

170  
2ej



# Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

MANUAL PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE LAS PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS EN LA ALIMENTACION DE AVES Y CERDOS EN MEXICO

## T E S I S

Que para obtener el Título de MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

p r e s e n t a:

**María de Lourdes Mónica Pérez Lizaur**



Asesores. Francisco O. Bravo  
Jorge A. Flores Menéndez  
y Gerardo Peñalva García

México, D. F.

1987



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
RESUMEN .....	1
PROCEDIMIENTO .....	8
ANALISIS DE LA INFORMACION .....	9
1. Muestreo .....	10
2. Cereales y subproductos .....	39
2.1 Sorgo .....	47
2.2 Trigo .....	58
2.3 Maíz .....	63
2.4 Acemite de trigo .....	70
2.5 Salvado de trigo .....	75
2.6 Glutén de maíz .....	80
3. Melaza .....	87
4. Suplementos protéicos .....	94
4.1 Pasta de ajonjolí .....	119
4.2 Pasta de algodón (Harinolina) .....	124
4.3 Pasta de cártamo .....	133
4.4 Cartarina .....	139
4.5 Pasta de girasol .....	145
4.6 Pasta de nabo .....	151
4.7 Pasta de soya .....	161
4.8 Harina de carne .....	172
4.9 Harina de pescado .....	182
4.10 Harina de pluma hidrolizada .....	194

	<u>Página</u>
4.11 Harina de sangre .....	200
5. Grasas y aceites .....	206
6. Fuentes de calcio y fósforo .....	223
6.1 Roca fosfórica .....	231
6.2 Fosfatos mono y dicálcicos .....	237
6.3 Harina de hueso cocido al vapor .....	242
6.4 Carbonato de calcio .....	249
7. Sal común .....	254
LITERATURA CITADA .....	260
FIGURAS .....	277
CUADROS .....	278

## R E S U M E N

PEREZ LIZAU, MARIA DE LOURDES MONICA. Manual para el control de calidad de las principales materias primas utilizadas en la alimentación de aves y cerdos en México (bajo la dirección de: Francisco O. Bravo, Jorge A. Flores Menéndez y Gerardo Peñalva García).

Debido a la escasez de materias primas, a la variabilidad en la composición química de las mismas y a sus altos costos surgió la idea de elaborar un manual de control de calidad dirigido específicamente al pequeño productor de alimentos balanceados que carece de laboratorio propio o de personal especializado. El objetivo principal de este trabajo es proporcionar al fabricante de alimentos una guía general sobre las características físicas y químicas que deben considerarse en un programa de control de calidad de ingredientes, indicando para cada uno de ellos lo siguiente: definición, clasificación, especificaciones oficiales, características físicas, -- análisis químico proximal y en algunos casos contenido de calcio, fósforo o cloruro de sodio, tipo y frecuencia de análisis, e información básica sobre problemas inherentes a cada ingrediente tales como presencia de factores antinutricionales o sus adulterantes más comunes. También se incluye un capítulo sobre muestreo, destacando su importancia en el control de calidad. Para la realización de este trabajo se consultaron libros, artículos, tesis, revistas y otras publicaciones periódicas, tratando siempre de que la información allí recabada se apegara lo más posible a las necesidades nacionales.

## INTRODUCCION

La industria pecuaria nacional atraviesa momentos muy difíciles, reflejo de la crisis económica del país. Desafortunadamente son los pequeños productores quienes más resienten los efectos de esta situación, teniendo en muchos casos que cerrar o vender su empresa a los grandes consorcios integrados.

Incrementar eficiencia y mejorar productividad deberán ser, por tanto, los lineamientos prioritarios a seguir en cualquier tipo de industria.

En una explotación pecuaria, aproximadamente el 80% de los costos de producción corresponden a la alimentación de los animales, por lo que cualquier esfuerzo que se realice en este renglón, repercutirá favorablemente en la economía de la empresa (114).

Motivados por esto, en años anteriores muchos avicultores y porcicultores cuyas necesidades de alimento superaban a las 50 toneladas mensuales, decidieron suspender la compra de alimento comercial y se lanzaron a la elaboración de su propio alimento (19).

Sin embargo, al ingresar a la industria de alimentos balanceados, el productor se enfrenta a nuevos problemas como es la gran demanda de materias primas, y por lo tanto la variabilidad en la calidad de las mismas.

De año a año existen diferencias en los resultados

de los ingredientes evaluados, las cuales pueden deberse a diversas causas como clima, medio ambiente, tipo de semillas, cosecha, almacenamiento, etc. (107, 132).

Si al formular dichas raciones se ignora la presencia de dichas variaciones, se puede incurrir en errores tales como el sobrevalorar o subvalorar el contenido de nutrimento de una materia prima, y consecuentemente se afectarán la conversión alimenticia, consumo de alimento, y por supuesto también la economía del productor (116).

El control de calidad de los ingredientes utilizados en alimentación animal es por lo tanto, una valiosa herramienta para evitar este tipo de fallas; es el camino más eficaz para asegurar la composición del alimento terminado y verificar sus características sanitarias.

Mediante el análisis químico de los ingredientes es posible constatar su pureza y evidenciar adulteraciones o contaminaciones químicas o microbiológicas. Gracias al conocimiento de la composición química de las materias primas puede optimizarse su uso en formulación, permitiendo la incorporación en el alimento de nuevos productos o de aquellos ingredientes que a pesar de contener algún tóxico, pueden ser incluidos en la ración bajo ciertas restricciones (132).

Otra de las funciones primordiales del control de calidad es constatar si el producto satisface ciertos requisitos conocidos como normas de calidad, las cuales son de dos tipos: las normas oficiales, establecidas por la Dirección -

General de Normas Comerciales, perteneciente a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFIN), y las normas internas de cada fabricante de alimento (69).

El cumplimiento de estas normas tiene un propósito nutricional y uno económico; en el primer caso, es con el fin de asegurar que los ingredientes reúnan los requerimientos nutricionales que se pretenden cubrir, y desde el punto de vista económico, la importancia del cumplimiento de las normas, estriba en que se está pagando por la cantidad de nutrimentos que está aportando el ingrediente adquirido. En otras palabras, de acuerdo a la composición se fijará el precio, por lo que en un contrato de compra-venta siempre deberá especificarse la calidad del producto.

Controlar la calidad de las materias primas implica contar con parámetros para cada uno de ellos. Sin embargo, esto no es fácil para aquellos pequeños fabricantes de alimento balanceado que no cuentan con personal especializado o con su propio laboratorio. Si bien podrían servirse de las normas oficiales como referencia, desafortunadamente en el medio rural no se conocen, ya sea por ignorar que existen o por no saber donde consultarlas.

Además, al carecer de un departamento de control de calidad, no es posible disponer de la información histórico-analítica de los ingredientes que es la base para el establecimiento de las normas de calidad internas.

Otro problema que deben enfrentar los pequeños pro

productores, es la escasez de insumos, lo cual desafortunadamente pone el mercado de materias primas en manos de los proveedores, quienes fijan el precio y la forma de pago, aunque la calidad de sus productos no siempre es la mejor (21).

Debido a sus menores necesidades de compra, el pequeño fabricante generalmente se ve obligado a pagar precios más altos que las plantas de alimento de gran envergadura, - cuyos volúmenes de compra son mayores. Asimismo, es frecuente observar problemas de ingredientes adulterados, sobre todo en plantas de alimento que no cuentan con una estructura para el control de calidad (133).

Aunada a esta problemática que encierra la elaboración del alimento de autoconsumo, la situación por la que -- atraviesan la avicultura y la porcicultura actualmente, afecta principalmente a los pequeños productores, quienes, como se mencionaba anteriormente, están en peligro de desaparecer, a menos que logren mejorar su eficiencia y productividad.

La intención de este trabajo es, por lo tanto, proporcionar al pequeño fabricante de alimento balanceado, una guía para el control de calidad de las principales materias primas utilizadas en la alimentación de aves y cerdos: cereales y subproductos, suplementos protéicos de origen vegetal y animal, grasas y aceites, fuentes de calcio y fósforo y -- otras como la melaza y la sal. No se incluyeron vitaminas, minerales ni aminoácidos sintéticos, ya que son productos -- que requieren de métodos y técnicas de control más complejas

y costosas que el resto de los ingredientes mayores.

Por estar dirigido al productor pecuario y no a personal especializado, no se profundiza en métodos estadísticos ni en química analítica; en realidad, con este manual se pretende dar a conocer las principales características físicas y químicas de los ingredientes, mencionando los tipos de análisis a los que deben someterse, así como la frecuencia con que éstos deben realizarse y la interpretación de sus resultados. De este modo, se intenta evitar el mal manejo de la información del laboratorio o el nulo uso de éste, ya que en ambos casos se afecta la economía del productor; es decir, debe lograrse un alto grado de confiabilidad al mínimo costo (116).

Inicialmente se describen las principales técnicas de muestreo, destacando la importancia que tiene éste en el control de calidad; cabe señalar que una muestra mal tomada arrojará resultados equivocados sobre la calidad de un producto (102).

De cada materia prima se presenta un cuadro en que se resume su análisis químico proximal, como referencia para poder establecer normas de calidad internas, o bien simplemente como punto de comparación con los resultados que arroja el laboratorio. En todos los casos se trató que la información proviniera de fuentes nacionales, puesto que el trabajo está dirigido a los productores mexicanos, y por lo tanto sería un error basarse en datos de alimentos extranjeros, ya que son obtenidos en condiciones muy diferentes a --

las nuestras. Sin embargo, no siempre fué posible contar -- con información nacional, lo cual es inquietante por la dependencia tecnológica que esto significa.

No obstante sus deficiencias y de que no es un indicador del valor nutritivo real de los alimentos, el análisis químico proximal nos aproxima a lo que podemos esperar de ellos, y a la fecha sigue prevaleciendo mundialmente como el método más común para evaluar la calidad de un alimento - en función de grupos de compuestos con características físico-químicas semejantes, pero con diferente valor nutritivo: - humedad, proteína cruda, grasa cruda, fibra cruda, cenizas y extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) (132). Es por ello - que dicho análisis se tomó en el presente trabajo como referencia de la composición química de los ingredientes.

A pesar de que se incluyen tanto las normas oficiales como una serie de recomendaciones a seguir para el establecimiento de las normas internas de cada planta de alimento, es importante hacer hincapié en que para que un programa de control de calidad sea funcional, deberá diseñarse en base a las necesidades de la empresa, de sus metas, de su soporte financiero y de la experiencia del personal (62, 116).

De ahí, que el principal objetivo de este trabajo, consiste en proporcionar a plantas de alimentos de pequeña escala una guía para el establecimiento de un programa de control de calidad interno, a fin de minimizar problemas de origen nutricional y de defender su economía.

## PROCEDIMIENTO

Se consultaron diversas fuentes bibliográficas como son libros, artículos, tesis, memorias, revistas y otras publicaciones periódicas, que permiten poner de manifiesto la importancia del control de calidad de las materias primas en la producción de alimentos balanceados, y su trascendencia en la productividad de las especies pecuarias. Se procuró que dichas fuentes fueran lo más recientes posible y que se apegaran a la problemática del país, de tal manera que el manual se adecuara a las necesidades nacionales.

La información consultada se vació en fichas bibliográficas, previamente clasificadas por temas o por incisos, - las cuales posteriormente se conjugaron en las diferentes partes que constituyen este manual.

Asimismo, se incluyeron datos obtenidos en la práctica.

**ANALISIS DE LA INFORMACION**

## 1. MUESTREO

### 1.1 Definición.

El muestreo de los alimentos para animales es el procedimiento por el cual se obtiene una parte representativa de estos, para verificar a través de los análisis correspondientes, la calidad de los mismos y proceder a su aceptación, rechazo o bien castigo de precio en base a las especificaciones establecidas, así como para conocer los valores reales al ser empleados en formulación (83).

### 1.2 Importancia.

Un correcto muestreo es la base de un buen control de calidad; los resultados del laboratorio serán tan representativos de un lote, como representativa haya sido la muestra. Por lo tanto, antes de realizar cualquier tipo de análisis, es necesario tener en mente que entre las condiciones para que los resultados sean útiles, está la de que se hayan llevado a cabo en muestras homogéneas y representativas del lote del que fueron tomadas.

### 1.3 Términos empleados.

1.3.1 Envío total: Es el número total de embarques recibidos en determinado tiempo; puede consistir de uno o varios lotes, dependiendo del tamaño del envío total (Peñalva, comunicación personal).

1.3.2 Lote: Es la cantidad de un producto determinado que se va a adquirir. Puede ser el envío total o una parte del mismo (132). Para fines prácticos, un lote deberá ser --

una cantidad tal que pueda manejarse fácilmente y que alcance para ser utilizada por lo menos durante 48 horas. Por ejemplo, es necesario lotificar las harinas de pescado de acuerdo a su contenido de proteína cruda, con el fin de no incurrir en errores de formulación.

1.3.3 Muestra primaria: Al muestrear un lote, se man varias muestras de un número determinado de sacos o de diferentes sitios cuando está a granel; cada una de estas muestras individuales se les denomina primaria. Varias muestras primarias son representativas de un lote (72, 132).

1.3.4 Muestra bruta o compuesta: Si al ir muestreando, las muestras individuales o primarias son homogéneas a simple vista, serán depositadas en un recipiente común. A la combinación de éstas muestras primarias se le llama muestra compuesta (72).

1.3.5 Muestra contractual o de envío: Esta es la muestra que se manda al laboratorio; se obtiene reduciendo la muestra compuesta a un tamaño apropiado para su envío (172).

1.3.6 Muestra de trabajo: Es aquella en la que se efectúan los análisis; se deriva de la muestra de envío, mediante su reducción al tamaño adecuado (72).

#### 1.4 Equipo de muestreo.

El tipo de equipo requerido para el muestreo depende de diversos factores tales como la forma de almacenamiento de las materias primas (a granel o en costales), las características físicas de los ingredientes (tamaño de partícula, gra-

do de viscosidad, densidades, etc.), y los análisis a efectuarse.

#### 1.4.1 Equipo para ingredientes secos.

Aquí se incluyen desde sencillos cucharones, palas y caladores hasta los complejos muestreadores mecánicos. La mayoría de los ingredientes tienden a segregarse y el amp' rango existente en el tamaño de las partículas da lugar a la formación de estratos, por lo que el muestreador debe atravesar todas las capas, colectando a su paso el material (5, - 29).

##### 1.4.1.1 Calador de bayoneta.

El calador de bayoneta consiste de un tubo de latón con un orificio oval cerca de la punta, la cual es afilada. Este tipo de calador es apropiado para muestrear sacos, pero - no productos a granel. Tiene una longitud de 50 cm., incluyendo el mango de más o menos 10 cm. y la punta de 6 cm., quedando cerca de 34 cm. para introducirse dentro del saco, lo cual es suficiente para alcanzar el centro de cualquier tipo de costal. Para cereales el diámetro interno deberá ser de más o menos 14 mm., pero para ingredientes cuyas partículas son más pequeñas, un diámetro de 10 mm. es suficiente (Fig. 1) (72).

##### 1.4.1.2 Calador tubular.

Uno de los caladores más comunes y usados es el tubular o seccional; está constituido por dos tubos concéntricos, -- con aberturas espaciadas a lo largo de los mismos a las que,

por rotación se puede hacer coincidir. A lo largo del tubo interior puede haber divisiones, de modo que cada abertura de acceso a un comportamiento distinto, proporcionando así una serie de pequeñas muestras secadas de distintos lugares del interior de un sólo saco (Fig. 2) (6, 72).

Las dimensiones de este calador varían de acuerdo con la clase de materia prima por muestrear; para semillas pequeñas encostaladas que fluyen fácilmente, se debe utilizar un calador de 76.2 cm. de largo, con un diámetro externo de 12.7 mm. y 9 aberturas. Para cereales se debe utilizar un calador de 76.2 mm. de largo con un diámetro externo de 25.4 mm. y 6 aberturas. Los caladores para productos a granel son del mismo tipo, solamente que más largos, siendo uno de los más usados el de 1.6 m. de longitud, 38 mm. de diámetro y 6 ó 9 aberturas (72).

La eficiencia de este tipo de caladores se ve limitada por su longitud y por consiguiente, por la profundidad que alcanzan (aproximadamente 2.5 m.).

#### 1.4.1.3 Muestreador con varillas de alargamiento.

Para la toma de muestras a mayor profundidad de productos almacenados a granel, puede utilizarse un muestreador, tal como el que aparece en la Fig. 3, al cual se le pueden unir varillas de alargamiento. Esto permite que el operario haga penetrar la sonda hasta una profundidad aproximadamente de 5 m. La magnitud de la unidad de la muestra es muy pequeña y, puesto que se necesita sacar muchas muestras,

el muestreo adecuado de grandes volúmenes resulta muy laborioso, particularmente cuando se trabaja con profundidades de 3 a 5 m. (6).

#### 1.4.1.4 Muestreo por aspiración.

También para el muestreo de ingredientes a granel, se emplea un aparato constituido por un calador angosto y pequeño o una sonda hueca, provisto de varillas de alargamiento, también huecas; puesto que la parte del calador o sonda es pequeña, facilita la penetración hasta una profundidad de 10 m. El producto se obtiene por conducto de la sonda y de las varillas de alargamiento, utilizando un aspersor conectado a un recipiente colector. De este modo, puede retirarse de cualquier punto, una muestra de magnitud virtualmente limitada. Este tipo de calador es especialmente útil para el muestreo de vagones tolva (6, 102).

#### 1.4.2 Equipo para muestrear ingredientes líquidos.

Dependiendo del grado de tecnificación y de la capacidad de la planta de alimentos, el equipo puede constar desde sencillos tubos de acero inoxidable hasta complicados sistemas de bombeo. Otro factor importante en la elección del equipo es el tipo de envase en que venga contenido el líquido, de tal manera que puede hacerse la siguiente clasificación:

##### 1.4.2.1 Equipo para muestrear recipientes que sean accesibles desde su parte superior.

Para muestrear tambos y/o tanques se emplean tubos metálicos o de cristal, comúnmente conocidos como "ladrones"; --

son bastante simples y razonablemente eficientes. El tubo se introduce en el recipiente hasta la profundidad deseada, tapando el orificio superior con el pulgar; al retirar el dedo, el líquido fluye hacia dentro. Una vez que el "ladrón" está lleno, se tapa el orificio superior y la muestra se transfiere a un recipiente (Fig. 4) (102).

#### 1.4.2.2 Equipo para muestrear recipientes que no sean accesibles desde su parte superior.

El muestreo de tanques estacionarios, cisternas y/o pipas, generalmente se realiza en las tuberías de descarga o bien con bombas especiales, que facilitan el muestreo a diferentes profundidades (102).

Es importante que el equipo empleado en el muestreo de grasas y aceites permita tomar la muestra a la profundidad deseada y sin que se contamine; con este fin, pueden emplearse tubos que llevan en la boca válvulas, que se abren al llegar a la zona por muestrear. Asimismo, se recomienda que los instrumentos usados en el muestreo de estos ingredientes sean de acero inoxidable o de cualquier otro material que no reaccione con la grasa o el aceite (132).

### 1.5 Técnicas de muestreo.

Aquí se describen los diferentes pasos a seguir para la obtención de las muestras primaria, compuesta y de envío: muestreo, mezclado y reducción.

#### 1.5.1 Obtención de la muestra primaria.

A fin de asegurar que la muestra sea representativa del

volumen muestreado, sea a granel o encostalado, se deberán tomar al azar y de todo el lote muestras primarias de tamaño similar, para lo cual se deberá tener acceso a todas las partes del producto por muestrear.

El procedimiento y el equipo para la extracción de muestras primarias depende de la forma en que esté envasada o macenada la materia prima; puede realizarse en forma manual, que es lo más común, o bien con muestreadores automáticos.

Una vez obtenida la muestra, es importante identificarla y colocarla en recipientes adecuados, evitando contaminaciones con tierra u otro material extraño.

El muestreo puede considerarse como el primer paso en la evaluación física de los ingredientes.

#### 1.5.1.1 Productos ensacados.

Los sacos deben muestrearse en forma diagonal, insertando el calador lo más horizontalmente posible, y con el lado abierto hacia abajo, para evitar la entrada de producto (Fig. 5); una vez que se alcance el centro del costal o el lugar que se desea muestrear, se gira el calador  $180^\circ$ , con lo cual la abertura quedará hacia arriba y permitirá la entrada del producto. El calador debe sacarse suavemente, de tal manera que vaya entrando tanto producto del centro como de las partes por donde va pasando, hasta llegar a la orilla del saco. Posteriormente, debe tenerse cuidado en volver a cerrar el orificio del saco a fin de evitar desperdicios y problemas en el estibado (6, 72, 132).

Para el muestreo de sacos cerrados se recomienda el uso de los caladores de bayoneta y tubular, y para sacos abiertos pueden emplearse cucharones o palas.

#### 1.5.1.2 Ingredientes a granel.

Para el muestreo de ingredientes a granel, a profundidades no mayores de los 2.5 m. se recomienda el uso del calador tubular; el muestreo debe hacerse a tres niveles, en los puntos señalados en la Fig. 6. El calador se introduce cerrado y en dirección vertical; posteriormente, se abre y agita suavemente para permitir que el producto muestreado entre al cañador. Una vez hecho lo anterior, se cierra y se saca. (72, 83, 132).

#### 1.5.1.3 Muestreo de grasas y aceites.

En el caso de los aceites, es importante extraer por lo menos cinco muestras: una del fondo, tres de la parte media y una de la superficie. Si se sospecha que hay sedimento, la muestra deberá tomarse con un instrumento que tenga una válvula en el extremo; si es agua, puede usarse un tubo que lleve un papel sensible al agua, el cual va graduado para medir la profundidad de la capa de agua (37).

Para el muestreo de grasas sólidas, es necesario calentar un poco el producto.

#### 1.5.1.4 Muestreo en los sistemas de transporte de un ingrediente de una planta de alimentos.

Los cereales y las pastas de oleaginosas pueden muestrearse cuando son transportados en bandas o ductos durante

su descarga; este muestreo puede ser manual, o bien mediante el uso de ciertos accesorios que permiten tomar muestras a intervalos regulares y en forma automática. Un trozo de tubo conectado a un transportador helicoidal constituye una técnica de "campo" con la cual pueden obtenerse resultados similares que con el muestreador automático (5, 6, 72).

Este tipo de muestreo se considera mucho más eficaz que el convencional con caladores y otros instrumentos manuales, pero tiene el inconveniente de que dificulta el rechazo de un lote defectuoso, ya que la muestra se obtiene durante la descarga del producto.

#### 1.5.1.5 Muestreo sin equipo específico.

En el caso de que aún no se cuente con el equipo de muestreo, o que el producto por muestrear no fluya fácilmente dentro del calador, el muestreo será manual. Este procedimiento tiene la desventaja de que no se puede llegar a profundidades mayores de 40 cm., y por lo tanto, es difícil obtener muestras de las capas inferiores, tanto en sacos como en bodegas o silos. En estos casos, es conveniente vaciar completamente algunos sacos, o bien remover las capas superiores de los ingredientes almacenados a granel, y proceder a muestrear (72).

#### 1.5.2 Obtención de la muestra compuesta.

Como se indicó anteriormente, la muestra compuesta está formada por el conjunto de muestras primarias, siempre y cuando éstas sean homogéneas.

### 1.5.3 Obtención de la muestra de envío: mezclado y reducción.

La muestra compuesta, de donde se toma la muestra de envío deberá homogenizarse mediante un buen mezclado antes de reducirla al tamaño de la muestra de envío.

Los procesos de mezclado y reducción pueden llevarse cabo usando divisores manuales (Fig. 7) o mecánicos (cuarteadores), los cuales también pueden ser empleados como mezcladores. Existen diversos modelos de divisores, cuya función principal es la de dividir las muestras compuestas en dos -- porciones iguales. Cada vez que una muestra pasa a través de este aparato, al eliminar una de sus dos porciones, la muestra se reduce a la mitad, hasta obtener el volumen deseado (72).

Si la muestra compuesta es muy grande o bien no se cuenta con el equipo antes mencionado, el mezclado y la reducción pueden hacerse de la siguiente manera:

- Mezclar la muestra en una caja o bote, agitando suavemente. Si la muestra por ser muy voluminosa o pesada no se puede manejar en un recipiente, la homogenización se llevará a cabo mediante el mezclado con una pala.
- La reducción de la muestra compuesta a muestra de envío se llevará a cabo mediante la división por partes iguales de la muestra homogenizada, eliminando cada vez una de las mitades, hasta alcanzar el tamaño adecuado de la muestra de envío (aproximadamente 2 kg.).

Una vez en el laboratorio, la muestra de envío se mezclará y reducirá nuevamente hasta obtener la muestra de trabajo, que generalmente es bastante pequeña (100 grs. o menos).

#### 1.6 Preparación de las muestras para enviarlas al laboratorio.

El tratamiento que se da a las muestras después de su obtención, es tan importante como el muestreo mismo, pues si la muestra no es envasada e identificada adecuadamente, los resultados del laboratorio serán poco confiables.

##### 1.6.1 Envasado.

El tipo de envase dependerá de la naturaleza de la muestra y de los análisis que le serán practicados. Desde luego, es importante que las bolsas o frascos empleados estén perfectamente limpios y se envíen cerrados para evitar cambios en la composición de la muestra.

##### 1.6.1.1 Muestras con bajo contenido de humedad.

Envasar las muestras en bolsas de plástico o en frascos de boca ancha, también de plástico o vidrio, con tapón de rosca.

