

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Química y Manufacturera**



**INFORME DE INGENIERÍA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO QUÍMICO**

**“ TÉCNICAS DE SUPERVISIÓN E INSPECCIÓN PARA EL  
CONTROL DE LA CALIDAD DE ALIMENTOS  
BALANCEADOS”**

**PRESENTADO POR:**

**MARÍA DEL CARMEN JARAMILLO MONTERO**

**PROMOCIÓN: 93 – II**

**UNI, JUNIO DEL 2002**

A mis padres, quienes son mi ejemplo de vida.

## RESUMEN

En el presente INFORME TÉCNICO se presentan las actividades profesionales más relevantes del control de calidad de alimentos balanceados en AgribRANDS Purina Perú S.A.

En la industria de alimentos balanceados, el análisis químico y microbiológico juega un papel importante en el establecimiento y mantenimiento de la calidad de los alimentos balanceados.

La cualidad esencial de la calidad es dar al animal el alimento en un estado o con unas condiciones de seguridad total, que aporte a su metabolismo los nutrientes y la energía necesaria.

AgribRANDS Purina Perú S.A. aplica tres importantes componentes de la calidad como son: **calidad higiénica**, que es una exigencia de seguridad, **calidad nutricional**, referida en dos aspectos, uno cuantitativo, relacionado a la energía almacenada en forma química y el cualitativo donde se busca el equilibrio nutricional del alimento teniendo en cuenta las necesidades de los animales . Y por último, la **calidad organoléptica**, puesto que los animales son tan sensibles que rechazan los alimentos si no se encuentran en estado óptimo.

En nuestro laboratorio de análisis alimentario, la mayor parte del trabajo de rutina se avoca a métodos de análisis químicos y al estudio de aditivos y contaminantes. Los principales componentes son humedad, grasa, proteínas, cenizas, fibra y carbohidratos. En la práctica los métodos usados pueden variar, de acuerdo al alimento que se examina.

Los alimentos procesados son producidos dentro de los estándares prescritos por la casa matriz y para cumplir con los requerimientos del mercado. Esto se logra mediante la estandarización del proceso, tanto como sea posible en cada una de las siguientes etapas: en la granja, la materia prima, el proceso mismo y finalmente el producto elaborado y su almacenamiento.

## INDICE

	<b>Pág.</b>
<b>INDICE</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>II. ACTIVIDADES PROFESIONALES</b>	<b>5</b>
A. EL ÓRGANO EMPRESARIAL	<b>5</b>
A1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	<b>7</b>
B. RELACIÓN PROFESIONAL EMPLEADOR	<b>13</b>
C. TRABAJO PROFESIONAL DESARROLLADO	<b>13</b>
C1. CARGO DESEMPEÑADO	<b>13</b>
C2. FUNCIONES ASIGNADAS AL CARGO DESEMPEÑADO	<b>13</b>
C.2.1 ANÁLISIS DE LAS MATERIA PRIMA	<b>13</b>
C.2.2 ANÁLISIS DE PRODUCTOS TERMINADOS	<b>15</b>
C.2.3 VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS	<b>15</b>
C.2.4 ACTUALIZACIÓN DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS	<b>15</b>
C.2.5 OTRAS ACTIVIDADES	<b>15</b>
C3. TIEMPO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS	<b>16</b>
D. FUNCIONES DESEMPEÑADAS QUE NECESITARON EL CONOCIMIENTO DE TÉCNICAS PROFESIONALES	<b>17</b>
D1. MATERIAS PRIMAS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS BALANCEADOS	<b>17</b>
D.1.1 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD	<b>25</b>
D2. MUESTREO Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS	<b>26</b>
D.2.1 PROGRAMA PARA ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS DE INGREDIENTES	<b>26</b>
D.2.2 MUESTREO E INSPECCIÓN DE INGREDIENTES	<b>27</b>
D.2.3 TIPOS DE MUESTREO	<b>27</b>
D3. PROTOCOLO DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS	<b>32</b>
D4. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS	<b>32</b>
D.4.1 CONTENIDO DE HUMEDAD	<b>32</b>

D.4.2 DETERMINACION DE PROTEINA TOTAL	33
D.4.3 EXTRACCION DE GRASA	36
D.4.4 DETERMINACION FIBRA CRUDA	37
D.4.5 CONTENIDO DE CENIZAS	39
<b>D.5 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>45</b>
D.5.1 ESTÁNDARES DE INGREDIENTES	45
<b>III. PROTOCOLO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS</b>	<b>50</b>
A. IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE MICOTOXINA.	50
B. PRINCIPALES FACTORES CONDICIONANTES PARA EL DESARROLLO DE LOS HONGOS Y PRODUCCIÓN DE MICOTOXINAS	52
B.1 CONDICIONES QUÍMICAS	52
B.2 CONDICIONES FÍSICAS	53
C. PREVENCIÓN	54
D. TIPO DE MICOTOXINAS	58
- AFLATOXINAS	58
OCRATOXINAS	60
ZEARALENONA	61
T-2	63
VOMITOXINA	64
FUMONISINA	65
D.1 ANÁLISIS DE MICOTOXINAS Y MUESTREO	66
D.2. EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN	66
D.3 PROTOCOLO DE ANÁLISIS CUALITATIVO DE MICOTOXINAS	68
D.3.1 METODO DE ELISA (CUALITATIVO)	68
D.3.2 METODO DE LA COLUMNA DE INMUNOAFINIDAD (CUANTITATIVO)	71
E. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	73
E.1 TABLA DE RESULTADOS	75
 <b>IV. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA ANÁLISIS DE PRODUCTOS TERMINADOS</b>	 <b>76</b>

A. PROTOCOLO DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS	76
B. PROGRAMA DE ANÁLISIS PARA MUESTRAS DE PRODUCTOS TERMINADOS	76
C. ESTANDARES DE PRODUCTOS TERMINADOS	77
D. IMPLICANCIA DE LAS MICOTOXINAS EN PRODUCTOS TERMINADOS	83
E. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	84
E.1 PROGRAMA DE ACCIÓN PARA RESULTADOS ANALÍTICOS FUERA DE ESTÁNDAR.	86
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>87</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>90</b>
<b><u>VI. BIBLIOGRAFÍA</u></b>	<b>92</b>

**ANEXOS:**

**ANEXO 1 : CERTIFICADO DE TRABAJO**

**ANEXO 2: DIAGRAMA DE MICOTOXINAS**

**ANEXO 3: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES**

**ANEXO 4: FORMATO GENERAL**

## I.- INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se desarrolló en la empresa Agribands Purina Perú S.A. con una trayectoria de más de 100 años de vigencia permanente en el Mercado Internacional, con más de 54 plantas en el mundo y líder en nutrición animal. Antes la empresa era Ralston Purina que estaba dedicada a la producción y venta de alimentos para animales de granja y mascotas. Pero luego se independizaron estas dos líneas y se formó Agribands Purina, que está dedicada en el Perú desde el año 1,964 sólo a la producción y venta de Alimentos Balanceados para animales de granja, abarcando todas las líneas pecuarias existentes en el mercado.

Un factor importante a resaltar está en que la empresa ha enfocado su atención al mercado en dos segmentos claramente definidos, los cuales reportan a la compañía el volumen de ventas prácticamente en 50/50. Estas líneas son las de Agri, es decir productos de granja, y el segmento a nivel de Lima Metropolitana, como crianza casera

Purina Perú cuenta con tres Plantas, una en Lima que es la principal, la segunda planta es la de Chiclayo, y finalmente una planta en Arequipa. Con estas tres, abarcamos todo el territorio nacional.

La planta de Lima, en la cual realizo mis actividades profesionales, cuenta con instalaciones capaces de producir hasta 12,000 TM por mes. En la actualidad y debido a la fuerte recesión que atraviesa el país estamos a un ritmo de 4000 TM. por mes, trabajando por ahora en un sólo turno.

Mi labor consiste en controlar a través de análisis químicos y microbiológicos que los insumos cumplan con los niveles nutricionales necesarios para la elaboración de los alimentos, así como también supervisar que los productos finales tengan los estándares determinados por la empresa.

## **II. ACTIVIDADES PROFESIONALES**

### **A EL ORGANO EMPRESARIAL**

Nombre y Razón Social: Agribands Purina Perú S.A.

Dirección Planta Lima: Panamericana Norte km. 17.5 Independencia.

Dirección Planta Chiclayo: Carretera Pimentel Km. 3.5

Dirección Planta Arequipa: Variante Uchumayo Km. 5.5 Alto Cural

Sector al cual pertenece: Industria

Estructura Orgánica:

La organización de la empresa consta de un Gerente General con su respectivo Asistente de Gerencia General. Luego un Controller, cuya función es el control y el cumplimiento de la política administrativa y financiera; tiene a su cargo un Tesorero, un Asistente de Sistema de Computo, 3 Asistentes Contables de Lima, uno de Chiclayo y otro de Arequipa, y dos Mensajeros. El Director de Compras con su respectiva Secretaria.

Gerente de Formulación y Laboratorio quien tiene a su cargo 2 Asistentes de Laboratorio.

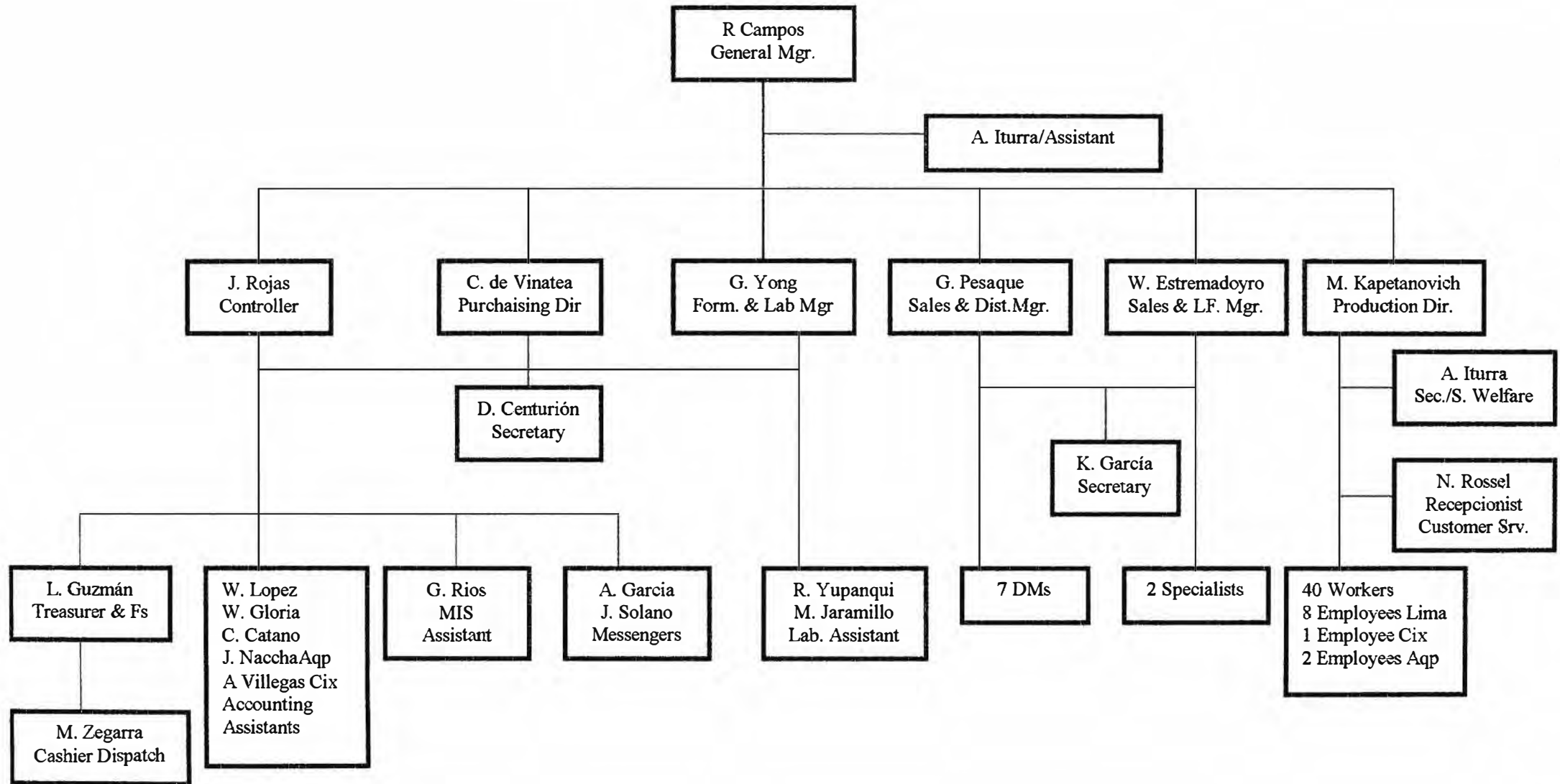
Un Gerente de Venta de la línea Metro quien dirige 7 vendedores, un Gerente de Venta de la línea Agri quien tiene a su cargo dos Especialistas.

El Director de Producción quien tiene una Asistente Social, una Recepcionista, una Coordinadora de Servicio al cliente, 40 operarios, 8 empleados de planta en Lima, 1 en Chiclayo y 2 en Arequipa.

En la Figura 1 se muestra el Organigrama de la Empresa



**Figura 1 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA**



## **A1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO**

### **Recepción de Materia Prima**

La política de Purina contempla el respeto irrestricto a los estándares de calidad que la empresa ha definido para cada ingrediente e insumo a utilizar en función de la exigencia de sus clientes y los estándares nacionales e internacionales. Estos estándares incorporan patrones de calidad físico y químico, los cuales son evaluadas en base a análisis organolépticos, pruebas de laboratorio en base a los análisis proximales, chequeos microbiológicos y de toxinas. Si el material se encuentra dentro de norma y no existe ningún inconveniente es destinado al Almacén de materias primas para su adecuada lotización.

### **Almacén de materias**

Agribands Purina, cuenta con tres almacenes físicamente diferenciados, los cuales son:

Silos: para almacenaje de granos.

Almacén #1 y #2 :almacenes techados para material ensacado.

Almacén #3 y # 4:almacenes abiertos para maniobras y material ensacada.

Las políticas de manejo de materiales exigen la lotización de acuerdo al uso mensual de cada ingrediente de forma que se pueda cruzar mediante un corte mensual de ingredientes el uso teórico o de fórmula versus el real o físico. La diferencia entre los valores señalados, será registrada y evaluada por el encargado de Control de Stocks.

El suministro de materiales hacia la zona de producción propiamente dicha, es hecha con la ayuda de montacargas para el caso de material ensacado, y con ayuda de transportadores helicoidales para el caso de granos que van directo a los molinos.

### **Vaciado de Materias Primas**

Comprobar físicamente que las características que presentan los ingredientes corresponden a la pactada en la Orden de Compra, dado que los alimentos balanceados, son hechos en pellets o harinas, requieren de una textura adecuada. Es el momento del vaciado en que se dirige los materiales ya sea a la molienda o bien para uso directo de aquellos que estén con la finura deseada.

Aquellos ingredientes que no se tendrán que moler irán directamente a los tanques de almacenamiento, que son 15, de capacidad aprox. de 18 TM, sobre la mezcladora a la espera de ser dosificados en la proporción que la fórmula ordene. Aquellos que requieran molienda, pasarán por los molinos, que para el caso son tres, de 75 hp, con 3600 rpm, y con capacidad de 10-12 TM por hora de producción.

De acuerdo con la frecuencia que lleguen se van formando rumas y se identifican por lotes. Se dará preferencia para el consumo al primer ingrediente recibido.

### **Controles durante el almacenamiento**

Control de temperaturas a través de termocuplas cuando se almacena a granel.

Control de temperatura a ingredientes ensacados con termómetro de sonda.

Control de infestación en ingredientes a granel y ensacados, aspersiones y fumigaciones según programa y prioridades.

Control diario de temperaturas en tanques de almacenamiento de líquidos, medidas de Brix a la melaza diariamente, así como acidez y rancidez a las grasas y aceites.

### **Mezclado**

El área de mezclado consta de dos partes, una la de micromezclado, es donde se preparan pequeñas porciones de ingredientes vitamínicos y de minerales que sirven como complemento nutricional a los aportes propios de los ingredientes macro. Estas micromezclas se añadirán a la macromezcla en el momento de la producción batch.

Mediante un sistema de producción secuencial, se prepara mezclas de hasta 3,000 kg, de acuerdo a la formulación que corresponda y se le añade adicionalmente el micro, luego se termina el ciclo de mezclado y se suelta la mezcla para que siga el tránsito, sea al embolse directamente si el caso es de un producto de harinas o bien a la pelletizadora si es extrudizado.

En la mezcladora se usan ingredientes de diferente aporte nutricional, es decir que se establece en base a los análisis del laboratorio y al análisis proximal, los niveles de proteína, grasa, fibra, etc, que aporta cada ingrediente, los cuales son trabajados en un matriz de valores que se conjugan en un paquete de programación lineal, que nos da el máximo beneficio de utilizar los diversos ingredientes en la ración, contemplando las restricciones que cada especie establece en base a sus requerimientos de nutrición.

Tanto las mezclas secas como las húmedas tienen un tiempo preestablecido controlado por un timer.

Control de set-off y set-bac: se retira de los 3 primeros y últimos bultos para asegurar la descontaminación del sistema.

Inventario físico diario y comprobación mediante registros, que el alimento es compatible con el proceso a utilizar. La adición de líquidos: melaza y aceites deben estar a cierta temperatura manejables, para una buena homogenización.

No se usan vitaminas y minerales que presenten características irregulares (color, olor, granulometría).

### **Pelletizado**

Esta fase del proceso consiste en la extrudización de la mezcla a través de una matriz perforada la cual forma pellets, con lo cual se logra reducir el volumen y mejorar el manejo de los alimentos y su preservación, gelatinizar los almidones y precocer el alimento, haciéndolo más digerible para el animal, así como combatir la *Salmonella*, dado que se somete la mezcla a altas temperaturas por el uso del vapor, se compacta la ración evitando que el animal elija lo que es más palatable o atractivo para él.

El proceso de pelletizado contempla una primera cámara alimentadora la cual se controlada con variadores de velocidad y por tanto de flujo, que conduce el alimento al mezclador –acondicionador, donde se inyecta vapor seco saturado, a diferentes presiones según sea el caso, además el diseño de las paletas del acondicionador con diferentes ángulos permiten una retención de paso, generan un incremento de la temperatura y humedad del alimento llevándolo a los parámetros que requiere la prensa para lograr su mayor eficiencia. Luego el alimento cae en la prensa que consta de un molde circular (como un anillo) que gira en sentido horario y dentro del cual están dos rodillos excéntricos, que presionan la masa a través de los huecos del molde formando los pellets,

Las presentaciones son variadas en función al diámetro del pellet, siendo los más comunes las siguientes: 5/32", 1/8", 3/32", 5/8", 3/16", y además los productos triturados, que se preparan en un equipo quebrador que se encuentra inmediatamente después de la prensa. Los triturados se usan normalmente para productos iniciadores de pollos, es decir para pollos BB.

Luego de la prensa de donde el producto sale con temperaturas que pueden bordear los 95° C, y 15% de humedad, se pasa por el enfriador, que para el caso de la planta son de contraflujo, última tecnología en el mundo y equipos de mayor eficiencia actual, llevando los pellets o triturados a la temperatura ambiente y a humedades de 10-11% en el tránsito de 5 minutos más o menos, según sea el caso. En este equipo se lleva a cabo una transferencia de energía entre el producto y el aire seco que ingresa al equipo proveniente de la atmósfera. Todo este aire es pasado a través de ciclones y recuperadores a fin de no perder los finos o polvos en el proceso.

