar, esto genera calor que puede perjudicar su calidad para los fines de moliendo y horneado. En casos extremos, el calor puede provocar que el grano se empiece a quemar. Por ley, la harina de trigo no debe contener más del 14% de humedad.

El almidón es el principal carbohidrato del trigo y la harina. El almidón de trigo normal contiene 25% de amilosa (la molécula de almidón menor y linear) y 75% amilopectina (la molécula ramificado más grande). En presencia de exceso de agua, como en un amilógrafo, el almidón se gelatiniza a 65°C (159°F).

El contenido de proteína del trigo va del 7% al 20%. El contenido real de proteína es gobernado por varios factores: genética, geografía, condiciones de clima y aplicación de fertilizante nitrogenado, si es que se usó.

El trigo suave contiene generalmente proteína que oscila del 7% al 11%; el trigo fuerte tiene del 10% al 17% y el duro del 14% al 20%. Las diferentes variedades dentro de las especies, que crecen bajo condiciones idénticas, pueden tener distintos contenidos proteínicos. El rango existente de contenido de proteína dentro de un cultivo puede deberse muy bien a factores ambientales

La semilla de trigo contiene alrededor del 3.5% al 4% de grasa total. Aproximadamente la mitad está en la endospermo, un cuarto en las capas del salvado y un cuarto en el germen rico en aceite. Los lípidos en el endospermo, que se pasan a la harina.

Son de interés para los panaderos ya que participan en el desarrollo del gluten durante el mezclado de la masa e influyen la calidad del gluten La harina de trigo entero contiene alrededor del 1.7% de ceniza. Las tres partes principales del grano de trigo contienen aproximadamente un 0.5% en la endospermo, 4.2% en el germen y 8.1 % en las capas de salvado. Clyde E. Stauffer, Ph.D. (2011), Baking & Snack, Composición Química del Trigo

Existe un gradiente de niveles de ceniza y proteína en el endospermo, que va de menos en el centro a más cerca de la capa de salvado (aleurona). Las especificaciones de la harina normalmente incluyen un valor aceptable máximo de contenido de ceniza.

Esto no se debe necesariamente a ninguna funcionalidad de la ceniza durante el horneado, sino que indica qué tan bien el molinero ha separado las células de salvado de la endospermo la fibra de trigo está formado principalmente de cuatro componentes: celulosa, hemicelulosa, xilanos y taninos. La celulosa es el polímero de glucosa b-1de enlace 4 que comúnmente se encuentra en los tallos de las plantas y en cierta medida a todo lo largo de la semilla de trigo.

La hemicelulosa es una compleja mezcla de polímeros de varios azúcares, enlazado a través de enlaces glicosídicos que no están hidrolizados con amilaza. Es un componente mayor de las células de las paredes y se encuentra tanto en el endospermo como en las capas de salvado

El trigo entero es una buena fuente de vitaminas del complejo B -tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina- así como ácido pantoténico, ácido fólico y vitamina E. Las vitaminas solubles en grasa A, D y K se encuentran esencialmente ausentes.

La mayoría de las vitaminas se encuentran en el salvado y el germen del la semilla del trigo. El contenido de varias vitaminas solubles en agua en la harina es solamente del 15% al 40% de las del trigo entero. La vitamina E, una vitamina soluble en grasa, se localiza principalmente en el germen. Clyde E. Stauffer, Ph.D. (2011), *Baking&Snack*, Composición Química del Trigo.

**Bushel** es una unidad de medida de capacidad para mercancía sólida en los países anglosajones (países de habla inglesa). Se utiliza en el comercio de granos, harinas y otros productos análogos.

El bushel es actualmente utilizado generalmente como unidad de masa que de volumen. Los búshels que se utilizan para medir la compra y venta de granos, son siempre unidades de masa. Para realizar esto se le asigna un peso estándar a cada grano, con el fin de poder calcular los búshels correspondientes a cada uno. Esta es la medida utilizada para la medición de gráneles a nivel internacional, por ejemplo en maíz debe cumplir un peso bushel para considerarse u clasificarse como grado 1. 2 o 3. Dendy, David; Dobraszczyk, Bogdan (2001). *Cereals and Cereal Products*.

**Figura 8. Proceso Post Cosecha del Trigo**

Aykrod, W.R.; Doughty, Joyce (1970). El trigo en la alimentación humana

**Tabla 9 Clasificación del Trigo Según Grado US**

Grade	Trigo Duro peso/bushel		Trigo Blando peso/bushel		Granos Partidos
	Kg/bushel	Kg/hectolitro	Kg/bushel	Kg/hectolitro	%
1	26.3	74.8	27.2	77.4	3
2	25.9	73.4	26.3	74.8	6
3	25.0	70.9	25.4	72.2	8
4	24.1	68.3	24.5	69.6	12
5	22.7	64.5	23.2	65.8	20

Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial

**Tabla 10 Composición Proximal del Trigo**

MATERIA PRIMA	% Proteína	% Grasa	% Fibra
Trigo Grano Duro Rojo de Invierno	14.1	2.5	3.0
Trigo Grano Suave Blanco de Invierno	11.5	2.5	3.0

Nutrient Requirements of Poultry (1994)

## E. MICOTOXINAS

La definición de micotoxinas la cual proviene (del griego antiguo  $\mu$  (mykes, mukos), «hongo» y el latín toxicum («veneno») son metabolitos secundarios tóxicos, de composición variada, producidos por organismos del reino fungí, que incluye setas, mohos y levaduras. El término suele referirse principalmente a las sustancias tóxicas producidas por hongos que afectan a animales vertebrados en bajas concentraciones.

Los hongos son mayoritariamente organismos aerobios, y se encuentran prácticamente en todas partes. Consumen materia orgánica y se reproducen por esporas. Cuando las condiciones de humedad y temperatura son las adecuadas, proliferan y forman colonias que pueden resultar en altas concentraciones de micotoxinas. No se sabe exactamente el motivo por el cual los hongos segregan micotoxinas, ya que no son necesarias para el crecimiento o desarrollo del hongo.

Es posible que contribuyan a la expansión del hongo al debilitar a los organismos competidores. La producción de toxinas depende de las condiciones tanto internas como externas del hongo; varían enormemente en la severidad de sus efectos, dependiendo de la susceptibilidad del organismo infectado, su metabolismo y sus defensas. Lewis, Lauren; Onsongo, Mary; Najapau, Henry; Schurz-Rogers, Helen; the Kenya Aflatoxicosis.

**Figura 9. Hongo Aspergillus**



Martí Solé, María del Carmen. «NTP: 351: Micotoxinas (aflatoxinas y tricotecenos)»

Los efectos de las micotoxinas en animales y personas son diversos e incluyen enfermedades y problemas de salud, depresión del sistema inmunológico, irritación y alergias. El término general para la intoxicación por micotoxinas es micotoxicosis. En algunos casos, la micotoxicosis puede ocasionar la muerte.