##### 1.6.1.2 Muestras parcialmente secas.

Si la muestra es enviada para determinar contenido de humedad, deberá ser envasada en bolsas de polietileno y enviarse por la vía más rápida, ya que de otra manera el alto contenido de humedad permitirá el desarrollo de insectos y hongos, lo cual arruinará la muestra para todos los propósi-

tos de análisis (72).

Si no interesa el contenido de humedad, la muestra deberá enviarse en bolsas de papel resistente; el papel permite que el agua se evapore, impidiendo que la humedad favorezca el crecimiento de microorganismos que descompondrían la muestra (132).

Al usar bolsas de plástico y vías de comunicación lentas, tren por ejemplo, los contenidos de humedad deberán ser menores del 13% en cereales y del 9% en oleaginosas (72).

#### 1.6.1.3 Muestras líquidas (aceites y melaza).

Se envasarán en frascos de vidrio o plástico con tapón de rosca (132).

Cabe señalar, que si en la muestra van a cuantificarse minerales, deberán utilizarse frascos de plástico y no de vidrio, para evitar contaminaciones con los minerales del vidrio (132).

#### 1.6.2 Identificación.

En cada muestra enviada al laboratorio se debe anexar una etiqueta que contenga la siguiente información:

- Nombre del fabricante y/o proveedor.
- Nombre del ingrediente.
- Número del lote.
- Tamaño del lote.
- Fecha de muestreo.
- Lugar de muestreo.
- Datos del solicitante.

- Análisis requerido.
- Observaciones.

### 1.7 Número de muestras.

El muestreo sería sencillo si la materia prima se pudiera mezclar de tal forma que quedara completamente homogénea. Entonces bastaría con muestrear tan sólo un saco del lote granel. Sin embargo, esto rara vez sucede y por consiguiente, se deberán muestrear muchos sacos y diferentes partes de los lotes a granel; de este modo, podrá obtenerse una muestra representativa del lote.

El número de muestras que debon tomarse depende de diversos factores tales como: tipo de inspección (por atributos o por variables), nivel de inspección y tamaño del lote.

#### 1.7.1 Inspección por atributos.

Este tipo de inspección es aquella bajo la cual se clasifica a la unidad de producto\* como "defectuosa" o "no defectuosa", o se cuenta el número de defectos que contiene -- con respecto a las especificaciones establecidas (81).

La inspección por atributos se emplea comunmente al --- efectuar inspecciones visuales de unidades de producto, defectos en materiales, empackado y otras características (olor, color, presencia de material extraño, infestación por insectos).

---

\* Unidad de producto: En el caso de material envasado será la presentación mínima comercial y para material a granel se considerará la unidad de embarque o un material almacenado (81).

tos, variaciones de textura) (81, 99). Algunas de las ventajas que ofrece este tipo de inspección son:

- Inspección visual (física).
- Más simple y rápida.
- Menor costo.
- Todas aquellas características de calidad de igual importancia se agrupan en un mismo nivel de calidad (81).

La principal desventaja de este tipo de inspección es - que la unidad de producto se clasifica únicamente como "defectuosa" o "no defectuosa", pero no se determina el grado de cumplimiento con respecto a las especificaciones establecidas; es decir, no es tan preciso (81). Sin embargo, es - el primer paso para detectar un lote que presente algún problema, por lo que este tipo de inspección deberá realizarse cuidadosamente y de preferencia antes de la descarga del material. Esto es particularmente importante en ingredientes a granel, ya que pierden su identidad una vez descargados -- (99).

De acuerdo a un nivel de inspección general 11 (ver pie de página), y a un nivel de calidad aceptable de 2.5%, se --

---

**Nivel de inspección:** Es la relación entre el tamaño del lote y el tamaño de la muestra (84). La Norma Oficial Mexicana - establece tres niveles generales de inspección: 1, 11 y 111; generalmente se emplea el nivel 11, a menos que se especifique claramente alguno de los otros niveles (84). El nivel 1 proporciona menos de la mitad del tamaño de la -- muestra del nivel 11, en tanto que el nivel 111 proporciona alrededor de una y media veces el tamaño de la muestra del nivel 11 (84).

deben tomar al azar las muestras que se indican en el Cuadro 1.

Una vez que se ha determinado que la unidad de producto es defectuosa, se clasifican los defectos\* en crítico mayor o menor (Cuadro 2).

#### 1.7.2 Inspección por variables.

Es aquella bajo la cual se evalúan alguno o algunas características de calidad con respecto a una escala continua y los resultados se expresan como valores numéricos dentro de esta escala. La inspección por variables permite determinar el grado de cumplimiento de la unidad de producto con respecto a las especificaciones establecidas para la característica involucrada (81).

Este método de inspección se emplea cuando la característica de calidad de una unidad de producto se puede determinar cuantitativamente o en términos mensurables, como di-

---

\* Defecto crítico: Es aquel en el cual el criterio y la experiencia indican que la unidad de producto que lo contiene tiene grandes probabilidades de: a). Producir condiciones peligrosas o inseguras si es empleada, y b). Impedir el funcionamiento o desempeño de la función primordial de un producto terminado mayor (81).

Defecto mayor: Es aquel que sin ser crítico, tiene grandes probabilidades de provocar una falla o reducir en forma drástica la utilidad de la unidad de producto para el fin al que se le destina (81).

Defecto menor: Es aquel que representa una desviación con respecto a sus especificaciones establecidas, pero que no tiene una influencia decisiva en el uso efectivo o en la operación de la unidad de producto, o sea que no tiene grandes probabilidades de reducir en forma drástica la posibilidad de uso para el fin al que se le destina (81).

mensiones, peso, porcentaje de contenido de un elemento químico, etc. (81).

Los valores determinados por este método nos muestran - el grado en que estos cumplen el requisito establecido o sea que la información, no tan sólo nos muestra si se ha cumplido o no la especificación, sino que además nos proporciona una indicación del intervalo de variaciones de esta característica en el producto del cual fueron tomadas las muestras (81).

Las ventajas que ofrece la inspección por variables --- son:

- Proporcionar mayor información con respecto al grado de -- cumplimiento frente a la característica de calidad con siderada.
- Se necesitan muestras más pequeñas.

Como desventaja podemos mencionar las siguientes: Si se evalúan varias características de calidad, el costo de -- inspección por unidad de producto puede ser tan alto, que -- contrarreste la ventaja de reducción en el tamaño de la mues tra (81).

### 1.7.3 Tamaño de la muestra.

Los lotes, una vez inspeccionados por atributos, deben ser muestreados para su análisis correspondiente de laborato rio.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, se debe tomar - el siguiente número de unidades, de acuerdo al tamaño del lo

te (83):

L o t e	Tamaño de la Muestra
De 1 a 9 unidades	Todas las unidades
De 10 unidades en adelante	10 unidades

#### 1.7.3.1 Número de muestras obtenidas de sacos.

La Asociación Oficial de Químicos Analistas de los E.U. A. (A.O.A.C.) sugiere que en lotes de uno a diez sacos debe rán muestrearse todas las unidades; en el caso de lotes de - once sacos o más, muestrear diez sacos (102).

Tejada (1983) también señala que si son menos de 10 sacos, deben muestrearse todos, pero para lotes mayores indica que deberá muestrearse por lo menos el 2% (132).

En la Figura 8, se presenta un programa de muestreo para productos ensacados que se ha venido utilizando con éxito por diversas plantas de alimentos de nuestro país (ATENA, -- S.C.\*).

#### 1.7.3.2 Número de muestras obtenidas de ingredientes a granel.

En los Cuadros 3 y 4 se señala el número de sondeos a - realizar en ingredientes a granel; dependiendo del tamaño del lote, se harán de 5 a 11 sondeos, pero siempre a tres niveles diferentes. Para ello, lo más conveniente es utilizar un - calador tubular o seccional (Fig. 6).

---

\* ATENA, S.C. (Asesoría Técnica en Nutrición Animal, S.C.): Programa de recepción de materias primas en sacos. Ins-- trucciones para muestreo. México, D.F., 1985

CUADRO NO. 1 NUMERO DE MUESTRAS PARA LA  
INSPECCION POR ATRIBUTOS

Tamaño del lote (unidades)	No. de muestras
2 - 8	2
9 - 15	3
16 - 25	5
26 - 50	8
51 - 90	13
91 - 150	20
151 - 280	32
281 - 500	50
501 - 1200	80
1201 - 3200	125
3201 - 10000	200
10001 - 350000	315

Adaptado de: NOM - Y - 111 - 1976: Muestreo de alimentos balanceados e ingredientes mayores para animales (83).

## CUADRO No. 2 CATEGORIA DE DEFECTOS

<u>D E F E C T O</u>	<u>CATEGORIA DE DEFECTO</u>
Envases rotos	Mayor
Envases húmedos	Mayor o crítico, si -- hay porciones húmedas de alimento.
DEFECTOS ORGANOLEPTICOS	
Olor:	
Francamente a descompuesto	Crítico
A descompuesto	Mayor
Ligero a descompuesto	Menor
Color muy dispar	Menor
Peso:	
Abajo de 3%	Mayor
Entre 1 y 3% abajo	Menor
Materia extraña:	
Objetos grandes (50 g. o más)	Mayor
Objetos pequeños (50 g. o menos)	Menor
Etiquetas o marbetes:	
Falta de etiqueta	Crítico
Equivocadas	Crítico
Ilegibles	Crítico
Falta de concordancia con la norma correspondiente	Crítico o menor

Tomado de: NOM-Y-111-1976: Muestreo de alimentos balancea  
dos e ingredientes mayores para animales (83).

**CUADRO No. 3    INTENSIDAD DE MUESTREO DE  
INGREDIENTES A GRANEL.**

Tamaño del lote	Número de Sondeos
Vagones, camiones o -- bodegas de hasta 15 ton.	5
Vagones o bodegas de 15-20 ton.	8
Vagones o bodegas de 30-50 ton.	11

Tamaño de:    Tejada H, I., 1983 (132)

**CUADRO No. 4 RECOMENDACIONES OFICIALES PARA LA INTENSIDAD DE MUESTREO DE INGREDIENTES A GRANEL.**

Tamaño del lote	Número de sondeos
Camiones de 5-7 ton.	5
Camiones de 12-15 ton.	8
Furgones de ferrocarril	11

Adaptado de: NOM: Granos, folleto informativo sobre normas de calidad B. DGNC, SECOFIN, México, 1982 (98)

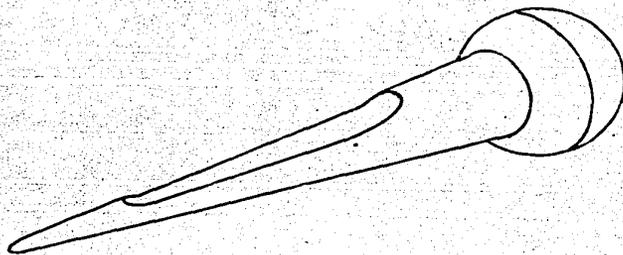


FIG. 1 CALADOR DE BAYONETA.-Tubo de latón con orificio oval cerca de la punta; es apropiado para muestrear sacos, pero no productos a granel.

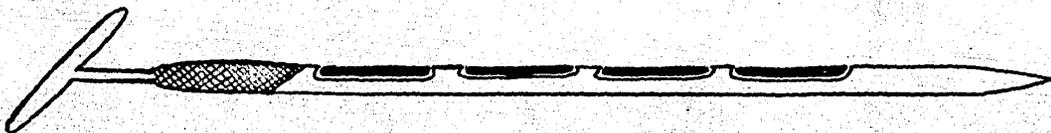


FIG. 2 CALADOR TUBULAR.-Constituido por dos tubos concéntricos, con aberturas espaciadas a lo largo de los mismos, a las que por rotación se puede hacer coincidir, permitiendo de este modo la entrada de producto.

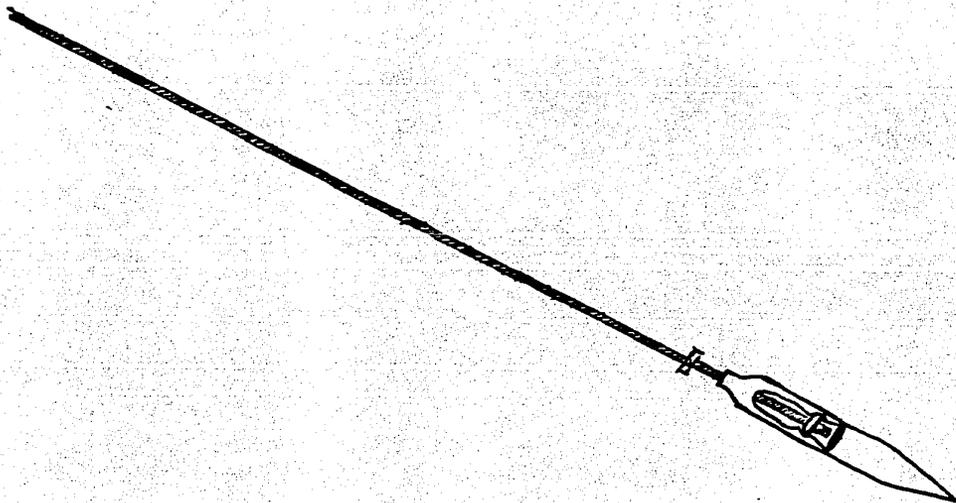


FIG. No. 3 MUESTREADOR CON VARILLAS DE ALARGAMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS A MAYORES PROFUNDIDADES (3-<sup>5</sup> m). DE PRODUCTOS A GRANEL.



FIG. 4 "LADRON".-Tubo metálico o de cristal muy simple empleado para muestrear líquidos contenidos en tambos o tanques. El tubo se introduce en el recipiente, tapando el orificio superior con el pulgar; al retirar el dedo, el líquido fluye hacia dentro.

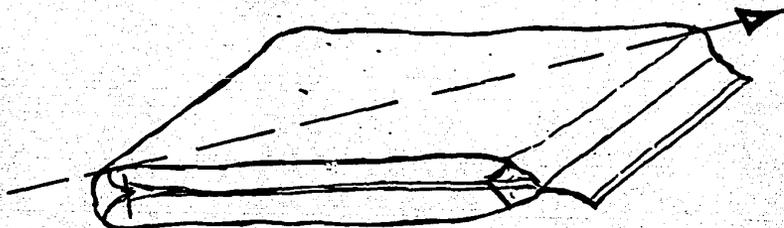
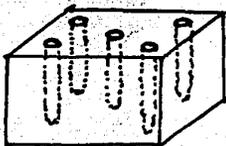
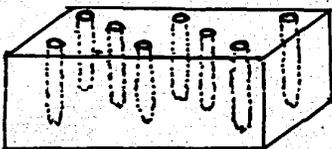


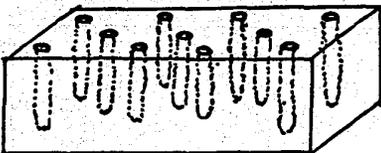
FIG. 5 FORMA CORRECTA DE MUESTREAR UN SACO.-En dirección diagonal al saco, insertando el calador lo más horizontalmente posible.



Capacidad hasta 15 toneladas:  
5 puntos de muestreo a tres niveles de profundidad.

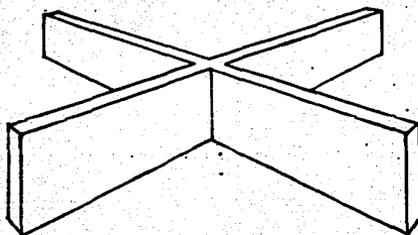


Capacidad de 15 a 20 toneladas:  
8 puntos de muestreo a tres niveles de profundidad.



Capacidad de 30 a 50 toneladas:  
11 puntos de muestreo a 3 niveles de profundidad.

FIG. 6 SITIOS DE MUESTREO A GRANEL



**FIG. 7 CUARTEADOR.**-Se emplea para reducir la muestra compuesta en cuatro partes iguales, y así obtener la muestra de envío.

FIG. No. 8 PROGRAMA DE MUESTREO PARA PRODUCTOS ENSACADOS

NIVEL DE INSPECCION = 11 (Ordinario)

"M" (3,201 a 8,000 Kg.)

C A M I O N E S

SACOS DE 25 KG.	SACOS DE 30 KG.	SACOS DE 35 KG.	SACOS DE 40 KG.	SACOS DE 45 KG.	SACOS DE 50 KG.
EMBARQUES CON 128 A 320 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 9 SACOS	EMBARQUES CON 107 a 267 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 8 SACOS	EMBARQUES CON 92 A 229 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 7 SACOS	EMBARQUES CON 80 a 200 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 6 SACOS	EMBARQUES CON 71 a 178 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 5 SACOS	EMBARQUES CON 64 a 160 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 4 SACOS

"N" (8,001 a 22,000 Kg.)

T R A I L E R S

SACOS DE 25 KG.	SACOS DE 30 KG.	SACOS DE 35 KG.	SACOS DE 40 KG.	SACOS DE 45 KG.	SACOS DE 50 KG.
EMBARQUES CON 321 a 880 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 12 SACOS	EMBARQUES CON 268 a 733 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 10 SACOS	EMBARQUES CON 230 a 629 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 9 SACOS	EMBARQUES CON 201 a 550 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 8 SACOS	EMBARQUES CON 179 a 489 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 7 SACOS	EMBARQUES CON 161 a 440 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 6 SACOS

"O" (22,001 a 110,000 Kg.)

F U R G O N E S

SACOS DE 25 KG.	SACOS DE 30 KG.	SACOS DE 35 KG.	SACOS DE 40 KG.	SACOS DE 45 KG.	SACOS DE 50 KG.
EMBARQUES CON 881 a 880 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 18 SACOS	EMBARQUES CON 734 a 3667 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 15 SACOS	EMBARQUES CON 630 a 3143 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 13 SACOS	EMBARQUES CON 551 a 3750 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 11 SACOS	EMBARQUES CON 490 a 2444 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 10 SACOS	EMBARQUES CON 441 a 2200 SACOS <u>MUESTREAR:</u> 9 SACOS

Tomado de: ATENA, S.C.: Programa de recepción de materias primas en sac. México, D.F., 1985.

## 2. CEREALES Y SUBPRODUCTOS

Por los grandes volúmenes en los que son empleados, los cereales constituyen el mayor componente de los alimentos balanceados para aves y cerdos; continúan siendo la principal fuente de energía para estas especies, contribuyendo en forma considerable a cubrir los requerimientos de proteína.

Su control de calidad es relativamente sencillo; no requiere de análisis complejos, salvo en casos especiales, en donde se sospeche del grano como causa de algún problema.

Normalmente, basta con una cuidadosa inspección física del producto para tener una opinión preliminar sobre la calidad del mismo. Los defectos que se detectan en esta -- primera revisión del grano, generalmente se reflejan en su -- composición química; por ejemplo, cuando las semillas vienen quebradas, con plaga o demasiado pequeños, su contenido de -- nutrimentos con seguridad estará disminuído. Por lo tanto, será conveniente determinar en el laboratorio el análisis -- del grano en cuestión.

A continuación se señalan los aspectos esenciales a considerar en un programa de control de calidad de cereales:

- a. Densidad específica (volumétrica).--Es el peso del grano -- en un volumen dado. Para fines comerciales, la densidad se puede expresar como libras por bushel (sistema británico), o como kilogramos por hectolitro (sistema métrico de

cimal) (18).

La densidad específica está comprendida dentro de un rango; cuando la prueba arroja un resultado menor al límite inferior, significa que el peso de la semilla está abajo de lo normal, ya sea porque es demasiado pequeña o bien - porque se encuentre dañada o con plaga. Por lo contrario, una densidad mayor al límite superior, generalmente indica un exceso de humedad.

En el Cuadro No. 5 se presenta la densidad específica de varios granos.

- b. Humedad.-La humedad es el contenido de agua de un alimento. Por tratarse de un factor, que aunado a la temperatura y al tiempo de almacenamiento, favorece la proliferación de hongos, es importante conocerlo para determinar - si el grano puede ser almacenado de inmediato, o bien si debe someterse a algún proceso previo como el secado.

Así mismo, a mayor contenido de humedad, menor contenido de materia seca y, por consiguiente, de nutrimentos.

Generalmente, las variaciones en la humedad de un grado - obedecen a alguna de las siguientes dos causas:

- Grano de humedad de la semilla al momento de la cosecha.
- Grano mojado, ya sea por descuido o bien intencionalmente para engañar al comprador, vendiéndole menor cantidad de producto, pero que da el peso contratado.

Para cada uno de los cereales existen tablas en las que se especifican las deducciones al precio por cada unidad de -

humedad que rebase el límite máximo superior.

c. Impurezas.-Generalmente el grano trae residuos de paja, tierra u otras semillas, que en conjunto reciben el nombre de impurezas. La Dirección General de Normas Comerciales las define como "parte del grano o la materia extraña, diferente al mismo, que sea retenida en la malla correspondiente a cada cereal", estableciendo los niveles máximos permisibles. De acuerdo a la ley, cuando el producto rebase la tolerancia señalada, deberá ser rechazado, quedando a disposición del proveedor para que sea cribado por su cuenta (98).

g. Granos dañados.-Se refiere a todas aquellas alteraciones visibles que presenten los granos, debidas a diferentes factores físicos o biológicos que puedan afectar su calidad (35, 98).

Entre los factores físicos se encuentran la humedad, la temperatura y el tiempo de almacenamiento, mismos que pueden tener una acción directa, al estimular la germinación de la semilla, o indirecta al favorecer la aparición de roedores, ácaros, insectos y hongos. Estos organismos constituyen los denominados factores biológicos y se clasifican en predadores o plaga (insectos, roedores, aves, etc.) y en parásitos (hongos) (35, 64).

En general, los hongos se consideran como los principales responsables de la disminución de la calidad del grano; esto se debe basicamente a que originan cambios en su composición química, contaminándolo con sustancias sumamente

tóxicas conocidas como micotoxinas. Además reducen el peso de la semilla y, como resultado del crecimiento micótico, generan calor, que a su vez daña más al grano (31, 32, 33, 34, 35).

Por la importancia que tiene el nivel de micotoxinas para la salud animal, se maneja como una especificación independiente al porcentaje de granos dañados.

- e. Granos quebrados.-Se refiere a granos o fragmentos de ellos que han perdido la cutícula en una cuarta parte de su tamaño normal, o separación total o parcial de los cotiledones (98).
- f. Micotoxinas.-Las micotoxinas son metabolitos secundarios de los hongos, que se sintetizan durante el crecimiento de estos, cuando las condiciones ambientales son adecuadas. Dichas toxinas ejercen reacciones biológicas indeseables en el organismo que las ingiere, actuando en ocasiones en forma lenta por su poder acumulativo, mientras que en otras produce cuadros agudos de enfermedad, dependiendo de su concentración en el alimento y del tiempo de ingestión (100).

Se conocen más de 200 micotoxinas producidas por diferentes hongos, sin embargo, los géneros Aspergillus, Penicillium y Fusarium son los de mayor importancia en salud animal debido a la gran diversidad y toxicidad de sus micotoxinas tales como las aflatoxinas en sus diferentes variedades (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>), las ochratoxinas, la zearalanona,

los tricotecenos y otras (115).

La detección oportuna de estas sustancias tanto en los -- granos como en otras materias primas, juega un papel primordial en la prevención de las micotoxicosis, por lo -- cual siempre debe formar parte de un programa de control de calidad.

Debido a su carcinogenicidad y a su relación con la salud humana, las aflatoxinas son las micotoxinas más estudiadas y sujetas a un mayor número de regulaciones (28).

El nivel de aflatoxinas permitido en alimentos para animales varía entre países. Por ejemplo, para la Comunidad Económica Europea es de 10 a 50 mcg/kg. de aflatoxinas totales. La Organización Mundial de la Salud dice que los alimentos para animales no deben de contener más de 30 p.p.b. (mcg/kg) y la Federal Drug Administration establece no más de 20 p.p.b. (113, 130, 135).

Los métodos de análisis para aflatoxinas aprovechan su -- propiedad de fluorescer y así la determinan por cromatografía de columna, placa fina o cromatografía líquida de alta presión (9).

A nivel planta de alimentos puede realizarse la prueba de la luz ultravioleta, que a pesar de ser únicamente cualitativa y de tener ciertas limitaciones, ofrece las siguientes ventajas: rapidez, bajo costo del equipo, fácil de realizar e interpretar.

Esta prueba se basa en la fluorescencia específica, que -

se observa al iluminar grano infestado con ciertas cepas productoras de aflatoxinas con luz ultravioleta. Estos hongos sintetizan una sustancia conocida como ácido kójico (2-hidroximetilo-5 gamapirone), que al reaccionar con ciertos componentes del grano, produce un compuesto químico responsable de la fluorescencia (139).

Si bien esta técnica es muy práctica, es importante tomar en consideración algunas de sus limitantes (139):

- No todos los hongos productores de aflatoxinas sintetizan ácido kójico, lo cual arrojaría falsos negativos.
- Por lo contrario, existen hongos productores de ácido kójico, cuya síntesis de aflatoxinas es mínima o nula, lo que resultaría en falsos positivos.
- Los granos pueden contener otras sustancias fluorescentes; para evitar confusiones, debe contarse con el patrón de color específico.
- La fluorescencia sólo se observará en granos viables, por lo cual la prueba no es confiable en granos u otras materias primas que hayan estado almacenados por tiempo prolongado, o bien que hubiesen sido sometidos a algún tratamiento físico o químico.
- El uso de esta técnica se limita únicamente a la detección de hongos productores de aflatoxinas.