Una vez que el producto ha pasado a través de los enfriadores, es transportado a la zaranda para seleccionar los que tienen el tamaño justo de los que no lo tienen, a fin de asegurar la calidad del producto terminado.

Finalmente, el producto es llevado a la zona de embolsado, sea ésta para presentación de 40 kg. con cover de grasa o bien para la línea de 1 kg., también llamada línea familiar.

### **Embolse**

El embolse puede ser de tres formas: en 40 kg. libre de líquidos, en 40 kg. con aplicación externa de grasa, o en 1 kg.

En el caso de los 40 kg. de presentación estándar, se realiza en una ensacadora electrónica o de precisión, la cual tiene una capacidad de 30 tm por hora. De darse el embolse de productos que requieran de la aplicación de grasa por fuera, se hace en un equipo especialmente diseñado para añadirle a la ración altos porcentajes de líquidos sin dañar la performance del pellet, es decir su dureza ni durabilidad.

El equipo permite un tránsito regular de hasta 20 TM. por hora y alimenta a una ensacadora electromecánica que soporta el mismo ritmo.

Al trabajar con productos dirigidos a la línea de 1 kg., el alimento es enviado directamente a 2 tanques de almacenamiento independientes, en el caso anterior el producto puede ser almacenado hasta en 4 tanques.

Las máquinas llenadoras, formadoras y selladoras automáticas con las que contamos son capaces de dar un ritmo de hasta 30 bmp, y son tres de tecnología nacional, y asistidas por energía eléctrica y neumática, arrojando un excelente producto envasado en 1 kg. En esta línea producimos mensualmente aproximadamente 1 millón de bolsas, es decir 1,000 TM.

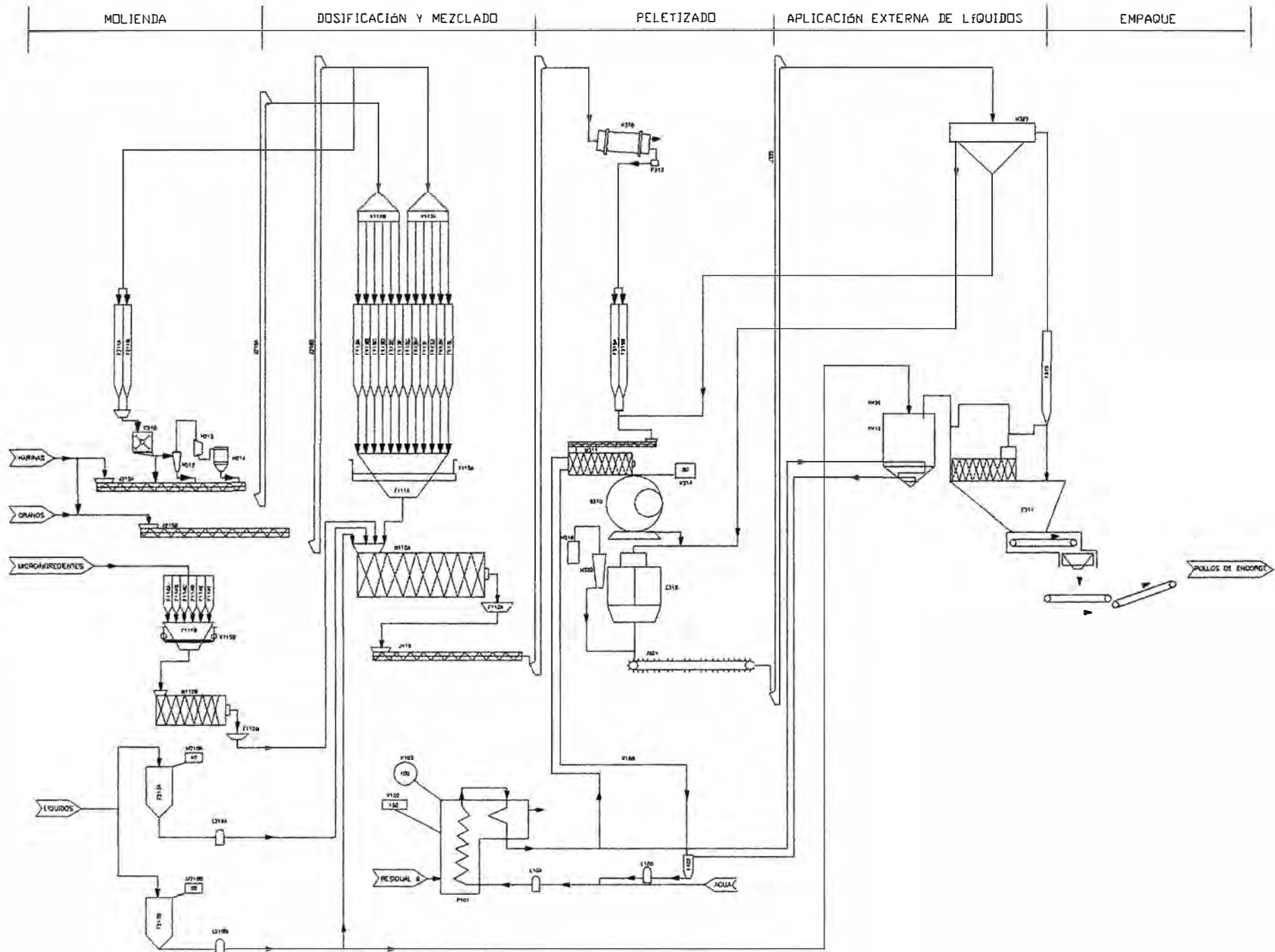
### **Almacén de producto terminado.**

En éste almacén, se mantiene bodegas para aproximadamente 7 días de venta, la calidad que se asegura a los clientes está basada en que, en bodega los productos permanecen máximo 30 días, luego de los cuales son retirados del almacén.

Los señores distribuidores, recogen los productos de acuerdo a la programación de sus pedidos previos y en el horario establecido.

En la Figura 2 se presenta el Diagrama del proceso.

FIGURA 2  
DIAGRAMA DE PROCESO



## **B. RELACION PROFESIONAL-EMPLEADOR**

Agribands Purina Perú.

Condición: Nombrada.

Documentos Probatorios: Ver Certificado de Trabajo en el Anexo 1

## **C. TRABAJO PROFESIONAL DESARROLLADO**

### **C1. CARGO DESEMPEÑADO**

Asistente de Laboratorio de Control de Calidad. (1994-2002)

Mi función es realizar el control de calidad químico y microbiológico de todos los ingredientes para verificar que aporten con el perfil nutricional que se requiere, y de los productos terminados que se cumplan con los valores estándares de la compañía.

### **C2. FUNCIONES ASIGNADAS AL CARGO DESEMPEÑADO**

#### **C2.1 ANALISIS DE LAS MATERIAS PRIMA**

Diariamente se realizan análisis físicos, químicos y microbiológicos a las materias primas, los cuales se reportan a Gerencia de Formulación y Laboratorio.

Los análisis indicados se presentan en el siguiente Cuadro N° 1



**CUADRO 1**

<b>TIPO DE ANÁLISIS</b>	<b>PARÁMETROS QUE SE DETERMINAN</b>
<b>Análisis Físicos</b>	Olor Color textura.
<b>Análisis Químicos</b>	Contenido de Humedad Determinación de Proteína Total Extracción de Grasa Determinación de Fibra Cruda Determinación volumétrica de Calcio Determinación volumétrica de Fósforo Contenido de Cenizas Determinación de Cloruros Punto de Fusión Fibra de detergente ácida Fibra de detergente neutra Acidos grasos libres Valoración de peróxidos Proteína Soluble Digestibilidad por Pepsina Actividad Ureásica
<b>Análisis Microbiológicos</b>	Micotoxinas

## **C2.2 ANÁLISIS DE PRODUCTOS TERMINADOS**

Los análisis que se realizan diariamente a los productos terminados son los que se han listado en el Cuadro 1, excepto los análisis microbiológicos, que sólo se realizan en los casos que se presenten problemas en los puntos de consumo.

## **C2.3 VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS**

La validación tiene como objetivo evaluar la precisión de los procedimientos analíticos que se realizan en el laboratorio. Esta validación se realiza mensualmente haciendo uso de un grupo de ingredientes seleccionados.

Los cuales se trabajan por triplicado para cada tipo de análisis, teniendo una muestra patrón, que también se analiza y se comparan los resultados.

## **C2.4 ACTUALIZACIÓN DE LOS MÉTODOS ANALÍTICOS**

De acuerdo a las recomendaciones que envía anualmente la Casa Matriz se realizan algunas modificaciones en los procedimientos analíticos, o se implementan nuevos métodos, para lo cual nos envían muestras especiales, y comparamos los resultados con todos los laboratorios de las demás Agribrands, específicamente de Canadá y Estados Unidos.

## **C2.5 OTRAS ACTIVIDADES**

- ❖ Compra y manejo de los reactivos controlados, se prepara un reporte mensual de adquisición y usos de estos reactivos que se envían a la Dinandro, por ser susceptibles de ser utilizados para la elaboración de drogas.

- ❖ Verificar la calidad de los reactivos y su respectiva normalización utilizando métodos de la AOAC para que los resultados de los análisis cumplan con las metodologías de los ensayos establecidos en el laboratorio.
  
- ❖ Controlar el buen funcionamiento y mantenimiento de los equipos, de tal manera que contribuyan a obtener resultados analíticos exactos (calibración de balanzas usando periódicamente pesas de chequeo), los potenciómetros (analizando estándares de concentración conocida con cada grupo de muestras).
  
- ❖ Registrar los resultados del perfil nutricional tanto de las materias primas, alimentos balanceados e ingredientes de ocasión en archivos, con sus respectivas fechas de ingreso, tipo de análisis y proveedor, código de ingrediente y código de producto. Esto se reporta a Formulación para que con estos datos se puedan programar los paquetes de fórmulas para la elaboración del alimento.

### **C3. TIEMPO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS**

Asistente de Laboratorio desde 1994 al 2001.

## **D. FUNCIONES DESEMPEÑADAS QUE NECESITARON EL CONOCIMIENTO DE TÉCNICAS PROFESIONALES**

### **D1. MATERIAS PRIMAS EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS BALANCEADOS**

Los alimentos balanceados se formulan utilizando materias primas concentradas, ingredientes complementarios, vitaminas y aditivos. Por otra parte, en algunas raciones de monogástricos (ponedoras, reproductores porcinos, herbívoros) se incluyen cantidades más o menos importantes de concentrados fibrosos (afrechos, alfalfa deshidratada, etc); además, en las raciones de caballos se incluyen forrajes (paja, henos, pastos, etc) .

#### **Los cereales**

**El maíz** es el ingrediente más utilizado en la alimentación, debido a su elevada concentración energética (alto contenido en almidón, alto contenido en grasa, bajo contenido en fibra). El maíz, convenientemente complementado con materias primas proteicas, aminoácidos esenciales, complementos minerales y correctores vitamínicos-minerales, se emplea sin límite de inclusión en la mayoría de las raciones de los animales.

**La cebada** su concentración energética es relativamente baja debido a su menor contenido de almidón y mayor contenido en fibra. La inclusión en la ración se limita ya que contiene glucanos que reducen su digestibilidad.

**El trigo** que se utiliza en la alimentación animal es el trigo blando, el valor energético del trigo es ligeramente inferior al del maíz, pero contiene más proteína que el maíz. Favorece la consistencia del pellet. Se utiliza poco en la ración animal, pero puede sustituir totalmente al maíz.

### **Las tortas Oleaginosas**

Las tortas oleaginosas son el producto de la extracción del aceite de las semillas oleaginosas.

**La torta de soya** es la principal materia prima proteica utilizada en la alimentación. El aceite se extraía tradicionalmente por presión, que dejaba en las tortas un 3-5% de aceite pero actualmente se tiende a extraerlo con disolventes orgánicos que dejan en las tortas solamente 1-2% de aceite. Es muy importante un correcto procesamiento de las semillas durante la extracción del aceite: si el procesado es ligero no se destruyen los factores antinutritivos y si se produce una sobrecocción (torta muy tostada) se reduce la biodisponibilidad de los aminoácidos. Se debe realizar un análisis de calidad (ureasa, solubilidad en KOH diluido) para saber si están mal procesadas.

La torta de soya tiene un alto contenido proteico, se utiliza como estándar de las materias primas proteicas debido a su buen balance de aminoácidos esenciales. Y es por eso que se incluye en altos porcentajes en las raciones de animales con elevadas necesidades proteicas (animales en crecimiento, hembras en lactación, etc). El contenido energético es algo inferior al de los cereales, pero el contenido en calcio y en particular en fósforo de las tortas es algo superior al de los cereales.

**La torta de girasol** es un subproducto muy heterogéneo, dependiendo de la cantidad de cascarilla que contenga, su contenido proteico varia , no se suele incluir mucho en las raciones debido a que su contenido en fibra es relativamente alto.

### **Las harinas de subproductos animales**

Los subproductos de animales una vez desengrasados y esterelizados por calor, se pueden utilizar en forma de harinas de subproducto de animales; existe cierta legislación sobre las condiciones sanitarias que han de cumplir estos productos, así como las industrias que los elaboran. El contenido proteico de las harinas de subproductos de animales es muy alto, están libres de fibras y, al estar

normalmente desengrasadas, contienen alrededor del 5% de grasa. El contenido en minerales es muy alto, con una buena relación calcio/fósforo y también en vitaminas del grupo B.

Los principales inconvenientes de estos subproductos son:

- ❖ Composición muy variable debido a las diferencias de composición de la materia prima original y a las diferencias en el proceso seguido por cada fabricante; se debe analizar su contenido en proteína y grasa, así como el efecto de los tratamientos térmicos sobre la calidad de la proteína. Por otra parte, es relativamente fácil la adulteración de estas harinas con urea o harina de plumas para aumentar el contenido nitrogenado.
- ❖ El elevado contenido de humedad de los subproductos antes de su procesado lo hace muy sensibles al deterioro por enzimas y por putrefacción microbiana, que provoca pérdidas en el valor nutritivo de los alimentos y pueden producir toxinas letales, siempre que sea posible se debe realizar un análisis microbiológico de estos productos. Los métodos más comunes de prevención del desarrollo microbiano son el secado por el calor y el tratamiento con antifúngicos.
- ❖ Otro inconveniente importante de estos subproductos es el peligro de transmitir enfermedades infecciosas a los animales si no han sido procesadas adecuadamente por ejemplo, la principal fuente de infección de *Salmonella* es la harina de pescado mal procesada.

**La harina de pescado** se puede obtener de peces enteros, de los restos de pequeñas especies utilizadas para obtener aceite (anchoveta, merluza, sardina ). Los principales problemas que presenta la harina de pescado son su variabilidad muy superior a la de los otros subproductos de origen animal (según se utilicen peces enteros o subproductos de la industria conservera y también de la intensidad

de la extracción del aceite), el enranciamiento de los ácidos grasos poliinsaturados (deben llevar antioxidantes), su alto contenido en sal (pueden provocar heces húmedas), un alto contenido de humedad (secado deficiente) y la posible contaminación con microorganismos (en particular *Salmonella* ), un sobrecalentamiento que no afecta el contenido proteico, pero si daña la calidad y la disponibilidad de los aminoácidos; pudiendo contribuir a la formación de la *toxina mollerosina*, que producen úlceras en las mollejas (Fig. 3) y su precio (estas harinas son caras).



**Figura 3** Úlcera de molleja

**Las harinas de carne y hueso** proceden de residuos de mataderos de mamíferos, pero desde 1998 está prohibida incluirlas en las raciones ya que se consideran un alto riesgo en la transmisión de la encefalitis espongiforme (enfermedad de la vaca loca).

## **Los subproductos lácteos**

**El suero de leche.** La leche desnatada se obtiene de la separación de la mantequilla de la leche y contiene tanto la lactosa y la proteína de la leche, el suero es el líquido residual que se obtiene cuando se separa la caseína y la grasa de la leche para elaborar el queso. Esto se deseca por vaporización en una corriente de aire caliente (método spray), ó se deseca por secado sobre cilindros calientes. El suero se utiliza en los alimentos de destete de animales jóvenes, sobre todo de lechones.

## **Las grasas**

Las grasas se utilizan más debido a que su elevado contenido energético facilita la elaboración de raciones de alta concentración energética. Además, la suplementación con grasa supone un aporte extra de ácidos esenciales y de vitamina liposolubles, de tal manera que prácticamente se cubren las necesidades de los animales en estos nutrientes. Por otra parte, la grasa reduce la pulvurencia de los alimentos en harina, mejora la palatabilidad, posee un efecto extracalórico que consiste en que reduce la velocidad del tránsito digestivo de la ración, lo que mejora la digestibilidad y la absorción del resto de los nutrientes de tal manera que el aporte de energía neta de las raciones con un contenido moderado de grasa es superior del que cabría esperar por simple aditividad del contenido energético de los ingredientes de la ración.

También se utilizan subproductos del refinado de aceites vegetales y los aceites de pescado, aunque son caros para ser incluidos en las raciones compuestas, por lo que solamente se utilizan para elaborar algunos tipos de raciones de destete.

No existe diferencia estructural entre aceites y grasas; los aceite son líquidos a temperatura ambiente (tienen bajo punto de fusión) y las grasas sólidas. El estado físico de las grasas depende de la longitud de la cadena y del grado de saturación de sus ácidos grasos.



La grasa sólida tiene un elevado contenido de ácidos grasos saturados de cadena larga, mientras que los aceites vegetales tienen un alto contenido en ácidos grasos insaturados, por lo que son líquidas.

La relación entre el contenido de las grasas en ácidos grasos saturados e insaturados tiene un cierto interés nutricional debido a los siguientes hechos:

- ❖ La digestibilidad de los ácidos grasos insaturados es mayor que la de los saturados, por eso el aporte energético de los aceites vegetales es mayor que el de la grasa.
- ❖ Los ácidos grasos insaturados son particularmente propensos a la oxidación; en todo caso, las grasas deben estar estabilizadas con un antioxidante que permita almacenamientos de al menos un año, y su utilización debe estar precedida por un control de grado de oxidación para evitar el enranciamiento y por lo tanto dar sabores anormales al alimento.

### **Otros concentrados energéticos y proteicos**

**Las melazas** son subproductos viscosos de la obtención del azúcar a partir de la remolacha ó caña de azúcar. La melaza contiene básicamente azúcares, su contenido proteico es bajo y prácticamente carece de grasa y fibra, además de facilitar la granulación de los piensos, tiene efectos saborizantes y reduce la formación de polvo, por lo que mejora la palatabilidad de las raciones, se utilizan sobre todo en la alimentación de los rumiantes.

**La soya integral.** La semilla se suele tratar térmicamente (normalmente mediante extrusión) para inactivar las antiproteasas y para facilitar la digestibilidad del aceite contenido en la semilla. Tiene un buen nivel proteico y por su contenido de grasa es una buena fuente energética.

### **Los concentrados fibrosos**

Aunque los alimentos balanceados se elaboran utilizando principalmente ingredientes concentradas, también se incluyen cantidades más o menos importantes de concentrados fibrosos con el objetivo de reducir la concentración energética (para evitar problemas de obesidad) y también para aportar fibra.

**El afrecho de trigo** está compuesto por el tegumento y algo de endospermo; se obtiene como subproducto de la industria panificadora. Su composición es muy heterogénea, dependiendo del proceso de fabricación. Tiene bajo contenido proteico, pero es una buena fuente en fibra.