Los síntomas y efectos de la micotoxicosis dependen del tipo de micotoxina, la edad, estado de salud y el sexo del individuo afectado. Los efectos sinérgicos de las micotoxinas con factores genéticos, la dieta e interacciones con otras sustancias tóxicas no han sido completamente investigados; se considera posible que las deficiencias vitamínicas, la subalimentación, el alcoholismo y las enfermedades infecciosas puedan influir en el efecto de las micotoxinas.

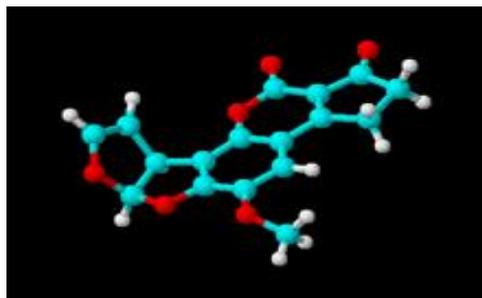
Las micotoxinas causan efectos mediante su ingestión, contacto con la piel o inhalación. Pueden inhibir la síntesis de proteínas, dañar el tema inmunitario, los pulmones e incrementar la sensibilidad a las toxinas bacterianas. Lewis, Lauren; Onsongo, Mary; Najapau, Henry; Schurz-Rogers, Helen; the Kenya Aflatoxicosis.

### 1. Aflatoxinas

Es un tipo de micotoxinas, producidas por especies de hongo del género *Aspergillus*. La aflatoxina B<sub>1</sub> es el grupo con mayor toxicidad; es un carcinogénico potente y se lo asocia en particular con el cáncer de hígado en varias especies de vertebrados.

Las aflatoxinas se encuentran con más frecuencia en artículos provenientes de áreas tropicales y subtropicales, como el algodón, cacahuetes, especias, pistachos y maíz. En 2004 125 personas fallecieron y unas 200 otras enfermaron en Kenia como consecuencia de consumir maíz contaminado. Mateo; Jiménez, Misericordia (2007).«An overview of ochratoxinA in beer and wine» (en inglés). Int. J. Food Microbiol. Presentan la descripción de la aflatoxina. Aflatoxina

**Figura 10. Estructura tridimensional de la aflatoxina,**



Mateo; Jiménez, Misericordia (2007).

La Administración de Alimentos y Medicamentos ha emitido una guía regulatoria para dos toxinas y contaminantes que pueden estar presentes en los granos crudos y alimentos acabados, Bajo el marco regulador adoptado por FDA, emite orientación política o la ejecución pronunciamientos en una de tres formas

Niveles de asesoramiento FDA utiliza "los niveles de asesoramiento" para orientar a la industria en relación con niveles de una sustancia presente en los alimentos o piensos que son creída por la agencia para proporcionar una adecuada margen de seguridad para proteger humana y animal salud. Mientras que la FDA se reserva el derecho de tomar reglamentario

La acción legal - incluyendo la incautación del producto - sobre una base caso por caso (en particular en situaciones flagrantes), la ejecución no es el fundamental objetivo de un nivel de asesoramiento. FDA ha utilizado los niveles de asesoramiento para orientar a la industria.

Los niveles de acción usos de la FDA "niveles de acción" cuando se desea especificar un nivel preciso de contaminación a la que la agencia se prepara para adoptar medidas reglamentarias. FDA utiliza el término "directrices" al referirse a niveles de acción a causa de un fallo mayo 1987 por el Corte de Apelaciones para el Distrito de Columbia.

El tribunal dictaminó que no era apropiado utilizar "Niveles de acción" como aplicación de la reglamentación obligatoria límites a menos que hayan sido desarrollados a través de notificación y comentarios públicos de reglamentación.

Por lo tanto, los niveles de acción son una señal a la industria que FDA cree que tiene los datos científicos que apoyen medidas reglamentarias y / o la corte si una toxina o contaminante está presente en niveles superiores al nivel de acción si la agencia decide hacerlo.

En este sentido, se es importante señalar que la política de regulación de la FDA proporciona flexibilidad para su regional y de distrito oficinas sobre si y cuándo tomar la aplicación acción. El plan de acción se refiere a que se deberá tener control de la micotoxina definida en esta clasificación. FDA ha utilizado los niveles de acción para transmitir su reglamentación la política de la industria sobre la aflatoxina. Guía de la FDA, Reguladora de Toxinas y Contaminantes

Límites de regulaciones FDA " límites regulatorios " de la presencia de toxinas o contaminantes que se han establecido después de la emisión válida del reglamento de la notificación y comentarios públicos reglamentación procedimientos establecidos en la Administración tiene actualmente no establecido reglamentario límites de toxinas o contaminantes que se encuentran en los alimentos, aunque ha manifestado su intención de eventualmente establecer los límites para la aflatoxina.

La FDA ha establecido los siguientes niveles de acción para aflatoxinas presentes en la alimentación humana, la alimentación animal e ingredientes de alimentos para animales. A continuación se describe los parámetros recomendados. FDA, Reguladora de Toxinas y Contaminantes.

- 20 ppb: Para el maíz, los productos de maní, harina de semilla de algodón y otros alimentos para el ganado e ingredientes de piensos destinados a animales productores de leche; para las especies animales o aplicación no especificada a continuación, o cuando no se conoce el uso previsto.
- 20 ppb: Para el maíz, los productos de maní y otros alimentos de origen animal y alimentos para animales ingredientes, pero salvo la harina de semilla de algodón, destinados a inmaduros animales.
- 100 ppb: Para maíz y maní productos destinados a la cría de ganado vacuno, porcina de cría de aves de corral o madura (por ejemplo, las gallinas ponedoras).
- 200 ppb: Para maíz y maní productos destinados para el acabado de los cerdos (100 libras o más).
- 300 ppb: Para la harina de algodón destinados para el ganado vacuno, porcino o aves de corral (independientemente de su edad o estado de reproducción).
- 300 ppb: Para maíz y maní productos destinados para el acabado de ganado de carne (por ejemplo, ganado de engorda).

**Figura 11. Aflatoxina en Pollo de Engorde**



Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins tercera edición, Micotoxinas y Micotoxocosis en Animales y Humanos

**Figura 12. Hígados de Pollo de Engorde Afectados por Aflatozinas**



Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins tercera edición, Micotoxinas y Micotoxocosis en Animales y Humanos

## 2. Ocratoxina

Las ocratoxinas son micotoxinas producidas por hongos de los géneros Aspergillus y Penicillium, como Aspergillus ochraceus o Penicillium viridicatum.

Estas toxinas están relacionadas con nefropatías endémicas de los Balcanes. Tienen efectos nefrotóxicos, inmunosupresores, carcinogénicos y teratogénicos en los animales de experimentación estudiados.