A pesar de las desventajas antes descritas, la prueba de la luz ultravioleta, aunada a una buena inspección física del grano y conociendo la humedad del mismo, ayuda a

complementar un esquema preliminar de la calidad del producto en cuestión (39).

En caso de sospecha, siempre deberá enviarse una muestra al laboratorio para determinar específicamente de que micotoxina se trata y en que cantidad se encuentra presente.

CUADRO NO. 5 DENSIDAD ESPECIFICA DE ALGUNOS CEREALES  
Y SUS SUBPRODUCTOS

PRODUCTO	G/ml	Kgs/Hl	Kgs/M <sup>3</sup>	Libras/Bushel (EUA)	Libras/Pie <sup>3</sup>
Maíz (a)	0.64 - 0.75	64 - 75	640 - 750	50 - 58	40 - 47
Sorgo (a)	0.65 - 0.78	65 - 78	650 - 780	51 - 61	41 - 49
Trigo (a)	0.68 - 0.83	68 - 83	680 - 830	53 - 64	42 - 52
Salvado de trigo (b)	0.16 - 0.256	16 - 25.6	160 - 256	12.45 - 19.92	10 - 16
Acemite de trigo (b)	0.32 - 0.449	32 - 44.9	320 - 449	25 - 35	20 - 28
Glutén de maíz (b)	0.32 - 0.4	32 - 40	320 - 400	25 - 31.13	20 - 25

Factores de conversión: 1 pie<sup>3</sup> = 0.803 bushels E.U.A.  
1 g/ml = 62.43 Libras/pie<sup>3</sup>

a) Blatchford, S.M. et al., 1975 (18)

b) Cooley, M.L., 1976 (41)

## 2.1 SORGO

### 2.1.1 Definición.

Se entiende por sorgo al grano producido por las gramíneas Sorghum vulgare en sus variedades y los híbridos de estas (77). Es el principal grano utilizado en la fabricación de alimentos balanceados para animales en nuestro país.

### 2.1.2 Clasificación.

Oficialmente, el sorgo se clasifica en un solo grado de calidad (77), pero en las siguientes clases de acuerdo al color del pericarpio: blanco, amarillo, café o una mezcla de los anteriores.

Con fines prácticos, es conveniente clasificar al sorgo en variedades altas y bajas en taninos, grupo de compuestos que además de reducir la palatabilidad del sorgo, disminuyen su valor nutritivo e incluso pueden ejercer efectos tóxicos sobre el animal que los ingiere (44).

Cabe mencionar, que las variedades de sorgo café pueden presentar una mayor variabilidad tanto en contenido energético como en la disponibilidad de sus aminoácidos que las variedades blancas; sin embargo el color del grano no es un indicador confiable de su valor nutritivo ni de su contenido de taninos (112).

### 2.1.3 Especificaciones oficiales.

En los Cuadros 6 y 7 se presentan respectivamente las especificaciones químicas y de presentación del sorgo: estas últimas se refieren a los máximos permisibles de impurezas y

de granos dañados y quebrados. Cuando se rebasan dichos límites, deberán aplicarse los siguientes castigos al precio del producto:

**Humedad.**-Hasta un 13.5% de humedad no hay deducción; al rebasarse este límite, debe aplicarse un descuento de 5 kilogramos por tonelada (38).

**Granos dañados.**-Se recibirá sin castigo el sorgo que contenga hasta un 2.5% de granos dañados; el grano que exceda del 2.5% será rechazado (38).

**Impurezas.**-Se recibirá sin castigo el sorgo que contenga hasta el 1.5% de impurezas; teóricamente, deberían rechazarse todas las partidas en que dicho valor resulte superior; sin embargo, dada la escasez de granos existentes en nuestro país, en ocasiones es necesario conservar el lote problema, en cuyo caso es conveniente castigar tanto el precio como el valor nutricional del sorgo (38).

**Granos quebrados.**-Se recibirá sin castigo el sorgo que contenga hasta el 5.0% de granos quebrados; por cada décima que rebase dicho límite y hasta un máximo del 10.0% se descontarán 10 kilogramos por tonelada (77).

#### 2.1.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 8 se presentan análisis de sorgos nacionales. En general, el sorgo no presenta muchas variaciones en su composición, excepto cuando se trata de variedades altas en taninos, o bien el grano venga chico o dañado.

#### 2.1.5 Inspección física.

Olor Característico. Libre de olores a humedad, fermentación, infestación por hongos, insecticidas, fungicidas y rancidez (77).

Color Según la variedad puede ser: café, café rojizo, blanco, amarillo o una combinación de estos colores (4, - 77).

Tamaño Pequeño, comparado con el maíz (4).

Forma Ovales o redondeados; terminados en punta del lado -- germinal de la semilla (4).

#### 2.1.6 Taninos.

##### 2.1.6.1 Importancia.

Como se mencionaba anteriormente, el sorgo contiene normalmente un grupo de compuestos tóxicos conocidos como taninos; la cantidad en que se encuentran presentes depende de la variedad del sorgo. Su importancia en nutrición animal radica en el efecto que tienen estas sustancias sobre el valor nutritivo del sorgo, ya que existe una relación inversamente proporcional entre el contenido de taninos y los valores de energía metabolizable y de aminoácidos disponibles -- del sorgo (104, 112).

Dichas alternaciones son el resultado de la inhibición del proceso digestivo, debida basicamente a los siguientes efectos dañinos de los taninos:

- Efecto astringente e irritante sobre la mucosa del tracto gastrointestinal (118).
- Depresión del consumo de alimento (104, 118).

- Formación de complejos proteína-taninos (44, 118).
- Inhibición de enzimas digestivas (44, 118).

#### 2.1.6.2 Determinación de taninos e interpretación de resultados.

La determinación de taninos no forma parte de un programa de control de calidad rutinario, ya que es mínima la cantidad de sorgo alto en taninos que se maneja en nuestro país. Sin embargo, en ocasiones se encuentran en el mercado variedades ricas en taninos, particularmente sorgos de origen argentino, que requieren de un control de calidad más cuidadoso.

Para una correcta interpretación de los resultados del laboratorio, es conveniente que en el reporte se indique la técnica empleada. A continuación, se mencionan los principales métodos para el análisis de taninos:

- Procedimiento de la vainillina acidificada.-Los taninos se extraen con metanol y el color se lee en un espectofotómetro. En general, se supone que un aumento de 10% en la transmisión corresponde a un incremento de 1% de taninos (103).
- Estimación visual rápida y determinación espectofotométrica de taninos en grano de sorgo.-Este método distingue entre cero, bajo, intermedio y alto contenido de taninos en diferentes variedades de sorgo. El método espectofotométrico se ha desarrollado para detectar bajas concentraciones de taninos por la formación de un complejo azul de Pru

sia. En el Cuadro No. 9 se presenta la interpretación de los resultados (132).

- Prueba sencilla para detectar sorgos con alto contenido de taninos. Esta prueba puede llevarse a cabo en la planta de alimentos, sin necesidad de equipo de laboratorio; es de gran utilidad en la identificación de sorgos altos en taninos.

A base de un tratamiento con blanqueador de ropa e hidróxido de potasio, se disuelve la cubierta externa de la semilla, exponiendo la capa que contiene los taninos; la superficie expuesta se blanqueará mostrando un color claro. Si el sorgo contiene altos niveles de taninos, la superficie de la semilla se observará de un color café oscuro (44).

#### 2.1.6.3 Nivel tóxico.

No se ha definido aún con exactitud el nivel al cual los taninos comienzan a causar problemas de toxicidad. Sin embargo, el nivel mínimo con el que se observaron efectos tóxicos varía entre 0.5% y 0.8% del alimento total (104).

#### 2.1.6.4 Medidas preventivas y/o correctivas.

Como medida preventiva, en caso de contar con sorgo alto en taninos, se recomienda limitar la cantidad del sorgo problema, diluyendo de esta manera la concentración de taninos hasta un nivel inocuo (máximo 0.5% del alimento terminado) (44, 104). Cuando ésto no es posible, se sugiere el uso de cloruro de colina y de 0.15% de metionina sintética adicional por tonelada de alimento terminado (44, 118). Así

mismo, es conveniente castigar el contenido de nutrientes -- del sorgo y así tener un margen de seguridad en formulación.

#### 2.1.7 Tipo y frecuencia de análisis.

- a. Se muestrearán cada furgón y cada camión que se re ciban.

Furgón: Se efectuará un análisis por cada furgón.

Camiones: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un mismo proveedor que se reciban por día.

- b. Tipo de análisis.

Las determinaciones que comprenden a un análisis son: humedad, proteína, micotoxinas, impurezas y granos dañados y/o quebrados.

#### 2.1.8 Recomendaciones.

Para la aceptación del sorgo (Cuadro No. 10).

CUADRO No. 6 ESPECIFICACIONES QUIMICAS OFICIALES DEL SORGO (77).

ESPECIFICACIONES	MAXIMO (%)	MINIMO (%)
Proteína cruda	-	8.0
Grasa cruda	-	2.0
Fibra cruda	2.5	-
Humedad	13.0	-
Cenizas	3.0	-

**CUADRO No. 7 REQUISITOS OFICIALES DE LA PRESENTACION DEL SORGO (77).**

Granos dañados por insectos y/o por calentamiento hasta	2.5% máximo
Materias extrañas o impurezas	1.5% máximo
Granos quebrados	5.0% máximo

CUADRO No. 8 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DEL SORGO

	A	B <sup>1</sup>	C <sup>2</sup>
Humedad (%)	11.1+/-2.21	10.03+/-1.58	10.14+/-1.89
Proteína cruda (%)	8.8+/-1.71	10.12+/-2.95	8.44+/-0.54
Grasa cruda (%)	3.2+/-1.37	2.63+/-1.25	2.65+/-0.76
Fibra cruda (%)	2.8+/-4.18	2.77+/-1.99	2.43+/-0.96
Cenizas (%)	2.8+/-3.86	3.29+/-2.5	1.9+/-0.41
E.L.N. (%)	70.7+/-6.89	68.46+/-11.01	74.42+/-1.95

A.- Tejada H., I., T; 1977 (129)

B.- Rodríguez V., J.G., 1978 (107)

C.- Rodríguez V., J.G., 1978 (107)

1.- Resultados del año de 1976.

2.- " " " " 1977.

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 9 INTERPRETACION DE LA DETERMINACION ESPECTOFOTOMETRICA DE TANINOS (132)

COLOR	CONTENIDO DE TANINOS	CALIFICACION
Azul Oscuro	Alto	1
Azul	Alto	2
Turquesa	Moderadamente alto	3
Verde oscuro	Moderadamente alto	4
Verde	Intermedio	5
Verde limón	Bajo	6

CUADRO No. 10 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DEL SORGO.

	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	-	12.0	2.0
Proteína cruda (%)	8.5	-	0.5
Grano quebrado (%)	-	5.0	-
Grano dañado (%)	-	2.0	0.5
Impurezas (%)	-	2.0	-
Aflatoxinas (p.p.b.)	-	20.0	-

## 2.2 TRIGO

### 2.2.1 Definición.

Se entiende por trigo al grano obtenido de las especies Triticum aestivium y Triticum durum (98).

### 2.2.2 Clasificación.

El trigo para consumo animal no está clasificado oficialmente. En la práctica, se manejan dos tipos de trigo: el duro, que es el que se emplea para la obtención de la harina, y el blando, de menor contenido protéico que el primero (53).

### 2.2.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 11 se señalan las especificaciones que dicta la Norma Oficial Mexicana para el trigo; los factores de deducción aplicables en caso de que el trigo presente algún defecto son los siguientes (98):

Humedad .....	1.16 kg/ton.
Impurezas .....	1.03 kg/ton.
Granos dañados .....	0.25 kg/ton.

### 2.2.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 12 se presentan varios análisis -- bromatológicos del trigo. Cabe hacer notar que el contenido de proteína del trigo blando, normalmente es más bajo que el del duro.

### 2.2.5 Inspección física.

Olor           Característico. Libre de olores extraños como humedad, contaminación micótica o por productos quími--

cos.

**Color**      Amarillo ligero a café claro (4).

**Tamaño**     6 a 8 mm. (4)

**Forma**      Acanalado, con vellosidades en la punta: puede --  
ser redondeado, con forma de corazón (4).

#### 2.2.6 Tipo y frecuencia de análisis.

- a. Se muestreará cada furgón y cada camión que se reciban.

**Furgón:** se efectuará un análisis por cada furgón.

**Camiones:** se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un mismo proveedor que se reciban por día.

- b. Tipo de análisis.

Las determinaciones que comprenden a un análisis son: humedad, proteína, micotoxinas, impurezas y granos dañados y/o quebrados.

#### 2.2.7 Recomendaciones para la aceptación del trigo (Cuadro No. 13).

CUADRO No. 11 ESPECIFICACIONES OFICIALES  
DEL TRIGO (98)

ESPECIFICACIONES	MINIMO (%)	MAXIMO (%)
Humedad	-	12 - 13
Impurezas (a)	-	2 - 3
Granos dañados	-	7.5 - 12

a). Retenidas en zaranda T. de triángulos equiláteros cuyos lados midan 3.17 mm. por lo que los círculos medirán -- 1.98 mm. de diámetro.

CUADRO No. 12 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DEL TRIGO

	A	B	C <sup>1</sup>	D <sup>2</sup>
Humedad (%)	9.2+/-1.09	8.95	12.0	14.0
Proteína cruda (%)	13.7+/-1.52	11.98	13.5	10.8
Grasa cruda (%)	2.2+/-1.16	1.72	1.9	1.7
Fibra cruda (%)	2.1+/-1.5	N.R.	3.0	2.8
Cenizas (%)	2.1+/-0.47	N.R.	2.0	2.0
E.L.N. (%)	70.7+/-3.29	68.07	67.6	68.7

1. Trigo duro

2. Trigo blando

N.R. = No reportado

A. Tejada H., I., 1977 (129)

B. Flores M., J.A., 1981 (54)

C. y D. Allen, R.D., 1986 (3)

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

**CUADRO No. 13 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION  
DEL TRIGO**

ESPECIFICACIONES	MINIMO (%)	MAXIMO (%)	TOLERANCIA (%)
Humedad (%)	-	12.0	2.0
Proteína cruda (%)	12.0	-	-
Fibra cruda (%)	-	2.8	-
Grano dañado (%)	-	2.0	-
Grano quebrado (%)	-	5.0	-
Impurezas (%)	-	2.0	-
Aflatoxinas (p.p.b.)	-	20.0	-

## 2.3 MAIZ

## 2.3.1. Definición.

Se entiende por maíz al grano producido por las gramíneas Zea mays, en sus variedades y los híbridos de éstas -- (53).

## 2.3.2 Clasificación.

A pesar de que existen un sinnúmero de variedades e hibridaciones del maíz, para efectos de este trabajo se hará una clasificación en base al color del grano, considerando -- por lo tanto, los siguientes tipos de maíz:

- a. Blanco.-Se clasificará como maíz blanco, aquel que presente no más del 5.0% de maíz amarillo y que contenga como máximo el 5.0% de maíz oscuro (rojo, azul y morado). Un ligero tinte cremoso, pajizo o rosado no será obstáculo para su clasificación (39).
- b. Amarillo.-Se definirá como maíz amarillo aquel que contenga hasta el 5.0% de maíz blanco y no más de 5.0% de maíz oscuro (39). Debido a su contenido de xantofilas, las cuales le confieren el color amarillo a la semilla y ayudan a la pigmentación de la yema y del pollo, este tipo de maíz es el más codiciado para la alimentación aviar.
- c. Pinto.-Todo aquel maíz amarillo, blanco o mezclado que contenga más del 5.0% de maíces oscuros, será clasificado -- como pinto (39).

## 2.3.3 Especificaciones oficiales:

- a. Únicamente deberá aceptarse aquel maíz que se encuentre seco, limpio y libre de olor a fermentación o putrefacción o infestación por hongos.
- b. Humedad.-El nivel máximo permisible de humedad será del 14%; por cada décima excedente al límite y hasta un máximo del 18.0% de humedad, deberá deducirse un kilogramo por tonelada, modificando de este modo el precio inicial (Cuadro No. 14).
- c. Impurezas.-Únicamente se aceptará el maíz que contenga hasta un máximo de 2.0% de impurezas. El grano que pase a través de una criba o cedazo de 4.76 mm. (12/64"), será clasificado como impurezas. Si se rebasa la tolerancia señalada también se aplicará un castigo al precio contratado (Cuadro No. 15) (39, 98).
- d. Granos dañados.-Se aceptará como máximo un 4.0% de granos dañados por calor y un máximo de 5.5% por insectos. Por cada décima que rebase el 5.0% y hasta el 10.0% se deducirán 250 grs/ton. (95).
- e. Granos quebrados.-Se aceptará un máximo de 2.0%; por cada décima que rebase esta tolerancia se deducirán 500 grs.

#### 2.3.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 16 se presenta la composición de algunas variedades de maíz; a pesar de que no existen diferencias significativas en dichos análisis, puesto que se trata de bromatológicos, las variedades amarillas se distinguen por su elevado contenido de xantofilas, mientras que el maíz opaco-2 se caracteriza por su mayor nivel de lisina (101, --

112).

**2.3.5. Inspección física.**

**Olor**      **Característico.**    Libre de olores como: humedad, --  
fermentación, insecticidas o fungicidas.

**Color**      Según la variedad, puede ser: blanco, crema, amari-  
llo, azul o rojo.

**Forma**      De diente, terminado en punta.

**2.3.6 Tipo y frecuencia de análisis.**

a. Se muestreará cada furgón y cada camión que se reciban.

**Furgones:**    Se efectuará un análisis por cada furgón.

**Camiones:**    Se efectuará un análisis a muestra representa-  
tiva de todos los camiones de un mismo provee-  
dor que se reciban por día.

b. **Tipo de análisis.**.-Las determinaciones que comprenden a un  
análisis son: humedad, grano dañado, grano quebrado, im-  
purezas, proteína y aflatoxinas.

**2.3.7 Recomendaciones para la aceptación del maíz (Cuadro  
No. 17).**

CUADRO No. 14 DEDUCCIONES DE ACUERDO AL GRADO DE HUMEDAD DEL MAÍZ.

Grado de Humedad (%)	Deducción (kg/ton)
14.1 - 14.5	1.0 - 5.0
14.6 - 15.0	6.0 - 10.0
15.1 - 15.5	11.0 - 15.0
15.6 - 16.0	16.0 - 20.0
16.1 - 16.5	21.0 - 25.0
16.6 - 17.0	26.0 - 30.0
17.1 - 17.5	31.0 - 35.0
17.6 - 18.0	36.0 - 40.0

Adaptado de: CONASUPO, Programa de compras de maíz, -- cosecha Invierno 1983/84 (39).

CUADRO No. 15 FACTORES DE DEDUCCION APLICABLES EN CASO DE EXCESO DE IMPUREZAS Y/O GRANOS DE MAIZ DAÑADOS O QUEBRADOS.

D E F E C T O	FACTOR DE DEDUCCION
Impurezas	1.01 kg/ton.
Grano dañado	0.25 kg/ton.
Grano quebrado	0.50 kg/ton.

Adaptado de: Dir. Gral. de Normas Comerciales: Folleto informativo sobre normas de calidad: granos. México, 1982 (92).

CUADRO No. 15 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE DIFERENTES VARIEDADES DE MAIZ

	A	B	C	D
Humedad (%)	9.1	10.2+/-2.13	17.3+/-7.92	10.3+/-2.64
Proteína cruda (%)	8.5	8.2+/-1.09	7.8+/-0.49	7.8+/-1.67
Grasa cruda (%)	4.5	4.3+/-0.76	3.3+/-0.0	4.1+/-0.98
Fibra cruda (%)	2.6	2.1+/-0.59	1.6+/-0.0	2.4+/-2.56
Cenizas (%)	1.3	1.5+/-0.46	1.6+/-0.0	1.6+/-0.54
E.L.N. (%)	73.9	73.9+/-0.85	73.6+/-0.0	73.1+/-3.74

Fuente: Tejada H., I., 1977 (129).

A. Maíz criollo (4-10-801)

B. Maíz amarillo (4-02-992)

C. Maíz opaco-2 blanco (4-11-445)

D. Maíz blanco (4-10-422)

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 17 RECOMENDACIONES PARA LA  
ACEPTACION DEL MAIZ.

	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	-	14.0	-
Proteína cruda (%)	8.0	-	-
Grano dañado (%)	-	5.0	-
Grano quebrado (%)	-	2.0	-
Impurezas (%)	-	2.0	-
Aflatoxinas (p.p.b.)	-	20.0	-

## 2.4 ACEMITE DE TRIGO

### 2.4.1 Definición.

El acemite o cemita de trigo es el subproducto de la molienda del trigo, que consiste principalmente de la capa interna o aleuron, harina y partículas finas de salvado (76). Se emplea ampliamente como vehículo para premezclas.

### 2.4.2 Clasificación.

El acemite de trigo se clasifica oficialmente en un sólo grado de calidad (76).

### 2.4.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 18 se presentan las especificaciones químicas que señala la Norma Oficial Mexicana para el acemite; asimismo, establece que deberá estar libre de insectos y larvas vivas, y que se considerará adulterado cuando se le haya adicionado cualquier materia extraña (76).

### 2.4.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 19 se presenta el análisis químico proximal del trigo. Cabe señalar que el acemite de trigo -- contiene normalmente mayor cantidad de proteína y almidón, y menor cantidad de fibra que el salvadillo de trigo (76).

### 2.4.5 Inspección física.

Olor           Característico. Libre de olores extraños (humedad, contaminación micótica, acidez, rancidez) (41,76).

Color          Crema claro a crema oscura (76).

Granulometría 100% debe pasar por malla 16 (U.S.)

95% debe pasar por malla 20 (U.S.) (41).

#### 2.4.6 Tipo y frecuencia de análisis.

- a. Se muestreará cada camión y cada furgón que se reciban.

Furgones: Se efectuará un análisis por cada furgón.

Camiones: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un mismo proveedor que se reciban por día.

- b. Las determinaciones que comprenden a un análisis -- son: humedad, proteína, fibra y granulometría. En casos de sospecha se analizarán micotoxinas.

#### 2.4.7 Recomendaciones.

Para la aceptación del acemite de trigo (Cuadro No. - 20). A pesar de que la Norma Oficial Mexicana marca un máxi mo de 6.0 de fibra, los análisis indican que puede llegar -- hasta el 8.9%, por lo que se recomienda manejar un límite -- más alto (8.0%).

CUADRO No. 18. ESPECIFICACIONES OFICIALES DEL  
ACEMITE DE TRIGO (76).

ESPECIFICACIONES	MINIMO (%)	MAXIMO (%)
Proteína cruda	16.0	
Grasa cruda	3.5	-
Fibra cruda	-	6.0
Cenizas	-	3.0
Humedad	-	11.0

CUADRO No. 19 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DEL  
ACEMITE DE TRIGO

	A	B	C
Humedad (%)	11.2	11.0	11.0
Proteína cruda (%)	15.8	16.8	15.5
Grasa cruda (%)	3.2	4.2	4.0
Fibra cruda (%)	8.9	8.2	7.5
Cenizas (%)	8.7	8.2	4.5
E.L.N. (%)	52.2	51.6	57.5

A. Tejada H., I., 1977 (129)

B. Allen, R.D., 1986 (3)

C. Cooley, M.L., 1976 (41)

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 20 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION  
DEL ACEMITE DE TRIGO

ESPECIFICACION	MIN. (%)	MAX. (%)	TOLERANCIA
Humedad	-	10.0	2.0
Proteína cruda	16.0	-	-
Fibra cruda	-	8.0	-
Aflatoxinas (p.p.b.)	-	20.0	-
Granulometría	100% debe pasar por malla 16 (U.S.)		
	95% debe pasar por malla 20 (U.S.)		

## 2.5 SALVADO DE TRIGO

### 2.5.1 Definición.

Por salvado de trigo, se entiende el subproducto de la molienda de trigo, que consiste principalmente de la cubierta externa fibrosa del grano (75).

El salvado corresponde a la cubierta externa del grano; está compuesto por las cutículas o tegumentos, con cierta o nula cantidad de almidón (4).

### 2.5.2 Clasificación.

Oficialmente, el salvado se clasifica en un sólo grado de calidad (75).

### 2.5.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 21 se presentan las especificaciones que marca la Norma Oficial Mexicana para el salvado de trigo.

### 2.5.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 22 se presenta el análisis químico proximal del trigo. A pesar de que el valor más alto de proteína que ahí se indica es hasta de 17.0%, comunmente para la formulación de alimentos se considera al 14%; dicho valor es un promedio del salvado de trigo producido en México. (Peñalva, G.; comunicación personal).

### 2.5.5 Inspección Física.

Olor	Característico del producto. Libre de olores extraños y rancidez (75).
Color	Crema a café rojizo (75).
Aspecto	Hojuelas delgadas y ligeramente enrolladas; aque-

llas que corresponden a la parte superior del grano pueden presentar filamentos (4).

**2.5.6 Misceláneos.**

- a. Se considerará adulterado el producto, cuando se le haya adicionado cualquier materia extraña al salvado de trigo (Y-10).
- b. Deberá estar libre de insectos y larvas vivos (75).

**2.5.7 Tipo y frecuencia de análisis.**

- a. Se muestreará cada camión y cada furgón que se reciban.  
**Furgones:** Se efectuará un análisis por cada furgón.  
**Camiones:** Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un mismo proveedor que se reciban por día.
- b. Las determinaciones que comprenden a un análisis son: humedad, proteína y granulometría. En casos de sospecha se analizarán micotoxinas.