**La alfalfa deshidratada** se obtiene sometiendo a la alfalfa a elevadas temperaturas. El contenido fibroso es alto, siendo una buena fuente de calcio y xantofilas; no obstante al ser la alfalfa un cultivo plurianual, los primeros cortes de alfalfa son altos en proteína y bajos en fibra, pero los de los últimos cortes contienen menos proteína y más fibra.

Se utiliza como principal ingrediente en las raciones de conejos y caballos.

### **Los complementos minerales**

En general, los ingredientes utilizadas en la elaboración de las raciones no aportan los suficientes minerales y vitaminas que necesitan los animales, en particular

cuando se trata de animales en crecimiento o muy productivos. Por este motivo, en las raciones se incluyen complementos minerales (que aportan macrominerales, en particular calcio, fósforo y sodio) y correctores vitamínicos-minerales, colorantes, antibióticos, aditivos.

El mineral que se necesita en mayor cantidad es el **calcio**:

- ❖ Las necesidades de calcio son particularmente altas en animales jóvenes en crecimiento, hembras gestantes, lactantes y en aves ponedoras que necesitan calcio para formar la cáscara del huevo.
- ❖ Las materias primas vegetales son bastante pobres en calcio; por el contrario las harinas de pescado tienen elevado contenido de calcio, así como los subproductos lácteos y la alfalfa deshidratada.
- ❖ Un exceso de calcio provoca problemas de palatabilidad de la ración y lo absorbido se excreta en la orina.

El **fósforo**, que igual que el calcio interviene en el mantenimiento de la estructura ósea y se excreta en cantidades importantes en los productos:

- ❖ Los cereales y las tortas oleaginosas contienen bastante fósforo, pero los alimentos se complementan con fuentes inorgánicas de fósforo (fosfato bicálcico), las cuales se desfluorizan para evitar toxicidad por flúor.
- ❖ Un exceso de fósforo forma precipitación de cálculos urinarios los cuales tiene importantes repercusiones medioambientales.

Las necesidades de **sodio** son altas en caballos (que sudan) y en hembras en lactación, la falta de sodio se manifiesta en una postración nerviosa.

Los alimentos se complementan con **cloruro sódico**, **colorantes artificiales**, **aditivos**, los cuales no intervienen en la nutrición animal, **saborisantes**, **vitaminas**, **antibióticos**, que se usan para prevenir infecciones y las dosis dependen de la etapa de inicio, crecimiento y del tipo de animal.

**D.1.1 ESPECIFICACIONES DE CALIDAD**

Las especificaciones de Calidad Nutricional se muestran en el Cuadro 2.

**CUADRO 2 CALIDAD NUTRICIONAL**

<b>ITEM</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>HARINA DE PESCADO SUPER PRIME</b>	<b>HARINA DE SOYA 44</b>	<b>MAIZ AMARILLO DURO</b>
Energía Metabolizable: Aves	Kcal/Kg	3350	2240	3366
PROTEINAS	%	67	44	8.7
Lisina	%	5.23	2.90	0.2
Metionina	%	1.90	0.65	0.18
Cistina	%	0.61	0.67	0.18
Triptófano	%	0.73	0.70	0.09
GRASA	%	10	1.40	4.14
CENIZAS	%	16	6.00	1.50
Calcio	%	3.62	0.30	0.02
Fósforo	%	2.54	0.62	0.30
SAL	%	3	-	-
HUMEDAD	%	10	10	14
TVN	Mg N/100g	120	-	-
DIG. PROT. (Torry Mod.)	%	94	-	-
HISTAMINA	Ppm	500	-	-
ANTIOXIDANTE	Ppm	100	-	-

## **D2 MUESTREO Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS**

### **D2.1 PROGRAMA PARA ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS DE INGREDIENTES**

#### ❖ Propósito

Establecer un programa para obtener información sobre el análisis químico de los ingredientes. La información obtenida se utilizará para **minimizar** los costos de formulación, dar respaldo a los reclamos, clasificar los proveedores, y para propósitos de Control de Calidad.

#### ❖ Procedimiento

Programa de estándar totales

Se elabora un itinerario mensual para las muestras a someterse a los Análisis Químicos, esto se hace en coordinación con Formulación y Laboratorio.

a. Granos: arroz, sorgo

Un estándar cada 150 toneladas. Los datos deben acumularse de acuerdo a su procedencia : proveedor.

b. Soya y sub-productos de granos

Un estándar cada 100 toneladas. Los datos deben acumularse de acuerdo a su tipo de procedencia: porcentaje de proteína garantizada, país de origen.

c. En general, se analiza los seis primeros envíos de todo ingrediente importado y nacional.

d. En el caso de harina de pescado, pasta de algodón y heno de alfalfa, se analiza cada envío.

e. Otros ingredientes: Se analiza los primeros 5 envíos de cada ingrediente o proveedor nuevo y si alguno de los resultados químicos están debajo de los estándares garantizados, se analiza cada envío hasta que se consiga 3 envíos arriba del estándar.

#### ❖ Identificación de la muestra

Las muestras llegan al Laboratorio con tickets, en las cuales se especifican nombre del producto, procedencia, es decir de Lima, Chiclayo y Arequipa, fecha de llegada del ingrediente, proveedor, número de la placa del vehículo, número de código de referencia, procedencia, fecha de muestreo, fecha de envío, número de Lote, nombre y firma del responsable del muestreo.

Algunos otros parámetros como porcentaje de textura, humedad, y otros organolépticos como color, olor.

### D.2.2 MUESTREO E INSPECCIÓN DE INGREDIENTES

#### ❖ Propósito

Establecer procedimientos para el muestreo e inspección de envíos de ingredientes.

#### ❖ Muestreo

El método de muestreo está determinado por la casa matriz, sin embargo nos ajustamos a la Norma Técnica Peruana Indecopi, Extracción de muestras ITINTEC 205.001.

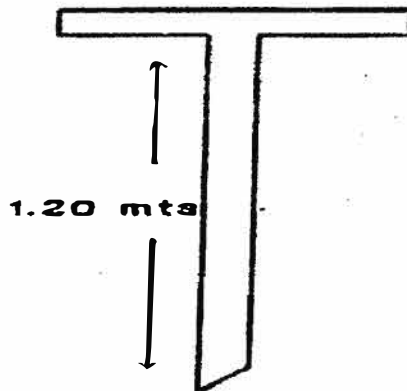
### D.2.3 TIPOS DE MUESTREO

- ❖ **Muestras para aceptación:** las muestras para aceptación pueden, y si es posible deben, ser las mismas que se usan para el análisis químico: aproximadamente 1 kg.
- ❖ **Muestras para análisis químico:** esta muestra debe ser representativa del envío. Debido a la dificultad en obtener una muestra representativa antes de descargar, se puede tomar ésta durante la descarga.

## **Procedimientos de Muestreo**

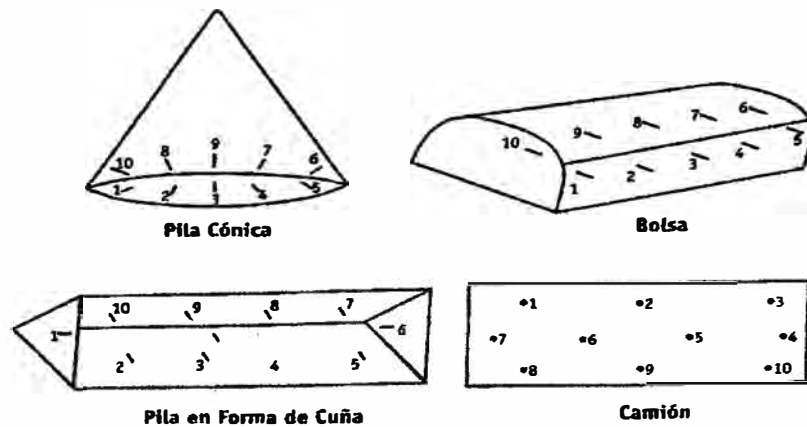
### Muestreo de ingredientes ensacados

Se realiza utilizando sondas de canal abierto de 1.20 mts. de largo por 2 pulgadas de diámetro (Fig.4) sondeando los sacos en forma de M, W ó línea horizontal de acuerdo al ingrediente. Cuando los camiones son de 15 a 30 toneladas se elige un mínimo de 8 puntos ( Fig. 5).



**Figura 4: Sondas de Canal Abierto**

Debe inspeccionarse al cargamento en la parte superior, moviendo varios bultos en el centro hasta bajar a las planchas inferiores del vehículo para observar posibles contaminaciones (infestación, alta temperatura, contaminaciones, etc.)

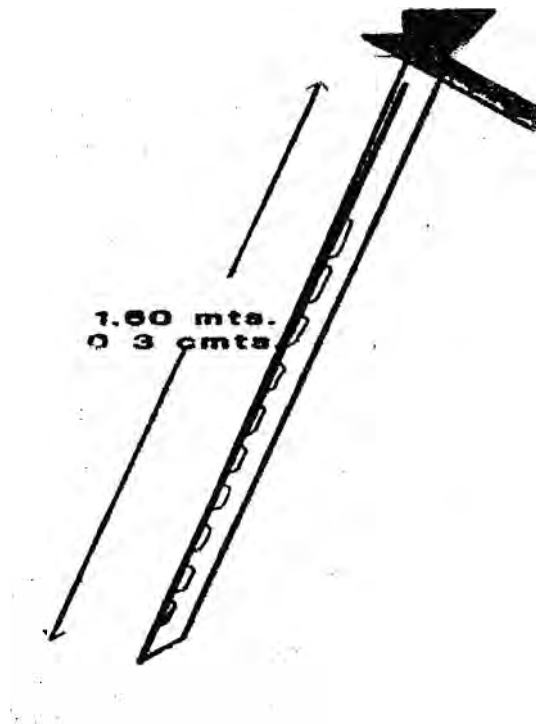
**MUESTREO****Figura 5**Muestreo de ingredientes al granel:

Para muestreo de ingredientes que lleguen a granel se usa el ladrón de compartimientos (Fig.6), introduciendo a lo largo y ancho del vehículo para posteriormente observar independientemente cada compartimiento antes de mezclarlos totalmente a fin de hacer su análisis final.

Muestreo para líquidos:

Los líquidos son muestreados con un recipiente (Fig. 7) que permite tomar la muestra en cualquier lugar y altura del carro - tanque que los transporte. Es de suma importancia conocer lo que el vehículo haya cargado con anterioridad para establecer posibles contaminaciones.





**Figura. 6 Ladrón de compartimientos**



**muestreador  
de  
líquidos**

**Figura. 7 Muestreador de líquidos**

❖ Almacenaje de muestras

Se guardan por 2 meses las muestras de cualquier ingrediente en frascos cerrados herméticamente y respectivamente rotulados, con el nombre del producto y código, para un posterior análisis frente a un posible reclamo.

❖ Archivo y Reportaje

- a. Anotar todos los resultados de los análisis químicos por ingrediente, proveedor y código para facilitar su revisión.
- b. Se revisa los resultados de todos los análisis hechos en el Laboratorio por lo menos una vez por semana.

### **D3 PROTOCOLO DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS**

#### ❖ Físicos

Las muestras que llegan vienen en bolsas transparentes y tienen un ticket que le colocan en planta con los datos correspondientes a las pruebas físicas como olor, color, % de textura, % de humedad, elementos extraños, presencia de insectos, etc. Lo que es verificado por el Laboratorio.

#### ❖ Químicos

Antes de empezar los análisis, la muestra que es de aproximadamente de 500 gr., se muele en un molino de martillos con una malla estándar de 1 mm; una vez molida totalmente (Método de Cuarteos) se cuarteo la muestra se escoge dos cuartos de ella, se unen y se forma una submuestra, la cual se usa para los análisis. A la mayor parte de los ingredientes se le hace un completo que consta de lo siguiente:

### **D4. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA ANÁLISIS DE MATERIAS PRIMAS**

#### **D.4.1 CONTENIDO DE HUMEDAD**

##### **Fundamento**

Conocer la cantidad de humedad que poseen los insumos y alimentos, y por ende el porcentaje de materia seca del que están constituidos.

El método más generalizado para esta determinación, se basa en la pérdida de peso que sufre una muestra por calentamiento, hasta obtener peso constante.

##### **Equipos y Materiales**

Crisoles Petri.

Estufa de circulación forzada; capaz de mantener 133° C +- 2° C

Balanza de precisión +/- 0.01gr.

Desecador con desecante silicagel

**Detalles Experimentales**

- 1.- Tarar la cápsula Petri y agregar 10 gr. de muestra .
- 2.- Se coloca en la estufa a 135° C por 2 horas.
- 3.- Sacar, enfriar a temperatura ambiente en un desecador y pesar.

**Cálculos**

$$\% \text{ Humedad} = \frac{P1-P2}{P1} * 100$$

P1 = Peso inicial de la muestra

P2 = Peso final

$$\% \text{ Materia Seca} = 100 - \% \text{ Humedad}$$

**D.4.2 DETERMINACION DE PROTEINA TOTAL****Proteínas**

Las proteínas son necesarias para la formación y renovación de los tejidos. Los organismos que están en período de crecimiento necesitan un adecuado suministro de proteínas para su aumento de peso. Los organismos adultos que tienen su peso estabilizado están en equilibrio dinámico, en el que sus proteínas se degradan y se regeneran continuamente, aunque su composición permanece constante. Para ello debe existir en la dieta un suministro regular y continuo de proteínas.

**Fundamento**

El método de Kjeldahl es la técnica más fidedigna para la determinación de nitrógeno orgánico. Se emplea como catalizador la mezcla de Sulfato de cobre (II) y Bióxido de titanio con Sulfato de potasio, que se usa para elevar la temperatura de digestión. El amoníaco liberado del líquido de digestión hecho alcalino se

destila a una cantidad de ácido bórico al 3% y se titula directamente el amoníaco con ácido sulfúrico 0.2N.

### **Equipos, Materiales y Reactivos**

Balanza analítica; exactitud de  $\pm 0.0001$ gr.

Balón de Kjeldahl.

Aparato de destilación Kjeldahl.

Matraz de 500 ml. y buretas.

Acido sulfúrico concentrado.

Acido sulfúrico 0.2N.

Mezcla de sulfato de cobre, bióxido de titanio y sulfato de potasio.

Acido bórico al 3%.

Soda cáustica al 50%.

Indicador Mixto Mortimer.

Perlas de vidrio

### **DETALLES EXPERIMENTALES**

- 1.- Pese 1 gramo de muestra y colocarlo en el balón Kjeldahl.
- 2.- Añada una cuchara al ras (aprox. 16 gr.) de la mezcla catalizador-elevador de la temperatura, y adicionar 25 ml. de ácido sulfúrico concentrado por los bordes del balón con sumo cuidado.
- 3.- Coloque el balón de Kjeldahl en la hornilla para su ataque durante una hora y media aproximadamente. La finalización del ataque se observa por la aparición de una solución de color verde-esmeralda límpido. Durante la hora y media de digestión, el balón Kjeldahl se va rotando periódicamente con la finalidad de que la combustión de la materia orgánica en la muestra sea homogénea.
- 4.- Deje enfriar el producto así obtenido y adicione aproximadamente 350 ml. de agua.

- 5.- Antes de iniciar el proceso de destilación, en el matraz añada 30 ml. de ácido bórico y 3 a 4 gotas de indicador Mixto Mortimer. Coloque el matraz en el terminal del equipo de destilación de modo que el terminal quede inmerso en la solución bórica.
- 6.- En el balón Kjeldahl, después de adicionar los 350 ml. de agua destilada, añada unas cuantas perlas de vidrio para evitar la ebullición tumultuosa e inmediatamente 75 ml. de soda al 50% y coloque en el equipo de destilación, ajustando bien la parte inicial de éste al balón de Kjeldahl.
- 7.- Inicie la destilación, hasta obtener un volumen aproximado de 400 ml. de destilado en el matraz e interrumpa el proceso de destilación.
- 8.- Titule el contenido del matraz con ácido sulfúrico 0.2N hasta variación de color, en este caso de azul a rosado. Anote el volumen gastado.

### **CALCULOS**

$$\% \text{PROTEINA} = \frac{V * N * M * F}{P} * 100$$

V = volumen gastado de ácido sulfúrico

N = normalidad del ácido sulfúrico 0.2

M = miliequivalente del nitrógeno 0.014

F = factor de conversión

### **FACTORES DE CONVERSIÓN DE NITRÓGENO A PROTEINA CRUDA**

La determinación de nitrógeno total por los procedimientos normales de Kjeldahl no incluyen la forma de nitrógeno inorgánico, por ejemplo los nitritos y nitratos. En ciertos alimentos es alto el nitrógeno no proteico (pescado), pero los factores usados comúnmente para convertir nitrógeno en proteína cruda están basados en el contenido promedio de nitrógeno en las proteínas contenidas en ciertos alimentos en particular. FAO/WHO (1973) recomendaron los siguientes factores:

Todos los ingredientes, nutrimentos y cereales que no contengan trigo .....	6.25
Gelatina.....	5.55
Trigo entero.....	5.83
Leche y productos lácteos.....	6.38

### **D.4.3 EXTRACCION DE GRASA**

#### **Grasa**

Los cuerpos grasos o lípidos son mezclas de ésteres resultantes de la combinación de glicerina con los ácidos grasos superiores, palmítico, oléico y esteárico. Son insolubles en el agua y menos densas que ellas.

Se encuentran lípidos tanto en vegetales como en animales. Hay lípidos sólidos, denominados grasas, y lípidos líquidos denominados aceites.

#### **Fundamento**

Este procedimiento se usa para medir grasa (soluble en éter) en ingredientes y alimentos, excepto semillas aceiteras. Es para ser usado en análisis de rutina.

#### **Equipos, Materiales y Reactivos**

Equipo de extracción Soxhlet

Papel de filtro Whatman N ° 1 de 12.5 cm. de diámetro

Cartuchos de filtro

Vasos de extracción

Balanza Analítica; exactitud de  $\pm 0.0001$ gr.

Probeta graduada

Eter de petróleo grado reactivo

#### **Detalles experimentales**

- 1.- Pesar 1 gr. de muestra y hacer con el papel de filtro un paquete de tal forma que la muestra quede segura, y luego se coloca el paquete en el cartucho.
- 2.- Colocar el cartucho en el cuerpo del aparato Soxhlet y luego los vasos de extracción (previamente tarados) con 50 ml. de éter de petróleo.
- 3.- Seguidamente conectar la fuente de calor que da una temperatura de aprox. 120°C y calentar por 50 minutos.

- 4.- El solvente al calentarse se evapora y asciende a la parte superior del cuerpo y allí se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando nuevamente a los vasos de extracción, arrastrando consigo la grasa.
- 5.- Luego dentro del mismo equipo se trata de recuperar el éter de petróleo, se retiran los vasos y el solvente remanente se evapora en una estufa
- 6.- Luego se hace enfriar en un desecador y luego se pesa.

### **Cálculos**

$$\% \text{ GRASA} = \frac{P1}{P2} * 100$$

P1 = Peso de la grasa

P2 = Peso de la muestra.

## **D.4.4 DETERMINACION FIBRA CRUDA**

### **Fibra Cruda**

La fibra cruda consiste principalmente del contenido de celulosa, además de la lignina y hemicelulosas contenidas en la muestra. La fibra también le da propiedades físicas a los alimentos y generalmente baja la densidad calórica de los alimentos.

### **Fundamento**

La fibra cruda es el residuo orgánico lavado y seco que queda después de hervir sucesivamente la muestra desengrasada con ácido sulfúrico e hidróxido de sodio diluidos.

No es aplicable a los alimentos de origen animal.

### **Equipos, Materiales y Reactivos**

Equipo de Digestión de Precisión Labconco

Vaso de precipitados, forma alta de 600 ml.