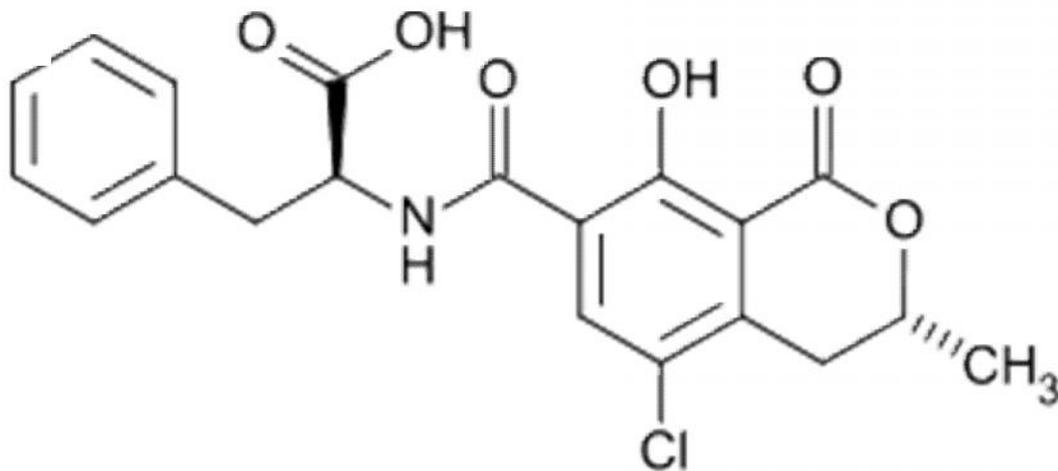
De momento no existe legislación comunitaria que establezca una concentración máxima permitida de Ocratoxina en productos destinados para la alimentación animal, sin embargo la recomendación del comité (UE) del 17 de agosto del 2006, publicado en el diario oficial de la Unión Europea una concentración máxima orientativa de contaminación de ocratoxina en productos destinados para alimentación animal con un contenido de humedad o agua libre de 12%, estos valores son los siguientes.

Cereales: 250 ppb

Alimento para aves y cerdos de corral: 50 a 100 ppb.

Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins tercera edición, Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos

**Figura 13. Descripción química ocratoxina**



Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins tercera edición, Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos

**Figura 14. Ocratoxina en Pollo de Engorde**



Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins tercera edición, Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos

**Figura 15. Ocratoxina en Cerdos**



Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins tercera edición, Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos

### 3. Zearalenona

La zearalenona pertenece al grupo de las micotoxinas producida por los hongos que contamina los cereales y alimento a base de cereales, pudiendo provocar al ser humano y animales a largo plazo una toxicidad crónica al consumir dichos alimentos contaminados.

Este tipo de hongo es importante su control en los gráneles ya que puede generar problemas a exposiciones altas en los alimentos fabricados. Estas deben ser controladas desde su origen al tener buenas prácticas en el almacenamiento de los granos.

Es producida por varios hongos del genero Fusarium pero sobre todo por Fusarium graminearum que prevalecen en áreas templadas de cultivos creciendo a una temperatura optima de 25 °C y humedad relativa mayor a 88%.

Otro hongo es el Fusarium culmorum en aquellas áreas con condiciones ambientales frías y humedad, creciendo a una temperatura optima de 21°C y humedad relativa de 87%.

La zearalenona se forma en la post cosecha de los cereales principalmente en el maíz, trigo, cebada, avena, arroz soya y sorgo, por las inadecuadas practicas de higiene y conservación de los cereales durante el transporte y almacenamiento.

Pero también puede formarse en condiciones climáticas favorables para la producción de hongos. Suele estar presente en el maíz junto a otras micotoxinas.

Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins tercera edición, Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos, indica que respecto a la zearalenona los pollos y gallinas son más resistente a esta micotoxina, no siendo lo mismo cuando nos referimos a cerdos, vaca lecheras y conejos.

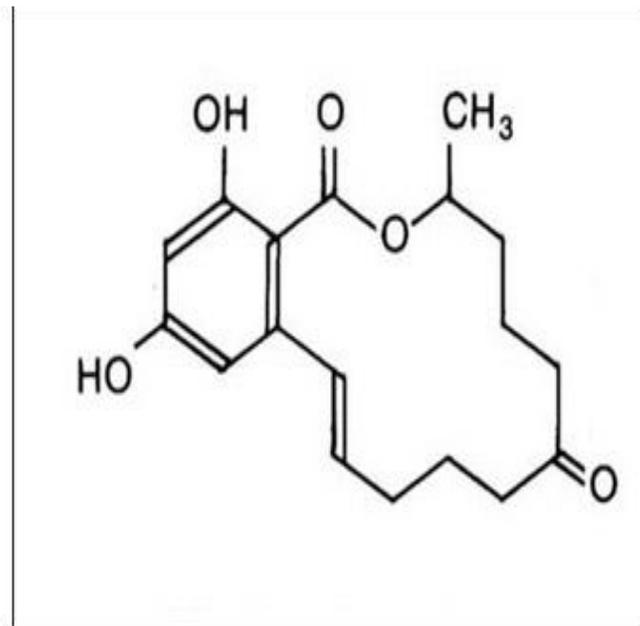
De momento no se cuenta con legislación para zearalenona, pero existen publicados los valores máximos de contaminación orientativos en productos destinados a la alimentación animal con una humedad de 12% descrito por la Official Journal of the European Union, 2006) los cuales son:

- En cereales y productos a base de cereales, excepto sub productos de maíz 2000 ppb.
- En sub productos de maíz 3000 ppb y Dejando al criterio de la Unión Europea y a criterios de la practica y observación de campo.

EFSA Scientific Opinion on the risks for public health related to the presence of zearalenone in food.

JUSTIFICACIÓN

**Figura 16. Descripción química Zeralenona**



Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins tercera edición, Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos

**Figura 17. Zearalenona en Lechones**



Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins tercera edición, Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos

**Figura 18. Vulva de Cerdas afectada por la Zearalenona**



Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins tercera edición, Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos

### III, JUSTIFICACIÓN

Debido a que el humano en su dieta debe consumir proteínas de origen animal, cada año aumenta la demanda de estos insumos, para satisfacer la creciente demanda es necesario aumentar el rendimiento en la crianza de animales más sanos y grandes en un tiempo más corto, esto se puede lograr al incorporar materias primas de calidad.

Al no contar con parámetros de calidad, las fábricas de alimentos balanceados utilizaran materias primas que generaran problemas en campo, comprometiendo el desarrollo y salud de los animales.

Por tal motivo se elaboro un manual de especificaciones de calidad para medir la granulometría, micotoxinas (Aflatoxina, ocratoxina y zearalenona) y análisis proximal (proteína, grasa, fibra) para maíz amarillo, harina de soya y trigo blanco y rojo, los cuales tienen una alta participación en la formulación de alimentos balanceados para animales, en cuanto al proximal se indicaron datos de referencia ya que por ser una materia prima de origen natural sus valores tiende a variar de acuerdo al clima, variedades y estación del año en las que fueron cultivados.

Al mantener bajo control las especificaciones descritas, tendrá un impacto positivo en explotaciones pecuarias al obtener animales que logren mejores conversiones alimenticias que podrán satisfacer la creciente demanda.