**2.5.8 Recomendaciones para la aceptación del salvado de trigo (Cuadro No. 23).**

CUADRO No. 21 ESPECIFICACIONES OFICIALES DEL SALVADO DE TRIGO (75)

ESPECIFICACIONES	MINIMO (%)	MAXIMO (%)
Proteína cruda	14.0	
Grasa cruda	3.0	
Fibra cruda		12.5
Cenizas		6.0
Humedad		11.0

CUADRO No. 22 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DEL SALVADO DE TRIGO

	A	B	C
Humedad (%)	10.6 ± 1.81	11.0 - 15.0	11.0
Proteína cruda (%)	14.5 ± 2.2	13.5 - 17.0	15.8
Grasa cruda (%)	3.2 ± 0.85	3.0 - 4.75	4.1
Fibra cruda (%)	9.8 ± 3.68	9.5 - 12.0	10.0
Cenizas (%)	5.6 ± 1.79	5.0 - 7.0	5.7
E.L.N. (%)	55.1 ± 6.14	58.0 - 44.25	53.4

A. Tejada H., I., 1977 (129)

B. Cooley, M.L., 1976 (41)

C. Mc Dowell et al., 1974 (67)

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 23 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DEL  
SALVADO DE TRIGO

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)		10.0	+ 2.0
Proteína cruda (%)	14.0	-	-
Fibra cruda (%)	-	13.0	-
Granulometría	90% debe pasar por malla No 16 U.S.		
Aflatoxinas (p.p.b.)	-	20.0	-

## 2.6 GLUTEN DE MAIZ

### 2.6.1 Definición.

El gluten de maíz es el residuo de la extracción de la mayor parte de almidón y del germen y de la separación del salvado, durante la obtención del jarabe de maíz, por medio del proceso de molienda húmeda o por tratamiento enzimático del endospermo. Puede contener pasta de germen de maíz y extractos fermentados de maíz (4).

### 2.6.2 Clasificación.

Oficialmente, el gluten de maíz se clasifica en un sólo grado de calidad. Sin embargo, en la práctica se manejan dos tipos de gluten, de 40 y de 60% de proteína cruda, ya que la calidad del mismo varía dependiendo de la cantidad de salvado que contenga. A su vez, el gluten se divide en amarillo o blanco, dependiendo del tipo de maíz con que fué elaborado, variando por lo tanto, su contenido de xantofilas (79, 110).

### 2.6.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 24 se indican las especificaciones que señala la Norma Oficial Mexicana para el gluten de maíz.

### 2.6.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 25 se presenta el análisis químico proximal del gluten de maíz. Como puede observarse en dicho cuadro, el contenido de proteína cruda oscila entre 19.16 y 60.0%, por lo que es conveniente clasificar al gluten de acuerdo a su contenido de proteína. En el mercado nacional se manejan comunmente dos tipos de gluten de maíz: el de 40 y

el de 60% de proteína.

#### 2.6.5 Inspección física.

**Olor** Característico, similar al de las hojuelas de maíz tostadas. Libre de olores extraños, rancidez, con taminación micótica o química (41).

**Color** Amarillo (dorado) hasta ligeramente café (41), si procede de maíz amarillo; blanco en caso contrario.

**Granulometría** 80-90% debe pasar por malla No. 16 (U.S.) (41).

#### 2.6.6 Misceláneos.

a. Contenido de xantofilas.--El glutén de maíz amarillo reviste especial interés en la nutrición aviar, no sólo por su valor nutritivo sino también por su poder pigmentante, por lo que al evaluar su calidad debe considerarse también su con tenido de xantofilas. En el Cuadro No. 26 se presenta el -- contenido de xantofilas del glutén de maíz amarillo.

Cabe mencionar, que dichos valores no son constantes y pueden variar dependiendo de diversos factores tales como la variedad del maíz o sus condiciones de cultivo. Asimismo, es importante señalar que las xantofilas no son estables, por lo que su poder pigmentante se pierde gradualmente durante el al macenamiento (52).

#### 2.6.7 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestreará cada camión y cada furgón que se reci ban.

**Furgones:** Se efectuará un análisis por cada furgón.

**Camiones:** Se efectuará un análisis a muestra repre

sentativa de todos los camiones de un --  
mismo proveedor que se reciban por día.

- b. Las determinaciones que comprenden a un análisis --  
son: humedad, proteína, granulometría y micotoxi--  
nas; si trata de gluten amarillo es conveniente de-  
terminar también xantofilas.

2.6.8 Recomendaciones para la aceptación del gluten de maíz  
(Cuadro No. 27).

CUADRO No. 24 ESPECIFICACIONES OFICIALES DEL GLUTEN DE MAIZ (79)

ESPECIFICACION	MINIMO (%)	MAXIMO (%)
Proteína cruda	40.0	-
Grasa cruda	1.0	-
Fibra cruda	-	6.0
Cenizas	-	6.0
Humedad	-	12.5

CUADRO No. 25 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DEL GLUTEN DE MAIZ

	A	B	C
Humedad (%)	8.1+/-4.03	10.23+/-2.00	12.5
Proteína cruda (%)	27.8+/.8.64	39.60+/4.11	60.0
Grasa cruda (%)	4.0+/-2.62	2.85+/-1.30	1.0
Fibra cruda (%)	5.9+/-2.04	4.85+/-2.69	2.5
Cenizas (%)	8.5+/-5.05	6.55+/-2.45	4.0
E.L.N. (%)	45.5+/-8.12	36.05+/-5.90	20.0

A. Tejada H., I., 1977 (129)

B. Rodríguez V., J.G., 1978 (107)

C. Dies A., G.; Basurto, S., 1984 (46)

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 26 CONTENIDO DE XANTOFILAS DEL GLUTEN DE MAIZ

	A	B	C	D
Proteína cruda (%)	42.0	42.0	60.0	60.0
Xantofilas (mg/kg)	110.0	132.0	230.0	225.5

A. F. Hoffmann. La Roche and Co. AG., 1974 (52)

B. Cooley, M.L., 1976 (44)

C. F. Hoffmann. La Roche and Co. AG., 1975 (52)

CUADRO No. 27 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DEL  
GLUTEN DE MAIZ.

	<u>GLUTEN 40%</u>		<u>GLUTEN 60%</u>	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
Humedad (%)		12.0		12.0
Proteína cruda (%)	40.0	-	60.0	-
Granulometría	90% debe pasar por malla No. 16 (U.S.)			
Xantofilas (p.p.m.)*	80.0	-	175.0	-

\* Sólo en caso de gluten amarillo.

### 3. MELAZA

#### 3.1 Definición.

La melaza es el subproducto de la refinación del azúcar crudo; es un líquido denso y viscoso de color café oscuro, que se separa de la masa cocida final de baja calidad y del cual no se puede cristalizar más azúcar por los métodos usuales e impurezas encontradas (137).

La Asociación Norteamericana de Funcionarios de Control de la Alimentación (AAFO) define a la melaza empleada en alimentación animal como "un subproducto de la fabricación del azúcar de caña, que debe contener el 46% o más del total de azúcares en forma de azúcar invertido" (8).

La densidad de la melaza, determinada por el método de la doble dilución, debe ser igual o mayor a 70.5° Brix, con una humedad no mayor del 27.0% (8, 41).

#### 3.2 Clasificación.

La clasificación de la melaza puede basarse en alguno de los siguientes criterios:

a. Por su origen:

- de caña
- de remolacha
- de almidón

Para efectos de este trabajo, únicamente la de caña resulta de interés, ya que todo el azúcar granulado que se produce en México se obtiene de caña.

b. Por su contenido de azúcares totales y de humedad (122).

c. Por los grados Brix, que son una medida del porcentaje de sólidos. Este es el criterio más empleado para determinar la categoría de la melaza (13, 122).

Es importante recordar que los grados Brix son una expresión del porcentaje de materia sólida por unidad de peso de melaza, y no una medida del nivel de azúcar, como antes se interpretaba.

### 3.3 Especificaciones oficiales.

No existen normas oficiales para la melaza de caña; su comercialización y transporte se rigen mediante decretos publicados en el Diario Oficial de la Federación.

### 3.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 28, se presenta el análisis químico proximal de la melaza, en donde el extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) constituye la mayor parte; esta fracción está formada principalmente por almidones y azúcares solubles y otros productos como pectinas, ácidos orgánicos, mucílagos y cantidades variables de celulosa y lignina (129).

El contenido de cenizas también es alto, entre 8 y 13.6%, aunque es frecuente que alcance un 15%.

Cabe señalar, que tanto el elevado nivel de minerales -- (principalmente sodio, potasio y magnesio) así como la presencia de un azúcar conocido como rafinosa, son factores limitantes del empleo de la melaza en la alimentación de aves y cerdos, ya que pueden desencadenar diarreas (22).

### 3.5 Inspección física.

Olor	Característico. Agradable. Libre de olores que indiquen fermentación.
Color	Café oscuro.
Sabor	Dulce, agradable.
Aspecto	Líquido denso y viscoso.

### 3.6 Misceláneos.

- a. La viscosidad es una propiedad física de la melaza - que ocasionalmente se determina para complementar el esquema de calidad de este producto. En el Cuadro No. 29 se presenta una clasificación de melazas de acuerdo a su grado de viscosidad.

Existe una relación inversamente proporcional entre la temperatura ambiente y la viscosidad; los grados Brix afectan esta propiedad en menor magnitud (13). En caso de que la temperatura fuera baja y se recibiese melaza de alta viscosidad, se sugiere acondicionarla mediante el uso de vapor de agua, para facilitar de este modo el manejo de la misma.

- b. Formación de espuma en la superficie de la melaza.- Este fenómeno puede deberse basicamente a alguna de las siguientes dos causas:

- Fermentaciones.-Además de la espuma se detecta un olor característico. Melazas en proceso de fermentación deberán rechazarse.
- Movimiento de la melaza durante su transporte y manejo.-Hay formación de burbujas de aire más no se detecta ningún olor sospechoso. En estos ca--

sos, se sugiere rociar finamente aceite vegetal o algún agente antiespumante sobre la superficie de la melaza y posponer la descarga de 12 a 24 horas.

### 3.7 Tipo y frecuencia de análisis.

- a. Se muestreará cada furgón cisterna y cada pipa que se reciban.

Furgón cisterna: Se efectuará un análisis a muestra representativa por cada furgón.

Pipas: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todas las pipas que se reciban por día.

- b. Tipo de análisis.-Únicamente se requiere la determinación de los grados Brix.

### 3.8 Recomendaciones para la aceptación de la melaza (Cuadro No. 30).

CUADRO No. 28 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA MELAZA DE CAÑA

	A	B	C
Humedad (%)	22.4+/-10.71	20.0-30.0	26.5
Proteína cruda (%)	3.4+/-2.4	2.5- 4.0	2.9
Grasa cruda (%)	0.9+/-1.31	---	--
Fibra cruda (%)	0.2+/-1.31	---	--
Cenizas (%)	11.1+/-2.48	8.0-12.5	8.1
E.L.N. (%)	69.9+/-9.12	69.5-53.5	62.5

A. Tejada H., I., 1977 (129).

B. Cooley, M.L., 1976 (41).

C. Allen, R.D., 1986 (3).

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 29 VISCOSIDAD DE MELAZAS DE DIFERENTES CALIDADES

Viscosidad S.S.U.* a 32°C (100 F)		
CALIDAD	MAXIMA	MINIMA
Melaza A (primera)	23,000	1,300
Melaza B (segunda)	60,000	6,400
Melaza C (tercera)	250,000	16,500

Tomado de: Soriano T., J., 1984 (122)

\* S.S.U.: significa "Segundos Saybolt Universal"

**CUADRO No. 30 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA MELAZA DE CAÑA**

ESPECIFICACION	MAXIMO	MINIMO	TOLERANCIA
Grados Brix	82.0	79.0	1.0

#### 4. SUPLEMENTOS PROTEICOS

Los suplementos protéicos son aquellos alimentos - que contienen un mínimo de 20% de proteína ( 57 ). Su función primordial en la alimentación animal es ayudar a cubrir el requerimiento de proteína de una ración, pero principalmente, suplir los aminoácidos deficientes en los cereales, los cuales constituyen la mayor parte de la dieta.

Según su origen, podemos clasificarlos en dos grandes grupos, los suplementos protéicos vegetales y los de origen animal. Para fines de este trabajo emplearemos dicha tipificación por ser la mas simple y comunmente empleada. No obstante, cabe mencionar que el método de procesamiento para la elaboración de estos productos puede emplearse también como criterio para una clasificación mas detallada.

Entre los suplementos protéicos vegetales tenemos primeramente a las pastas de semillas de oleaginosas, que son el residuo de la extracción del aceite. Por el volumen consumido en México, las pastas de soya, girasol, cártamo, algodón y en menor cantidad la de ajonjolí, son las de mayor importancia en la alimentación de aves y cerdos (27). Otros ingredientes vegetales empleados como fuente de proteína son las leguminosas integrales, como la soya integral y el frijol precocido, y algunos subproductos de los cereales como el gluten y el germen.

La composición química y el valor nutritivo de los suplementos protéicos de origen vegetal es variable y depende

de diversos factores como la especie o variedad vegetal, la procedencia geográfica (suelo, agua, clima), el estado fenológico, las prácticas agrícolas aplicadas (fertilización, -- riego), los sistemas de recolección, el proceso industrial -- por el cual se obtienen los subproductos y los métodos de ma-- nejo y almacenamiento (128).

En cuanto a los suplementos protéicos de origen . 1 animal, los mas comunmente empleados en la alimentación de aves y cerdos son subproductos de rastros y empacadoras, que em--- plean residuos de la industrialización de mamíferos y aves pa-- ra la elaboración de harinas, tales como las de carne y hueso, sangre, plumas, etc., subproductos lácteos y harinas de pesca-- do.

El valor nutritivo de estos ingredientes también es sumamente variable, dependiendo del tipo de materia prima uti-- lizada en su elaboración y, definitivamente, del proceso al -- cual se someten.

En general, se dice que la proteína animal es de me-- jor calidad que la vegetal, entendiéndose por calidad protéi-- ca la cantidad y proporción de aminoácidos esenciales presen-- tes en una proteína (63). Debido a que los requerimientos de aminoácidos para el crecimiento o producción, guardan estre-- cha relación con la composición aminoacídica de los tejidos -- animales, el perfil de aminoácidos de los suplementos protéi-- cos de origen animal contribuye en forma óptima para las nece-- sidades del crecimiento y producción (112).

Asimismo, el grupo de los suplementos protéicos de origen animal se consideran como una fuente de minerales, -- principalmente de calcio y fósforo, así como de vitaminas del complejo B, aportando además energía a la ración (110).

Guía para la evaluación de suplementos protéicos.

Antes de comenzar con la descripción del control de calidad específico para los diferentes suplementos, se mencionan a continuación algunos conceptos básicos de la evaluación de los ingredientes protéicos:

Existen dos tipos de información necesarios para poder apreciar la calidad de un suplemento protéico (16):

- Orígenes del producto y proceso de obtención.

- Características del producto terminado.-En el Cuadro No. 31 se indican los análisis mas comunes para el control de calidad de los suplementos protéicos tanto de origen vegetal como animal, de acuerdo a las necesidades de una pequeña planta de alimentos. En base a los objetivos específicos de dichas determinaciones podemos clasificarlas en dos categorías: la primera, aquellas pruebas encaminadas al control sanitario y, la segunda incluye a un grupo de análisis para la evaluación del valor nutritivo del producto (Cuadro No. 32).

La inspección de las características físicas de un producto es el primer paso a seguir en ambos tipos de control, ya que si se realiza cuidadosamente, puede ser de gran ayuda para la detección de diversos problemas como productos en es-

tado de descomposición o rancidez, adulteraciones o un mal procesamiento. Por ejemplo, es posible identificar mediante el olor y el sabor una harina de carne rancia, o bien sospechar por el color, que una pasta de soya está demasiado -- cruda o por lo contrario, quemada.

Como parte de la inspección física del producto, es recomendable llevar a cabo un examen microscópico del mismo, que permite identificar los componentes del material examinado, y es una valiosa herramienta para la detección de adulteraciones frecuentemente observadas en los suplementos proteícos (4, 120).

A continuación se describen brevemente algunos de los aspectos más relevantes de las diferentes determinaciones llevadas a cabo para el control sanitario y la evaluación nutritiva de un suplemento proteíco:

#### A. Control Sanitario.

Aquí se incluyen una serie de determinaciones cuyo fin principal es detectar cambios en la composición química normal de un ingrediente, presencia de factores antinutricionales o de sustancias tóxicas que pudieran alterar la salud y la eficiencia de los animales.

##### a). Rancidez.

En general, el término rancidez se ha usado para -- describir los diferentes mecanismos a través de los cuales se alteran las grasas, reduciendo el valor nutritivo del alimento (11, 110, 112).

El grado de deterioro depende del tipo de grasa; - las más susceptibles a estos cambios, son las de origen marino seguidas por las vegetales, y finalmente por las grasas - de animales no marinos (11).

Existen dos tipos de rancidez: la hidrolítica y - la oxidativa. La primera no representa ningún problema para la nutrición animal, ya que además de ser menos frecuente, no interfiere con el valor nutritivo del alimento (11, 112).

La rancidez oxidativa también llamada peroxidación es el deterioro más común de las grasas presentes en los suplementos proteicos, especialmente en los de origen animal. Es el resultado de la acción directa del oxígeno sobre las - grasas, con la consecuente formación de compuestos (hidroperóxidos y otros) que confieren olores y sabores desagradables al alimento (11, 110, 112); además existe el peligro de una combustión espontánea por el sobrecalentamiento del producto (112).

La necesidad de determinar rancidez en las materias primas se basa en los efectos que tiene la presencia de un ingrediente rancio en un alimento terminado y las consecuencias en el animal que lo consume. A continuación se mencionan algunos de estos aspectos:

- Reducción en la palatabilidad del alimento (110, 112).
- Destrucción de vitaminas liposolubles (A, D, E, K) (110).
- Deterioro de pigmentos (11).
- En ocasiones, un ingrediente rancio puede alterar el valor

de otros con los que se ha mezclado.

- Reducción del valor energético del alimento (110, 112).
- Interacción de los peróxidos con las proteínas, generando sustancias que pueden ser dañinas para la salud y disminuyendo el valor nutritivo del alimento (11).
- La presencia de grasas rancias en el alimento puede provocar diarreas en animales de todas las edades (22).
- La rancidez oxidativa es una reacción en cadena; es decir, una vez que hay formación de hidroperóxidos, la degradación de la grasa continuará (11, 112).

#### Determinación del grado de oxidación (rancidez).-

Los métodos empleados para este fin varían desde evaluaciones organolépticas sencillas (olor, sabor), hasta algunos métodos químicos o físicos que requieren de instrumentos más complejos. En general, las evaluaciones organolépticas son poco precisas, por lo que se recomienda enviar una muestra al laboratorio para medir químicamente la intensidad de la oxidación. Existen diversos métodos para este propósito lo que dificulta la interpretación y la comparación de resultados, ya que cuantifican diferentes compuestos de la oxidación.

Una de las pruebas que se aplican con mayor frecuencia es el "índice de peróxidos" (hidroperóxidos); a pesar de ser la más común presenta algunas desventajas, ya que los peróxidos son los productos primarios de la oxidación, y por lo tanto están sujetos a reacciones secundarias de degradación -- (11); además, los hidroperóxidos aparentemente no tienen mal olor ni sabor (132). Por lo tanto, es conveniente buscar --

otras sustancias químicas que se formen durante la autooxidación de las grasas, tales como los compuestos carbonillos, los cuales se encuentran presentes en los productos volátiles de grasas y aceites oxidados. A pesar de que la técnica original es para grasas puede modificarse a fin de aplicarla en otros alimentos. A partir de 7.4 micromoles de carbonilos totales (saturados + insaturados)/gr. de muestra ya se detecta sabor rancio (58, 132).

Otra técnica, que se ha aplicado con éxito en harinas de carne, es el método del índice tiobarbitúrico, que mide el deterioro de lípidos (grasas) extraíbles, por lo que se aplica de preferencia a alimentos con grasa más que en aceites y grasas "puras". Se basa en el incremento del pigmento rojo formado por la reacción del ácido 2-tiobarbitúrico y los lípidos oxidados (58, 132).

Al enviar al laboratorio una muestra de un suplemento protéico de origen animal, principalmente, es conveniente anexar una nota solicitando la determinación de rancidez por cualquiera de los dos métodos antes descritos.

Interpretación de resultados.-Sin importar el método empleado para la determinación de la rancidez, ni el grado de peroxidación reportado, no es conveniente el empleo de productos rancios en la alimentación animal.

Antioxidantes.-Uno de los métodos más comunes de prevenir la oxidación de las grasas es mediante el uso de los diferentes antioxidantes comerciales, tales como la etoxi

quina (E.T.Q.), el butilhidroxianisol (B.H.A.) o el butilhidroxitolueno (B..H.T.); la adición de estas sustancias a -- los suplementos protéicos de origen animal, principalmente -- harinas de carne o de pescado, es muy importante, ya que ayu -- dan a conservar su valor nutritivo, evitando que se enran--- -- cien.

El uso de antioxidantes es una práctica que debe -- rían llevar a cabo todas las plantas procesadoras de aquellos -- subproductos de origen animal que así lo requieran. De hecho, -- la Norma Oficial Mexicana para harina de pescado (DGN-Y-13-- -- 1976) establece que dicho producto deberá estar adicionado -- de un antioxidante. Desafortunadamente, en nuestro país po -- cas plantas se apegan a la ley.

Por lo tanto, para la elección de un proveedor es -- conveniente asegurarse de que su producto realmente viene -- adicionado de un buen antioxidante.

A continuación, se sugieren algunas sencillas medi -- das para evitar el enranciamiento de los ingredientes:

- Al adquirir el producto, asegurarse de que venga adiciona -- do con algún antioxidante. Preferentemente, preguntar --- -- cual es y consultarlo con el nutriólogo o con el médico ve -- terinario zootecnista.
- Conservar el producto empacado, evitando su aereación, y -- de este modo el contacto del oxígeno con la grasa, lo que -- acelera la oxidación.
- Proteger el producto de la luz, de las altas temperaturas

y de contaminaciones metálicas, ya que estos factores pueden acelerar la oxidación.

b). Putrefacción.

La putrefacción de un alimento consiste en una serie de reacciones enzimáticas, llevadas a cabo generalmente por microorganismos contaminantes, que actúan específicamente sobre las proteínas, degradándolas y produciendo sustancias de olor repugnante, conocidas químicamente como polipéptidos y aminas (11). Estos compuestos contienen en ocasiones principios activos que resultan tóxicos para el organismo, ya que pueden afectar los sistemas nervioso y cardiovascular (25).

Existen diversas técnicas de laboratorio que permiten medir el grado de putrefacción de subproductos de origen animal. La prueba de Eber empleada en forma rutinaria a nivel comercial, es muy simple pero de resultados muy subjetivos, ya que únicamente determina si están presentes o no los productos de la descomposición, más no cuantifica el grado de putrefacción, y por lo tanto de toxicidad (50, 121).

Surge la necesidad de utilizar otras técnicas que cuantifiquen de una manera más eficiente el grado de putrefacción.

Se sugiere la determinación de bases volátiles totales, método en que se determina el nitrógeno ( $N_2$ ) amoniacal como indicador de la hidrólisis de proteínas, como la técnica de elección para medir el grado de descomposición tanto -

de la carne como del pescado. La interpretación de esta -- prueba es la siguiente: harinas de buena calidad tendrán en tre 115 y 117 mg. de  $N_2$  amoniacal/100 gr.; contaminadas 450 -500 mg./100 gr. y muy contaminadas 1100 mg./100 gr. (132).

c). Análisis microbiológico.

La importancia que tiene este tipo de exámenes, re side en que los alimentos contaminados con bacterias pueden ser vectores de la transmisión de enfermedades, como en el - caso de la salmonelosis en aves, o bien causar intoxicacio-- nes.

En general, el análisis microbiológico de un pro-- ducto alimenticio se realiza con los siguientes objetivos - (15):

- Determinar si el producto satisface las especificaciones de una norma establecida.
- Rastrear la fuente de infección de un microorganismo que - esté produciendo enfermedad.
- Checar el proceso de manufactura y así corregir o prevenir cualquier error en los métodos de producción. Esto puede aplicarse en plantas procesadoras de materia prima, o bien en la planta de alimento.

Para los objetivos de este manual, el primer caso - es el de mayor interés, y a medida que se discutan los dife-- rentes ingredientes, se indicará si es necesario o no solici-- tar el examen bacteriológico.

El segundo caso, en el que se realiza un rastreo pa

## d). Aflatoxinas.

Los suplementos protéicos de origen vegetal son más susceptibles de ser contaminados por hongos que los de origen animal; al igual que en los cereales, el máximo permisible de aflatoxinas es de 20 p.p.b. (130)

## e). Factores antinutricionales.

Con este término nos referimos a un grupo de compuestos presentes en los suplementos protéicos de origen vegetal, que son detrimentales del valor nutritivo de estos ingredientes. Es decir, afectan la utilización de los nutrimentos del alimento. Se trata de toxinas vegetales, conocidas tecnicamente como fitotoxinas, que son sustancias que forman parte de la composición química normal de la planta; dada la -- gran variación en la estructura química de las fitotoxinas, -- sus efectos en el organismo también son muy diversos y, dependiendo de factores tales como la especie, la raza, la edad, -- el sexo y el estado nutricional del animal que las ingiere, -- varía la sensibilidad a las mismas (115).