Bomba de vacío, filtro de succión con malla de acero inoxidable N ° 200



Crisoles de porcelana N ° 450

Estufa de circulación forzada; capaz de mantener 133° C +- 2° C

Mufla; capaz de mantener 600° C +- 25° C

Balanza analítica; exactitud de +- 0.0001 gr.

Acido Sulfúrico al 1.25%

Hidróxido de Sodio al 1.25%

Asbesto tratado

Antiespumante B

Perlas de vidrio

### **Detalles Experimentales**

- 1.- Las hornillas del Equipo digestión deben estar calientes cuando los vasos se coloquen sobre ellas.
- 2.- Las muestras desgrasadas de 1 gr. se transfiere en cada vaso alto ,se le agrega aprox. 1 gr. de asbesto, perlas de vidrio , 200 ml. de ácido diluido al 1.25% hirviendo y unas gotas de antiespumante, e inmediatamente colocarlo en las hornillas. Hierva exactamente por 30 minutos.
- 3.- Retirar de las hornillas y filtre la solución caliente en la bomba de vacío con el filtro. Lave con agua hirviendo dos veces con porciones de 200 ml. cada vez, y filtre nuevamente.
- 4.- Regresar el residuo que queda en el filtro con mucho cuidado al vaso, agréguele 200 ml. de Hidróxido de Sodio al 1.25% hirviendo y nuevamente unas gotas de antiespumante. Hierva durante 30 minutos.
- 5.- Retirar de la hornilla, filtrar la solución inmediatamente, lavar nuevamente con agua hirviendo con porciones de 200 ml. cada vez y el residuo del filtro colocarlo en el crisol.
- 6.- Llevar los crisoles a la estufa y secar a 135° C por 2 horas. Enfriar y pesar (P1).
- 7.- Colocar en la mufla a 600° C por media hora.
- 8.- Retirar de la mufla , enfriar y pesar (P2).

**Cálculos**

$$\% \text{ Fibra} = \frac{P1 - P2}{P3} * 100$$

P3 = Peso de la muestra

**D.4.5 CONTENIDO DE CENIZAS****Fundamento**

Las cenizas son la materia inorgánica que forma parte constituyente de los alimentos (sales minerales). Las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento. La calcinación debe efectuarse a una temperatura adecuada, que sea lo suficientemente alta como para que la materia orgánica se destruya totalmente, pero tenemos que observar que la temperatura no sea excesiva para evitar que los compuestos inorgánicos sufran alteración (fusión, descomposición, volatilización o cambio de estructura).

**Equipos y Materiales**

Mufla; capaz de mantener a 600° C +/- 25° C

Crisoles de porcelana

Balanza analítica; exactitud de +/- 0.0001 gr.

Pinzas

**Detalles Experimentales**

- 1.- Pese 2 gr. de muestra en un crisol previamente tarado y deshumedecido.
- 2.- El crisol y su contenido se calcinan en una mufla a 600° C .
- 3.- Calcine durante 2 horas, trabaje con el extractor en funcionamiento.
- 4.- Transcurrido el tiempo requerido, sacar el crisol y dejar enfriar a temperatura ambiente, colocar en un desecador y luego pesar.

Cálculos

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{CC - C}{W} * 100$$

CC = peso del crisol más la ceniza

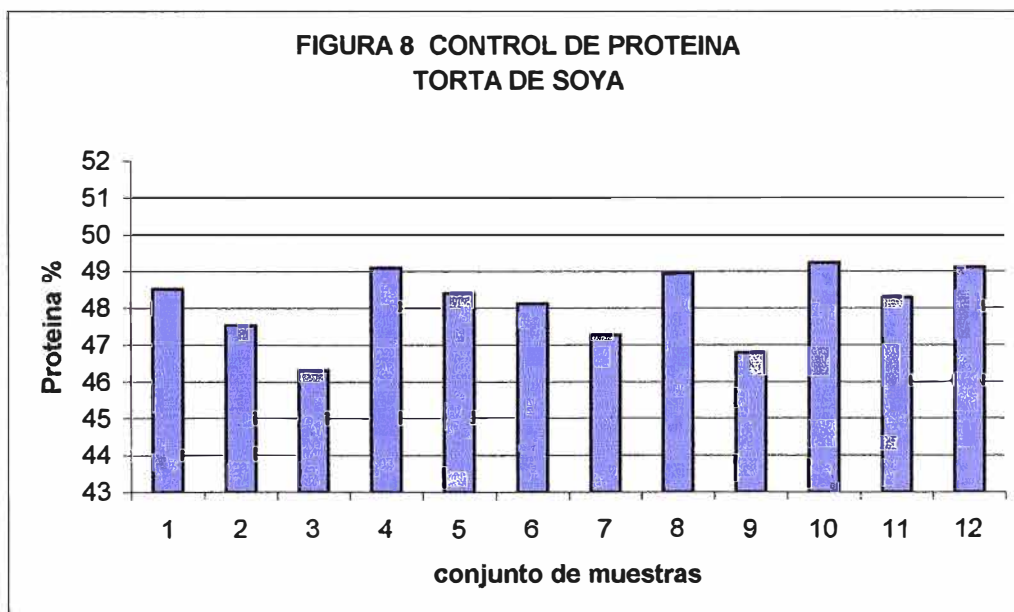
C = peso del crisol vacío.

W = peso de la muestra.

### CUADRO 3 HOJA DE CONTROL

<b>Análisis:</b>	Proteína, Método Kjeldahl
<b>Material de control:</b>	Torta de soya
<b>Media del control:</b>	49,1%
<b>Límite Superior:</b>	51%
<b>Límite Inferior:</b>	46%

Nº de Muestra	Resultados Proteína %
1	48,52
2	47,53
3	46,31
4	49,10
5	48,41
6	48,12
7	47,27
8	48,95
9	46,78
10	49,24
11	48,29
12	49,11



### CUADRO 4 HOJA DE CONTROL

**Análisis:** Grasa      **Material de control:** Torta de soya

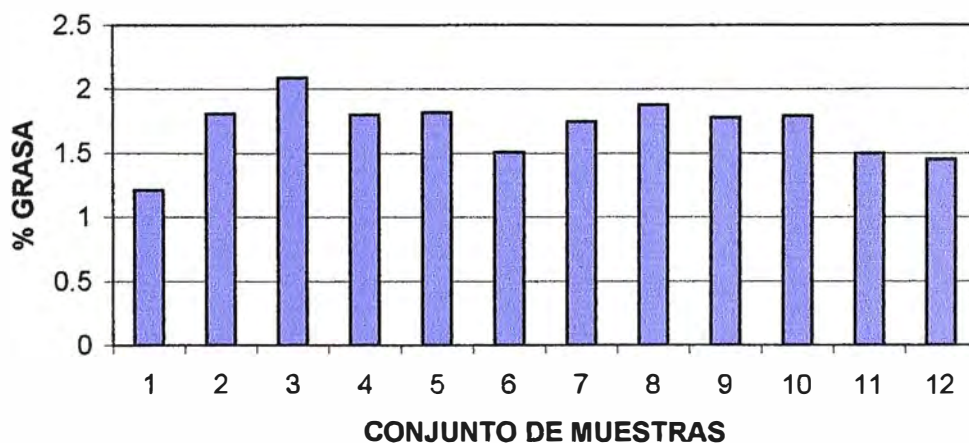
**Media del control:** 1,8 %

**Límite Superior:** 2,0 %

**Límite Inferior:** 0,5 %

Nº de Muestra	Resultados Grasa %
1	1,21
2	1,81
3	2,09
4	1,80
5	1,82
6	1,51
7	1,75
8	1,88
9	1,78
10	1,79
11	1,50
12	1,45

**FIGURA 9: CONTROL DE GRASA - TORTA DE SOYA**



### CUADRO 5 HOJA DE CONTROL

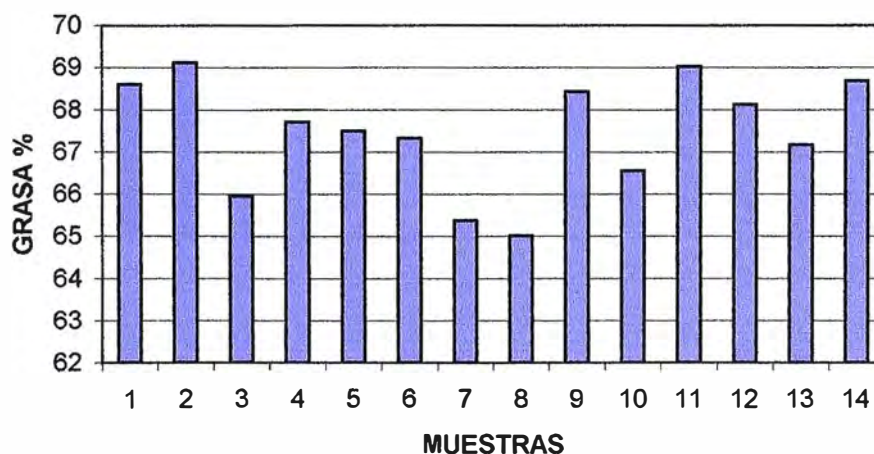
**Análisis:** Proteína    **Material de control:** Harina de pescado

**Media del control:**            68 %    **Límite Superior:** 69 %

**Límite Inferior:**                65 %

Nº de Muestra	Resultados Proteína %
1	68,60
2	69,12
3	65,96
4	67,71
5	67,50
6	67,33
7	65,37
8	65,02
9	68,43
10	66,56
11	69,03
12	68,12
13	67,17
14	68,68

**FIGURA 10 : CONTROL DE PROTEINA  
HARINA DE PESCADO**



### CUADRO 6 HOJA DE CONTROL

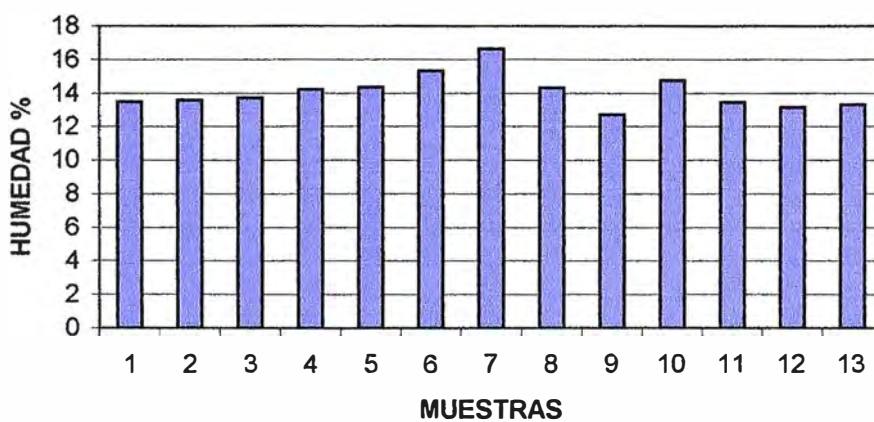
**Análisis: Humedad Material de control: Maíz**

**Media del control: 13 % Límite Superior: 15 %**

**Límite Inferior: 12 %**

Nº de Muestra	Resultados Humedad %
1	13,50
2	13,60
3	13,73
4	14,21
5	14,35
6	15,32
7	16,62
8	14,32
9	12,70
10	14,75
11	13,45
12	13,15
13	13,33

FIGURA 11 CONTROL DE HUMEDAD - MAIZ



## D.5 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

- a) Se evalúa los resultados de los análisis de ingredientes viendo el efecto que tendrán en los análisis de los alimentos, posibles reclamos, y tendencias que afectarán los cálculos de costos mínimos en la formulación.
- b) Si el análisis está fuera de un rango de 5% de su valor calculado, se revisa los cálculos y se vuelve a analizar una nueva muestra molida para verificar los resultados.
- c) Se toma acción basada en el promedio de los dos resultados que se confirmen.
- d) Los valores calculados de todos los niveles como proteína, grasa, fibra, ceniza, humedad ,etc, son proporcionados quincenalmente al departamento de Formulación.

### D.5.1 ESTÁNDARES DE INGREDIENTES

A continuación se presentan los cuadros de las características de los insumos más utilizados:

#### ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS DE INSUMOS MAS UTILIZADOS

##### NIELEN DE ARROZ

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS
Proteína	7% min.	Libre de calentamiento, de insectos y hongos de impurezas
Grasa	1% min.	
Fibra	2% min.	

##### CARBONATO DE CALCIO

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS
Calcio	37 – 40%	
Humedad	2.0% máx.	
Textura	0.5% en Tyler12	



**CASCARILLA DE ARROZ MOLIDA**

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS
Proteína	2-3%	Libre de calentamiento, Libre de rancidez, de insectos, de impurezas. Libre de gorgojos
Fibra	40-50%	
Ceniza	11-15%	
Humedad	12% máx.	
Textura	3% máx. En Tyler 10	

**CEBADA MOLIDA**

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS
Proteína	23.0 % min.	Libre de calentamiento, Libre de rancidez, de insectos, de impurezas. Libre de gorgojos
Fibra	12.0% máx.	
Grasa	7.0 % min.	
Humedad	10.0% máx	
Textura	0-2% retenido en Tyler 10	

**GRASA HIDROGENADA DE PESCADO**

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS
Punto fusión	39° C	Estado Físico: Líquido
Humedad	0.5% máx.	Color: Blanco amarillento
Acidez Total	90% min.	Impurezas insolubles(pelo, piel etc.)
Acidez Libre	5% máx.	0,5% máx. Olor Sui Generis Libre de rancidez Libre de Hidrocarburos clorinados Libre de pesticidas

**HARINA DE PESCADO**

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS
Fósforo	2-3%	Olor sui Generis Libre de Calentamiento Libre de impurezas Libre de pesticidas Libre de apelmamiento Libre de insectos y larvas Libre de gorgojos Libre de hongos
Textura	0-2% en Tyler 8	
Proteína	65.0 min.	
Grasa	7-10%	
Sal	1.5% máx.	
<b>Digestibilidad</b>		
Pepsina 0.0002%	80% min	
Ceniza:	18.0% máx.	
Calcio	3-5%	
Humedad	12.0% máx.	

**HENO DE ALFALFA**

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS
Proteína	6 –16%	Libre de rancidez Olor a heno fresco Color verde oscuro Libre de hongos, insectos Libre de impurezas
Grasa	1-2 %	
Fibra	25 – 33%	
Humedad	12.0% máx	
Textura (para molida)	0-5% en Tyler 10	
Sal	1% máx.	

**GERMEN DE MAIZ**

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS
Proteína	9.0 % min	Libre de contaminación Libre de rancidez Libre de enmohecimiento Libre de larvas Libre de hongos, gorgojos Libre de insectos
Grasa	7.0 % min	
Fibra	4.0% máx	
Humedad	12.0% máx	
Cenizas	2.0% max	
Textura	0.5% en Tyler 8	

**MAIZ AMARILLO DURO**

<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Proteína	7 -10%	Libre de contaminación tóxica Libre de calentamiento Libre de gorgojos, larvas y hongos Libre de olor extraño Libre de fermentación Libre de insecticidas Granos dañados: 1.0% máx. Impurezas propias del maíz: 3% máx en peso. Impurezas ajenas al maíz: 1% máx.
Grasa	2.5 - 4%	
Fibra	2 --3 %	
Humedad	15.0% máx	
Aflatoxina	20 ppb máx	

**MELAZA DE CAÑA**

<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Proteína:	2 – 9 %	Olor Sui Generis Libre de contaminación
Brix:	83.0 % min	

**PASTA DE ALGODON**

<b>ESPECIFICACIONES</b>		<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Proteína	36.0 % min	Color : Amarillo oscuro Libre de contaminación Libre de hongos, larvas y gorgojos Libre de insectos.
Grasa	1-13 % min	
Fibra	9 - 15% máx	
Humedad	12.0% máx	
Proteína soluble	60.0% mín	
Textura	0.5% en Tyler 8	

**POLVILLO DE ARROZ**

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS
Proteína	13.0 % min	Libre de rancidez Libre de enmohecimiento Libre de insectos, gorgojos Color: Blanco cremoso o grisáceo
Grasa	12.0 % min	
Fibra	8.0% máx	
Humedad	10.0% máx	
Cenizas	9.0% máx	
Textura	0.5% en Tyler 10	

**SUB PRODUCTO DE TRIGO**

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS
Proteína	14 - 16 % min	Libre de contaminación Libre de calentamiento Libre de rancidez Libre de insecticidas Libre de enmohecimiento Color: marrón claro
Grasa	3-4 % min	
Fibra	9 -11% máx	
Humedad	12.0% máx	
Textura	0-3% en Tyler 10	

**TORTA DE SOYA**

ESPECIFICACIONES		CARACTERÍSTICAS
Proteína	46 - 51% min	Libre de calentamiento Libre de rancidez Libre de enmohecimiento Libre de insectos y hongos
Grasa	0.5 – 2%	
Fibra	2.5 - 4 % min	
Humedad	12.0% máx	
Proteína soluble	80% min.	
Textura	0.5% en Tyler 8	
Urea	0.4 máx.	

### III. PROTOCOLO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

#### A. IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE MICOTOXINA.

La contaminación por micotoxinas del maíz y alimento balanceado es un problema mundial que afecta a la avicultura y ganadería, partiendo desde el campo y llegando a la planta de elaboración y granja.

El término **“micotoxina”** se deriva de las palabras griegas **“mykes”** (hongos) y **“toksikón”** (veneno).

Las micotoxinas son sustancias químicas producidas por diversos hongos de bajo peso molecular y altamente reactivos. Cuando éstos se multiplican en los alimentos como resultado de su metabolismo se producen estos compuestos tóxicos.

La presencia de mohos en el alimento no implica automáticamente la presencia en éste de micotoxinas. Una micotoxina puede permanecer en un producto en que no observemos crecimiento fúngico. Una determinada especie de hongo puede producir más de un tipo de micotoxina, con propiedades de difundirse a través de los alimentos, ya que son muy hidrosolubles.

Las micotoxinas no son las únicas toxinas con presencia potencial en el alimento, ya que existen microorganismos diferentes a los hongos que también tienen capacidad de producir una gran variedad de toxinas.

También los parásitos e insectos contribuyen con un buen aporte de toxinas.

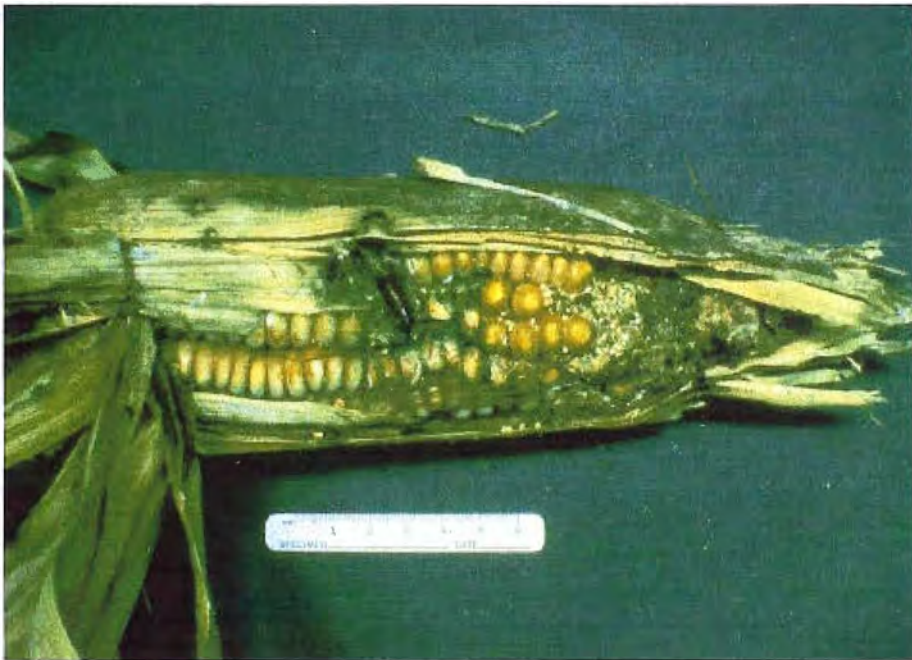
Los seres humanos y los animales son expuestos a la acción de las micotoxinas por la ingestión de alimentos respectivamente contaminados con toxinas, por inhalación o por contacto cutáneo.