#### IV. OBJETIVOS

##### A. General:

Elaborar un manual de especificaciones de calidad para maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo utilizados para alimentación animal en Guatemala

##### B. Específicos:

- Definir los parámetros granulométricos de calidad que debe cumplir el maíz amarillo.
- Establecer los parámetros de calidad para micotoxinas (Aflatoxina, Ocratoxina y zearalenona) que debe cumplir el maíz amarillo, harina de soya y trigo blanco y rojo.
- Detallar los parámetros de calidad próxima, encontradas en referencias bibliográficas (proteína, grasa y fibra) maíz amarillo, harina de soya y trigo blanco y rojo.

## V. METODOLOGÍA

### A. Tipo de estudio

El tipo de estudio utilizado es cuantitativo, ya que a partir de una problemática definida previamente se buscó una la causa raíz que estaba ocasionándola y también se establecieron las consecuencias que esta problemática traía a las empresas productoras de alimentos balanceados.

### B. Universo

Alimentos balanceados en Guatemala

#### 1. Muestra

Gráneles que tienen mayor inclusión en la industria de alimentos balanceados como lo es el maíz amarillo, harina de soya y trigo blanco y rojo.

#### 2. Población:

Consumo de toneladas de maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo utilizado para la fabricación de alimentos balanceados en Guatemala

#### 3. Variables:

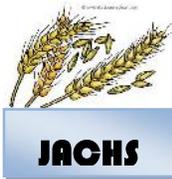
Las variables en este caso son de tipo cuantitativo ya que se determino la Granulometría, proximal (proteína, grasa y fibra) y micotoxinas (aflatoxina, ocratoxina y zearalenona) en maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo

#### 4. Método de recolección de datos

Se utilizó el Análisis documental, ya que se consultaron varios textos, entidades regulatorias y publicaciones de expertos que han realizado estudios de campo tales como:

- Guía de la FDA, Reguladora de Toxinas y Contaminantes
- Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins
- Nutrient Requirements of Poultry

## **VI. RESULTADOS**



**JACHS**

# Manual de Especificaciones de Calidad para Gráneles

Autor: Jorge Abel Chacon Sierra  
Fecha de Elaboración: Noviembre 2014



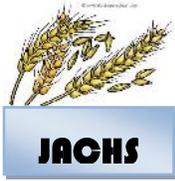
## ÍNDICE

Introducción.....	01
A. Objetivo.....	02
B. Alcance.....	02
C. Áreas Involucradas.....	02
D. Responsabilidades.....	02
E. Definiciones.....	02
F. Procedimientos y Registros.....	03
G. Procedimientos.....	05
1. PC-01 Procedimiento para la Recepción de Embarques, Compra Local y Liberación de Gráneles.....	05
2. PC-03 Procedimiento de Muestreo en Gráneles.....	07
3. PC-04 Procedimiento de Amontonamiento y Cuarteo para Obtener Muestra Representativa.....	07
H. Granulometría, Proximal (Proteína, grasa y fibra) y Micotoxinas ( Aflatoxina, Ocratoxinas y Zearalenona).....	09
1 Granulometría.....	09
2 Proximal.....	09
3 Micotoxinas.....	10
I, Materiales y Equipos.....	10
1. Materiales.....	10
2. Equipo de protección personal.....	10



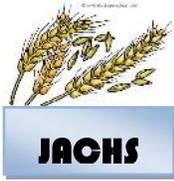
## II. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sonda de Alveolos.....	11
Figura 2 Homogenizador Boerner.....	11
Figura 3. Descripción Grafica del Método de Amontonamiento y Cuarteo.....	12



**ÍNDICE DE TABLAS**

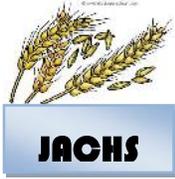
Tabla 1 Granulometría Maíz Amarillo Grado 2.....09  
Tabla 2 Proximal (Proteína, Grasa y Fibra).....09  
Tabla 3 Micotoxinas (Aflatoxina, Ocratoxina y Zearalenona).....10



## **INTRODUCCIÓN**

El maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo son gráneles utilizados en mayor proporción en la inclusión de formulaciones de alimentos balanceados, por lo que es necesario contar con especificaciones de calidad como lo es la granulometría, micotoxinas (Aflatoxinas, Ocratoxina y Zearalenona) y proximal (Proteína, Grasa y Fibra) que deben cumplir estas materias primas para ser consideradas de calidad.

A continuación se presenta un Manual de Especificaciones de Calidad en donde se establece según revisión bibliográfica a varios libros, publicaciones, entidades regulatorias y estudios de expertos los límites que deben cumplir dichos gráneles.



### **A. Objetivo**

Elaborar un manual de especificaciones de calidad para maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo, utilizado para alimentación animal en Guatemala

### **B. Alcance**

Maíz, Harina de Soya y Trigo en Grano (blanco y rojo) de compra local o internacional

### **C. Áreas Involucradas**

Departamento de Logística (Recepción de Granos)

Departamento de Control de Calidad.

### **D. Responsabilidades**

**Gerente de Control de Calidad:** Responsable de actualizar el presente procedimiento.

**Jefe de Control de Calidad:** Responsable de asegurar que se cumpla el contenido del presente procedimiento.

**Jefe de Logística:** Enviar la información correspondiente al atraque de los barcos en muelles en Puerto Quetzal y su respectiva papelería.

**Inspector / Supervisor de Control de Calidad:** Cumplir el presente procedimiento y realizar los muestreos requeridos de la materia prima de acuerdo a su naturaleza.

### **E. Definiciones**

**Análisis Organolépticos:** Estudio de las características físicas que tiene la muestra, analizar o estudiar, tales como olor, color, aspecto (apariencia), Textura etc.



**OIRSA:** Empresa que se encarga de la inspección de las bodegas del barco y de fumigar el grano.

**TERPAC:** Empresa que se encarga del almacenamiento y despacho de la materia prima que se encuentra en los silos localizados dentro del Puerto Quetzal resguardando la salida de los diferentes granos

**REPIMEX:** Empresa que se encarga de la descarga del grano en Puerto Quetzal (Barco – Silo)

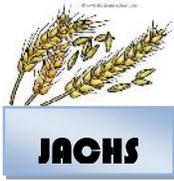
**Granelera:** Medio de transporte utilizado para movilizar el grano.