Debido a la necesidad de más y mejores fuentes de -- proteína, se han desarrollado técnicas para eliminación de fitotoxinas. Las más comunes son tratamiento con vapor o detrificación química; asimismo, se han desarrollado nuevas variedades vegetales menos tóxicas (115). El proceso térmico -- a que se someten las pastas de oleaginosas, con objeto de reducir sus factores tóxicos, afecta indudablemente su calidad nutritiva, ya que si el calentamiento es muy agresivo, disminuye la disponibilidad de aminoácidos, por la formación de --

ra identificar una fuente de infección, generalmente será por órdenes del médico veterinario zootecnista.

El problema llamado "intoxicación alimenticia" puede ser causa de la ingestión de toxinas producidas por bacterias, que pueden no estar viables al momento del consumo, pero que lo estuvieron antes, y de la ingestión de microorganismos vivos que se multiplicarán en el intestino después de sumido el alimento (15).

La determinación de coliformes en el alimento, grupo de bacterias entéricas como Escherichia coli, es un indicador de contaminación fecal, así como de la posible presencia de Salmonella (15, 124). Sin embargo, debe considerarse que, en algunas ocasiones, la ausencia de E. coli puede dar resultados falsos con una muestra que, aunque libre de esta, puede contener Salmonella. En estos casos, el laboratorio debe tratar de aislar directamente la Salmonella utilizando medios de cultivo selectivos y diferenciales (15).

Además, de los patógenos intestinales bien conocidos, existen evidencias de que grandes cantidades de algunas especies de Bacillus o Streptococcus en los alimentos pueden producir intoxicación alimenticia. Entre las bacterias que pueden producir intoxicación alimenticia con más frecuencia destacan: Salmonella, Shigella, Clostridium perfringens, -- Clostridium botulinum y Staphylococcus aureus (15).

En el Cuadro No. 32 se indica el número máximo de colonias aceptables por gramo de alimento analizado.

ciertos complejos formados entre las proteínas y los carbohidratos (112).

Sin embargo, para poder emplear un ingrediente con seguridad, es necesario verificar que los factores detrimen-  
tales hayan sido eliminados.

Entre los principales factores antinutricionales de las leguminosas como la soya, se encuentran los inhibidores de la tripsina, las hemaglutininas y las saponinas, los cuales son destruidos por el calor. Existen diversos métodos para determinar los factores antitripsínicos y las hemaglutininas, pero la técnica de la actividad ureásica es el más común. Además, dicha prueba es una medida indirecta del proceso del calentamiento a que fue sometida la pasta de soya, ya que se cuantifica la destrucción de la ureasa, una enzima contenida en la soya, que hidroliza la urea en sus componentes; es practicamente paralela a la destrucción, de otros factores detrimen-  
tales como antitripsínicos y hemaglutininas (110, 112, 115, 132).

Entre los factores tóxicos de la pasta de algodón, de mayor importancia en la nutrición de aves y cerdos, se encuentra el gosispol y los ácidos ciclopropanoídes y ciclopropanoídes (115).

En el caso de la pasta de nabo, los glucosinolatos y el ácido erúico son los principales agentes tóxicos que pueden limitar su uso, y por lo tanto, debe controlarse la cantidad en que se encuentren presentes (115).

f). Urea/Sales de amonio.

En ocasiones, se adicionan urea o sales de amonio - con el fin de aumentar el nitrógeno total del alimento, y por lo tanto el contenido de proteína cruda. Este tipo de adulteraciones es frecuente observarlas en suplementos de origen animal, como harinas de pescado o de carne (48, 120).

Afortunadamente, la urea es de muy baja toxicidad para los animales monogástricos; las sales de amonio, por lo contrario, si resultan tóxicas para aves y cerdos, en aproximadamente 1.5 gr/kg. de peso vivo (25, 109).

Para la detección de estas sustancias en los suplementos protéicos puede emplearse el examen microscópico, como primer paso; si bien no siempre es posible observar los cristales de dichas sustancias, ya que se puede dar el caso en que hayan disuelto los adulterantes en agua, para despues -- agregar la solución en los ingredientes.

Al microscopio, la urea puede aparecer como cristales pequeños, bolitas o pedazos blancos, muy solubles en agua.

Aquellas plantas de alimento que no cuenten con el equipo requerido para realizar el análisis microscópico tendrán que solicitar la determinación de urea y sales de amonio al laboratorio.

Si los resultados del laboratorio fueran positivos a urea o sales de amonio, no deberá emplearse el producto en cuestión y deberá presentarse una reclamación ante el proveedor.

g). Determinación de pesticidas y minerales especiales.

Este tipo de determinaciones no forman parte de las incluidos en un programa de control de calidad normal; su utilidad se hace manifiesta cuando existe un cuadro clínico que sugiera intoxicación por alguna de estas sustancias; por lo tanto, es el médico veterinario zootecnista quien decidirá cuándo y qué determinar.

Sin embargo, en el caso de harinas de carne y hueso sospechosas de contener elevados niveles de subproductos de la tenería, es recomendable solicitar la determinación de cromo, puesto que en dicha industria se emplea el ácido crómico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) o algunos de sus derivados como el bicromato de potasio ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) como reactivos para el curtido del cuero; ambos productos son altamente tóxicos, por lo que deberán rechazarse aquellas harinas que los presenten (105).

#### B. Evaluación del valor nutritivo.

En esta sección del control de calidad incluimos aquellas determinaciones que arrojan información sobre la composición química y la digestibilidad de un ingrediente, como pautas para la evaluación de su valor nutritivo.

Antes que nada es conveniente recordar algunos conceptos básicos de la nutrición protéica de aves y cerdos, de modo que pueda entenderse con claridad la información que posteriormente se discutirá.

Las proteínas desempeñan un papel muy importante -

en las funciones biológicas del organismo, entre las que se cuenta principalmente la regeneración y formación de tejidos, la síntesis de enzimas, anticuerpos y hormonas, y como constituyentes de la sangre. Además, forman parte del tejido conectivo de los animales, de la piel, del pelo y de otros tejidos rígidos estructurales.

Las proteínas están constituidas por aproximadamente un 16% de nitrógeno, elemento de gran importancia para el desarrollo y bienestar de los seres vivos; tanto en el caso de los animales como del hombre ese nitrógeno debe ser proporcionado en forma de proteínas.

Los productos finales de la digestión de las proteínas son los aminoácidos, por lo que en realidad debe hablarse de un requerimiento de aminoácidos más que de proteína, la cual además deberá ser de buena calidad (112).

Esto se refiere a la proporción de aminoácidos --- esenciales contenidos en una proteína, entendiéndose por aminoácidos esenciales aquellos que el organismo no puede sintetizar a la velocidad necesaria para cubrir sus requerimientos (63).

Actualmente las dietas no se formulan únicamente en base al requerimiento de proteína como tal, sino al requerimiento dietético de:

- Nitrógeno no específico, necesario para sintetizar los aminoácidos no esenciales (74).
- Cantidades específicas de aminoácidos esenciales (74).

Se han desarrollado diversos métodos químicos y -- biológicos para la evaluación de la proteína de los alimen-- tos. Generalmente las pruebas biológicas arrojan resultados más precisos; sin embargo, son tardadas y de elevado costo, por lo que se emplean para investigación. Para los objetivos de este manual se sugieren algunos métodos químicos que son mas rápidos y de menor costo (Cuadro No. 31).

a). Análisis químico proximal.

El análisis químico proximal (AQP) es el punto de partida para la evaluación de un alimento; sin embargo, los resultados que se obtienen del mismo deben interpretarse tomando en cuenta sus limitaciones, ya que determina grupos de compuestos con características físico-químicas semejantes pero con diferente valor nutritivo.

El AQP consta de las siguientes determinaciones: - humedad, proteína cruda, cenizas, grasa cruda o extracto etéreo, fibra cruda y, por diferencia, extracto libre de nitrógeno (9, 13).

Para la evaluación de un suplemento protéico, la - información que a primera vista debe interesarnos más, es la cuantificación de proteína cruda (PC). La vinculación de - las demás determinaciones con el valor nutritivo de los diver- sos suplementos protéicos se discutirá simultaneamente a la explicación específica de cada ingrediente. Por el momento, fijaremos la atención en la importancia de la determinación - de PC describiéndola brevemente e indicando sus principales - limitantes (131).

El método que sugiere la Asociación Oficial de Químicos Analíticos de los E.U.A. (A.O.A.C.) para proteína cruda se conoce técnicamente como "método de Kjeldahl". Se emplea el término "proteína cruda" para indicar que es una técnica indirecta, puesto que este análisis no detecta proteína como tal, sino más bien el contenido de nitrógeno de un alimento, es decir, se parte de la suposición de que todo el nitrógeno de la muestra es de origen protéico, lo cual no es correcto, ya que en los alimentos hay compuestos, diferentes a las proteínas, que también contienen nitrógeno, el cual se incluye en el resultado final de PC, sobreestimando el valor de la misma (9, 131).

Desafortunadamente, esta limitante hace que los suplementos protéicos sean vulnerables a la adulteración con productos altamente nitrogenados como la urea o las sales de amonio; al añadir estos compuestos a los alimentos se aumenta el contenido de "proteína cruda", mientras que el contenido de proteína verdadera permanece inalterado. El análisis de PC no detecta este tipo de fraudes.

Otro limitante del método del PC es el que no dice nada acerca de la calidad de la proteína del material analizado. En realidad, su utilidad en la evaluación del valor nutritivo se basa en que como casi todo el nitrógeno presente en los alimentos se localiza en las proteínas, la relación entre nitrógeno y proteína es lo suficientemente estrecha para poder obtener una estimación adecuada del contenido de proteína, más no de su calidad (131).

A pesar de los inconvenientes antes señalados, el análisis de PC sigue siendo uno de los elementos más importantes de un programa de control de calidad de ingredientes para alimentación animal, siempre y cuando exista conciencia de sus limitantes.

b). Digestibilidad en pepsina.

La digestibilidad de la proteína es una medida de la porción de la proteína cruda que puede ser digerida por el animal. ( 63 ) En otras palabras, indica el porcentaje de proteína que se hidroliza en el aparato digestivo y, que se absorbe en la sangre.

El método más común para determinar la digestibilidad de la proteína de un suplemento protéico es la prueba de digestibilidad en pepsina al 0.2% (9).

Es útil como indicador de fuentes de proteína deterioradas durante su procesamiento o almacenamiento; sin embargo, a menudo los resultados acusan muy poca correlación con la calidad nutritiva real del producto analizado, lo cual se debe a que en los animales intervienen factores que no se toman en cuenta en los análisis químicos (17, 42, 112).

La pepsina es una enzima digestiva secretada en las regiones fúndica y pilórica del estómago, y que en presencia de un medio ácido desdobra las proteínas del alimento (47). A pesar de que en el laboratorio tratan de simularse las condiciones del tracto digestivo para la digestión de proteínas, difícilmente se igualan. Por lo tanto, los resul

tados del porcentaje de digestibilidad en pepsina obtenidos in vitro no deberán confundirse con la digestibilidad verdadera; deben interpretarse como una evaluación del procesamiento al que fue sometido el producto en cuestión (42).

Para una mayor confiabilidad en los resultados de esta prueba, se sugieren las siguientes modificaciones al método convencional del AOAC, mismas que sería conveniente solicitar al laboratorio, cuando se envíe una muestra para la determinación de digestibilidad.

- A pesar de que el método oficial AOAC es con pepsina al 0.2%, se ha observado que existe cierto error a esta concentración, ya que no discrimina correctamente entre un producto de buena y de mala calidad (9, 42, 61).

A menor concentración de pepsina, aumenta la sensibilidad de la prueba, especialmente para la evaluación de subproductos de origen animal. Por lo tanto, es recomendable realizar las determinaciones con pepsina al 0.002% (61) ó al 0.0002% (132), además de lo señalado por el AOAC (9).

- En condiciones naturales, las células del estómago secretan simultáneamente pepsina (en forma de pepsinógeno) y ácido clorhídrico, el cual acidifica el medio permitiendo la acción de la pepsina sobre las proteínas. En el análisis de digestibilidad péptica, también se añade este ácido a la solución de pepsina.

Sin embargo en el resultado final de la prueba no se especifica la cantidad de proteína que es digerida por el

ácido, es decir, la cantidad de nitrógeno solubilizado por el ácido. Por lo tanto, la verdadera digestibilidad se está sobreestimando, ya que la proteína digerida por el ácido se considera como si hubiese sido digerida por la pepsina (42).

Para evitar este tipo de errores y aumentar la sensibilidad de la prueba, puede hacerse una correlación del ácido, incluyendo con cada muestra que está siendo analizada un "control", al cual sólo se le añade ácido (sin pepsina). El porcentaje de digestibilidad se determina en la forma habitual para los tratamientos "pepsina + ácido" y "solamente ácido". El valor final de "nitrógeno digestible en pepsina corregida para ácido" se calcula de la siguiente forma:

$$\begin{array}{l} \text{Nitrógeno digestible} \\ \text{en pepsina corregida} \\ \text{para ácido} \end{array} = \frac{100 (P-A)}{(100-A)}$$

en donde P = porcentaje de nitrógeno digestible en pepsina, y  
A = porcentaje de nitrógeno soluble en ácido (42,61).

A manera de conclusión, podemos decir que tanto las concentraciones más bajas de pepsina como la correlación del ácido, acentúan las diferencias entre los productos analizados. Es por ello, que al enviar una muestra al laboratorio para la determinación de su digestibilidad en pepsina, es conveniente solicitar que se realice con las modificaciones antes citadas.

c). Nitrógeno no protéico.

Este método determina el nitrógeno no protéico ---

de los alimentos. El nitrógeno no protéico (NNP) puede provenir de compuestos altamente nitrogenados como la urea y -- las sales de amonio y otras sustancias como los ácidos nucleicos y las glucosaminas (132).

d). Determinación de calcio, fósforo y cloruro de sodio.

Los suplementos protéicos de origen animal son ricos en calcio, fósforo y cloruro de sodio, por lo que la determinación de estas sustancias es importante a fin de no incurrir en errores de formulación.

Además, para el caso de harinas de carne específicamente, en base al contenido de fósforo, se determina si se trata de una harina de carne o de carne y hueso. Aquellas harinas con más del 4.4% de fósforo siempre se considerarán como de carne y hueso (4).

CUADRO No. 31 ANALISIS MAS COMUNES PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE UN SUPLEMENTO PROTEICO.

DETERMINACION	ORIGEN ANIMAL	ORIGEN VEGETAL
Características físicas	Si	Si
Análisis químico proximal (AQP)	Si	Si
Calcio (Ca)	Si	No
Fósforo (P)	Si	No
Cloruro de sodio (NaCl)	Si	No
Otros minerales	Solo en casos especiales	No
Digestibilidad en pepsina	Si	No
Rancidez	Si	No
Putrefacción	Si	No
Microbiológico	Si	Solo en casos especiales
Micotoxinas	Solo en casos especiales	Si
Pesticidas	Solo en casos especiales	Solo en casos especiales
Factores antinutricionales	No	Si
Urea/Sales de amonio	En caso de sospecha	En caso de sospecha
Nitrógeno no protéico	En caso de sospecha	En caso de sospecha

**CUADRO No. 32 PRUEBAS PARA EL CONTROL SANITARIO Y EVALUACION NUTRITIVA DE UN SUPLEMENTO PROTEICO.**

**A). CONTROL SANITARIO**

1. Características físicas
2. Rancidez
3. Putrefacción
4. Microbiológico
5. Pesticidas
6. Factores antinutricionales
7. Minerales especiales
8. Aflatoxinas
9. Urea/sales de amonio

**B). EVALUACION NUTRITIVA**

1. Características físicas
2. Análisis químico proximal
3. Calcio
4. Fósforo
5. Cloruro de sodio
6. Digestibilidad en pepsina
7. Nitrógeno no protéico

**CUADRO No. 33 LIMITE DE MICROORGANISMOS CONTAMINANTES VIABLES SUGERIDOS PARA LA ACEPTACION DE SUPLEMENTOS PROTEICOS DESTINADOS A LA ALIMENTACION ANIMAL**

MICROORGANISMOS	No. DE COLONIAS POR GRAMO
Bacterias viables	100,000
Levaduras y mohos viables	100
Enterobacterias	10
Salmonella spp.	1 por 50 g.
Staphilococcus aureus	1
Clostridia, total	1,000
Clostridium perfringens	100
Streptococci lancefield, gpo. D	10,000

Adaptado de: Bautista J., M.: Metodología para la evaluación de bioproteínas. IV Reunión Proteína-Aminoácidos (Memorias) México, D.F., 1982. FERMEX (PAG GUIDE LINE No. 15, 1974).

## 4.1 PASTA DE AJONJOLI

### 4.1.1 Definición.

La pasta de ajonjolí es el producto obtenido de la molienda de la semilla después de que la mayor parte del aceite ha sido extraído por medios mecánicos o por solventes (94).

### 4.1.2 Clasificación.

Oficialmente, la pasta de ajonjolí se clasifica en dos grados de calidad, según su obtención, por métodos mecánicos o por solventes (94).

### 4.1.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 34 se presentan las especificaciones que dicta la Norma Oficial Mexicana para la pasta de ajonjolí. A pesar de que en la tabla de especificaciones no se especifica el proceso de extracción podemos deducir que el grado A se refiere a la pasta de ajonjolí obtenida por solventes; debido al menor contenido de grasa (0.5%) y al mayor contenido de proteína cruda (47%); mientras que la pasta de ajonjolí, grado B debe provenir de extracción mecánica, ya que es más baja en proteína (43%), pero más rica en grasa (5.0%).

### 4.1.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 35 se presenta el análisis químico proximal de cinco pastas de ajonjolí.

El porcentaje de proteína cruda de dichas pastas de ajonjolí varía entre 30.65 y 48.15; por lo tanto, podemos considerar que el promedio de proteína cruda de la pasta de ajonjolí es de 41.06%.

#### 4.1.5 Inspección física.

- Olor**            Característico del producto, libre de solventes, -- rancidez o a hongos (94).
- Sabor**            Agradable, semejante a la nuez y ligeramente dulce (41).
- Color**            Varios tonos de café y gris claro (41, 94).
- Granulometría**    .2% (máx.) retenido en criba NOM 2.5 M, con abertura de malla 2.38 (Tyler 8; U.S. 8) (94).

#### 4.1.6 Tipo y frecuencia de análisis.

- a. Se muestreará cada furgón y cada camión que se reciban.

**Furgones:** Se efectuará un análisis por cada furgón.

**Camiones:** Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un -- mismo proveedor que se reciban por día.

- b. Tipo de análisis.

Las determinaciones que comprenden a un análisis -- son: humedad, proteína, grasa, granulometría y microscopía; bacteriológico y micotoxinas son eventuales.

#### 4.1.7 Recomendaciones para la aceptación de la pasta de ajonjolí (Cuadro No. 36).

CUADRO No. 34 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA PASTA DE AJONJOLI (94)

ESPECIFICACIONES	GRADO A		GRADO B	
	MIN. (%)	MAX. (%)	MIN. (%)	MAX. (%)
Proteína cruda	47.0	-	43.0	-
Fibra cruda	-	8.0	-	10.0
Grasa cruda	0.5	-	5.0	-
Humedad	-	12.0	-	12.0
Cenizas	-	10.0	-	12.0

CUADRO No. 35 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA PASTA DE AJONJOLI

	A	B	C	D	E
Humedad (%)	6.9 ± 2.09	9.06 ± 1.48	8.61	5.46	6.4
Proteína cruda (%)	39.4 ± 8.75	46.28 ± 0.77	35.7 - 36.74	40.34 - 43.42	42.0
Grasa cruda (%)	6.2 ± 2.72	0.84 ± 0.44	12.33	5.44	7.0
Fibra cruda (%)	7.9 ± 5.38	7.99 ± 0.8	7.73	8.86	6.5
Cenizas (%)	10.7 ± 2.59	11.15 ± 2.25	8.25	8.83	12.0
E.L.N. (%)	29.2 ± 7.86	25.01 ± 2.64	26.34	26.99	26.1

A. Tejada H., I., 1977 (129)

B. Rodríguez V., J.G., 1978 (107)

C. y D. Flores M., J.A., 1981 (54)

E. Allen, R.D., 1986 (3)

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 36 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION  
DE LA PASTA DE AJONJOLI

ESPECIFICACION	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	-	10.0	2.0
Proteína (%)	43.0	-	2.0
Grasa (%)	4.0	-	-
Fibra (%)	-	8.0	2.0
Aflatoxinas (p.p.b.)	-	20	2.0
Granulometría	2% (máx.) retenido en malla U.S.8		

## 4.2 PASTA DE ALGODON (HARINOLINA)

### 4.2.1 Definición.

La pasta de algodón o harinolina es el producto obtenido de la molienda de semillas de algodón, que previamente han sido prensadas y/o extraídas por solventes (96).

### 4.2.2 Clasificación.

Oficialmente, la harinolina se clasifica en dos grados de calidad: el A, con un mínimo de 43% de proteína y un máximo de 1% de grasa, y el B, con un mínimo de 40% de proteína y un máximo de 5% de grasa. En ninguno de los dos casos se especifica el proceso de obtención.

Sin embargo, en la práctica es frecuente encontrar harinolinas, cuyo contenido de grasa cruda rebasa los límites superiores. Esta extracción deficiente, se debe principalmente a que el aceite de algodón no juega un papel tan importante para la alimentación, ya que contiene ciertos factores tóxicos, que se discutirán más adelante (Peñalva, G., comunicación personal).

Otro criterio para la clasificación de la harinolina - podría ser en base al proceso industrial al que fué sometida, ya que la composición química de la pasta depende en gran parte del proceso; los métodos de extracción más comunes son el de prensa, pre-prensa solvente y el de solventes (24).

### 4.2.3 Especificaciones oficiales.

En el cuadro No.38 se presenta el análisis químico proximal de la harinolina obtenida por los tres procesos más co

munes.

Las principales diferencias se encuentran en el contenido de grasa, cuyo valor más alto es el de la pasta de algodón, obtenida por prensado.

La fibra y la proteína, cuyos valores son inversamente proporcionales, dependen de varios factores como el grado de extracción del aceite, la cantidad de cascarilla que permanece con las almendras antes del proceso y de la cantidad que se agrega al final de proceso (24).

#### 4.2.5 Factores tóxicos.

La semilla de algodón contiene diversas sustancias tóxicas de importancia en alimentación animal: el gossipol y -- unos ácidos grasos con anillo ciclopropanoide (110, 112).

4.2.5.1 El gossipol es un pigmento liposoluble que no es totalmente eliminado en el proceso de extracción del aceite -- (24).

Se encuentra en dos formas químicas: el gossipol combinado y el libre, siendo este último el más tóxico (24, 101).

El contenido de gossipol libre de la harinolina varía -- dependiendo de la variedad de semilla con que se elaboró la pasta, y del proceso de obtención de la misma, siendo más -- elevado en las harinolinas obtenidas por solventes, y menor en las de origen mecánico (24, 110).

El gossipol puede ser causa de las siguientes alteraciones:

a. Efecto tóxico.--La intoxicación por gossipol es acumulati-

va; en general, los síntomas que se observan con mayor frecuencia en las distintas especies son: disminución en la ganancia de peso, anorexia, anemia y muerte en casos agudos. - En cerdos, la muerte se produce 4-8 semanas después de haber empezado a ingerir el gosipol. Del examen patológico, en general se observan los siguientes cambios: congestión, edema generalizado, agrandamiento de la vesícula biliar y hemorragias (24, 101, 110).

b. Alteraciones del color de la yema.-Pequeñas cantidades de gosipol son transferidas al huevo, donde se lleva a cabo lentamente una reacción química entre el gosipol y los componentes de la yema, lo que resulta en el oscurecimiento de misma. Esto es específicamente notable en huevo que permanece refrigerado por un período de tiempo largo (110).

c. Efecto detrimental sobre la calidad nutritiva de la proteína de la harinolina.-El gosipol libre tiende a combinarse con ciertos grupos reactivos de los aminoácidos de la harinolina, formándose el gosipol ligado o combinado. De este modo, disminuye la cantidad de gosipol libre, tóxico para el animal, pero a su vez, se reduce la disponibilidad de los aminoácidos, afectando principalmente a la lisina y a la arginina, esenciales para el organismo (101).

Por lo tanto, la harinolina obtenida por métodos mecánicos contiene menos gosipol libre, pero más lisina indisponible que la obtenida por solventes (101).

Al interpretar los resultados del análisis de una pasta de algodón, deben contemplarse los siguientes aspectos:

- a. Los análisis de gosispol libre y total de una harinolina no deben considerarse como una medida absoluta de la actividad biológica del gosispol, ya que esta depende de diversos factores nutricionales como la proteína, la energía, la lisina, el calcio, el hierro y los antibióticos de la dieta, así como de la especie animal de que se trate (24, 118).
- b. Las grasas son el medio de absorción del gosispol; por lo tanto, a mayor contenido de grasa en una harinolina, mayores precauciones deberán observarse en su empleo (118).

Existe controversia entre la Norma Oficial Mexicana y la literatura consultada en cuanto al límite máximo de gosispol tolerado por los animales.

La Norma Oficial Mexicana establece un máximo de 0.1% de gosispol libre, mientras que fuentes extranjeras señalan un máximo de 0.06 a 0.04% de gosispol libre como nivel de seguridad para harinolinas destinadas para la alimentación de aves y cerdos (24, 118).