Es por ello que es necesario llevar un análisis minucioso de granos y alimentos, puesto que se puede encontrar residuos de micotoxinas en el organismo animal (hígado, riñones, músculos, carne, leche, huevos, sangre, etc.) El organismo del animal tiene la capacidad para transformar algunas micotoxinas originales en

derivados de éstas, los cuales resultan a veces ser más tóxicos que la propia micotoxina original.

### Desarrollo

Las micotoxinas se desarrollan como consecuencia del mantenimiento y el crecimiento de las especies de hongos que las producen. Todas las condiciones que favorezcan el crecimiento de los hongos, generalmente, favorecen la consecuente presencia de micotoxinas. Cuando las micotoxinas son producidas en granos o alimentos destinados a la alimentación de animales o humanos se convierten en un peligro potencial para la salud y/o producción.



**Figura 12 : maíz contaminado**

## **B. PRINCIPALES FACTORES CONDICIONANTES PARA EL DESARROLLO DE LOS HONGOS Y PRODUCCIÓN DE MICOTOXINAS**

### **B.1 Condiciones Químicas**

- ❖ Presencia de nitrógeno, azúcares y almidones

Los hongos y levaduras tienen especial predilección por las fuentes de nitrógeno y por los carbohidratos (azúcares y almidones) como fuentes energéticas. A partir de ellos elaboran gran cantidad de nutrientes y metabolitos entre los cuales aparecen las micotoxinas. De ahí la mayor frecuencia de hongos y levaduras en granos partidos o fracturados, ya que los nutrientes quedan expuestos a la acción de los hongos; en granos intactos la presencia de hongos es mínima.

Por esta razón es conveniente almacenar el grano sin finos y molerlo solo cuando se vaya a utilizar.

- ❖ Potencial de oxi-reducción ( $O_2/C_2$ )

La mayor parte de los hongos son aerobios y por lo tanto necesitan oxígeno para el desarrollo de sus reacciones metabólicas. Una carencia de oxígeno condiciona el crecimiento de los hongos y la ausencia total puede llegar a producir la muerte de éstos. El anhídrido carbónico puede inhibir la formación de algunas micotoxinas

- ❖ **Ph**

Los hongos toleran un gran intervalo de pH (2.5-7.5), de un modo general soportan más el medio ácido que el alcalino. Es de destacar que ellos mismos son capaces de alterar el pH, utilizando como fuente de energía los ácidos orgánicos del alimento o los excretados por bacterias acidificantes, que pueden aparecer durante el periodo de deterioro del alimento.

## **B2 Condiciones Físicas**

### **❖ Humedad y Agua disponible**

La cantidad de agua existente en el ambiente y en los sustratos es uno de los factores importantes para el desarrollo de los hongos y para la producción de micotoxinas. Sin embargo, no sólo influye la cantidad de agua sino también la presentación de la misma, así pues el agua se encuentra en forma libre y combinada.

El agua libre existe dentro y alrededor de los tejidos vegetales o de las células y puede ser eliminada sin interferir seriamente con los procesos vitales.

La forma combinada está presente en los tejidos vegetales y animales, formando parte integrante de las células que los componen y en unión con las proteínas.

Para la germinación de las esporas de hongos, es necesario que el agua se encuentre en forma libre.

Existen dos grandes unidades relacionadas con la cantidad de agua a saber:

Humedad relativa de equilibrio (HRE): es la cantidad de humedad de la que disponen los microorganismos una vez alcanzado el equilibrio entre la humedad libre del producto y el vapor de agua existente en el medio ambiente que lo rodea.



Agua disponible (aw): nos indica cual es la cantidad de agua disponible para el desarrollo de los microorganismos una vez que se ha alcanzado el equilibrio en el sistema alimento / medio ambiente.

#### ❖ **Temperatura**

Los hongos requieren unos rangos de temperatura ideales para su crecimiento.

Se puede generalizar afirmando que a mayor temperatura ambiental existen mejores condiciones para el crecimiento de los hongos y las levaduras.

Existen especies que toleran muy altas temperaturas y otras que pueden desarrollarse aun a temperaturas bajo cero centígrados.

#### ❖ **Estado físico del medio**

Constituye otro de los factores importantes, ya que cuanto mayor sea la superficie de contacto será superior la producción de toxinas. En el orden práctico, el almacenamiento de granos rotos favorece la bioreproducción, ya que no sólo aumenta la superficie de cultivo, sino que pone al hongo en contacto con el interior del grano que es un medio más favorable que la cutícula por su contenido en carbohidratos.

### **C. PREVENCIÓN**

Los dos principios básicos recomendados por la F.A.O que sirven de orientación para el almacenamiento de materias primas y alimentos balanceados son: mantener el producto seco y evitar la presencia de roedores, insectos y hongos. Es preciso actuar a dos niveles:

- ❖ **Control de humedad y de la temperatura:** hay que procurar por todos los medios que el contenido de humedad esté por debajo del mínimo que permite el crecimiento de los hongos durante el almacenamiento, y a ser posible, mantener baja la temperatura.

- ❖ **Lucha contra insectos:** la actividad metabólica del insecto eleva la humedad del sustrato, favoreciendo el crecimiento de los hongos contaminantes. Igualmente el insecto favorece la infección al ser portador de gran cantidad de esporas y también al romper el pericarpio de la semilla.

Si se logra controlar de un modo satisfactorio estos dos niveles, el almacenamiento podría prolongarse sin problemas durante varios años. Sin embargo, muchos sustratos presentan un contenido de humedad muy próximo al umbral mínimo para el crecimiento fúngico. Por todo ello, es necesaria la utilización de conservadores para controlar químicamente el desarrollo y multiplicación fúngicos.

## **Plan de prevención**

### **Método Físico**

- ❖ Desinfección de instalaciones: durante el recorrido de las materias primas y alimentos por las instalaciones de la fábrica se depositan pequeñas cantidades de residuos y costras, principalmente en las paredes de los silos y celdas de dosificación, terminales y codos de sistemas de transporte, tolvas de carga y descarga y mezcladoras, convirtiéndose en focos internos de contaminación fúngica.
- ❖ Tratamiento antifúngico en un plan de saneamiento antifúngico es fundamental tratar las materias primas a su llegada a la fábrica para prevenir el desarrollo y multiplicación y producción de micotoxinas durante su almacenamiento, aunque este sea por pocos días.

Para ello se usan los conservadores que se agrupan en dos clases en función de su presentación física: en polvo, los que son más utilizados, presentan un importante problema de reparto homogéneo que dificulta el contacto físico de las partículas del conservador con toda la masa de materia prima afectando su eficacia, y líquidos que son más eficaces, debido a sus características físicas y composición. Se consigue un reparto más homogéneo al aplicarlos por pulverización, que

permite obtener tamaños de partícula más pequeños y mayor capacidad humectante.

### **Método Químico**

Destrucción de las micotoxinas con diversos productos tales como peróxido de hidrógeno al 3%, ácido sulfúrico 2%, hidróxido potásico 1%, ozono, carbonato sódico, ácido propiónico.

Arrastre de las micotoxinas por el empleo de solventes tales como combinaciones de acetona, hexano y agua, soluciones de bicarbonato al 1% y cloruro cálcico.

### **Método Bioquímico**

La mayor parte de las micotoxinas poseen la propiedad de adsorberse a minerales inertes, por eso son llamados adsorbentes. Los investigadores estudiaron la capacidad de ciertas arcillas denominadas bentonitas, zeolitas y los aluminosilicatos de calcio y sodio hidratados, de absorber micotoxinas en el alimento o en el tracto digestivo de los animales. Esto prevendría la absorción de las micotoxinas dentro del intestino.

Los adsorbentes de micotoxinas basados en las arcillas son efectivos contra las aflatoxinas, sin embargo no ligan suficientes cantidades de otras micotoxinas. Hay también evidencia de que las arcillas secuestran trazas de minerales y vitaminas.

Una alternativa importante para reducir los efectos de los alimentos contaminados por micotoxinas es la inclusión en el alimento de un carbohidrato funcional obtenido de la superficie interior de la pared celular de la levadura, que liga varias micotoxinas importantes a un nivel alto además de la aflatoxina.

Mantiene ligada la micotoxina bajo condiciones cambiantes de pH, como sería la situación encontrada en el tracto intestinal. Este producto es termoestable y no perderá actividad durante los procesos de extrusión o peletizado.

Por lo tanto, esta opción cumple el criterio necesario para un sistema sano y rentable para el control de la contaminación por micotoxinas en todas las especies.

**Dosificación y prevención para materias primas y alimentos**

- ❖ En ciertas épocas del año cuando las condiciones de humedad y temperatura son más favorables para el desarrollo y multiplicación de los hongos.
- ❖ Cuando se considere que ciertas materias primas van a ser almacenadas más tiempo de lo habitual.
- ❖ Los alimentos en harina presentan una gran superficie que favorece el desarrollo y multiplicación fúngicos.
- ❖ Recontaminación del alimento, principalmente a granel, durante el transporte y almacenamiento en granjas.

## D. TIPO DE MICOTOXINAS

Existen varios tipos o grupos de micotoxinas. Entre los más conocidos están: Aflatoxinas. Ocratoxinas. Fumonisina, T-2, Vomitoxina y Zearalenona.

Cada grupo de micotoxinas se discutirá separadamente, ya que los hongos que las producen y sus efectos sobre animales sensibles son igualmente diferentes.

### AFLATOXINAS

Son un grupo de compuestos heterocíclicos producidos por hongos del género *Aspergillus*, principalmente de las especies *flavus y parasiticus* (Fig. 14).

Aunque se conocen 18 aflatoxinas, sólo se definen B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub> como las naturales en ingredientes y alimentos. Las demás son metabolitos que se producen en los animales o en bacterias. Las letras B y G se refieren al tipo de color que desarrollan las aflatoxinas a la luz ultravioleta (blue, green).

Aunque se conocen 18 aflatoxinas, sólo se definen B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub> como las naturales en ingredientes y alimentos. Las demás son metabolitos que se producen en los animales o en bacterias. Las letras B y G se refieren al tipo de color que desarrollan las aflatoxinas a la luz ultravioleta (blue, green).

De las aflatoxinas conocidas la B<sub>1</sub> ha generado la más grande preocupación y ha estimulado el mayor esfuerzo investigativo por su toxicidad extrema y su amplia distribución en alimentos. Por esta razón, las aflatoxinas son las únicas toxinas que están Reguladas por la FDA (Food and Drug Administration de los Estados Unidos).

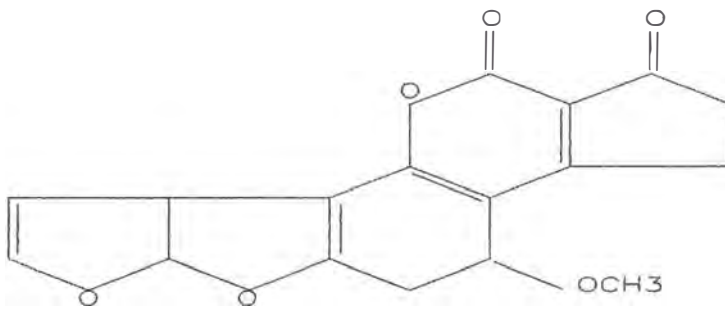
Propiedades químicas: La aflatoxina B<sub>1</sub> tiene una fórmula empírica de C<sub>17</sub> H<sub>12</sub> O<sub>6</sub> y un peso molecular de 312, ligeramente soluble en agua y soluble en muchos disolventes de polaridad intermedia, incluidos alcoholes y cloroformo. La estructura de la Aflatoxina se expone en la Figura 13.

Las condiciones óptimas para la producción de aflatoxinas son:

Humedad relativa 79-89%

Humedad de grano 17%

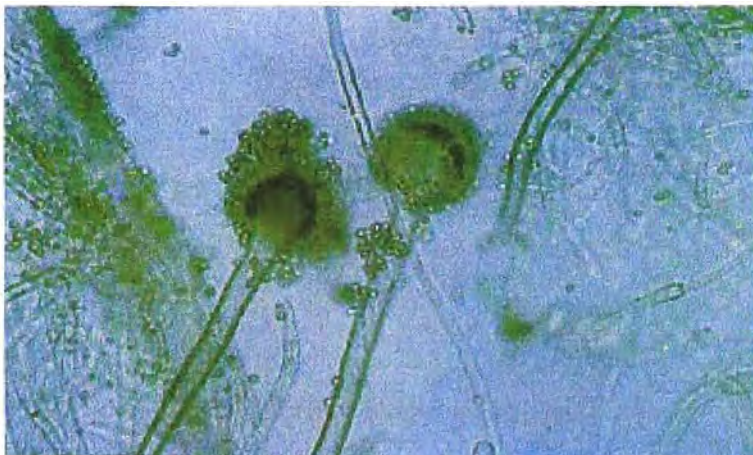
Temperatura 19-35 °C



**Fig 13 Aflatoxinas**

Las aflatoxinas se eliminan principalmente por las heces y otra porción por la orina. El metabolismo y la eliminación son bastante rápidos luego de ingerida la toxina.

En la Figura15 vemos el efecto que causa en las aves el consumo de un alimento contaminado con Aflatoxina.



**Figura 14. Hongo Aspergillus Flavus que origina la Aflatoxina**



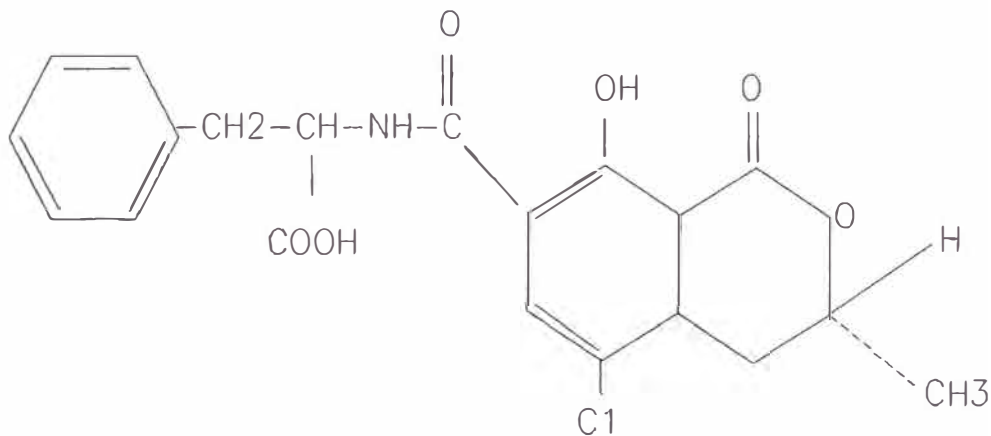
**Figura 15. Lesión que produce la Aflatoxina**

## OCRATOXINA

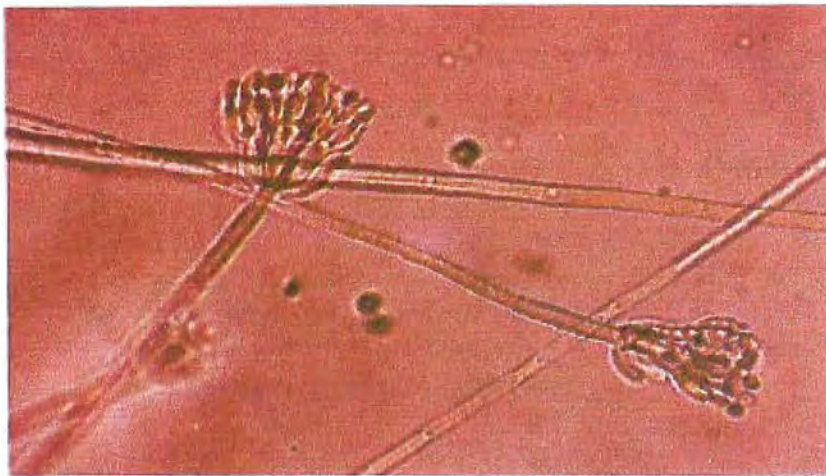
Aislada inicialmente a partir del hongo, *Penicillium*, (Fig.17). De los compuestos conocidos, solamente la ocratoxina A se ha encontrado en diferentes granos. Crece especialmente en condiciones de alta humedad (se produce a 19%).

Propiedades químicas: tiene una fórmula empírica de  $C_{20} H_{18} Cl N O_6$  y un peso molecular de 404. Presenta fluorescencia azul verdosa que se transforma en azul fuerte por la exposición a la luz ultravioleta. Es poco soluble en agua. Se absorbe en el estómago en forma pasiva, también puede ser absorbida por el pulmón, se elimina principalmente por la orina. La estructura de la ocratoxina se expone en la Figura 16.

Algunas de las lesiones que produce el alimento contaminado con Ocratoxina, se muestra en la Figura 18.



**Figura 16 Ocratoxinas**



**Figura 17. Hongo *Penicillium spp* que origina la Ocratoxina**



**Figura 18. Lesión que produce la Ocratoxina**

### **ZEARALENONA**

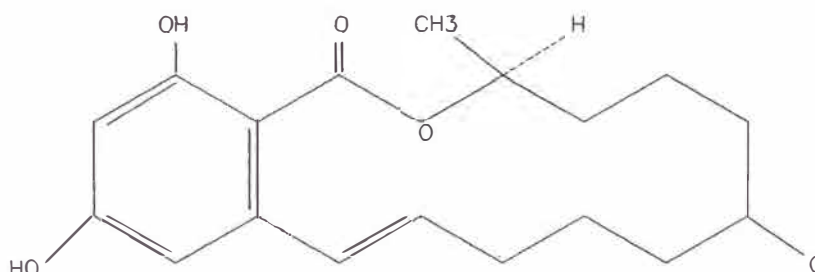
La zearalenona es una lactona del ácido resorcílico producida por cepas de *Fusarium graminearum*, (Fig.20); es un contaminante natural de los granos (maíz, trigo, cebada, heno, etc.)

La toxina se produce principalmente en condiciones de alta humedad y baja temperatura.

Propiedades químicas: la zearalenona tiene una fórmula empírica de  $C_{18}H_{22}O_5$ .

La estructura se expone en la Figura 19. Bajo luz ultravioleta produce fluorescencia azul brillante. Es soluble en numerosos disolventes polares, como acetona, alcohol, cloroformo y éter, e insoluble en agua. Se elimina rápidamente en la orina.

En la Figura 21 se muestra una de las lesiones ocasionadas por la Zearalenona.



**Fig. 19 Zearalenona**





**Figura 20 Hongo Fusarium spp que produce la zearalenona**



**Figura 21 Lesión ocasionada por la zearalenona**

Los **Tricotínicos** son un grupo de 150 micotoxinas producido por hongos del género

Fusarium. El principal efecto a nivel celular parece ser la inhibición de la síntesis proteica tanto en hongos y plantas como en animales. Entre los más conocidos tricotínicos se encuentra: **T-2 y Vomitoxin**

Los **tricotínicos** se producen principalmente a baja temperatura, alta humedad del grano y alta humedad ambiental. Son eliminados rápidamente en la orina, excepto en rumiantes es en mayor proporción en las heces.