**Muestra Compuesta:** Muestra tomada en diferentes puntos de la bodega del barco o en la recepción de los gráneles.

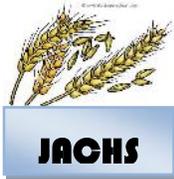
**Muestra Representativa:** Muestra obtenida al homogenizar las muestras compuestas obtenidas en el proceso de muestreo

#### F- Procedimientos y Registros

Registro	Código	Responsable	Tiempo de Conservación
Recepción de granos (Barcos)	RC-01	Inspector de Control de Calidad	1 año
Recepción de Maíz	RC-02		
Recepción de Harina de Soya	RC-03		
Recepción de Trigo Blanco y Rojo	RC-04		



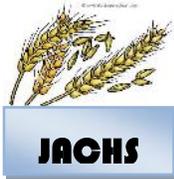
Procedimientos	Código	Responsable	Tiempo de Conservación
Procedimiento para la recepción de embarques, compra local y liberación de gráneles	PC-01	Departamento de Control de Calidad	Hasta Nueva Modificación
Procedimiento para la determinación granulométrica para maíz	PC-02		
Procedimiento de muestreo de gráneles	PC-03		
Procedimiento de amontonamiento y cuarteo para obtención de muestra representativa	PC-04		



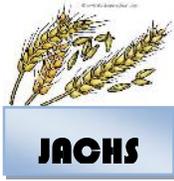
## G. Procedimientos

### 1. PC-01 Procedimiento para la Recepción de Embarques, Compra Local y Liberación de Gráneles

No	Responsable	Acción
1	Jefe de Logística / Supervisor de Gráneles	Informa a Control de Calidad el día y posible hora de atraco de un embarque de gráneles.
2	Inspector de Control de Calidad	Se comunica con personal administrativo de la Portuaria para que le proporcione una carta, para poder tener ingreso a las instalaciones del Puerto Quetzal. El inspector tiene que tener en su poder la carta antes de presentarse a la inspección.
3	Inspector de Control de Calidad	Se presenta con anticipación a la hora programada del atraco del barco y al momento de ingresar a las instalaciones del Puerto Quetzal, debe de cumplir con las siguientes especificaciones (casco, chaleco reflectivo y Botas tipo industrial). Así mismo debe de llevar para realizar su trabajo un termómetro y Bolsas plasticas. Además del EPP (equipo de protección personal) descrito en el Numeral 9.



No	Responsable	Acción
4	Inspector de Control de Calidad	Realiza inspección en bodegas y silos, las cuales corresponda al área donde se almacenara el grano. Las condiciones que evalúa son: limpieza del lugar, evidenciar presencia o ausencia de plagas en los lugares inspeccionados. Procede a llenar el formato <b>Recepción de granos (Barcos) RC-01</b> . Si la bodega o silo presenta presencia de plagas informa al personal de Terpac para su limpieza y el respectivo tratamiento de fumigación.
5	Personal de OIRSA y Molino Areca	Abordan el barco para la respectiva inspección de las bodegas donde se encuentran almacenados los gráneles, para evaluar si las instalaciones son o no aceptables, de igual forma evidencia la ausencia o presencia de plagas.
6	Personal de OIRSA	Si encuentran plagas vivas dentro de la bodega se procede al respectivo tratamiento correctivo para la eliminación y control de las plagas en la materia prima.
7	REPIMEX	Inicia la descarga de los gráneles directamente desde las bodegas del Barco.
8	Inspector de Control de Calidad	Realiza el muestreo del grano en la caída de los transportadores, toma una muestra aproximada de 750 gramos cada hora, esto lo realiza hasta que se descargue en su totalidad el barco, las muestras son enviadas al Molino..
9	Inspector de Control de Calidad	En el momento en que los gráneles son enviados al molino procedentes de embarques o compra local, los mismos serán inspeccionados bajo el plan de muestreo vigente.
10	Inspector de Control de Calidad	Realiza el muestreo del granel obteniendo una primera muestra en la primera granelera y luego muestreara cada diez graneleras hasta que finaliza la descarga total del granel.

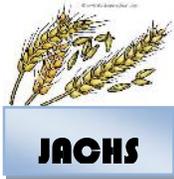


**2. PC-03 Procedimiento de Muestreo en Gráneles**

No	Responsable	Acción												
7	Inspector de Control de Calidad	<p>Sube a la granelera y utilizando el muestreador de alvéolos debidamente limpio, procede a introducirlo en cada compartimiento de la granelera de acuerdo con el presente diagrama</p> <div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="padding: 10px;">x</td> <td style="padding: 10px;">x</td> <td style="padding: 10px;">x</td> <td style="padding: 10px;">x</td> </tr> <tr> <td style="padding: 10px;"></td> <td style="padding: 10px;">x</td> <td style="padding: 10px;"></td> <td style="padding: 10px;">x</td> </tr> <tr> <td style="padding: 10px;">x</td> <td style="padding: 10px;">x</td> <td style="padding: 10px;">x</td> <td style="padding: 10px;">x</td> </tr> </table> </div> <p>La muestra es agregada en bolsas limpias, hasta obtener una muestra representativa de la granelera, identifica con el nombre, lote, fecha de ingreso</p>	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x
x	x	x	x											
	x		x											
x	x	x	x											

**3. PC-04 Procedimiento de Amontonamiento y Cuarteo para Obtener Muestra Representativa**

No	Responsable	Acción
1	Inspector de Control de Calidad	Expandir la lona plástica sobre por cualquier superficie plana.
2	Inspector de Control de Calidad	Vaciar las muestras primarias en el centro de la lona formando una especie de volcán la cual constituye la muestra compuesta (Ver en el Anexo).
3	Inspector de Control de Calidad	Sujetar una esquina de la lona y la levanta hacia el centro de la misma moviéndola hacia arriba y hacia adelante.



No	Responsable	Acción
4	Inspector de Control de Calidad	Repetir el mismo procedimiento en las tres esquinas restantes de la lona para asegurar que se mezcle perfectamente todo el producto de la muestra compuesta, el objetivo de estos movimientos es que el producto de abajo del montón cambie de posición hacia arriba y viceversa. Al dejar la muestra compuesta en reposo, la misma constituirá una serie de acumulaciones de aspectos parabólicos en el centro de la lona.
5	Inspector de Control de Calidad	Con la ayuda de una regla, se dividirá la muestra en cuatro partes iguales.
6	Inspector de Control de Calidad	Asignar a cada una de estas partes divididas un número del <b>1</b> al <b>4</b> siguiendo el movimiento de las manecillas del reloj
7	Inspector de Control de Calidad	Para una primera reducción de la muestra compuesta, se eliminarán y retirarán de la lona los 2 cuartos con número non. Con esta operación la muestra compuesta quedará reducida a la mitad de su peso.
8	Inspector de Control de Calidad	Reúne nuevamente los dos cuartos restantes en el centro de la lona y se procede siguiendo los pasos descritos en los puntos <b>3</b> al <b>7</b> .
9	Inspector de Control de Calidad	Hace una segunda reducción de la muestra eliminando los dos cuartos con número par. La muestra compuesta quedará reducida a la cuarta parte de su peso original.
10	Inspector de Control de Calidad	Repite del paso <b>3</b> al <b>7</b> nuevamente y elimina los cuartos nones y así sucesivamente hasta que quede un remanente de aproximadamente 2 Kg que será la muestra representativa.
11		Fin del procedimiento



**H. Granulometría, Proximal (Proteína, grasa y fibra) y Micotoxinas (Aflatoxina, Ocratoxinas y Zearalenona)**

**1. Granulometría**

A continuación se describe la granulometría que debe cumplir el maíz amarillo utilizado en alimentación animal

**Tabla 1 Granulometría Maíz Amarillo Grado 2**

Grado	Grano Dañado	Grano Quebrado	Material Extraño	Grano Entero
2	5%	3%	1.5%	90.5%

Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial Maíz

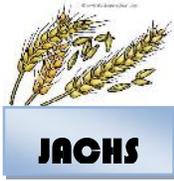
**2. Proximal**

Tanto el maíz, harina de soya y trigo en grano son materias primas de origen natural las cuales pueden variar en su contenido proximal, a continuación se describe algunas referencias.