Existen diferentes medidas para prevenir los efectos nocivos del gosispol, tales como cambios en la cantidad y calidad proteínica de la dieta, y/o adición de sales minerales, hidróxido de calcio y sulfato ferroso. Entre las más efectivas, esta la inclusión de sulfato ferroso en el alimento (24).

Existen dos criterios a seguir en la dosificación de sulfato ferroso. Uno es en base al contenido de gosispol libre de la harinolina; en este caso se recomienda agregar 4 partes de sulfato ferroso por cada una de gosispol libre. Así, si la concentración de gosispol fuera de 0.01% (100 p.p.m.),

se suplementaría con 400 p.p.m. de sulfato ferroso (24, 101, 112).

El segundo criterio se basa en el contenido de grasa de la harinolina estableciendo la siguiente regla: para pastas cuyo porcentaje de grasa sea de 1.0 - 1.5% se recomienda utilizar 250 grs. de sulfato ferroso por tonelada de alimento terminado, y por cada 0.5 más de grasa, adicionar 100 grs. de sulfato ferroso (Peñalva, comunicación personal).

#### 4.2.5.2 Los ácidos grasos con anillo ciclopropanoide.

Estos compuestos tóxicos revisten menor importancia -- que el gopipol, sin embargo, pueden ser causa de retardo de la madurez sexual en pollas y alta mortalidad en embriones de pollo (111). Además, ocasionan acumulación de grasa en diversos tejidos (49, 112), y son responsables de cierta coloración rosa de las claras y cambios en la consistencia del huevo (110, 112).

#### 4.2.6 Inspección física.

**Olor** Característico del producto, libre a solventes, a putrefacción o a hongos (96).

**Color** De amarillo claro a amarillo oscuro, con partículas café o negras provenientes de la cáscara de la semilla y no por exceso de calentamiento (96).

Una coloración café muy oscura puede deberse a las siguientes dos causas: a.- calentamiento excesivo y b.- largo tiempo de almacenamiento (41).

**Sabor** Característico del producto; no debe ser desagradable

al paladar. Ligeramente dulce y puede semejarse al sabor de la nuez (41).

Granulometría - 5% (máx.) retenido en criba 2.5 M, con abertura de malla 2.38 mm. (Tyler 8; U.S. 8) (96).

- 15% (máx.) retenido en criba 4 M, con abertura de malla 1.68 mm. (Tyler 10; U.S. 12) (96).

#### 4.2.7 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestreará cada furgón y cada camión que se reciban:

Furgones: Se efectuará un análisis por cada furgón.

Camiones: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un mismo proveedor que se reciban por día.

b. Las determinaciones que comprenden a un análisis son: humedad, proteína cruda, grasa cruda, aflatoxinas y granulometría. Determinar gosispol en casos de sospecha.

CUADRO No. 37 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA HARINOLINA (96)

ESPECIFICACIONES	GRADO A		GRADO B	
	MIN. (%)	MAX. (%)	MIN. (%)	MAX. (%)
Proteína cruda	43.0	-	40.0	-
Fibra cruda	-	12.0	-	14.0
Grasa cruda	-	1.0	-	5.0
Humedad	-	12.0	-	12.0
Gosipol libre	-	0.10	-	0.10
Cenizas	-	7.0	-	9.0

CUADRO No. 38 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA HARINOLINA

	A	B	C <sup>1</sup>	D <sup>2</sup>	E <sup>3</sup>
Humedad (%)	6.5+/-1.71	8.3+/-1.26	10.1	8.6	9.6
Proteína cruda (%)	36.0+/-5.96	43.01+/-2.13	41.0	41.0	41.0
Grasa cruda (%)	4.5+/-2.21	1.22+/-1.02	0.81	3.9	2.1
Fibra cruda (%)	14.7+/-5.95	11.03+/-1.77	12.7	12.6	11.3
Cenizas (%)	7.2+/-2.36	6.56+/-0.28	6.4	6.2	6.4
E.L.N. (%)	30.8+/-6.10	25.88+/-1.94	28.99	27.7	29.6

1. Harinolina obtenida por el método de pre-pensa-solvente
  2. " " " " " mecánico (prensado)
  3. " " " " " de solventes
- A. Tejada H., I., 1977 (129)  
 B. Rodríguez V., J.G.; 1978 (107)  
 C., D. y E. Allen, R.D., 1986 (3)
- E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 39 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA HARINOLINA

ESPECIFICACIONES	MAXIMO	MINIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	10.0	-	1.0
Proteína cruda (%)	-	40.0	-
Gosipol libre (%)	0.05	-	-
Aflatoxinas (p.p.b.)	20.0	-	-
Granulometría	5% (máx.) retenido en criba U.S. 8 15% (máx.) retenido en criba U.S. 12 90% debe pasar por malla No. 16 U.S.		

### 4.3 PASTA DE CARTAMO

#### 4.3.1 Definición.

La pasta de cártamo es el producto obtenido de la molienda de la semilla de cártamo, después de que la mayor parte del aceite ha sido extraído por medios mecánicos y/o por solventes, tales como hexano o solventes hidrocarburos homólogos (90).

#### 4.3.2 Clasificación.

Oficialmente, la pasta de semilla de cártamo se clasifica en un sólo grado de calidad; sin embargo, podría clasificarse de acuerdo al método de obtención (mecánico o por solventes). La pasta de cártamo tamizada, conocida como cartarina, se discutirá aparte.

#### 4.3.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 40 se presentan las especificaciones que dicta la Norma Oficial Mexicana para la pasta de cártamo.

#### 4.3.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 41 se presenta el análisis químico proximal de la pasta de cártamo.

En general, se puede considerar que la pasta de cártamo nacional contiene en promedio alrededor de 20% de proteína cruda y 38% de fibra cruda; sin embargo, esto es variable.

#### 4.3.5 Inspección física.

**Olor** Característico del producto, libre a solventes, a putrefacción o a hongos (90).

**Color** De café claro a café oscuro (41, 90).

Granulometría - 8% máximo retenido en criba NOM No. 25 M, con abertura de malla 2.38 mm. (Tyler No. 8 y U.S. No. 8). (90)

- 15% máximo retenido en criba NOM No. 4 M con abertura de malla de 1.68 mm. (Tyler No. 10 y U.S. No. 12). (90)

#### 4.3.6 Misceláneos.

##### a. Adulteraciones.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana, se considerará adulterado el producto cuando no satisfaga las características máximas y mínimas establecidas en la tabla de especificaciones y cuando contenga materiales extraños a la semilla de cártamo (90).

#### 4.3.7 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestreará cada furgón y cada camión que se reciban.

Furgones: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un mismo proveedor que se reciban por día.

Camiones: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones que se reciban por día.

b. Tipo de análisis.-Las determinaciones que comprenden a un análisis son: humedad, proteína, granulometría y fibra.

c. Frecuencia de cada una de las determinaciones anteriores.

Cada embarque: proteína y humedad; checar la fibra en caso de que la proteína esté debajo de lo especificado.

Ocasional: micotoxinas en caso de sospecha.

4.3.8 Recomendaciones para la aceptación de la pasta de cártamo (Cuadro No. 42).

CUADRO No. 40 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA  
PASTA DE CARTAMO (90).

ESPECIFICACION	MIN. %	MAX. %
Humedad	---	12.0
Proteína cruda	18.0	---
Fibra cruda	---	40.0
Grasa cruda	0.5	---
Cenizas	---	8.0

CUADRO No. 41 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA PASTA DE CARTAMO

	A	B	C	D
Humedad (%)	8.4 ± 2.07	7.98 ± 1.7	8.2	7.5
Proteína cruda (%)	21.5 ± 6.01	20.92 ± 3.57	23.8	23.2
Grasa cruda (%)	2.6 ± 4.78	0.92 ± 0.65	3.1	0.5
Fibra cruda (%)	32.3 ± 9.43	40.38 ± 6.57	34.7	44.7
Cenizas (%)	6.3 ± 3.66	7.75 ± 3.77	.6	4.3
E.L.N. (%)	30.7 ± 0.87	22.89 ± 5.93	24.7	19.8

A). Tejada H.I., 1977 (129)

B). Rodríguez Villanueva, J.G., 1978 (107)

C). y D). Mc Dowell, L.R. 1974 (67)

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 42 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA PASTA DE CARTAMO.

ESPECIFICACION	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	-	10.0	+ 2%
Proteína cruda (%)	20.0	-	1.0
Fibra cruda (%)	-	40.0	-
Aflatoxinas (p.p.b.)	-	20	-
Granulometría	- 8% máx. retenido en malla No. 8 U.S. -15% máx. retenido en malla No. 12 U.S.		

#### 4.4 CARTARINA

##### 4.4.1 Definición.

La cartarina es la fracción de finos, obtenidos de la separación física de la pasta de cártamo (92). En otras palabras, se trata de pasta de cártamo tamizada; no debe confundirse con la pasta de cártamo descascarillada, que se obtiene por un proceso diferente, variando por lo tanto el análisis - de las mismas.

##### 4.4.2 Clasificación.

La cartarina empleada como ingrediente en la alimentación animal se clasifica en un solo grado de calidad (92).

##### 4.4.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 43 se presentan las especificaciones que dicta la Norma Oficial Mexicana para la cartarina.

##### 4.4.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 44 se presenta el análisis químico -- proximal de cinco cartarinas mexicanas. Casi en todos los casos, excepto en uno, la fuente de información fué la misma -- (ATENA, S.C.\*), ya que debido a la escasa producción de cartarina en México, rara vez se le encuentra reportada en la literatura nacional.

Las diferencias más notables en dichos análisis se encuentran en el contenido de proteína y fibra cruda, las cuales varían del 30 al 40% y del 15.0 al 27.62% respectivamente.

---

\*ATENA, S.C.: Asesoría Técnica en Nutrición Animal, S.C.

#### 4.4.5 Inspección física.

**Olor** Característico del producto, libre a solvente y a rancidez o a hongos (92).

**Color** Varios tonos de café (92).

**Granulometría** 0.5% Retenido en Criba NOM No. 4 M, con una -  
abertura de malla 1.68 mm. (Tyler No. 10 y U.S.  
No. 12) (92).

60% Retenido en Criba No. 8.2 M con una abertura de  
malla 0.707 mm. (Tyler No. 24 y U.S. No. 25) (92).

20% máximo Pasa en Criba NOM No. 16 M con una abertu-  
ra de malla de 1.19 mm. (Tyler No. 42 y U.S. No.  
45) (92).

80% debe pasar por malla No. 16 U.S. (ATENA, S.C.\*)

#### 4.4.6 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestreará cada furgón y cada camión que se reci-  
ban.

**Furgones:** Se efectuará un análisis a muestra repre-  
sentativa de todos los camiones de un --  
mismo proveedor que se reciban por día.

**Camiones:** Se efectuará un análisis a muestra repre-  
sentativa de todos los camiones que se -  
reciban por día.

b. **Tipo de análisis.**-Las determinaciones que compren-  
den a un análisis son: humedad, proteína, granulome

---

\*ATENA, S.C. Programa de control de calidad, 1985.

tría y fibra.

c. Frecuencia de cada una de las determinaciones anteriores.

Cada embarque: proteína y humedad; checar la fibra en caso de que la proteína esté debajo de lo especificado.

En casos de sospecha: micotoxinas.

4.4.7 Recomendaciones para la aceptación de la cartarina --  
(Cuadro No. 45).

CUADRO NO. 43 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA CARTARINA (92)

ESPECIFICACIONES	MINIMO (%)	MAXIMO (%)
Humedad (%)	-	12.0
Proteína cruda (%)	31.0	-
Fibra cruda (%)	-	24.0
Grasa (%)	0.5	-
Cenizas (%)	-	8.0

CUADRO No. 44 ANALISIS QUIMICO DE LA CARTARINA

	A*	B*	C*	D*	E**
Humedad (%)	10.0	10.0	10.0	10.0	8.14 ± 1.66
Proteína cruda (%)	30.0	32.0	34.0	36.0	38.4 ± 3.37
Grasa cruda (%)	1.88	2.0	2.25	2.5	1.02 ± 0.47
Fibra cruda (%)	27.62	26.0	23.0	20.0	20.22 ± 4.8
Cenizas (%)	9.0	9.0	9.0	9.0	8.64 ± 2.15
E.L.N. (%)	21.5	21.0	21.75	22.5	25.39 ± 5.03

Fuente: \* ATENA, S.C. (1985)

\*\* Rodríguez Villanueva, J.G. 1978 (107)

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 45 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE CARTARINA

ESPECIFICACION	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	-	10.0	2.0
Proteína cruda (%)	30.0	-	2.0
Fibra cruda (%)	-	24.0	2.0
Granulometría	80% debe pasar por malla No. 16 U.S.		
Aflatoxinas	-	20 p.p.b.	-

## 4.5 PASTA DE GIRASOL

### 4.5.1 Definición.

La pasta de girasol es el producto obtenido de la molienda de la semilla de girasol, después de que la mayor parte del aceite ha sido extraído por medios mecánicos y/o por solventes (93).

### 4.5.2 Clasificación.

La pasta de girasol se clasifica oficialmente en un sólo grado de calidad (93). Lo mismo que en el caso de otras pastas de oleaginosas, la pasta de girasol podría clasificarse de acuerdo al proceso de obtención; sin embargo, en la práctica únicamente se diferencian la pasta de girasol como tal, de la pasta de girasol tamizada, conocida como girasolina; está última es más rica en proteína cruda (36%) y contiene menos fibra (21%) que la pasta de girasol. Desafortunadamente, en México es muy escasa la producción de girasolina.

### 4.5.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 46 se presentan las especificaciones que dicta la Norma Oficial Mexicana para la pasta de girasol.

### 4.5.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 47 se presentan los análisis químico proximales de cuatro pastas de girasol. El porcentaje de proteína cruda de todas ellas fluctúa entre 24.31% y 35.62%, lo cual indica que en su proceso sólo fueron parcialmente descascarilladas; pastas de girasol, a las que se les elimina totalmente la cascarilla alcanzan niveles de proteína de 40 a 44% (Asoc. Nacional de Girasol, U.S.A.) (7). En México, no se

cuenta con pasta de girasol de dichas características.

#### 4.5.5 Inspección física.

Olor Característico del producto libre a solventes, a rancidez o a hongos (93).

Color Gris oscuro (93).

Características macroscópicas (a simple vista) La pasta contiene pedazos de cascarilla blancos o con rayas negras que cuando se rompen longitudinalmente alcanzan hasta - 18 mm. de largo. La cascarilla es correosa; con apariencia de papel rayado (4).

Granulometría - 90% debe pasar por malla del No. 16 U.S. -- (ATENA, S.C.\*).

- 10% máximo retendio en criba NOM NO. 2.5 mm., con -- abertura de malla 2.38 mm (Tyler No. 8 y U.S. No. 8) - (93).

#### 4.5.6 Misceláneos.

##### a. Adulteración.

Se considera adulterado, cuando no satisfaga las características mínimas y máximas establecidas en el Cuadro No. 46 y contenga materiales extraños a la semilla de girasol (93).

#### 4.5.7 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestrearán cada furgón y cada camión que se reciban.

---

\*ATENA, S.C., Programa de control de calidad, 1985.

**Furgones:** Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un -- mismo proveedor que se reciban por día.

**Camiones:** Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones que se - reciban por día.

b. Tipo de análisis.-Las determinaciones que compren--den a un análisis son: humedad, proteína, granulo--metría y fibra.

c. Frecuencia de cada una de las determinaciones ante--riores.

Cada embarque: proteína y humedad; checar la fibra en caso de que la proteína esté de--bajo de lo especificado.

4.5.8 Recomendaciones para la aceptación de la pasta de girasol (Cuadro NO. 48).

CUADRO No. 46 ESPECIFICACIONES OFICIALES PARA LA PASTA DE GIRASOL (93)

ESPECIFICACIONES	MINIMO (%)	MAXIMO (%)
Proteína cruda (%)	28.0	-
Fibra cruda (%)	-	27.0
Grasa cruda (%)	0.5	-
Humedad (%)	-	12.0
Cenizas (%)	-	6.0

CUADRO No. 47 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA PASTA DE GIRASOL

	A	B	C
Humedad (%)	6.4 ± 1.67	10.0	12.5
Proteína cruda (%)	28.6 ± 4.29	29.0	34.0
Grasa cruda (%)	2.6 ± 0.89	6.9	0.5
Fibra cruda (%)	22.7 ± 6.02	25.0	21.0
Cenizas (%)	5.8 ± 0.74	7.0	7.1
E.L.N. (%)	33.8 ± 3.55	22.1	24.9

A). Tejada H.I., 1977 (129)

B). ATENA, S.C., 1985

C). Asociación Nacional de Girasol, 1983 (7)

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO NO. 48 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA PASTA DE GIRASOL

ESPECIFICACION	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	-	10.0	2.0
Proteína (%)	27.0	-	2.0
Fibra (%)	-	28.0	2.0
Aflatoxinas	-	20 p.b.p.	-
Granulometría	90% debe pasar por malla del No. 16 U. S.		

## 4.6 PASTA DE NABO

### 4.6.1 Definición.

La pasta de nabo, también conocida como pasta de colza, es el residuo de la extracción del aceite de dicha semilla - (101, 112).

### 4.6.2 Clasificación.

Podría clasificarse a la pasta de nabo en base a los si guientes dos criterios:

a. Variedad de la semilla de la cual proviene la pasta.

Una de las limitaciones para la utilización de pasta de nabo a gran escala, es su contenido de un grupo de factores tóxicos: el ácido erúxico y los glucosinolatos (36, 110, 112). Existen, sin embargo, diferentes tipos de semilla, cuyo contenido de estos compuestos es variable. Así, por ejemplo, la variedad polaca (Brassica campestris) tiene un menor nivel de - factores tóxicos que la argentina (B. napus) (112). Además, - Canadá ha desarrollado nuevas variedades de semilla conocidas en conjunto como "Canola", bajas en ácido erúxico y glucosino-latos y de mejor valor nutritivo que el nabo común (36).

Por lo tanto, una posible clasificación para la pasta - de nabo empleada en México sería como pasta de canola, para -- aquel producto elaborado con semilla canadiense de bajo contenido de ácido erúxico y de glucosinolatos, o simplemente como pasta de nabo, si ésta proviene de variedades diferentes a las canadienses.

b. Proceso de obtención.

De acuerdo al método de procesamiento, podría clasifi--

carse a la pasta de nabo en los siguientes tres tipos (36):

- pasta de nabo obtenida por prensado.
- pasta de nabo obtenida por prensado previo y extracción por solventes.
- pasta de nabo obtenida por extracción directa con solventes.

Si bien el tipo de proceso de obtención influye sobre la composición de la pasta, considero que el criterio de clasificación en base a la variedad de la semilla es prioritario, puesto que conociendo el origen de la pasta, existe un mayor rango de seguridad en su empleo para la alimentación animal.

#### 4.6.3 Especificaciones oficiales.

No existen normas oficiales que regulen la calidad de la pasta de nabo.

#### 4.6.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 49 se presenta la composición de tres pastas de nabo nacionales y una extranjera (D).

De acuerdo a la información de dicho cuadro, el contenido protéico de la pasta de nabo mexicana fluctúa entre 26.2 y 35.75%.

En el caso de los análisis de las pastas A, B y C (Cuadro No. 49) no se hace mención del tipo de semilla de la cual provienen, ya que las fuentes consultadas no lo indicaban. El análisis de la pasta D se refiere al producto canadiense conocido como "Canola".

#### 4.6.5 Factores tóxicos.

Los factores tóxicos contenidos en la pasta de nabo -- son un grupo de compuestos bociogénicos llamados glucosinolatos, que bajo la hidrólisis enzimática de la mirosinasa, producen tiocianatos y oxazolidinetona. Estos productos son irritantes del aparato digestivo y pueden inducir cambios histológicos en la tiroides, desencadenando, por lo tanto, bocio en el animal que los ingiere; así mismo pueden ocasionar alta mortalidad debido a hemorragias hepáticas (110, 112).

Por definición, la semilla de Canola debe contener un máximo de 26.5 micromoles de glucosinolatos (3 miliequivalentes del 3-butenyl-isotiocianato) por gramo de pasta extractada, cuyo contenido de humedad sea del 7%; las variedades comunes de nabo contienen entre 90 y 160 micromoles, dependiendo de la semilla (68).

Lo anterior, pone de manifiesto la ventaja que tiene el empleo de pasta de nabo obtenida de las variedades de semilla bajas en glucosinolatos.

Otro de los factores tóxicos contenidos en la pasta de nabo es el ácido erúxico; se trata de un ácido graso monoinsaturado contenido en la fracción lipídica de la semilla de nabo. El aceite de nabo obtenido de las variedades comunes -- contiene alrededor de 20 a 55% de ácido erúxico, mientras que las variedades canadienses están casi libre de él, o definitivamente no lo contienen (66).

A lo largo de diversos estudios, las principales lesiones observadas como consecuencia de la ingestión de ácido erúxico, son las siguientes: infiltración grasa en músculo car-

díaco y esquelético, miocarditis, hidropericardio, fibrosis - del músculo cardíaco, cirrosis hepática, aumento de tamaño del bazo y anemia hemolítica (66).

#### 4.6.6 Inspección física.

Color Amarillo o beige (4).

Características macroscópicas (a simple vista). Se observan partículas del color antes mencionado, con algo de cascarilla que queda atrapada. Esta cascarilla es de color oscuro si proviene del tipo argentino y amarilla, si proviene de la variedad polaca (4).

Granulometría 90% debe pasar por malla No. 16 U.S. (ATENA, S.C.\*).

#### 4.6.7 Análisis de glucosinolatos en la pasta de nabo.

En caso de requerirse una determinación de glucosinolatos, es conveniente conocer los principales métodos que exis--ten para este fin, ya que de esto dependerá la interpretación de los resultados del laboratorio.

##### a. Método indirecto (determinación de glucosa)

Esta técnica mide el contenido de glucosinolatos en forma indirecta y se basa en la acción de la enzima mirosinasa sobre los glucosinolatos, descomponiéndolos en glucosa y en un producto intermedio, el cual a pH neutro sufre un cambio en su estructura química para convertirse en un isotiocianato. Por lo tanto, la determinación de glucosinolatos se realiza midiendo alguno de los productos liberados. Ambos han sido determinados pero la glucosa es la más fácil de medir. Es un método

---

\* ATENA, S.C., Programa de control de calidad, 1985.

comercial, rápido y simple, que permite la identificación y separación de semillas de acuerdo al contenido de glucosinolatos (68).

La glucosa liberada se mide semicuantitativamente con papel especial para determinar glucosa en orina. Los diferentes grados de coloración verde que aparecen en el papel, se comparan con una escala que va del 0 al 9, y de este modo se deduce la cantidad glucosa y, por lo tanto, de glucosinolatos (68).

Las variedades de semilla con bajo contenido de glucosinolatos (máximo 2.5 mg/g) se encuentran en el número 2 de la escala del 0 al 9. En otras palabras, prácticamente no dan color verde (68).

Este análisis no se puede aplicar a muestras de mirosina adicional, debido a que la enzima presente en forma natural en la semilla, es destruida durante el proceso de extracción del aceite (68).

Sin embargo, en caso de que existiese alguna duda acerca del contenido de glucosinolatos de una pasta de nabo, es conveniente pedirle al proveedor de dicha pasta, envíe una muestra de semilla para someterla a la prueba indirecta. De este modo, es posible identificar la variedad de semilla con que se está elaborando la pasta, así como su contenido de glucosinolatos. En el Cuadro No. 50 se presenta una relación entre resultados de glucosinolatos de semillas comerciales de nabo (Brassica).

La desventaja de este método es que sacrifica precisión

y sensibilidad por rapidez y simplicidad.

b. Método directo o del Trimetilsilil (TMS).

El método del TMS se recomienda cuando se desea conocer la composición de los glucosinolatos de una pasta de nabo; es un tipo de análisis más preciso y sensible que la prueba de la glucosa (68).

Los resultados se expresan en micromoles de glucosinolatos por gramo de pasta extractada, cuyo contenido de humedad sea de aproximadamente de 7%. Otra forma de reportar los resultados sería como miliequivalentes del 3-butenyl isotiocianato. Sin embargo, el primer caso está siendo aceptado como el método internacional para la presentación de los resultados de la determinación de glucosinolatos (45, 68).

De acuerdo a este método, las especificaciones para la pasta de canola son las siguientes:

Un máximo de 26.5 micromoles de glucosinolatos por gramo de pasta extractada, cuyo contenido de humedad sea del 7%; o bien un máximo de 3 miliequivalentes del 3-butenyl isotiocianato -- por gramo de pasta extractada, cuyo contenido de humedad sea del 7% (45).

4.6.8 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestrearán cada furgón y cada camión que se reciban:

Furgones: Se efectuará un análisis por cada furgón.

Camiones: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un mismo proveedor que se reciban por día.

b. Tipo de Análisis:

Las determinaciones que comprenden a un análisis son: Humedad, proteína, micotoxinas y granulometría.

En general, toda la pasta de nabo que se consume en México se elabora con semilla canadiense (Canola), cuyo contenido de glucosinolatos es bajo. Sin embargo, para una mayor seguridad es conveniente checar el contenido de dichos compuestos en todos los lotes de pasta de nabo que se reciban de un nuevo proveedor, y posteriormente muestreando al azar en forma periódica. Para ello, y como se menciona anteriormente, lo más sencillo es solicitar una muestra de semilla, o de preferencia enviar al encargado de control de calidad a que muestree personalmente, y someter la semilla a la prueba de la glucosa.