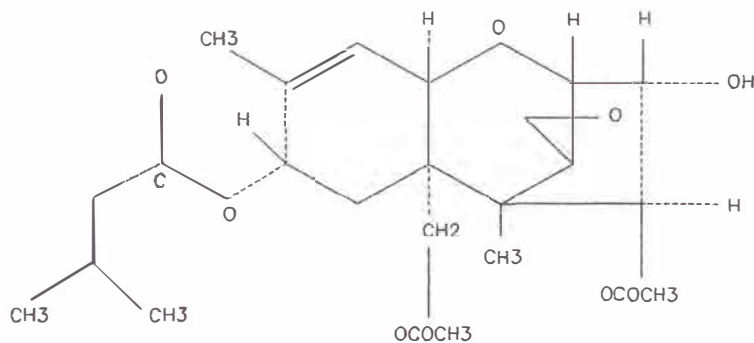
Los **tricotícenos** se producen principalmente a baja temperatura, alta humedad del grano y alta humedad ambiental. Son eliminados rápidamente en la orina, excepto en rumiantes es en mayor proporción en las heces.

## T-2

El T-2 fue el primer tricotíceno encontrado en forma natural en granos en los Estados Unidos. *Fusarium tricinctum* es el mayor productor de toxina T-2.

Propiedades químicas: tiene una fórmula empírica de  $C_{24}H_{34}O_9$  y un peso molecular de 466, su estructura se muestra en la Figura 22; tiene fluorescencia azul al ultravioleta. Es soluble en alcohol, acetona, cloroformo y benceno e insoluble en agua y hexano.

En la Figura 23 se muestra una de las lesiones producida por la toxina T-2.



**Figura 22. Toxina T-2**



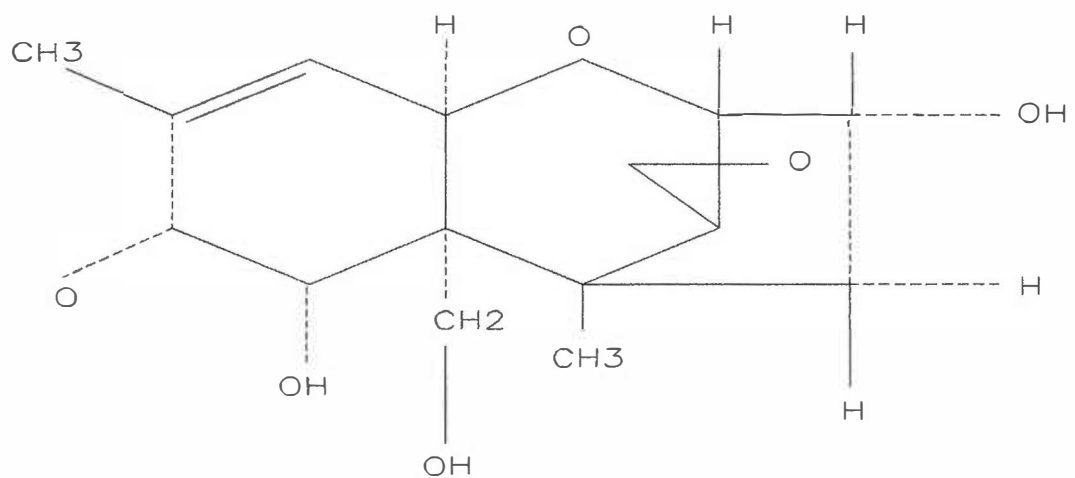
**Figura 23 Lesión producida por la toxina T-2**

## VOMITOXIN

El *Fusarium roseum* es el que produce más vomitoxina.

Propiedades químicas: tiene una fórmula empírica de  $C_{15} H_{20} O_6$  y un peso molecular de 296. Su estructura se muestra en la Figura 24. Es muy soluble en agua, y ligeramente soluble en cloroformo, acetona, alcohol y tolueno

En la Figura 25 se presenta una de las lesiones producidas por esta toxina.



**Figura 24 Vomitoxina**



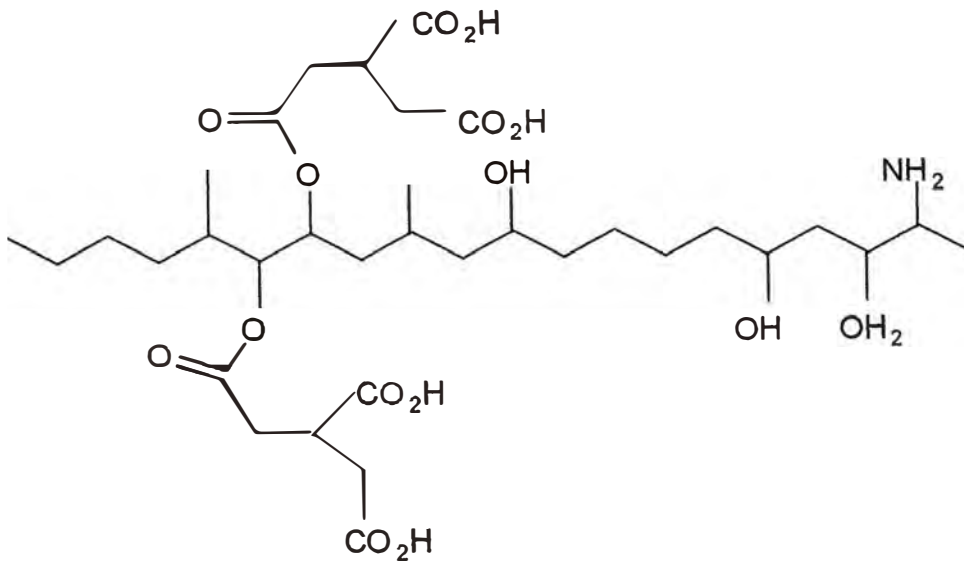
**Fig. 25 Lesión que produce la vomitoxina**

## FUMONISINA.

Son micotoxinas producidas por el hongo *Fusarium moniliforme*. Se han identificado hasta ahora seis tipos de fumonisinas A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> y B<sub>4</sub>.

Su estructura se muestra en la Figura 26.

Las fumonisinas se han encontrado en maíz y subproductos de maíz para consumo humano y animal; también se han reportado en forrajes y en alimentos, por lo tanto en la Figura 27 se muestra una secuela producida por esta toxina.



**Figura 26 Fumonisin**



**Figura 27 Lesiones que produce la Fumonisina**

## **D1 ANÁLISIS DE MICOTOXINAS Y MUESTREO**

El análisis de micotoxinas es una tarea difícil ya que solamente se encuentran trazas de las toxinas en las muestras, especialmente de alimento para animales. Su ubicación o distribución en el alimento o ingrediente no es uniforme.

Esta característica hace que sea necesario un buen muestreo del alimento sospechoso para poder detectar el nivel de micotoxina que contiene, el muestreo es el paso más crítico en la determinación objetiva de micotoxinas.

Si el muestreo no es adecuado y la muestra se obtiene del lugar de más posible contaminación se puede obtener una sobreestimación del contenido real de micotoxinas.

Si al contrario, se toma una muestra de un lugar con poca probabilidad de presencia de micotoxinas, se puede subestimar su concentración real.

La toma de muestras es parte integrante del procedimiento de análisis. El objeto del procedimiento de muestreo es obtener una muestra de laboratorio, representativa del lote de que se ha tomado la muestra normalmente, la decisión de si aceptar o rechazar un lote se basa en las pruebas obtenidas en el análisis de la muestra.

Se toma muestras de varios puntos del camión o silo si ya está en la planta, hasta completar 1 kg. Esto se cuartea, y se toma dos submuestras de aprox. 500 gr. y se muele con malla N°20, mezclar y volver a subdividir hasta obtener una mezcla de 50 gr.

Los ingredientes que tienen mayor control en la determinación de micotoxinas es el Maíz, Hominy, Arroz y Heno de alfalfa.

## **D2. EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN**

Nosotros empleamos dos tecnologías básicas de inmunoensayos utilizadas (a) Elisa y (b) el uso de una Columna de Inmunofinidad. Tienen ciertas características que los hacen más aplicables a nivel de laboratorio ya que es en

esta área donde se necesitan métodos precisos y rápidos de detección, especialmente en determinaciones cualitativas.

Utilizan anticuerpos específicos para cada tipo de micotoxina; pueden detectar la mayoría de las micotoxinas en muestras complejas y por lo tanto requieren una mínima purificación de la muestra.

## **D.3 PROTOCOLO DE ANÁLISIS CUALITATIVO DE MICOTOXINAS**

### **D.3.1 METODO DE ELISA (CUALITATIVO)**

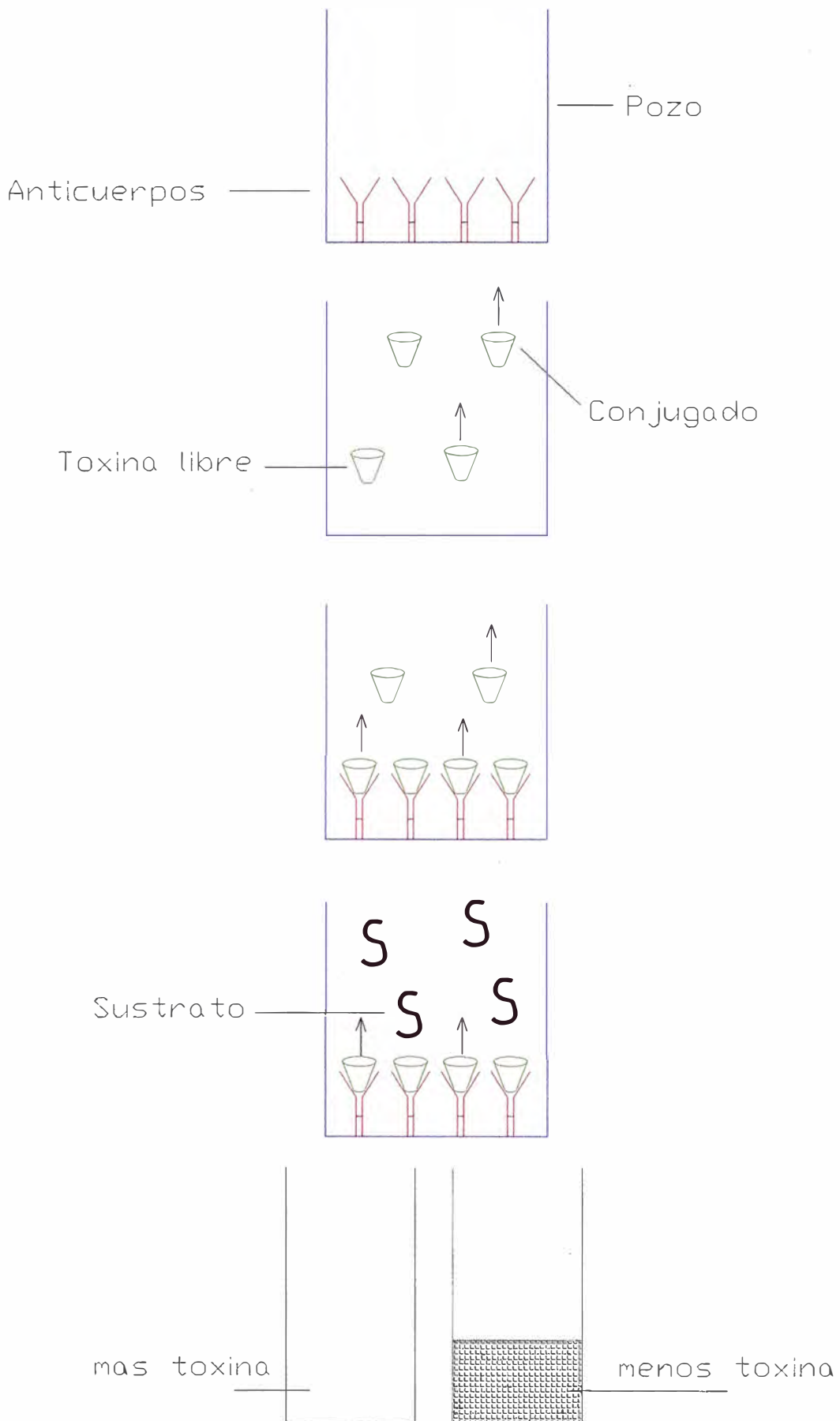
La sigla se traduce como Prueba Inmunoabsorbente Ligada a Enzimas, es un método analítico avanzado y ágil diseñado para uso exclusivo de laboratorio.

Se pesa la muestra , las cantidades varían de 5 a 12 gramos, esto depende del tipo de micotoxina , luego se adiciona el solvente de extracción una mezcla de Metanol-Agua al 70% , se agita vigorosamente por unos minutos y se filtra, no necesita mayor purificación.

El siguiente paso es transferir esta mezcla a los micropozos recubiertos de anticuerpos. En las muestras negativas, los anticuerpos se unirán al conjugado enzimático porque no hay toxina libre presente. En las muestras positivas, los anticuerpos no sólo se unirán al conjugado enzimático sino también a la micotoxina libre en solución.

Después de un periodo de incubación de 5 a 15 minutos dependiendo de la prueba, el conjugado residual no reaccionado y el remanente de la muestra se lavan. Este paso de lavado es crucial, porque también elimina sustancias que pueden interferir causando resultados erróneos. Luego se adiciona el substrato a los micropozos, éste desarrolla color después del periodo de incubación especificado. Las muestras negativas o aquellas que tuvieron toda la enzima unida al anticuerpo, sin micotoxina libre unida al anticuerpo, desarrollan un color azul oscuro. Por el contrario, las muestras positivas que tuvieron micotoxina libre y enzima ligada al anticuerpo, desarrollan un color azul claro, o en el caso de muestras fuertemente positivas, no desarrollan color alguno. Se interrumpe la reacción de substrato enzimático utilizando una solución detenedora roja, que cambia el pH. El rojo se usa para dar una mejor diferenciación visual entre muestras positivas y negativas.

FIGURA 28. METODO DE ELISA







**Determinación de la Aflatoxina por el método de Elisa.**

### **D.3.2 METODO DE LA COLUMNA DE INMUNOAFINIDAD (CUANTITATIVO)**

De la misma manera se pesa la muestra y se extrae con un solvente, pero la mezcla es forzada lentamente a través de una columna en cuyo interior los anticuerpos capturan la toxina. También se lavan las columnas para eliminar interferencias, luego se arrastra la toxina atrapada con un solvente grado HPLC y se recolecta en un tubo, para luego colocarlo en un fluorómetro. La fluorescencia de la columna es comparada con la fluorescencia de un producto químico de referencia incluido en la columna, que fluoresce a la misma longitud de onda que la toxina a evaluar. Midiendo las diferencias en intensidad entre la muestra, y el estándar de referencia puede determinar la concentración real de la muestra.

Las mediciones de fluorescencia se hacen usualmente con referencia a algún estándar elegido arbitrariamente. El estándar se coloca en el instrumento y el circuito se balancea con la escala de lectura a algún valor previamente escogido. Sin volver a ajustar ninguno de los componentes del circuito, el estándar se reemplaza por soluciones conocidas del analito y se registra la fluorescencia de cada una de ellas. Finalmente se mide la fluorescencia del solvente y de la celda juntos para establecer la lectura real de concentración. (Ver los gráficos de las micotoxinas en el anexo 2)



**Determinación por el método de la columna de inmunoafinidad**

## **E. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Las concentraciones o niveles máximos permisibles de micotoxinas en ingredientes y productos terminados varían de una micotoxina a otra y de un país a otro.

En términos generales, las concentraciones máximas permisibles se expresan en unidades de concentración denominadas “partes por billón” (ppb), que en unidades de peso equivalen a ng de toxina por g. de alimento (ng/g) o ug de toxina por kg. de alimento (ug/kg).

Los niveles de micotoxinas menos tóxicas que las Aflatoxinas se expresan en términos de “partes por millón” (ppm), lo cual en unidades de peso, equivale a ug/g o mg/kg.

La regulación de los niveles de micotoxinas en alimentos e ingredientes siempre se ha basado en decisiones tomadas por autoridades específicas .

Las diferencias de susceptibilidad de los animales a las micotoxinas deben ser consideradas en el momentos de regular o recomendar niveles máximos tolerables.

Estas diferencias sirven también para racionalizar el empleo de materias primas contaminadas con micotoxinas.

La elaboración de normas que regulen los niveles máximos tolerables de micotoxinas en los diferentes ingredientes y productos terminados de consumo animal es una tarea difícil que requiere un profundo conocimiento de toxicología, nutrición y química analítica.

Dado que las micotoxinas son contaminantes naturales imposibles de evitar en su totalidad, es necesario fijar ciertos niveles de tolerancia que orienten tanto al productor como al consumidor de alimentos.

Existen grandes diferencias en los límites máximos permisibles o tolerables fijados por los diferentes países, por lo cual debe plantearse la creación de algún organismo internacional con capacidad decisoria para fijar criterios unificados a nivel mundial sobre la legislación de las micotoxinas. En el Cuadro 7 se muestran los estándares establecidos por la casa matriz.

**Cuadro 7**  
**STANDARES TOXICOLÓGICOS**

<b>MICOTOXINAS</b>	<b>STANDARD</b>
<b>AFLATOXINA</b>	<b>&lt; de 20 ppb</b>
<b>OCHRATOXINA</b>	<b>&lt; de 20 ppb</b>
<b>TOXINA T-2</b>	<b>&lt; de 500 ppb</b>
<b>ZEARALELONA</b>	<b>&lt; de 500 ppb</b>
<b>FUMONISINA</b>	<b>&lt; de 5 ppm</b>
<b>VOMITOXINA</b>	<b>&lt; de 4 ppm</b>

**E.1 TABLA DE RESULTADOS (Ver tablas en el anexo 3)****MICOTOXINAS COMUNES EN ALIMENTOS Y SUS IMPACTOS  
SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL**

<b>GENERO DE HONGO</b>	<b>MICOTOXINA</b>	<b>GRANOS</b>	<b>EFFECTOS AFECTADOS</b>	<b>ESPECIES AFECTADAS</b>
Aspergillus	Aflatoxinas	Maíz, Maní, Harina de semilla de Algodón, sorgo	Tóxico hepático, Depresión del sistema Inmunológico, Hemorragia intestinal, Carcinogénico.	Todas las especies incluyendo al humano
Aspergillus y Penicillium	Ocratoxina	Maíz, Cereales, Arroz	Degeneración renal	Principalmente cerdos y aves
Fusarium	Deoxinivalenol	Cereales, Maíz.	Disminución del apetito, vómitos problemas Neurológicos	Cerdos y aves
Fusarium	Toxina T-2	Cereales Semillas (oleaginosas)	Disminución en la producción de huevos, pobre calidad de cáscara.	Aves
Fusarium	Zearalenona	Maíz, Heno, Pasto	Problemas reproductivos, Granos afrechos	Cerdos Ovejas
Fusarium	Fumonisina	Maíz, Granos	Problemas Neurológicos	Caballos, Cerdos y Aves

## **IV. ENSAYOS DE LABORATORIO PARA ANÁLISIS DE PRODUCTOS TERMINADOS**

### **A. PROTOCOLO DE ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS**

Los análisis químicos son los mismos que se realizan a los ingredientes, dependiendo del tipo de producto y de acuerdo al programa establecido por Formulación sólo se hacen análisis específicos. En cuanto a los análisis físicos, se corroboran los datos que vienen en los tickets desde planta, olor, textura, y sobre todo color.

### **B. PROGRAMA DE ANÁLISIS PARA MUESTRAS DE PRODUCTOS TERMINADOS**

#### **❖ Propósito**

Establecer un programa de análisis para obtener información de resultados químicos de alimentos. La información es utilizada para minimizar los costos de formulación, medir

la consistencia de los productos y asegurar los análisis garantizados.