**Tabla 2 Proximal (Proteína, Grasa y Fibra)**

Materia Prima	% Proteína	% Grasa	% Fibra
Maíz Amarillo	8.5 Mínimo	3.8 Mínimo	2.2 Máximo
Harina de Soya	48.5 Mínimo	1.0 Mínimo	3.9 Máximo
Trigo Grano Duro Rojo de Invierno	14.1 Mínimo	2.5 Mínimo	3.0 Máximo
Trigo Grano Suave Blanco de Invierno	11.5 Mínimo	2.5 Mínimo	3.0 Máximo

Nutrient Requirements of Poultry (1994)



### 3. Micotoxinas

El nivel máximo permisible para micotoxinas (Aflatoxina, Ocratoxina y Zearalenona) presentes en el maíz amarillo, harina de soya y trigo es el siguiente.

**Tabla 3 Micotoxinas (Aflatoxina, Ocratoxina y Zearalenona)**

<b>Materia Prima</b>	<b>Aflatoxinas</b>	<b>Ocratoxina</b>	<b>Zearalenona</b>
Maíz Amarillo	20 ppb Máximo	250 ppb Máximo	2000 pp Máximo
Harina de Soya	20 ppb Máximo	250 ppb Máximo	2000 pp Máximo
Trigo Rojo	20 ppb Máximo	250 ppb Máximo	2000 pp Máximo
Trigo Blanco	20 ppb Máximo	250 ppb Máximo	2000 pp Máximo

- Gimeno Alberto y María Ligia Martins tercera edición, Micotoxinas y Micotoxicosis en Animales y Humanos
- FDA Guía de Regulación para Toxinas y contaminantes

## I. Materiales y Equipo

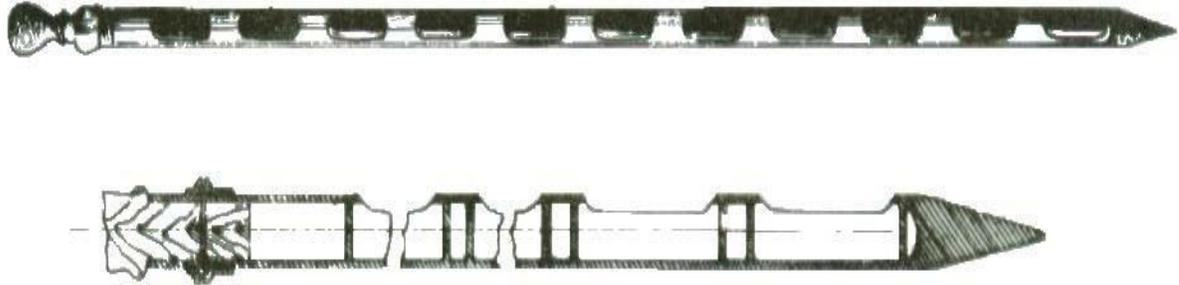
### 1. Materiales

- Cucharón
- Bolsas Plásticas

### 2. Equipo de Protección Personal

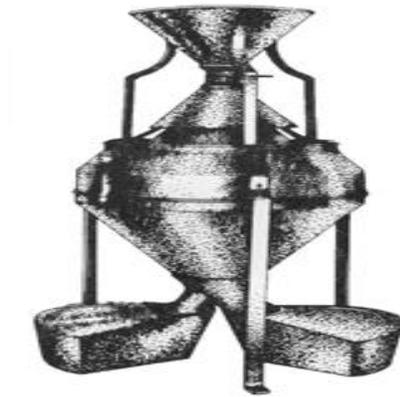
- Casco
- Chaleco Reflectivo
- Mascarilla
- Botas de Tipo Industrial

**Figura 1 Sonda de Alveolos**



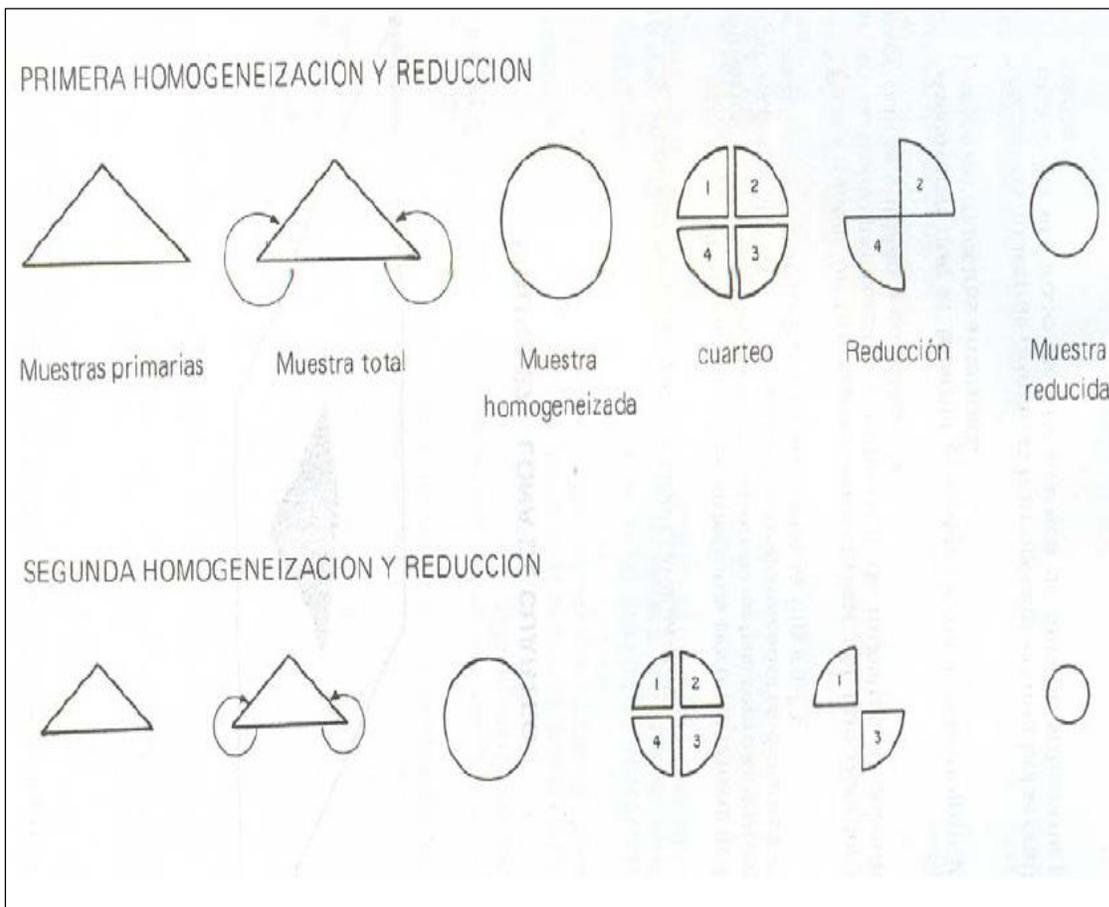
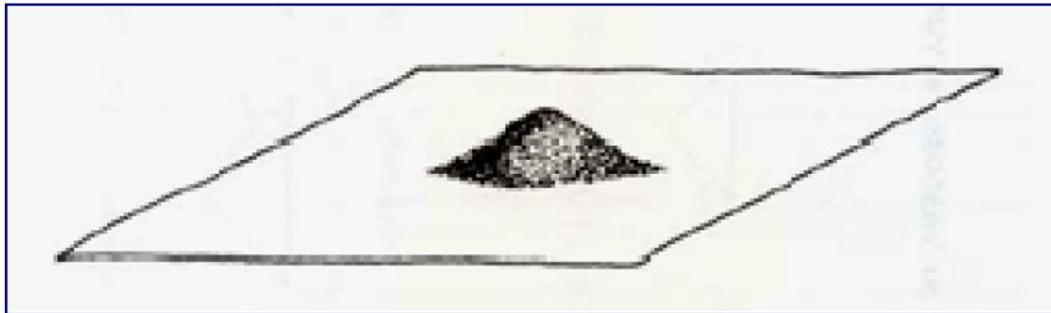
Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial Maíz