4.6.9 Recomendaciones para la aceptación de la pasta de nabo (Cuadro No. 51).

CUADRO NO. 49 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA PASTA DE NABO

	A	B <sup>1</sup>	C <sup>2</sup>	D <sup>3</sup>
Humedad (%)	-	4.6	8.5	7.49
Proteína cruda (%)	26.2	35.75	26.7 - 28.36	37.96
Grasa cruda (%)	-	2.12	8.76	3.78
Fibra cruda (%)	-	14.41	10.91	11.09
Cenizas (%)	-	8.49	7.5	-
E.L.N. (%)	-	34.63	35.97	-

A). Tejada H.I., 1977 (129)  
 B) y C) Flores Menéndez, J., 1981 (54)  
 E). Clandinin, D.R., 1981 (36)

1). Pasta de nabo obtenida por solventes  
 2). Pasta de nabo obtenida por prensado  
 3). Pasta de nabo, variedad "Canola"

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 50 RELACION ENTRE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE LA GLUCOSA Y EL CONTENIDO DE GLUCOSINOLATOS DE SEMILLAS COMERCIALES DE NABO (Brassica)

	<u>PRUEBA DE LA GLUCOSA</u>		CONTENIDO
	PROMEDIO <sup>a</sup>	RANGO	DE GLUCO- SINOLATOS <sup>b</sup>
<u>Brassica napus</u>			
Variedad:			
Midas	7.3	6-8	17.9
Target	6.9	5-8	16.8
Tanka	5.5	4-7	15.8
Nugget	4.5	4-6	11.5
Oro	6.2	5-7	10.9
Egra	1.2	1-2	1.5
Ercnowski	1.2	1-2	1.3
Tower	1.4	1-2	0.9
<u>Brassica campestris</u>			
Variedad:			
Yellow Sarson	7.6	7-8	13.9
Torch	4.9	4-6	10.2
Arlo	3.7	3-4	9.6
Span	3.6	3-4	7.6
Polar	3.5	3-5	7.1

Adaptado de: Mc Gregor, D.I., Downey, R.K.; A rapid and simple assay for identifying low glucosinolate rapeseed; Can. J. Plant Sci. 55: 191-196, 1975 (68).

- Promedio de 10 determinaciones reportadas en una escala del 0-9; en donde 0 significa que no hubo cambio de color; 2, 4, 6 y 8 corresponden a los estándares de color de papel sensible a glucosa (Tes-Tape).
- Promedio de 5 determinaciones por el método de la tiourea, expresadas como miliequivalentes del 3-butenyl-isotiocianato por gramo de pasta extractada.

CUADRO No. 51 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA PASTA DE NABO

	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	-	12.0	2.0
Proteína (%)	34.0		2.0
Aflatoxinas (p.p.b.)		20.0	
Glucosinolatos (micromoles/gr.)		26.5	
3-butenyl-isotiocianato (miliequivalentes/gr.)		3.0	
Granulometría	90% debe pasar por malla No. 16 U.S.		

## 4.7 PASTA DE SOYA

### 4.7.1 Definición.

La pasta de frijol de soya es el producto obtenido de la molienda de hojuelas de frijol de soya, de las cuales se ha extraído la mayor parte del aceite mecánicamente y/o por solventes tales como hexano o cualesquiera otros solventes hidrocarburos homólogos, en un proceso que requiere la aplicación de humedad y temperatura adecuadas (91).

### 4.7.2 Clasificación.

La Norma Oficial Mexicana clasifica a la pasta de soya en dos grados de calidad, cuyas especificaciones se muestran en el Cuadro No. 52.

Dicha clasificación es muy amplia, puesto que incluye pastas de soya obtenidas por solventes y/o por métodos mecánicos, y no indica si fueron descascarillados. De este modo no se consideran aquellas diferencias en la composición química de la pasta de soya debidas al tipo de procesamiento.

En el Cuadro No. 53 se muestra el análisis de pasta de soya sometidas a distintos procesos; puede apreciarse que la pasta de soya extraída por solventes y descascarillada es la de mayor porcentaje de proteína cruda y menor contenido de fibra.

Asimismo, el método de procesamiento tiene un efecto directo sobre la calidad de la proteína, por lo general, en los procesos mecánicos el calentamiento es más agresivo que en la extracción por solventes, lo cual resulta en proteína de menor calidad, mientras que en el segundo caso, las condi-

ciones de cocido y secado son más moderadas, con lo cual la proteína no resulta tan perjudicada (133).

De acuerdo a las observaciones anteriores, podemos deducir la necesidad de una clasificación de las pastas de soya en base a su proceso de obtención; de esta manera, se contaría con información más detallada y precisa y podrían evitarse errores en la formulación de alimentos.

#### 4.7.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 52 se muestran las especificaciones que marca la Norma Oficial Mexicana para la pasta de soya.

#### 4.7.4 Factores tóxicos.

La soya contiene diversos factores antinutricionales, que tienen un efecto detrimental sobre el crecimiento de los animales. Entre los de mayor interés podemos mencionar los siguientes:

- a. Inhibidores de proteasas (14)
- b. Hemaglutininas (14)
- c. Saponinas (14)
- d. Compuestos de actividad estrogénica (isoflavonas) (101)

Las hemaglutininas y las antiproteasas son termolábiles; es decir, se destruyen al aplicarles calor; sin embargo, si el calentamiento es excesivo se inducen cambios dañinos en la proteína de la pasta de soya, lo que genera un problema técnico, ya que es necesario proporcionar un tratamiento térmico óptimo para eliminar los factores tóxicos sin afectar las características nutricionales de la soya.

a. Inhibidores de proteasas (antiproteasas).

Desde un punto de vista químico, las antiproteasas son proteínas contenidas en casi todas las leguminosas. Se caracterizan por inhibir la actividad de las enzimas proteolíticas secretadas por el páncreas: tripsina y quimotripsina, de ahí que comunmente se conozcan como inhibidores de tripsina o factores antitripsicos (14).

Existen por lo menos 5 compuestos antiproteasas; los más conocidos son los factores de Kunitz y el de Bowman-Birk, que se encuentra a la mitad de concentración del de Kunitz y es más estable a la desnaturalización que éste. Los efectos biológicos de ambos son iguales (14).

Al interferir con la digestión protéica, la ingestión de las antiproteasas provoca las siguientes complicaciones:

- Reducción de la digestibilidad de la proteína (11)
- Inhibición de la proteolisis (11, 14)
- Estimulación de la secreción de enzimas pancreáticas (14, - 101)
- Incremento de los requerimientos de aminoácidos azufrados - (14, 101)
- Hipertrofia del páncreas (14, 101)
- Inhibición del crecimiento (11, 14)
- Reducción de la energía metabolizable (14)
- Reducción de la absorción de grasa (14)

Existen diferentes teorías sobre el mecanismo de acción de estos factores: una de ellas estipula que debido a la inhibición de la tripsina y de la quimotripsina, se acele-

ra la síntesis de enzimas pancreáticas y su secreción en forma continua en el intestino delgado, lo que trae consigo un incremento en el requerimiento de aminoácidos azufrados (metionina y cistina), necesarios para la síntesis de dichas enzimas. Esto causa una deficiencia muy marcada de la metionina y la cistina, que precipita la depresión del crecimiento de los animales (14, 101).

#### b. Hemaglutininas.

Las hemaglutininas, también llamadas fitoaglutininas o lectinas, son proteínas que tienen la capacidad de aglutinar los glóbulos rojos in vitro y no in vivo; es decir, que la aglutinación no se lleva a cabo en el animal vivo, sino en condiciones especiales de laboratorio (101).

Asimismo, las hemaglutininas actúan sobre la amilasa pancreática, provocando la eliminación de esta enzima en las heces, disminuyendo de este modo la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno (E.L.N.), y por lo tanto, del contenido de energía metabolizable de la soya cruda (14).

El efecto de estos factores puede eliminarse con un tratamiento térmico que las desnaturalice.

#### c. Saponinas.

Comunmente se cita a las saponinas dentro del grupo de factores antinutricionales de la soya; sin embargo, se ha demostrado que las saponinas atraviesan el tracto gastrointestinal sin ser hidrolizadas ni absorbidas (101).

#### 4.7.5 Actividad ureásica.

Además de los factores antes señalados, la soya cruda contiene muchas enzimas activas como lipoxidadasas, ureasas, -- diastasas, proteasas y lipasas; de éstas, unicamente las dos primeras son de interés comercial: la lipoxidasa porque ac-- túa como agente destructor de las vitaminas A y D, y la urea-- sa por su importancia en el control de calidad de la pasta de soya.

La medición de la actividad de los factores antinutri-- cionales de la soya resultaría complicada y costosa, de no -- ser por la presencia de la ureasa, cuya función de liberar bióxido de carbono y amoniaco de la urea, es el principio de uno de los análisis más comunes en el control de calidad de -- la pasta de soya: la prueba de la actividad ureásica, la --- cual es un indicador del grado de calentamiento al que fué so metida la pasta de soya.

Es importante señalar, que la soya contiene niveles se mejantes de ureasa y del inhibidor de la tripsina, compuestos que se destruyen a temperaturas similares, lo cual permite to mar la medida de la actividad ureásica, como una estimación -- de la actividad del factor antitripsico (136).

La prueba de la actividad ureásica consiste en detec-- tar y medir la cantidad de amoniaco liberado cuando una mues-- tra de pasta de soya es combinada con urea bajo condiciones -- estandarizadas.

Existen diferentes métodos para la determinación de la actividad ureásica y, por lo tanto, los resultados pueden ex-- presarse en distintas unidades.

Normalmente, se reportan como un incremento del pH -- ( $\Delta$ pH) de la muestra; dicho aumento es proporcional a la actividad ureásica de la soya (132).

En nuestro país, la especificación de actividad ureásica varía a lo que se reporta en la literatura extranjera, la cual señala que una pasta de soya bien procesada debe tener -- una actividad ureásica entre 0.05 y 0.2  $\Delta$ pH. De acuerdo a -- esto, pasta de soya con actividades ureásicas mayores de 0.2, se consideran como crudas, y por lo contrario, aquellas con -- menos del 0.05 se consideran como sobrecalentadas (quemadas) (14, 136).

Desafortunadamente, en México no se consigue pasta de soya que cumpla con esas especificaciones, puesto que las -- pastas de soya disponibles en el mercado nacional tienden a estar muy crudas (Bravo, F.O., comunicación personal). Por lo tanto, en México se maneja un rango de actividad ureásica mucho más amplio: de 0.05 a 0.5  $\Delta$ pH (91).

El otro método para la determinación de la actividad ureásica es mediante una titulación con ácido clorhídrico -- (HCl); los resultados se interpretan de la siguiente manera -- (132):

<u>Mililitros de Hcl (0.1 N)</u>	<u>Calidad</u>
0 - 5	Muy buena
5 - 10	Buena
10 - 15	Regular
15 o más	Mala

#### 4.7.6 Inspección física.

Olor Característico del producto, libre a solvente, a putrefacción o a hongos. Que no tenga olor al del frijol crudo o a material sobretostado (91).

Color Deseable: de beige claro a café claro (4).

Indeseable: café obscuro (Pasta de soya quemada).

Indeseable: amarillo pálido (Pasta de soya cruda).

Sabor Agradable, ligeramente parecido al cacahuete (41).

Granulometría Retenido en criba NOM No. 2.5 M con una abertura de malla 2.38 mm. (Tyler No. 8 y U.S. No. 8): 5% máx. (91).

Como primer paso en el control de calidad de una pasta de soya, la inspección física es una valiosa ayuda, puesto que al observar su color, podemos formarnos una idea de su grado de cocimiento; la cantidad de cascarilla presente, también es de gran importancia, ya que es indicador del contenido de fibra cruda, y por lo tanto, debemos considerar que a mayor fibra cruda, menor proteína.

#### 4.7.7 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 53 se muestra el análisis químico proximal de la pasta de soya obtenida por diferentes procesos.

Sólo los dos primeros análisis (a y b) son de pasta de soya nacional, cuyo contenido de proteína cruda oscila entre 42.56% y 48.87%. En base a estas cifras, podría fijarse el rango del contenido de proteína cruda de la pasta de soya nacional entre 42.0% y 49.0%. Sin embargo, durante el año de 1984, el valor de proteína cruda de la mayoría de las pastas

de soya nacionales estuvo entre un 43% y un 46%, llegando incluso a niveles del 40% (Peñalva, G., comunicación personal).

#### 4.7.8 Misceláneos.

a. Adulteraciones.--La pasta de soya se considerará -- adulterada cuando contenga materiales extraños al de frijol de soya; entre éstos, la adulteración más común es a base de urea o sales de amonio (91, 120).

#### 4.7.9 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestreará cada furgón y cada camión que se reciban.

Furgones: Se efectuará un análisis por cada furgón.

Camiones: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un -- mismo proveedor que se reciban por día.

b. Tipo de análisis.

Las determinaciones que comprenden a un análisis -- son: humedad, proteína cruda, fibra cruda, actividad ureásica, granulometría y micotoxinas.

4.7.10 Recomendaciones para la aceptación de la pasta de soya (Cuadro No. 54).

CUADRO No. 52 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA PASTA DE SOYA (91)

ESPECIFICACIONES	GRADO A		GRADO B	
	MIN. %	MAX. %	MIN. %	MAX. %
Proteína	47.0		44.0	
Grasa	0.5		0.5	
Fibra cruda		5.0		7.0
Cenizas		6.5		8.0
Humedad		12.0		12.0
Actividad Ureásica (cambio de pH )	0.02	0.40	0.05	0.50

Nota: La cantidad máxima en actividad ureásica tendrá una tolerancia de 15%, cuando se procesa la soya en alturas superiores a 1,800 metros sobre el nivel del -- mar.

CUADRO No. 53 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA PASTA DE SOYA

	A <sup>1</sup>	B <sup>1</sup>	C <sup>3</sup>	D <sup>1</sup>	E <sup>2</sup>
Humedad (%)	8.8 ± 1.49	10.16 ± 2.2	11.0	10.4	10.7
Proteína cruda (%)	45.8 ± 3.07	45.16 ± 2.6	42.0	44.0	47.5
Grasa cruda (%)	1.2 ± 0.96	1.07 ± 0.71	3.5	0.5	0.5
Fibra cruda (%)	5.3 ± 2.4	5.69 ± 2.06	6.5	7.0	3.0
Cenizas (%)	6.9 ± 0.73	6.22 ± 1.05	6.0	6.0	6.0
E.L.N. (%)	31.6 ± 3.46	30.43 ± 2.85	31.0	32.1	32.3

A). Tejada, H.I., 1977 (129)

B). Rodríguez Villanueva, J.G., 1978 (107)

C)., D). y E). Allen, R.D., 1986 (3)

1). Pasta de soya obtenida por solventes

2). Pasta de soya obtenida por solventes y descascarillada

3). Pasta de soya obtenida por expeller.

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 54 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA PASTA DE SOYA

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Proteína cruda (%)	44.0		2.0
Grasa cruda 9%)	0.5		---
Fibra cruda (%)	---	7.0	---
Humedad (%)	---	10.0	1.0
Actividad ureásica (cambio de pH)	0.05	0.5	---
Granulometria	90.0% debe pasar por malla No. 16 U.S.		
Aflatoxinas (p.p.b.)	---	20	---

## 4.8 HARINA DE CARNE

## 4.8.1 Definición.

La harina de carne es el producto seco, proveniente exclusivamente de los tejidos de mamíferos a los cuales se les ha separado, pelo, pezuña, cuerno, cuero, estiércol y contenido estomacal, excepto en las cantidades que son inevitables - en una buena fabricación. En caso de contener más del 4.4% de fósforo deberá denominarse harina de carne y hueso (4, 110, - 112).

La harina de carne que se produce en México es de un contenido de fósforo mayor a 4.4% por lo que, hablando estrictamente apegados a la definición, no existe producción de harina de carne, razón por la cual, la Dirección General de Normas derogó la Norma Oficial respectiva, estableciendo otra para la harina de carne y hueso.

Para efectos de esta nueva norma, se entiende por "Ha-rina de Carne y Hueso el producto molido que se obtiene al extraer la grasa a la carne y hueso previamente cocidos, pudiendo contener vísceras. No debe contener pelos, pezuñas, cuerno, sangre, pedazos de piel, plumas ni contenido gastrointestinal (salvo los vestigios imposibles de eliminar en los procesos de elaboración normal (87)).

Dicha norma también establece, que tanto la carne como los huesos utilizados en la elaboración de este producto, deberán ser previamente sometidos a un proceso de esteriliza---ción, que no afecte la calidad alimenticia de las proteínas y quede libre de microorganismos patógenos; asimismo, señala -

que la harina no deberá ser tóxica (87).

#### 4.8.2 Clasificación.

La Norma Oficial Mexicana correspondiente clasifica a la harina de carne y hueso (HCH) en dos categorías, grado A y grado B, con un mínimo de proteína cruda de 50% y 45% respectivamente (Cuadro NO. 55).

Si bien es importante conocer la clasificación oficial de la harina de carne y hueso, con fines prácticos podemos -- clasificarla de la siguiente manera:

- a). Origen de la materia prima
- b). Método de procesamiento

a). Origen de la materia prima.-En relación a la procedencia de la materia prima, hay varios tipos de HCH, influenciados a su vez por la proporción entre tejido muscular, hueso, tendones, vísceras y otros tejidos con que haya sido elaborada la harina (53, 110, 119).

En México se pueden formar tres grandes grupos de harinas de carne y hueso:

- Harinas procedentes de residuos resultantes de la preparación de piezas destinadas a la congelación (53).
- Harinas procedentes de animales o piezas decomisadas en los rastros por razones de orden sanitario y la derivada del -- aprovechamiento de cadáveres de animales que, habiendo muerto por alguna enfermedad, la legislación prohíbe sean entregados al consumo humano (53).
- Harinas procedentes de los residuos de los rastros y carni-

cerías, que no sean convenientes para la alimentación humana, pero que tampoco ofrezcan peligro a la alimentación animal (53).

De lo anterior, podemos apreciar que las harinas de carne y hueso nacionales no siempre se apegan a la norma oficial, puesto que es frecuente encontrar harinas elaboradas con más del 1% de pelo, piel y faneras, límite que marca la norma correspondiente.

b). Método de procesamiento.-Existen dos métodos principales para la obtención de subproductos cárnicos: el proceso en seco y el húmedo o de digestor (4, 53, 112).

En el primer caso, la materia prima se cuece con vapor hasta que el contenido de humedad de la fracción no grasa, es de 8-10%. Posteriormente, se separa la grasa por prensado continuo, y finalmente el producto se muele, obteniendo de esta forma la harina de carne y hueso (4, 53).

En el segundo caso, la materia prima se cuece con vapor a presión, después de lo cual, la grasa, los sólidos y las proteínas licuadas son separadas. Los sólidos son secados por fusión húmeda obteniéndose un producto llamado tankage. La parte líquida (solubles) y la grasa pueden ser condensados o secados y vendidos como tal, o bien reincorporados a los sólidos. El tankage puede contener proporciones demasiado elevadas de solubles o harina de sangre, que suministran proteínas de calidad inferior, por lo que el valor nutritivo del tankage es menor al de la harina de carne y hueso (4, 53).

Actualmente, es más común el método en seco, ya que -- permite un control más preciso, evitando de este modo el sobrecalentamiento de la carne, la cual toma un color claro, - con bajo contenido de ácidos grasos libres (4).

#### 4.8.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 55 se presentan las especificaciones que marca la Norma Oficial Mexicana para la harina de carne y hueso.

#### 4.8.4 Guía de análisis.

A manera de referencia, en el Cuadro No. 56 se muestra la composición de 5 harinas de carne y hueso.

#### 4.8.5 Inspección física.

Olor Característico a carne y grasa cocida, libre de olor a rancidez, descomposición y a disolventes (4, 87).

Color De café claro a café oscuro (4, 87).

Sabor Natural de carne cocida (87).

Características macroscópicas (a simple vista). Partículas granulares sólidas de color café claro a café oscuro; se pueden distinguir fácilmente partículas de hueso. Apariencia ligeramente grasosa debido a su contenido de grasa (4).

Microscopía (características a bajo aumento o estereoscópicas)

Los finos son granulares; las partículas más grandes - son de superficie rugosa, ligeramente grasosa, con cantidades variables de finos adheridos a ellos. Las par

tículas de hueso tienen la apariencia de trozos blancos, grises o marrón claro (4).

Granulometría 98% de la harina deberá pasar por una malla - de 2 mm. de separación entre hilo (No. 10 U.S.P.) (87).

#### 4.8.6 Misceláneos.

##### 4.8.6.1 Adulteraciones.

Una buena harina de carne y hueso contiene solamente pequeñas cantidades de impurezas indeseables; sin embargo, puede encontrarse una amplia variedad de contaminantes. Estos consisten principalmente de productos residuales de - las plantas empacadoras y procesadoras y de rastros, que no - los excluyen del producto. Estos contaminantes puede ser: - cuerno, pezuña, pelo, cuero, carne quemada, fibras vegetales y contenido gastrointestinal (4).

Al respecto, la Norma Oficial Mexicana para - harina de carne y hueso establece lo siguiente: "Se considerá adulterado el producto cuando se le haya adicionado cualquier materia extraña o productos nitrogenados que no sean proprios de la carne y hueso. No se considerará adulterado cuando presente cantidades de 1% (uno por ciento) máximo de cada - uno de los siguientes ingredientes: pelo, pezuñas, cuerno, - sangre, pedazos de piel, plumas y contenido gastrointestinal" (87).

El examen microscópico de una harina de carne y hueso puede arrojar nos valiosa información sobre la materia prima - con que fué elaborada, ayudando a detectar las adulteraciones antes mencionadas.

#### 4.8.6.2 Rancidez.

Por su contenido de grasa, las harinas de carne pueden enranciarse fácilmente. Los productos de esta reacción (peróxidos) son nocivos para la salud de los animales, - por lo cual sería conveniente el uso adicional de antioxidante; la determinación de la rancidez por cualquiera de los métodos antes citados de la harina, es una práctica que debe llevarse a cabo con regularidad.

#### 4.8.6.3 Cenizas.

Un alto contenido de cenizas y, por lo tanto, de calcio y fósforo, indica que la harina fué elaborada con - excesivas cantidades de hueso. Por lo tanto, es importante - analizar siempre el contenido de modo que puedan hacerse los ajustes necesarios en formulación.

#### 4.8.6.4 Cromo.

Harinas de carne y hueso sospechosas de contener elevadas cantidades de subproductos de la tenería, deberán someterse a la determinación de cromo. Aquellas harinas que resulten positivas deberán rechazarse, ya que si el cromo se encuentra en su forma mono o divalente y es ingerido, puede ocasionar serias intoxicaciones en los animales que lo consuman (105).

#### 4.8.7 Tipo y frecuencia de análisis.

a). Muestrear cada furgón y cada camión.

Furgones: Efectuar un análisis por cada furgón.

Camiones: Se efectuará un análisis a muestra re--

representativa de todos los camiones de un mismo -- proveedor que se reciban por día.

- b). Las determinaciones que comprenden a un análisis serán: microscopía, granulometría, humedad, proteína, grasa, cenizas, calcio y fósforo, digestibilidad, rancidez, putrefacción y bacteriológico.

4.8.8 Recomendaciones para la aceptación de la harina de carne (Cuadro No. 57).

CUADRO No. 55 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA HARINA DE CARNE Y HUESO (87)

ESPECIFICACIONES	GRADO A		GRADO B	
	MIN. %	MAX. %	MIN. %	MAX. %
Proteína cruda	50.00		45.00	
Grasa cruda	5.00		5.00	
Fibra cruda		2.00		2.00
Cenizas		35.00		38.00
Humedad		10.00		10.00
Calcio		10.00		13.00
Fósforo (P)		4.5		5.5
Digestibilidad de la proteína		90.00		90.00

CUADRO No. 56 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL Y CONTENIDO DE CALCIO Y FOSFORO DE LA HARINA DE CARNE Y HUESO

NUTRIMENTO	A	B	C	D	E
Humedad (%)	6.5 ± 1.69	10.96	7.2	7.6	5.0 - 10.0
Proteína cruda (%)	49.2 ± 8.61	41.31 - 46.32	53.7	45.0	48.5 - 52.5
Grasa cruda (%)	9.2 ± 3.71	9.39	7.4	8.5	7.5 - 10.5
Fibra cruda (%)	1.3 ± 2.05	0.92	1.9	2.5	1.5 - 3.0
Cenizas (%)	30.9 ± 11.36	14.96	32.8	37.0	27.0 - 33.0
E.L.N. (%)	67.98 ± 9.3	17.45	4.2	-	-
Calcio (%)	N.R.	N.R.	13.37	11.0	9.0 - 13.0
Fósforo (%)	N.R.	N.R.	6.14	5.9	4.0 - 6.5

- A). Tejada H.I., 1977 (129)  
 B). Flores M.J., 1981 (54)  
 C). Mc Dowell, L.R., et al., 1974 (67)  
 D). Allen, R.D., 1986 (3)

N.R. = No Reportado  
 E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 57 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA HARINA DE CARNE

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	---	10.0	2.0
Proteína cruda (%)	40.0	---	---
Grasa cruda (%)	5.0	10.0	---
Cenizas (%)	---	40.0	---
Calcio (%)	9.0	13.0	---
Fósforo (%)	4.4	6.5	---
Digestibilidad en pepsina (al 0.2%) (%)	80.0	---	---
Granulometría	98% debe pasar por malla NO. 10 (U.S.)		
Rancidez		Negativo	
Putrefacción		Negativo	
Urea/Sales de amonio		Negativo	
Bacteriológico		Negativo	
Cromo		Negativo	

## 4.9 HARINA DE PESCADO (HP)

## 4.9.1 Definición.

Por harina de pescado se entiende el producto que resulta del cocimiento, deshidratación y molienda de pescados con o sin solubles, que no contengan gérmenes ni sustancias nocivas para la salud animal, ni aditivos, ni conservadores no autorizados por la Secretaría de Agricultura y Ganadería (82).