#### **❖ Procedimientos**

1. Seleccionar los productos a analizarse por grupo de productos.
2. Analizar aproximadamente 4 muestras por mes por un grupo de productos, y cubra tantos más grupos de productos que sea posible donde exista tonelaje significativo.
3. El programa mínimo consistirá de no menos de 3 muestras por día.
4. Seleccionar los productos en los cuales se harán análisis especiales de manera regular y cuando sea necesario.

#### **❖ Identificación de la muestra**

Se llena claramente toda la información necesaria en los tickets fecha de producción, tipo de fórmula, % de textura, % durabilidad, etc.

❖ Muestreo

1. Bolsas: obtener las muestras justo bajo la superficie de una bolsa abierta o con un probador.
2. A granel: recoger varias muestras obtenidas usando un muestreador de compartimiento o un dispositivo para obtener la muestra del flujo de alimento que sale de la tolva hacia la cava.
3. Se combina, mezcla y divide la muestra para formar una muestra de aprox. 500 gr.
4. Luego las muestras se muelen para sus respectivos análisis.

### **C. ESTANDARES DE PRODUCTOS TERMINADOS**

Estos estándares representan una descripción de las características de calidad y atributos de los productos terminados. Han sido establecidos teniendo en consideración la performance animal, los valores nutricionales de los ingredientes y la capacidad de manufactura.

Todos los productos deben cumplir con los estándares proporcionados y no pueden ser cambiados para cumplir consideraciones de producción.

❖ Estándares Generales

1. Apariencia

- a. Consistentes en color y textura, dando la impresión de un proceso de alta calidad.
- b. Deben estar libres de material extraño, y contaminantes.
- c. Deben tener un olor fresco y agradable.
- d. No deben tener apariencia polvorienta, ni húmeda.
- e. La temperatura no debe estar por arriba de 5° C de la temperatura ambiente.
- f. No debe compactarse durante el almacenamiento, ni presentar terrones.
- g. Debe mantenerse libre de moho, bajo condiciones apropiadas de manejo y almacenamiento.



❖ Textura de Cubos y productos en polvo

De acuerdo a los formatos de la compañía.

❖ Humedad

Todos los productos: máximo 13%

❖ Finos y Durabilidad

Los estándares de finos y durabilidad deben satisfacer las demandas del mercado local.

2. Tamaño de Pellett

El tamaño del pellet (diámetro y largo) están especificados en los formatos de estándares de grupos individuales de producto.

3. Valores Analíticos

Los productos están formulados para cumplir con las garantías expresadas en las etiquetas y los estándares nutricionales de la compañía dentro de las variaciones analíticas. Es decir los rangos de variabilidad inherentes en los muestreos y los análisis químicos en el Laboratorio. A continuación se mencionan los siguientes cuadros:

**CUADRO 8**  
**ESTANDARES DE GANADO LECHERO**

	<b>Humedad</b> <b>%</b>	<b>Proteína</b> <b>%</b>	<b>Grasa</b> <b>%</b>	<b>Calcio</b> <b>%</b>	<b>Fósforo</b> <b>%</b>	<b>Formas</b>
<b>CRIVAQUINA</b>	14 máx.	16 mín.	2 mín.	1	0.5	Cubos
<b>NOVILLINA</b>	14 máx.	14 mín.	2 mín.	1	0.6	Cubitos
<b>MILK GENERATORS</b>	14 máx	18 mín	4 mín.	1	0.55	Polvo
<b>PREPARTINAS</b>	14 máx.	12 mín.	5 mín.	1	0.45	Cubos

**CUADRO 9  
ESTANDARES DE CERDOS**

	<b>Humedad</b> %	<b>Proteína</b> %	<b>Grasa</b> %	<b>Calcio</b> %	<b>Fósforo</b> %	<b>Formas</b>
<b>DESTETINA</b>	13 máx.	20 mín.	4.5 mín.	1	0.8	Cubitos
<b>LECHONCINA</b>	13 máx.	19 mín.	4 mín.	1	0.6	Cubos
<b>JAMONINA</b>	13 máx.	14 mín.	2 mín.	0.7	0.5	Cubos
<b>LACTICERDINA</b>	13 máx.	17 mín.	6 mín.	1	0.7	Polvo
<b>CRIACERDINA</b>	13 máx.	14.5 mín.	3 mín.	0.8	0.8	Polvo
<b>DESARROLLINA</b>	13 máx.	15.5 mín.	3 mín.	0.7	0.5	Cubos
<b>CONCENTRADOS</b>	13 máx.	46.8 mín.	4 mín.	3.5	1.6	Cubitos
<b>MEDICADOS</b>	13 máx.	18 mín.	3 mín.	1	0.6	Cubitos

**CUADRO 10  
ESTANDARES DE POLLOS DE ENGORDE**

	<b>Humedad</b> %	<b>Proteína</b> %	<b>Grasa</b> %	<b>Fibra</b> %	<b>Calcio</b> %	<b>Fósforo</b> %	<b>Formas</b>
<b>INICIARINA PREMIUN</b>	13 máx.	23.5 mín.	4.5mín	3 máx.	1.1	0.77	Cubitos
<b>ENGORDINA PREMIUN</b>	13 máx.	19.7 mín.	7 mín.	3 máx.	1.1	0.71	Cubos
<b>INICIARINA</b>	13 máx.	22 mín.	3 mín.	4.5 máx.	1	0.6	Cubitos
<b>ENGORDINA</b>	13 máx.	18 mín.	3 mín.	4.5 máx.	0.95	0.6	Cubos
<b>CONCENTRADOS</b>	13 máx.	42.4 mín.	4.4mín	5.5 máx.	2.8	1.4	Polvo
<b>AVEMYCIN-A (MEDICADOS)</b>	13.5máx.	22 mín.	2.5mín	4 máx..	1	0.6	Cubitos

**CUADRO 11  
ESTANDARES DE PAVOS/ PATOS**

	<b>Humedad</b> %	<b>Proteína</b> %	<b>Grasa</b> %	<b>Fibra</b> %	<b>Calcio</b> %	<b>Fósforo</b> %	<b>Formas</b>
<b>PAVITINA</b>	13 máx.	26 mín.	3 mín.	6 máx.	1.3	0.92	Cubitos
<b>PAVICRECINA</b>	13 máx.	21 mín.	4.5mín.	4 máx.	1.4	0.90	Cubos
<b>PAVIGORDINA</b>	13 máx.	16.8 mín.	5 mín.	4 máx.	1.2	0.85	Cubos
<b>PATOTINA</b>	13 máx.	21.5 mín.	5 mín.	3.6máx.	0.85	0.78	Cubitos
<b>PATOGORDINA</b>	13 máx.	17 mín.	5 mín.	3.5 máx.	0.90	0.78	Cubos

**CUADRO 12  
ESTANDARES DE ACUACULTURA**

	<b>Humedad</b> %	<b>Proteína</b> %	<b>Grasa</b> %	<b>Fibra</b> %	<b>Formas</b>
<b>TRUCHINA 48</b>	13 máx.	48.5 mín.	3.5 mín.	2.5 máx.	Cubito
<b>TRUCHINA 44</b>	13 máx.	50 mín.	3.5 mín.	3 máx.	Cubo
<b>TRUCHINA 40</b>	13 máx.	50 mín.	5 mín.	2.5 máx.	Cubo
<b>LANGOSTINA 40</b>	13 máx.	40 mín.	5 mín.	2.5 máx.	Cubito
<b>LANGOSTINA 35</b>	13 máx.	35.5 mín.	5 mín.	2.5 máx.	Cubo

**CUADRO 13**  
**ESTANDARES DE LINEA FAMILIAR**

	<b>Humedad %</b>	<b>Proteína %</b>	<b>Grasa %</b>	<b>Fibra %</b>	<b>Calcio %</b>	<b>Fósforo %</b>	<b>Formas</b>
<b>PAPEADITO INICIARÍAN</b>	13 máx.	21 mín.	3 mín.	4 máx.	0.8	0.8	Cubitos
<b>PAPEADITO CRECERÍAN</b>	13 máx.	18 mín.	3 mín.	6 máx.	0.8	0.8	Cubos
<b>PAPEADITO ENGORDINA</b>	13 máx.	18 mín.	3.5 mín.	6 máx.	0.8	0.8	Cubos
<b>NUTRIMAX PLUS INICIO</b>	13 máx.	14 mín.	4 mín.	12 máx.	0.7	0.7	Cubitos
<b>NUTRIMAX PLUS CRECIMIENTO</b>	13 máx.	14 mín.	4.5mín.	10 máx.	0.7	0.7	Cubos
<b>NUTRIMAX PLUS ENGORDE</b>	13 máx.	14 mín.	4 mín.	12 máx.	0.7	0.7	Cubos
<b>NUTRIMAX INICIO</b>	13 máx.	12 mín.	3 mín.	10máx.	0.8	0.8	Cubitos
<b>NUTRIMAX CRECIMIENTO</b>	13 máx.	12 mín.	3 mín.	15máx.	1	0.8	Cubos
<b>NUTRIMAX ENGORDE</b>	13 máx.	12 mín.	3 mín.	15máx.	1	1	Cubos
<b>POSTURINA PRODUCCIÓN</b>	13 máx.	15 mín.	2.5 mín.	6 máx.	3.5	0.75	Cubos

**CUADRO 14  
ESTANDARES DE ESPECIALIDADES**

	<b>Humedad</b> %	<b>Proteína</b> %	<b>Grasa</b> %	<b>Fibra</b> %	<b>Calcio</b> %	<b>Fósforo</b> %	<b>Formas</b>
<b><u>CABALLOS</u></b>							
CRIAPOTRINA	13 máx.	17 mín.	2 mín.	10 máx.	0.5	0.5	Cubos
OMOLENES	13 máx.	12.8mín.	2 mín.	7 máx.	0.6	0.45	Cubos
<b><u>CONEJOS</u></b>							
CONEJINA	13 máx.	13.5mín.	1.7 mín.	20 máx.	0.5	0.5	Cubos
CONEJINA R	13 máx.	17 mín.	2 mín.	14.5máx.	1.1	0.73	Cubos
CONEJINA P	13 máx.	17 mín.	3 mín.	15 máx.	1	0.8	Cubos
<b><u>CODORNICES</u></b>	13 máx.	20 mín.	5 mín.	2.5 máx.	3.2	0.81	Cubos

**CUADRO 15  
ESTANDARES DE AVICULTURA GENERAL**

	<b>Humedad</b> %	<b>Proteína</b> %	<b>Grasa</b> %	<b>Fibra</b> %	<b>Calcio</b> %	<b>Fósforo</b> %	<b>Formas</b>
<b>STARTINAS</b>	13 máx.	18 mín.	5 mín.	4.5máx.	1	0.78	Cubitos
<b>CRECENTINA</b>	13 máx.	15 mín.	5 mín.	4.5máx.	0.9	0.70	Cubos
<b>LAYINAS</b>	13 máx.	17 mín.	5.5mín.	3.5máx.	4.1	0.69	Polvo
<b>JAULINAS</b>	13 máx.	20 mín.	7 mín.	4 máx.	4.4	0.77	Cubitos
<b>REPRODUCTINAS</b>	13 máx.	18 mín.	5.5mín.	6 máx.	3.8	0.72	Cubos
<b>CONCENTRADOS</b>	13 máx.	40 mín.	6.5mín.	5 máx.	2.2	1.60	Polvo

#### **D. IMPLICANCIA DE LAS MICOTOXINAS EN PRODUCTOS TERMINADOS**

En una empresa de alimentos balanceados la estabilidad microbiológica es uno de los factores primordiales que definen la calidad.

Los alimentos que son microbiológicamente estables tienen normalmente un bajo contenido de humedad (10-12 %) y, por ende, no está sujeto a la degradación.

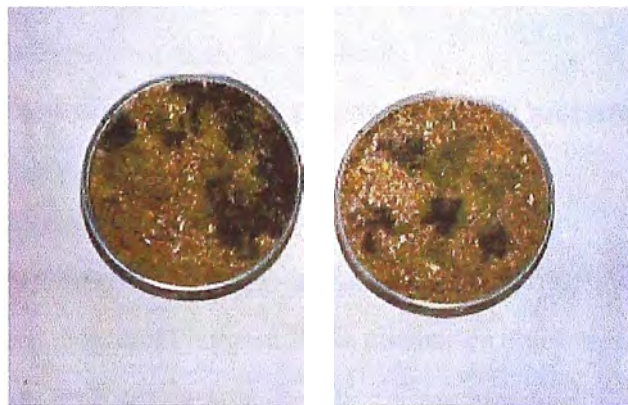
Las señales exteriores de crecimiento de hongos en alimentos balanceados:

- ❖ Apelmazamiento del alimento.
- ❖ Alimento que sale lentamente de los autosifonadores o necesita bajarse a fuerza.
- ❖ Renuencia ocasional de los animales a consumir los alimentos sin razones aparentes.
- ❖ Ligero aroma raro y obscurecimiento del alimento
- ❖ Cualquier grado de calentamiento del alimento.

La presencia de cualquiera de estas señales trae como consecuencia:

- ❖ Un cambio en el contenido vitamínico.
- ❖ Un cambio en el contenido de aminoácidos.
- ❖ Una reducción del contenido energético.
- ❖ Creación de micotoxinas.

En la Figura 29 mostramos un ejemplo de alimento contaminado.



**Figura 29 Alimento contaminado**

Los análisis de las micotoxinas, se desarrollan de la misma manera que para el maíz, en forma cualitativa o cuantitativa.

A pesar que el alimento es sometido a determinados procesos químicos y de secado, los hongos pueden morir y en cambio, las micotoxinas, que la mayor parte de ellas son resistentes al calor y a ciertos productos químicos, permanecen contaminando el alimento.

Por ello es que se agrega componentes inertes como arcillas activas, como herramientas contra los efectos de contaminación con micotoxinas. Las arcillas tales como aluminosilicatos de sodio calcio y bentonitas, ligan o absorben las micotoxinas y previenen que sean absorbidas por el intestino del animal. Además de las arcillas absorbentes, los mananoligosacáridos que se derivan de células de levadura, podrían ser más efectivos contra la contaminación de micotoxinas. Estos después son excretados por el organismo.

## **E. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Todos los niveles de los alimentos que se obtiene a través de los análisis químicos son importantes que cumplan los estándares, para una buena calidad y entregar al consumidor un producto confiable que cumpla con sus expectativas.

### Evaluación

Por lo tanto es necesario evaluar los resultados y compararlos con las garantías en las etiquetas y/o los valores calculados para la fórmula. Si se salen del rango de menos de 80% y más de 100% del valor calculado se inicia un programa de acción .

### Posibles causas de desviaciones de los análisis

Métodos de muestreo y preparación de la muestra.

Fabricación incorrecta.

Contaminación.

Confusión en el uso de ingredientes.

Variación en el contenido de nutrientes en el ingrediente.

Error en formulación.

Valor de cálculo incorrecto.

Muestras incorrectamente identificadas.

Error o variación en el análisis.



## **E.1 PROGRAMA DE ACCIÓN PARA RESULTADOS ANALÍTICOS FUERA DE ESTÁNDAR.**

### ❖ Analizar la muestra de nuevo

-Si está dentro de los límites aceptables, deje la investigación y siga con la rutina normal.

- Si está fuera del rango aceptable, analice una muestra de la próxima corrida fabricada.
- Si está dentro del rango aceptable, descontinuar la investigación.
- Si sale fuera del rango aceptable, se pone en contacto con la casa matriz para que determine la investigación adicional.

### ❖ Las acciones inmediatas posibles son:

- Recuperación de los productos que hayan salido al mercado.
- Continuación de análisis de cada corrida de producción.
- Cambio temporal en los cálculos.
- Investigación de los cálculos de ingredientes.

## V. CONCLUSIONES

1. En el análisis de los alimentos, la humedad en una materia prima o producto elaborado, es un factor que se toma en cuenta para establecer la calidad de los mismos. Por ello, debe mantenerse dentro de los límites establecidos en el régimen. Un contenido elevado en humedad en una materia prima, tal como harina, da lugar a la formación de grumos y a la aparición de moho. Pudiendo también fermentar al ser almacenado en un lugar de ambiente caluroso. Por otro, lado una cantidad demasiado pequeña de la humedad, es perjudicial para la calidad del producto o materia prima, ya que se deshidratan, secan y pierde valor comercial.
2. El método de Kjeldhal está basado en la combustión húmeda de la muestra, calentándola con ácido sulfúrico concentrado en presencia de catalizadores para efectuar la reducción del nitrógeno orgánico de la muestra a amoníaco, el cual retenido en solución como sulfato de amonio. La solución de digestión se hace alcalina, y se destila o se arrastra con vapor para liberar el amoníaco que es atrapado y titulado.  
Este es un método aplicable a todo tipo de alimento en general. Si el alimento ha sido enriquecido con úrea, la expresión del resultado es engañosa.
3. Como catalizador se utiliza el sulfato de potasio, pues sirve como elevador de la temperatura de ebullición, por cada 10°C de elevación de la temperatura, la velocidad de las reacción se duplica.  
La adición de la soda neutraliza la acción del ácido sulfúrico sobrante, favorece la liberación del amoníaco en forma de hidróxido de amonio que será recibido en el vaso erlenmeyer que contiene la solución de ácido bórico.

4. Cuando la dieta no contiene un suministro de energía adecuado, provisto de grasas e hidratos de carbono, algunas de las proteínas de la dieta serán oxidadas para proporcionar energía, y desde el punto de vista de la síntesis de tejidos, estas proteínas se desperdician; por eso la dieta debe contener siempre las proteínas adecuadas, y las calorías de origen no proteicos necesarias.
5. Los constituyentes grasos de los alimentos, consisten en diversas sustancias lípidas. El contenido en “grasa” (algunas veces llamado extracto etéreo o grasa cruda), el cual se puede considerar que consiste de constituyentes lípidos “libres” o sea aquellos que pueden ser extraídos por los disolventes menos polares como las fracciones ligeras de petróleo y el éter dietílico, mientras que los constituyentes lípidos “combinados” necesitan disolventes más polares tales como alcoholes para su extracción.
6. La digestibilidad de los productos alimenticios para animales varía inversamente con su contenido en fibra. En general, las cubiertas protectoras de muchos alimentos contienen considerablemente mayor cantidad de fibra que los tejidos interiores, más suaves y más fáciles de comer. Por consiguiente, el valor de la fibra se puede usar para establecer la proporción de cáscara presente en algunos alimentos.
7. En cuanto al muestreo, la única manera de lograr un estimado más preciso de la concentración verdadera de Micotoxinas en un lote es reducir la variación total asociada con las pruebas y análisis. La variación en el muestreo puede ser reducida aumentando el tamaño de la muestra y los puntos de muestreo. La variación de la submuestra puede ser disminuída utilizando el molido para reducir el tamaño de las partículas tanto como sea práctico y posible para obtener la submuestra para el análisis. La variación analítica en la extracción y cuantificación puede ser reducida

utilizando métodos de extracción y análisis más confiables, estables y sencillos de operar, así como aumentando el número de análisis por lote.