**Figura 2 Homogenizador Boerner**



Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial Maíz

Figura 3. Descripción Grafica del Método de Amontonamiento y Cuarteo



La granulometría del maíz amarillo para ser considerado como grado 2, son las siguientes:

- 5% máximo de grano dañado
- 3% máximo de grano quebrado
- 1.5% máximo de impurezas
- 90.5% mínimo de grano entero.

Los parámetros de micotoxinas (Aflatoxina, Ocratoxina y Zearalenona) para maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y roja son las siguientes:

- Aflatoxina 20 ppb máximos
- Ocratoxina 250 ppb máximo
- Zearalenona 2000 ppb máximo

Los parámetros proximales (Proteína , Grasa y Fibra) para maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y roja son las siguientes:

- Maíz Amarillo: Proteína 8.5% mínimo, Grasa 3.8% mínimo y fibra 2.2% máximo.
- Harina de Soya: Proteína 48.5% mínimo, Grasa 1.0% mínimo y fibra 3.90% máximo
- Trigo Grano Duro Rojo de Invierno: Proteína 14.1% mínimo, Grasa 2.50% mínimo y fibra 2.50% máximo
- Trigo Grano Suave Blanco de Invierno: Proteína 11.50% mínimo, Grasa 2.50% mínimo y fibra 3.0% máximo

## VII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para lograr animales mas grandes y sanos se requiere contar con maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo de calidad ya que estas son materias primas usadas como base en las dietas animales.

Al no contar con este tipo de información, los productores de alimentos balanceados no utilizaran materias primas de calidad que darán malos resultados en campo.

El manual describe paso a paso las responsabilidades del departamento de control de calidad departamento de logística, los registros que deberán ser llenados después de haber realizado los análisis de los gráneles previo a su ingreso a las bodegas de almacenamiento y las tareas que debe realizar el inspector de control de calidad a la hora de realizar la recepción de embarques y compras locales.

En este punto los responsables de la recepción de gráneles deben conocer en donde se tomara la muestra, intervalos de tiempo y cantidad para obtener una muestra representativa para análisis de micotoxinas (Aflatoxina, Ocratoxina y Zearalenona). Así también las técnicas de muestreo en graneleras, cribas utilizadas para determinar la granulometría del maíz amarillo y metodología correcta para obtención de muestra representativa para el análisis proximal (proteína, grasa y fibra) en el laboratorio de química húmeda.

Después de realizada la revisión bibliográfica de los parámetros granulométricos para maíz amarillo, en la Tabla 1 del Manual de Procedimientos para Análisis de Gráneles se dan a conocer los porcentajes que se deberá cumplir el grano de maíz en cuanto a grano dañado, grano quebrado, material extraño y grano entero para clasificarlo como grado 2 el cual es el utilizado para alimentación animal.

Para los parámetros proximales (proteína, grasa y fibra) en la Tabla 2 del Manual de Procedimientos para Análisis de Gránulos se dan a conocer los niveles mínimos que recomendados para maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo , pero no habrá que poder de vista que estas materias primas son de origen natural y los contenidos proximales pueden tender a variar.

La variación a estar por debajo de lo recomendado, no indica que los gránulos sean de mala calidad, si no que en la formulación de alimentos balanceados estos aportaran menos proteína, grasa y fibra lo cual hace que se utilice otros insumos que suplan la cantidad que se requiere en la formula.

En cuanto a las micotoxinas (aflatoxina, ocratoxina y zearalenona) en la Tabla 3 del Manual de Procedimientos para Análisis de Gránulos se dan a conocer los niveles máximos recomendados por la FDA y la opinión de expertos para que el maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo, para que no represente un riesgo para los animales que consuman estos gránulos en forma de alimentos balanceados.

## VIII. CONCLUSIONES

- Se diseñó un manual que incluyó las especificaciones de calidad para maíz amarillo, harina de soya, trigo blanco y rojo utilizado para alimentación animal en Guatemala.
- Se definieron los parámetros granulométricos considerando los aspectos de calidad para maíz amarillo grado 2 utilizado en alimentación animal, el cual deberá cumplir con Grano Dañado 5% máximo, Grano Quebrado 3% máximo y Grano Entero 92% mínimo.
- Fueron establecidos los parámetros de calidad considerando el maíz amarillo como materia prima, así como harina de soya, trigo blanco y rojo, enfocados en Aflatoxinas, Ocratoxina y Zearalenona.
- Se detallaron los parámetros de calidad proximal (Proteína, Grasa y Fibra) con base en el texto Nutrient Requirements of Poultry.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- Continuar esta investigación para establecer parámetros de calidad para otros tipos de gráneles como lo son los granos de destilería, arroz, maní entre otros.
- Realizar capacitaciones al equipo de control de calidad en técnicas de muestreo, el cual debe estar dentro del programa de capacitación de la empresa.
- Realizar revisiones del manual de procedimientos por lo menos una vez por año para afinar cualquier cambio que se de en la operación de recepción de gráneles, que forme parte de las políticas de la empresa.

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Agudelo L., C. 1976. Logros del mejoramiento del maíz en Venezuela. I Simposio Interinstitucional de maíz y sorgo. Maracay, Venezuela. 51 p.
2. Alexander, D. E., R. G. Creech. 1977. Breeding special industrial and nutritional types. p. 363-386. In G. F. Sprague (ed.) Corn and Corn Improvement.
3. Alfaro, Y. 2002. Mejoramiento de maíces amarillos. Memorias del IX Curso de Producción de maíz. Capítulo XII, Mejoramiento Genético. Pp 339-347. Cabrera S. (Ed.). Acarigua, Estado Portuguesa. Venezuela.
4. Alfaro, Y., V. Segovia. 2003. Características de los maíces con endospermo normal y ceroso. Informe presentado al Ministerio de Producción y Comercio. Caracas, Venezuela. Mimeografiado, sin notas editoriales.
5. Aykrod, W.R.; Doughty, Joyce (1970). El trigo en la alimentación humana, Editorial Norma, Páginas 35 a 48
6. Beg, D., C. Aguilar, D. Martínez, G. Piñero, A. Sánchez, L. Arias, F. Blanco. 1988. Diagnóstico agroecológico de la Región Centro Occidental. FONAIAP, Estación Experimental Yaracuy. Serie C N° 17-01. 48 p
7. BUITRAGO, A.J.;PORTELA, C.R ; EUSSE, C.S. 1992. Grano de soya en alimentación de cerdos y aves. Editorial Granada Páginas 80a 85.
8. Cabrera, S, P. García. Ensayos regionales de maíz. 1997-2000. FONAIAP. Mimeografiado, sin notas editoriales.
9. CIMMYT. 1997. El maíz blanco: un cereal de consumo humano tradicional en los países en desarrollo. FAO-CIMMYT. Roma, Italia. 21 p.

10. Corn Refiners Association.2003. Exports of products made from corn. Disponible en: <http://www.corn.org/web/exports.htm> Fecha de acceso: 21-10-2003.
11. Clyde E. Stauffer, Ph.D. (2011), *Baking&Snack*, Composición química del trigo, Editorial Np páginas 78 a 85.
13. Dendy, David; Dobraszczyk, Bogdan (2001). *Cereals and Cereal Products*, Ed Narm paginas 101 135.
14. FAO. Superficie cultivada, producción y rendimiento de maíz en USA en el año 2002. Disponible en: <http://fao.org> Fecha de acceso: 22-10-2003
15. FAO, Estadísticas de la FAO (Food and Agricultural Organization, una división de la O.N.U.)(Presentada en 2011)
16. FEDNA, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Disponible en: [www.fundacionfedna.org/](http://www.fundacionfedna.org/) Fecha de acceso: 06-08-2014.
17. Guía de la FDA, Reguladora de Toxinas y Contaminantes ( 2010).
18. Gimeno Alberto y Maria Ligia Martins tercera edición, *Micotoxinas y Micotoxocosis en Animales y Humanos*, páginas 18 a 28.
19. Grant, U. J., W. H. Hatheway, D. H. Timothy, C. Cassalet D., L. M. Roberts. 1965. Razas de maíz en Venezuela. Bogotá, Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. BoletínTécnico Num. 1.Editorial ABC.92 p.
20. Hegenbart, S. 1996. *Food product design: Understanding starch functionality*. Disponible en: <http://www.foodproductdesign.com> . Fecha de acceso: 21-10-2003.
22. Lewis, Lauren; Onsongo, Mary; Najapau, Henry; Schurz-Rogers, Helen; the Kenya Aflatoxicosis Ed JP, pag 245 a 278

23. Mateo; Jiménez, Misericordia (2007).«An overview of ochratoxinA in beer and wine» (en inglés). Int. J. FoodMicrobiol pag 315 – 336.
24. National Academy Press, Nutrient Requeriments of Poultry (1994) pag 62y 64
25. Paterniani, 1978, En su trabajo Tipos de maíz, Editorial Norma Paginas 55 a 57
26. Steve Leeson, John D. Summers y Gonzalo J (1997) Nutrición Aviar Comercial, Editorial Canada, paginas 12 a 45

## XI. GLOSARIO

**Alcaloides:** Son aquellos metabolitos secundarios de las plantas sintetizados, generalmente, a partir de aminoácidos, que tienen en común su hidrosolubilidad a pH ácido y su solubilidad en solventes orgánicos a pH alcalino.

**Acido Fítico:** Es un ácido orgánico que contiene fósforo, presente en los vegetales, sobre todo ensemillas y fibra

**Acido Fólico:** Es una vitamina hidrosoluble del complejo de vitaminas B, necesaria para la formación de proteínas estructurales y hemoglobina (y por esto, transitivamente, de los glóbulos rojos)

**Acido Pantoténico:** Se le llama a vitamina B5 o ácido pantoténico esa vitamina hidrosoluble necesaria para la vida (nutriente esencial)

**Carotenos:** Compuesto químico llamado más específicamente -caroteno (léase beta-caroteno). Este es el carotenoide más abundante en la naturaleza y el más importante para la dieta humana, por lo que da su nombre a todo un grupo de compuestos bioquímicos

**Granulometría Gráneles:** Porcentaje de grano entero, grano quebrado e impurezas

**Gen:** Son pequeños segmentos de ADN. Están dispuestos en orden en los cromosomas, dentro del núcleo de las células. Cada célula tiene 23 pares de cromosomas; dos de ellos, el X y el Y, son los cromosomas sexuales y determinan el sexo; el resto de cromosomas se llaman autosómicos

**Glucosinolatos:** También llamados "mustard oil glucosides" o "thioglucósidos", son metabolitos secundarios de las plantas de los que se derivan los aceites de mostaza.

**Lecitinas:** Son proteínas que se unen a azúcares con una elevada especificidad para cada tipo distinto

**Monogénico:** Son aquellas producidas por alteraciones en la secuencia de ADN de un solo gen

**Niacina:** Es un tipo de vitamina del complejo B y es hidrosoluble, lo cual significa que no se almacena en el cuerpo. Las vitaminas hidrosolubles se disuelven en agua. Las cantidades sobrantes de la vitamina salen del cuerpo a través de la orina, lo cual quiere decir que se necesita un suministro continuo de tales vitaminas en la alimentación

**PPM:** Partes por millón

**PPB:** Partes por trillón

**.Proteasa:** son enzimas que rompen los enlaces peptídicos de las proteínas. Usan una molécula de agua para hacerlo y por lo tanto se clasifican como hidrolasas

**Riboflavina:** Llamada así en primera instancia, contenía sin duda una mezcla de factores promotores del desarrollo, uno de los cuales fue aislado y resultó ser un pigmento amarillo que ahora se conoce como **riboflavina**

**Saponinas:** Son glucósidos de esteroides o de triterpenoides, llamadas así por sus propiedades semejantes a las del jabón

**Tiamina:** Es una de las vitaminas del complejo B, un grupo de vitaminas hidrosolubles que son parte de muchas de las reacciones químicas en el organismo

**Vitaminas del complejo B:** Forman un grupo de vitaminas relacionadas con el metabolismo. Al principio se creía que sólo era una vitamina, pero luego se descubrió que eran varias, con funciones parecidas. Son hidrosolubles, por lo que se pueden perder en el agua de cocción y, en caso de tomarse en exceso, se eliminan por la orina (hasta cierto límite)

**Xantofilas:** Son compuestos químicos pertenecientes al grupo de los carotenoides que poseen uno o más átomos de oxígeno en su estructura.

Jorge Abel Chacón Sierra  
**AUTOR**

Dra. Carolina Arévalo Valdez  
**DIRECTORA**

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda  
**DECANO**