8. Las diferencias de susceptibilidad de los animales a las micotoxinas deben ser consideradas en el momento de regular o recomendar niveles máximos tolerables. Estas diferencias sirven también para racionalizar el empleo de materias primas contaminadas con micotoxinas, sobre todo en países subdesarrollados.
9. La elaboración de normas que regulen los niveles máximos tolerables de micotoxinas en las diferentes materias primas y alimentos terminados de consumo humano y animal es una tarea difícil que requiere de un profundo conocimiento de toxicología, nutrición y química analítica. Dado que las micotoxinas son contaminantes naturales imposibles de evitar en su totalidad, es necesario fijar ciertos niveles de tolerancia que orienten tanto al productor como al consumidor de alimentos.
10. Existen grandes diferencias en los límites máximos permisibles o tolerables fijados por los diferentes países, por lo cual debería plantearse la creación de algún organismo internacional con capacidad decisoria para fijar criterios unificados a nivel mundial sobre la legislación de las micotoxinas.
11. El método de Elisa y las Columnas de afinidad son métodos rápidos, precisos y sencillos para realizar las pruebas, cualidades que necesitamos para probar una lista creciente de toxinas.  
Algunas industrias no hacen pruebas de micotoxinas por que son caras, o por que no quieren gastar; y luego tienen un serio problema económico y / o de salud en el animal.

## VI. RECOMENDACIONES

- ❖ En la determinación de la humedad, es recomendable tener en cuenta que la pérdida de peso pueda depender de otros factores, que incluyen el tamaño de partícula y el peso de la muestra que se tomó, el tipo de cápsula que se utiliza y las variaciones de temperatura en la estufa. Las estufas que son ventiladas por medios mecánicos con un ventilador interno dan resultados más consistente y una mayor velocidad de secado.
- ❖ Los materiales semisólidos, como las muestras de harina de pescado o carne pueden pesarse cómodamente en un pequeño trozo de papel de filtro, que se envuelve alrededor de la muestra y se deja caer al fondo del balón de digestión de Kjeldhal, durante el análisis de proteínas. La cantidad de muestra, el ácido sulfúrico y la mezcla catalizador-elevador de la temperatura que se emplean deben ser tales que la solución de digestión no solidifique al enfriarla.
- ❖ Un procedimiento útil para la extracción de grasas de alimentos húmedos y semisólidos, que impiden el desecado inicial, es mezclar la muestra con sulfato de calcio o sulfato de sodio anhidro. Cuando la muestra se hace pulverienta y seca, se transfiere a un cartucho de Soxhlet en un aparato de extracción. Controlar que el flujo de agua en el refrigerante no se interrumpa.
- ❖ La finura de las partículas de la muestra previamente desengrasada, para la determinación de fibra cruda, influye marcadamente en el resultado. Tener cuidado de que el papel filtro que se usa es de calidad tal que no libere ninguna fibra de papel durante los lavados.

- ❖ Se debe tener cuidado al mover los crisoles que tienen cenizas muy esponjosas que tienden a ser arrastradas por el aire con gran facilidad. Estas cenizas deben cubrirse con una caja de Petri o con un vidrio de reloj, colocándolas en un desecador antes de pesarlas.
  
- ❖ En cuanto al almacenamiento de granos y productos, el control de humedad, contenido de oxígeno y temperatura son operaciones indispensables para comprobar el estado de conservación. Los efectos combinados de estos tres factores pueden ocasionar la degradación y pérdidas a veces importantes de los productos.
  
- ❖ Entre la población el desconocimiento sobre estos problemas es amplio y es necesario dar énfasis a programas de educación para personas que trabajan en la producción y comercialización de productos agrícolas. Estas medidas, seguramente tienen implicaciones favorables y lo más importante es que mejoran la salud humana y animal.

En general un buen sistema de prevención del ataque de hongos, evitará casi por completo la presencia de micotoxinas.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Barney Harris, Jr., Phd, PAS. Revista “**Minimizando los problemas de Micotoxinas**”  
Alimentos balanceados para animales  
Julio / Agosto 1998 Pag 26-29 USA
- Díaz, Gonzalo J. Revista “Regulación de niveles máximos tolerables de Micotoxinas en materias primas y alimentos terminados”  
Veterinaria al día Setiembre – Octubre 1999 pág. 22-27 Colombia
- Bird Chuck & Felman Raúl Revista “Pruebas de inmunoensayo para la detección de micotoxinas”  
Alimentos balanceados para animales  
Noviembre – Diciembre 1996 pág 30-31.
- “Micotoxinas y Micotixicosis de importancia en la salud humana y animal”. Memoria Primer Congreso Nacional de Post cosecha de granos pág 20-22 Setiembre 1995 – Colombia.
- Gimeno, A. & Martins, M.L. “Curso teórico – práctico sobre micotoxinas y hongos toxicogénicos” Facultad de Veterinaria, Universidad de Complutense de Madrid, Departamento de patología y Sanidad animal en colaboración con la Asociación Española de Especialistas en Micología, Madrid, 6 a 10 de Julio, España pág. 13-29.
- Egan, H., Kirk, R., & Sawyer, R., “Análisis Químico de Alimentos de Pearson”, 4ta Edición, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México, 1991 pág 13-17, 19-39.
- Primo Yufera, E., “Química Agrícola, Volumen III: Alimentos, 1ra Edición, Editorial Alambra, S.A. España 1979 pág 1-24.
- Industria avícola, Abril, 1992, pág 12-15.
- Boletín Informativo del 25avo Aniversario del Comité de Alimentos Balanceados y Productos Pecuarios, Sociedad Nacional de Industrias, Lima, Perú, 1991 pág. 25-81.
- Rojas, Sergio, “Nutrición Animal Aplicada “ Universidad Nacional Agraria de La Molina, Lima, Perú, 1973, p. 225-231.
- Girald Pont, José “El Problema de la Contaminación Fungica en la industria de piensos” Barcelona 2da Edición 1989.
- Laboratorios Reevex “Micosis y Micotoxicosis en avicultura” Junio 1989

**ANEXO 1**

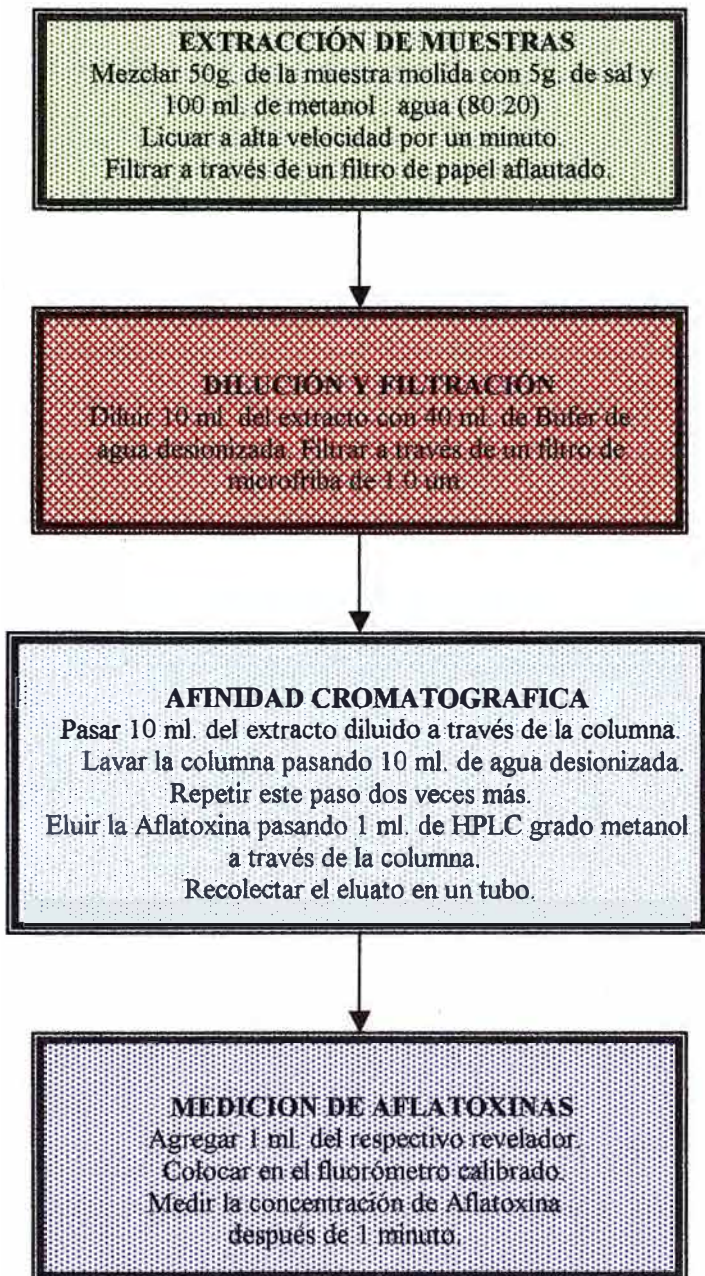
**CERTIFICADO DE TRABAJO**



## **ANEXO 2**

# **DIAGRAMAS DE MICOTOXINAS**

**PROCEDIMIENTO CUANTITATIVO**  
**AFLATOXINA**



**PROCEDIMIENTO CUANTITATIVO**  
**OCRATOXINA**

**EXTRACCIÓN DE MUESTRAS**

Mezclar 50g. de la muestra molida con 5g. de sal y  
100 ml. de metanol : agua (80:20)  
Licuar a alta velocidad por un minuto.  
Filtrar a través de un filtro de papel aflautado.

**DILUCIÓN Y FILTRACIÓN**

Diluir 10 ml. del extracto con 40 ml. de Bufer de lavado  
PBS/Tween-20. Filtrar a través de un filtro de microfibra de 1 um.

**AFINIDAD CROMATOGRAFICA**

Pasar 5 ml. del extracto diluido por la columna de afinidad Ochratest.  
Lavar la columna con 10 ml. de la solución buffer, luego con 10 ml. de agua  
desionizada. Eluir la Ocratoxina con 1.5 ml. de HPLC grado metanol  
a través de la columna. Recolectar el eluato en un tubo.

**MEDICION DE OCRATOXINA**

Agregar 1 ml. del revelador respectivo.  
Colocar en un fluorómetro calibrado.  
Medir la concentración de Ocratoxina después de 1 minuto.

**PROCEDIMIENTO CUANTITATIVO**  
**ZEARALENONA**

**EXTACCION DE MUESTRAS**

Mezclar 20g. de la muestra molida con 2g. de sal.  
50 ml. de metano : agua (80:20)  
Licuar a alta velocidad por dos minutos.  
Filtrar a través de un filtro de papel aflautado.

**DILUCIÓN Y FILTRACION**

Diluir 10 ml. del extracto con 40 ml. de Bufer de lavado  
PBS/Tween-20 al 0.1%.  
Filtrar a través de un filtro de microfibra de 1.0 um.

**AFINIDAD CROMATOGRAFICA**

Pasar 10 ml. de extracto diluido a través de la columna.  
Lavar la columna pasando 10 ml. de Bufer de lavado PBS/Tween-20  
al 0.1% a través de la columna. Lavar la columna con 10 ml. de agua.  
Eluir la Zearalenona pasando 1 ml. HPLC grado metanol a través de la columna.  
Recolectar el eluato en un tubo.

**MEDICION DE ZEARALENONA**

Añadir 1 ml. de su respectivo revelador en el tubo.  
Colocar en un fluorómetro calibrado.  
Medir la concentración de la Zearalenona después de 5 minutos.

**PROCEDIMIENTO FLUOROMETRICO**  
**VOMITOXINA**

**EXTRACCIÓN DE MUESTRAS**  
Mezclar 50g. de la muestra molida con 5g. de sal y  
200 ml. de agua desionizada.  
Elicar a alta velocidad por un minuto.

**DILUCIÓN Y FILTRACIÓN**  
Filtrar a través de un filtro de papel aflautado.  
Luego filtrar a través de un filtro de microfibra 1.0 um

**AFINIDAD CROMATOGRÁFICA**  
Pasar 6 ml. del extracto diluido a través de la columna.  
Lavar la columna dos veces con 10 ml. de agua desionizada.  
Eluir la Vomitoxina con 0.75 ml. de metanol grado HPLC a través de la columna.  
Recoger el eluato en un tubo.

**MEDICIÓN DE VOMITOXINAS HPLC**  
Agregar 0.5 ml. del eluato en un tubo limpio y 0.5 ml. de metanol grado HPLC  
Añadir 0.5 ml. de Revelador A y 0.5 ml. de Revelador B y mezclar.  
Medir la concentración de Vomitoxina en un fluorómetro después de 1 minuto.

**PROCEDIMIENTO FLUOROMETRICO**  
**FUMONISINA**

**EXTRACCION DE MUESTRAS**

Mezclar 50g. de la muestra molida con 5g. de sal y  
100 ml. de metanol:agua (80:20)  
Licuar a alta velocidad por un minuto.  
Filtrar a través de un filtro de papel afluatoado.

**DILUCIÓN Y FILTRACION**

Diluir 10 ml. del extracto con 40 ml. de Bufer de  
Lavado PBS/Tween-20 al 0.1%  
Filtrar a través de un filtro de microfibra de 1.0 um.

**AFINIDAD CROMATOGRAFICA**

Pasar 10 ml. del extracto diluido a través de la columna.  
Lavar la columna pasando 10 ml. de Buffer de lavado  
PBS/Tween-20 al 0.1% a través de la columna. Lavar la  
columna pasando 10 ml. de PBS a través de la columna.  
Eluir las Fumonisinias pasando 1 ml. de HPLC grado  
metanol a través de la columna.  
Recolectar el eluato en un tubo.

**MEDICION DE FUMONISINAS**

Agregar 1 ml. de una mezcla de  
Revelador A y Revelador B  
Colocar en un fluorómetro calibrado  
Medir la concentración de Fumonisinia  
después de 4 minutos.

## **ANEXO 3**

# **NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES**

**AFLATOXINA (ppb) Nivel Máximo Permisible: <20 ppb**

<b>ALIMENTO</b>	<b>May-99</b>	<b>Jul-99</b>	<b>Ago-99</b>	<b>Sep-99</b>	<b>Oct-99</b>	<b>Nov-99</b>	<b>Dic-99</b>	<b>Ene-00</b>	<b>Feb-00</b>	<b>Mar-00</b>
Soya				6.1	0/3.3		10.5	3	0.0/1.5/1.4	1.4
Soya Americana			10.8							
Soya Integral										
Soya Paraguaya			0							
Polvillo de arroz			0							
Pasta de algodón			16.3/5.4							
Maíz			0.0/15.0	9.2/0.5	5.3	3.5/1.7		10.4/1.8/0.5		2.6
Harina Integral				5.7						
Maiz Argentino				5.3						
Maíz Americano				4.3						





**ZEARALENONA (ppb) Nivel Máximo Permisible: <500 ppb**

<b>ALIMENTO</b>	<b>Sep-99</b>	<b>Feb-00</b>	<b>Mar-00</b>	<b>Abr-00</b>
Soya		66.4	0.9	
Maíz	1.5		39.2	30

**FUMONISINA (ppm) Nivel Máximo Permisible: <5 ppm**

<b>ALIMENTO</b>	<b>Jul-99</b>	<b>Ago-99</b>	<b>Sep-99</b>	<b>Nov-99</b>	<b>Dic-99</b>	<b>Ene-00</b>	<b>Feb-00</b>	<b>Mar-00</b>
Soya		0.2/1.2/1.3	1.1/0.6/0.7/2.0			5.0/00		19.5
Soya Americana	0.4				0			
Soya Paraguaya	0.8							
Polvillo de arroz	0.3							
Pasta de algodón	0.1	0.2						
Maíz	5.1		1.6/12.5/1.7	3.5/1.7		2.8		
Harina Integral			1.4					
Maiz Argentino			1.5					
Maíz Americano			1.7					

**T-2(ppb) Nivel Máximo Permisible: <500 ppb**

<b>ALIMENTO</b>	<b>Jul-99</b>	<b>Ago-99</b>	<b>Sep-99</b>	<b>Dic-99</b>	<b>Ene-00</b>	<b>Feb-00</b>	<b>Mar-00</b>
Soya		0			28	21.2/3.0	0
Soya Americana		0					
Soya Paraguaya		0					
Polvillo de arroz		0					
Pasta de algodón		0.0/7.4					
Maíz		0	0.5/0.2		240.6		0

**VOMITOXINA (ppb) Nivel Máximo Permisible: <4 ppm**

<b>ALIMENTO</b>	<b>Sep-99</b>	<b>Ene-00</b>	<b>Feb-00</b>	<b>Mar-00</b>
Soya	0.0/0.5	18.3/23.4/15.8/0.3	6.0/15.8	21
Maíz	2.6/0.3	0.3		8.7

**ANEXO 4**

**FORMATO GENERAL**

## FORMATO GENERAL

Cada análisis es descrito conforme al siguiente formato:

1. Nombre del análisis

2. Alcance, lo que el método determina.

3. En que productos se aplica

4. Niveles mínimos

5. Interferencia, si las hay.

6. Referencia.

a. Método AOAC , Association of Official Analytical Chemists (La Asociación Oficial de Químicos Analistas). Edición 16, 1995.

b. Normas establecidas por la casa Matriz de Agribands Purina Internacional,

Ceniza mide la fracción remanente del mineral después de la ignición de la parte orgánica a altas temperaturas. Aplicable a todos los ingredientes y alimentos. Nivel mínimo 0.2%. Método AOAC 942.05.

Grasa (Extracción Etérea) mide la fracción de lípidos solubles en éter de petróleo. Aplicable a todos los ingredientes y alimentos. Nivel mínimo 0.5%. Método AOAC 920.39.

Fibra (detergente ácido)-es una modificación del procedimiento de la fibra la cual utiliza detergente ácido para la extracción y medida de los polisacáridos y la lignina. Aplicable especialmente a los forrajes. Método AOAC 989.03.

Fibra (detergente neutro)

Es una modificación del procedimiento de la fibra la cual utiliza detergente neutro para la extracción y medida de las paredes celulares de los vegetales. También aplicada a los forrajes, Método AOAC 989.04

Fibra (regular)-es la medida de los residuos no digeribles de todos los ingredientes y alimentos. Nivel mínimo 0.2%, Niveles de grasa por encima del 1% interfiere y debe ser removido previamente a la prueba. Método AOAC 962.09.

Humedad mide el contenido de agua y fracciones volátiles de una muestra secado en una estufa a altas temperaturas (135 °C). Aplicable a todos los alimentos. Nivel mínimo 0.2%. Método AOAC 930.15.

Peróxido mide la rancidez contenida en aceites y grasas de origen vegetal o animal. Nivel 1-2 miliequivalente/1000 gramos de grasa. Método AOAC 965.33.

Proteína Kjeldahl mide el total de nitrógeno, aplicable a todos los alimentos. Nivel mínimo 0.05%. Nitratos y otras fuentes no proteicas como la urea interfieren en los cálculos de nitrógeno como porcentaje de proteína. Método AOAC 955.04.

Proteína Soluble (0.2N KOH) mide la calidad del proceso de secado de la soya, pasta de algodón. Pues los resultados varían si el ingrediente está quemado o crudo. Método AOAC 954.01.

Total de Acidos Grasos mide el total de ácidos grasos contenidos en aceites y grasas vegetales o animales así como en alimentos e ingredientes que tienen alto porcentaje de grasa. Método AOAC 940.28.

Sal por Quantab mide cloruros solubles en agua (0.1 - 10%) usando una tira indicadora de papel. Calculado como cloruro de sodio. Método AOAC 976.19.

Fósforo mide el total de fósforo en minerales y alimentos mediante un método colorimétrico azul con molibdato de amonio y sulfato ferroso. Método AOAC 965.17.

Digestibilidad por Pepsina mide el porcentaje del total de proteína solubilizada por una solución pepsina. Se aplica en harinas de pescado, plumas y sangre. Determina que tanto asimila esta proteína el animal. Mide el animal. Método AOAC 971.09.

Calcio mide el total de calcio concentrado en forma volumétrica usando oxalato de amonio. Se aplica en los carbonatos y alimentos que llevan este mineral. Método AOAC 927.02.