Es el tejido limpio, seco y molido de pescados enteros sin descomponer o de recortes de pescados o ambos, con o ambos, con o sin extracción de una parte del aceite (4).

Las harinas de pescado integrales son aquellas adicionadas de los solubles, producto obtenido de la concentración de la porción acuosa de la mezcla resultante del prensado de los tejidos del pescado (78).

## 4.9.2 Clasificación.

La Dirección General de Normas clasifica a la harina de pescado en dos categorías, grado A y grado B, con un mínimo de proteína cruda de 64% y 60% respectivamente (82).

A pesar de que en la clasificación anterior quedan cubiertos los principales aspectos de calidad de una harina de pescado, se plantea la necesidad de una tipificación más detallada que proporcionará mayor información sobre el contenido nutricional del producto, de tal manera que ayudase a disminuir el margen de error durante la formulación de un alimento. Por lo tanto, otra posible clasificación sería en base a las principales materias primas utilizadas en la elaboración de -

la harina de pescado y que a continuación se mencionan:

- a). Desperdicios de las industrias de enlatado de sardina, atún y otras especies (17, 26).
- b). Anchovetas, anchoas y otros engráulidos no aptos para el consumo humano directo y que, por lo tanto, sólo sirven para la industria deshidratadora. El 75% de la harina de pescado que se produce en México se hace a base de estas especies abundantes en las costas noroccidentales de Baja California (17, 26).
- c). Sardina Monterrey, bocona o crinuda y otras especies que también son aptas para el consumo humano directo en forma de enlatado y que constituye el 20% de la captura total (17, 26).
- d). Fauna de acompañamiento.-Compuesta por las especies que acompañan a la captura del camarón (17, 51).
- e). Gran variedad de especies marinas que son capturadas al azar y mezcladas sin controlar su proporción (17).

Las HP constituidas por una sola especie como la anchoveta o la sardina, o una especie predominante de peces, tienen una calidad constante, por lo que son más apreciadas (17).

#### 4.9.3 Especificaciones oficiales.

En el cuadro No. 58 se presentan las especificaciones oficiales de la harina de pescado. Dicha norma también establece que el producto deberá tener adicionado un antioxidante autorizado por la Secretaria de Agricultura y Ganadería, el cual deberá estar bien homogenizado en la harina y en una can

tidad tal, que garantice la estabilidad de la HP; es decir -- que prevenga el enranciamiento de la harina.

En la práctica, sin embargo, son pocas las plantas procesadoras de Hp que adicionan antioxidantes (106), por lo que en la selección del proveedor deberá ponerse especial atención sobre este punto.

#### 4.9.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 59 se presenta el análisis químico proximal de tres harinas de pescado nacionales. A pesar de que los valores allí expuestos se obtuvieron promediando resultados de muchos otros análisis, es importante recordar que existen diversos factores que pueden modificar la composición de este producto; entre ellos está la especie y el origen del pescado, la proporción entre pescado entero y desperdicios (cabezas, colas, etc.), el tratamiento térmico, el método de extracción del aceite y el grado de contaminación con arena, sal u otros productos residuales (110).

Asimismo, cabe señalar que desafortunadamente la composición de la harina de pescado en el mercado nacional es muy variable y frecuentemente de regular o mala calidad, por lo que la selección del proveedor debe ser cuidadosa y en base a normas de calidad previamente establecidas.

#### 4.9.5 Inspección física.

Color Variable, predominando de café claro a café oscuro (4, 82).

Olor Característico a pescado seco y en buen estado; libre de olores extraños, rancidez, acidez y putrefacción --

(4, 82).

Características macroscópicas (a simple vista). Generalmente contiene cantidades considerables de hueso y escama; - los ojos de pescado aparecen como cuentas de vidrio lechoso, con superficies rotas, variando en tamaño desde el de una cabeza de alfiler a un cuarto de pulgada de diámetro. Apariencia ligeramente grasosa (4).

Microscopía (características a bajo aumento o estereoscópicas). Los finos aparecen granulares. Las partículas más grandes son algo rugosas y conservan parcialmente su estructura fibrosa; son similares a las de la harina de carne de expeller, pero de color más claro. Las características más inequívocas son los huesos y las escamas. En ocasiones se presentan pequeños dientes cónicos, el cristalino de los ojos y la hueva (4). Libre de contaminantes como la arena, sales de amonio, urea, desechos industriales, etc. (120).

Granulometría. 100% del producto deberá pasar por una malla de 3.2 mm. de separación entre hilos (No. 8) (82).

#### 4.9.6 Misceláneos.

##### 4.9.6.1 Adulteraciones.

La adulteración de la harina de pescado es un problema que se repite frecuentemente e nuestro país, posiblemente por el atractivo precio de este ingrediente y su escasez en el mercado nacional.

Observaciones microscópicas reportan las siguientes substancias como los adulterantes más comunes de la

harina de pescado: harinas de pluma, sangre, pelo y hueso, pezúña molida, contenido estomacal, vísceras, cuero, cascari-llas de semillas o cereales, sulfato de amonio, urea, carbonato de calcio, arena y sal (2, 41, 48, 51).

De acuerdo con la norma oficial correspondiente aquellas harinas que contengan cualquiera de las substancias arriba mencionada, se considerarán como adulteradas - (82).

La técnica microscópica permite prevenir o detectar rápidamente y en forma económica las adulteraciones que pudieran ser responsables de deficiencias alimenticias (48).

Es recomendable, por lo tanto, no basarse unicamente en los valores de proteína cruda y digestibilidad pépsica para evaluar la calidad nutritiva de una HP, ya que en caso de adulteración nos enfrentamos a una proteína de bajo valor biológico, o bien a ingredientes tóxicos, de nulo valor nutritivo para aves y cerdos, como en el caso del sulfato de amonio y la urea (2, 48, 51).

En caso de sospecha, la prueba de nitrógeno no protéico puede ser de utilidad, pues mide la cantidad de sustancias nitrogenadas no protéicas como escamas de pescado, caparazones de moluscos, urea, sulfato de amonio, etc (132).

#### 4.9.6.2 Putrefacción.

La descomposición del pescado es una consecuencia de la acción bacteriana y enzimática, la cual libera compuestos volátiles como la trimetilamina (TMA), la dimetilau

mina, la hipoxantina, nitrógeno amoniacal (N-amoniacal) y ácidos volátiles (40).

La producción de estas sustancias está directamente relacionada con el manejo y la temperatura a la que se somete la materia prima (40).

Asimismo, los cambios de putrefacción del pescado pueden estar acompañados con los procesos de rancidez -- producidos por la acción del oxígeno en los lípidos insaturados.

Consecuentemente, es necesario detectar aquellas harinas en proceso de putrefacción; la prueba de Eber, como se -- mencionaba anteriormente, es la más común, pero es muy subjetiva. Por lo tanto, conviene determinar el contenido de nitrógeno amoniacal, el cual no debe ser mayor de 117 mg/100 gr. de muestra (132).

#### 4.9.6.3 Análisis bacteriológico.

Este tipo de análisis es importante en el control de calidad para detectar la presencia de microorganismos que pueden ser patógenos; en el caso de la harina de pescado, reviste un interés especial, puesto que la harina puede ser -- un vector potencial de la salmonelosis (124, 125).

Por lo tanto, es conveniente llevar a cabo la determinación de coliformes, grupo de bacterias entéricas, cuya presencia en la harina de pescado es signo de contaminación fecal, y a su vez es buen indicador de contaminación con Salmonella (124).

No es conveniente el uso de harinas de pesca-

do contaminadas.

#### 4.9.6.4 Rancidez.

El término rancidez se emplea para indicar las diferentes reacciones por medio de las cuales se deterioran las grasas.

El alto contenido de grasa de las harinas de pescado las hace sumamente susceptibles a este fenómeno, cuyas principales consecuencias son una disminución del contenido de grasa, y por lo tanto del valor energético, la destrucción parcial o total de las vitaminas liposolubles, la disminución de la calidad de la proteína cruda y de la disponibilidad de los aminoácidos; además, existe el peligro de una combustión espontánea, debido al calor que se despiden en las reacciones de enranciamiento (112). Lo anterior, pone de manifiesto la importancia del análisis de rancidez de una harina de pescado.

Si el laboratorio arroja un resultado positivo a rancidez, no es recomendable incluir dicha harina en formulación.

#### 4.9.6.5 Digestibilidad de la proteína.

La digestibilidad de la proteína es una medida de la porción de la proteína cruda que puede ser digerida por el animal (63).

En otras palabras, indica el porcentaje de proteína que se hidroliza en el aparato digestivo y que se absorbe en la sangre.

El método más común para determinar la digestión

tibilidad de la proteína de una harina es la prueba de digestibilidad en pepsina al 0.2% (AOAC, 1980) (9).

Es útil como indicador de harinas deterioradas durante el procesamiento o almacenamiento; sin embargo, a menudo los resultados acusan muy poca correlación con la calidad nutritiva de la harina (17, 112). Esta poca correlación tal vez se deba a que en los animales intervienen factores -- que no se toman en cuenta en los análisis químicos (17).

A pesar de que el método oficial AOAC es con pepsina al 0.2%, se ha observado que existe cierto error a esta concentración, ya que no discrimina correctamente entre -- harinas de buena y de mala calidad (17).

Se ha encontrado que la concentración óptima de pepsina es de 0.0002%, por lo que se sugiere que las determinaciones de digestibilidad se llevan a cabo tanto a 0.2% como a 0.0002% de pepsina (132).

Para harinas de pescado, la digestibilidad en pepsina al 0.2% debe ser 70-90% de la proteína cruda total, y por el método al 0.0002% debe ser superior al 30% (132).

#### 4.9.6.6 Cenizas.

Si el análisis de la harina arroja un alto contenido de cenizas, significa que dicho producto fué elaborado con gran cantidad de esqueletos (cabezas y colas, una vez extraídos los filetes) (17, 53).

Existe una relación inversamente proporcional entre el contenido de proteína cruda y cenizas; ésto es, a medida que aumenta la proteína, disminuyen las cenizas y vice--

versa (17, 53). Por lo tanto, al adquirir una harina de pes cado se sugiere castigar el precio si el contenido de cenizas rebasa el límite superior.

#### 4.9.7 Tipo y frecuencia de análisis.

##### a. Muestrear cada remesa que se reciba.

Furgones: Efectuar un análisis por cada furgón.

Camiones: Efectuar un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un mismo proveedor que se reciban en un día.

##### b. Las determinaciones que comprenden normalmente a un análisis son: humedad, proteína, grasa, cenizas, - calcio, fósforo, cloruro de sodio, digestibilidad - en pepsina, microbiológico, putrefacción y rancidez.

##### c. Frecuencia de análisis.

- Cada embarque: proteína, grasa, humedad, cenizas, rancidez, putrefacción, microbiológico y digestibilidad en pepsina.
- Cuando el contenido de cenizas sea menor del 16% o mayor del 20%, se recomienda checar calcio, fósforo y cloruro de sodio.

#### 4.9.8 Recomendaciones para la aceptación de la harina de pes cado (Cuadro No. 60).

CUADRO No. 58 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA HARINA DE PESCADO (82)

ESPECIFICACIONES	GRADO A		GRADO B	
	MIN. %	MAX. %	MIN. %	MAX. %
Proteína cruda	64.00		60.00	
Grasa cruda		10.00	11.00	13.00
Fibra cruda		1.00		1.00
Humedad		10.00		10.00
Cenizas		17.00		19.00
Cloruro de Sodio		2.00		2.00
Digestibilidad de la proteína	90.00		90.00	
Calcio		4.50		5.00
Fósforo		2.500		2.80

CUADRO No. 59 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL Y CONTENIDO DE CALCIO, FOSFORO Y CLORURO DE SODIO DE LA HARINA DE PESCADO.

	A	B	C	D
Humedad (%)	6.8 +/- 2.14	6.32 +/- 3.2	7.00 +/- 1.88	7.03 +/- 1.13
Proteína cruda (%)	55.8 +/- 7.92	59.33 +/- 5.96	59.57 +/- 6.25	63.68 +/- 2.01
Grasa cruda (%)	8.8 +/- 7.74	9.64 +/- 3.99	10.42 +/- 4.74	10.65 +/- 1.27
Fibra cruda (%)	1.1 +/- 2.25	0.79 +/- 1.93	N. R.	N. R.
Cenizas (%)	21.1 +/- 6.89	19.28 +/- 4.19	19.66 +/- 5.03	14.35 +/- 2.3
E.L.N. (%)	7.4 +/- 5.58	4.9 +/- 3.48	N. R.	N. R.
Calcio (%)	N. R.	5.64 +/- 2.55	5.5 +/- 1.72	4.00 +/- 0.89
Fósforo (%)	N. R.	2.78 +/- 1.21	3.27 +/- 0.69	2.5 +/- 0.37
Cloruro de sodio (%)	N. R.	N. R.	N. R.	3.15 +/- 0.96

A). Tejada, H.I., 1977 (129)

B). Rodríguez V., J.G., 1978 (107)

C). Laboratorio de control de calidad de VIMISON, S.A. DE C.V. (1984)

D). " " " " " " Bachoco Celaya, S.A. (1983 y 1984)

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 60 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE HARINA DE PESCADO

ESPECIFICACION	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	-	8.0	2.0
Proteína cruda (%)	60.0	-	-
Grasa cruda (%)	-	8.0	2.0
Cenizas (%)	-	18.0	2.0
Calcio (%)	-	4.5	0.5
Fósforo (%)	-	2.5	0.5
Cloruro de sodio (%)	-	3.0	-
Putrefacción	Negativa		
Microbiológico	Negativa		
Rancidez	Negativa		
Digestibilidad en pepsina (%) (al 0.2%)	90.0		

#### 4.10 HARINA DE PLUMA HIDROLIZADA

##### 4.10.1 Definición.

La harina de pluma hidrolizada es el producto resultante del tratamiento a presión de las plumas limpias y no descompuestas de aves sacrificadas; libre de aditivos y/o catalizadores (4).

Para los efectos de la norma oficial respectiva, se entiende por harina de pluma hidrolizada el producto seco, molido, obtenido de las plumas de aves, limpias, no descompuestas, sin aditivos ni conservadores y libre de gérmenes patógenos y toxinas (80).

##### 4.10.2 Clasificación.

Oficialmente, la harina de pluma hidrolizada se clasifica en un sólo grado de calidad (80).

##### 4.10.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 61 se indican las especificaciones que debe cumplir la harina de pluma hidrolizada según la norma oficial respectiva.

##### 4.10.4 Guía de análisis.

A manera de referencia, en el Cuadro No. 62 se muestra la composición de 3 harinas de pluma, dos de ellas hidrolizadas.

##### 4.10.5 Inspección física.

La hidrólisis completa separa toda evidencia de la estructura normal de la pluma; sin embargo, es raro el caso, pues la mayoría de las harinas de pluma contendrán un pequeño

porcentaje de plumas crudas fácilmente detectables. Algunas porciones de las plumas de contorno, tales como el cañón y el raquis puede pasar por el proceso de hidrolizado sin cambiar estructuralmente y son fácilmente identificables. Moliendo - la masa fundida de plumas después del proceso, se generan numerosas partículas vítreas teniendo la apariencia y la textura dura del plástico, de color gris a café o negro, con pequeños trocitos de las barbas enclavadas cerca de la superficie (4).

Olor Suigéneris (80)

Color Variable, dependiendo de la materia prima.

Microscopía (características estereoscópicas o de bajo aumento)

Algunas plumas pueden parecerse al pelo; otras se asemejan a tubos comprimidos de plástico. Raquis con -- bordes mellados y aserrados (4).

Granulometría 100% deberá pasar por malla de 2 mm. de separación entre hilos (No. 10) (80).

#### 4.10.6 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestreará cada furgón y cada camión que se reciban.

Furgones: Se efectuará un análisis por cada furgón.

Camiones: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un -- mismo proveedor que se reciban por día.

b. Tipo de análisis.

Las determinaciones que comprenden a un análisis -- son: proteína, grasa, humedad, cenizas, digestibi

lidad, putrefacción, rancidez, microscopía y bacteriológico.

c. Frecuencia de las determinaciones anteriores:

Cada embarque: proteína, grasa, humedad, cenizas, bacteriológico, putrefacción y rancidez.

Eventualmente o en caso de sospecha: microscopía, micotoxinas.

Digestibilidad de proteína: al cambio de proveedor o en caso de sospecha de mala elaboración.

4.10.7 Recomendaciones para la aceptación de la harina de --  
pluma (Cuadro No. 63).

CUADRO No. 61 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA HARINA DE PLUMA  
HIDROLIZADA (80)

ESPECIFICACIONES	MINIMO (%)	MAXIMO (%)
Proteína	75.00	-
Grasa cruda	2.00	-
Fibra cruda	-	2.00
Cenizas	-	5.00
Humedad	-	10.00
Digestibilidad de la proteína	80.00	-
Calcio	-	0.3
Fósforo	-	0.8

CUADRO NO. 62 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LA HARINA DE PLUMA

	A	B*	C*
Humedad (%)	9.2 ± 0.21	7.5 ± 3.53	6.8
Proteína cruda (%)	87.1 ± 0.49	87.6 ± 1.01	85.00
Grasa cruda (%)	1.5 ± 0.07	2.9 ± 1.48	2.5
Fibra cruda (%)	0.3 ± 0.49	0.7 ± 0.99	1.5
Cenizas (%)	1.4 ± 0.07	2.6 ± 1.98	3.9
E.L.N. (%)	9.2 ± 0.07	2.6 ± 1.98	0.3

A). y B). Tejada H.I., 1977 (129)

C). Allen, R.D., 1976 (3)

\* Harinas hidrolizadas

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUÁDRO No. 63 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA HARINA  
DE PLUMA HIDROLIZADA

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Proteína cruda (%)	75.0	-	-
Grasa cruda (%)	2.0	-	0.5
Fibra cruda (%)	-	2.0	-
Cenizas (%)	-	5.0	-
Humedad (%)	-	10.0	-
Digestibilidad de la proteína (%)	80.0	-	-
Calcio (%)	-	0.3	-
Fósforo (%)	-	0.8	-
Putrefacción	Negativa		
Rancidez	Negativa		
Microbiológico	Negativo		
Urea/Sales de amonio	Negativo		

## 4.11 HARINA DE SANGRE

## 4.11.1 Definición.

La harina de sangre es el producto obtenido a partir de sangre proveniente de animales sanos recién sacrificados y sometida a deshidratación por cocción o atomización y molienda. Estará libre de gérmenes patógenos y toxinas. Puede ser sangre de ganado bovino, porcino, caprino, ovino, equino y -- aves (86).

## 4.11.2 Clasificación.

Oficialmente, la harina de sangre sólo comprende un -- grado de calidad; sin embargo, en la práctica es conveniente hablar de tres tipos de harinas de sangre, dependiendo del -- proceso por el cual fueron obtenidas, ya que éste puede alterar el valor nutritivo del producto final.

Los principales métodos de obtención de la harina de sangre son por rocío ("spray"), en tambor o en anillos. En el secado por tambor, la sangre se calienta agitándola en un cocedor a vapor enchaquetado, hasta que el nivel de humedad sea -- del 6 al 10%; luego se pulveriza el producto seco en un molino de martillo (4).

En el secado por rocío ("spray"), la sangre es deshidratada en un evaporador; una vez concentrada, la sangre se -- homogeniza y se rocía en un flujo de aire caliente, el cual -- la seca casi instantáneamente (4).

En el secado en anillos, la sangre líquida se coagula con vapor hasta reducir el contenido de humedad hasta un 30 a 40%. La sangre coagulada se pasa a través de un desintegrador y, posteriormente pasa a los anillos, que son un sistema de ductos a través de los cuales circula una corriente de aire

caliente, mediante la cual se seca la sangre. Por último, las partículas de sangre seca se sacan de los anillos (4).

Los procesos de secado por rocío y por anillos evitan el sobrecalentamiento, y por lo tanto el contenido de lisina de las harinas obtenidas por estos métodos, será considerablemente mayor que el de la obtenida por tambor (4).

#### 4.11.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 64 se presentan las especificaciones que dicta la Norma Oficial Mexicana para la harina de sangre.

Asimismo, se establece que el producto se considerará adulterado cuando se le haya adicionado cualquier materia extraña.

No se considerará adulterado cuando presente cantidades no mayores de 1% de contenido estomacal (86).

En cuanto al envasado de la harina de sangre, la norma respectiva indica que deberá estar envasada en sacos nuevos que garanticen la calidad del producto (86).

#### 4.11.4 Guía de análisis.

A manera de referencia, en el Cuadro No. 65 se muestra el análisis químico proximal de la harina de sangre.

#### 4.11.5 Inspección Física.

**Olor** Deberá tener un olor característico y estar libre de olores extraños y a putrefacción (Y-12-1978), los contaminantes como el contenido estomacal pueden conferirle olores desagradables (41).

**Color** Rojo obscuro, casi negro (4, 86).

**Características macroscópicas (a simple vista).** Varían dependiendo el método de obtención de la harina de sangre. La harina de sangre obtenida en tambor se observa como esferas sólidas y/o rotas, cuyo tamaño depende de la fineza de la molienda. Las porciones más grandes tie-

nen superficie suave y adquieren brillo si se frotan en un pedazo de papel. No se trituran ni se hojuelean facilmente (4). La harina de sangre secada por rocío o en anillos es una harina fina (4).

**Microscopía** (características a bajo aumento o estereoscópicas)

Los finos de la harina de sangre secada en tambor son en su mayor parte esferas enteras y esferas rotas; la harina de sangre secada por rocío o en anillos consiste de partículas finas en forma de esferas (4).

**Contaminantes.** La harina de sangre en tambor contiene ocasionalmente porciones de hueso y pequeñas cantidades de pelo, pezuñas, fibras vegetales (contenido ruminal e intestinal) y/o residuo de grasa (4).

**Granulometría.** 100% deberá pasar por una malla de 2 mm. de separación entre hilos (No. 10) (86).

**4.11.6 Tipo y frecuencia de análisis.**

**a. Muestrear cada furgón y cada camión.**

**Furgones:** Efectuar un análisis por cada furgón.

**Camiones:** Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un mismo proveedor que se reciban por día.

**b. Las determinaciones que comprenden a un análisis serán: Microscopía, granulometría, humedad, proteína cruda, grasa cruda, cenizas, calcio, fósforo, digestibilidad, putrefacción, urea/sales de amonio y bacteriológico.**

**4.11.7 Recomendaciones para la aceptación de la harina de -- sangre (Cuadro NO. 66).**

CUADRO No. 64 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA HARINA DE SANGRE

ESPECIFICACIONES	MINIMO (%)	MAXIMO (%)
Proteína cruda	76.00	
Grasa cruda	1.00	
Fibra cruda		4.00
Cenizas		8.00
Humedad		10.00
Calcio		0.4
Fósforo		0.3
Digestibilidad de la proteína	80.00	

CUADRO No. 65 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL Y CONTENIDO DE CALCIO Y FOSFORO DE LA HARINA DE SANGRE

	A	B	C	D	E
Humedad (%)	11.0 ± 9.95	8.25	8.5 - 11.5	10.7	---
Proteína cruda (%)	83.7 ± 5.15	60.0 - 74.06	79.0 - 85.0	80.0	84.5
Grasa cruda (%)	1.6 ± 1.88	1.97	0.5 - 1.5	1.0	2.3
Fibra cruda (%)	0.0 ± 0.13	0.00	0.5 - 1.5	1.0	1.3
Cenizas (%)	5.6 ± 1.7	3.69	3.5 - 6.0	4.4	6.8
E.L.N. (%)	8.7 ± 4.85	12.03	8.0 - 6.0	2.9	5.1
Calcio (%)	-	-	0.25 - 1.0	0.28	0.62
Fósforo (%)	-	-	0.2 - 0.9	0.22	0.38

- A). Tejada H., I., 1977 (129)  
 B). Flores M., J., 1981 (54)  
 C). Cooley M.L., 1976 (41)  
 D). Allen R.D., 1986 (3)  
 E). Mc Dowell L.R. et al., 1974 (67)

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 66 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA HARINA DE SANGRE

ESPECIFICACIONES	MAXIMO	MINIMO
Proteína cruda (%)	-	75.00
Grasa cruda (%)	-	1.00
Cenizas (%)	8.0	-
Humedad (%)	10.0	-
Calcio (%)	0.4	-
Fósforo (%)	0.3	-
Digestibilidad de la proteína (%)	-	80.0
Putrefacción	Negativa	
Urea/Sales de amonio	Negativo	
Bacteriológico	Negativo	

## 5. GRASAS Y ACEITES

### 5.1 Generalidades.

Las grasas y los aceites pertenecen a un grupo de compuestos heterogéneos muy abundantes en la naturaleza, conocidos técnicamente como lípidos. A pesar de la poca similitud que presentan en su estructura química, todos los lípidos tienen la particularidad de ser insolubles en agua y solubles en disolventes orgánicos como el éter, cloroformo, benceno y alcohol en ebullición (11, 30).

Desde un punto de vista químico, las grasas y los aceites se definen como ésteres de ácidos grasos o sustancias capaces de formar ésteres. La distinción genérica que existe entre ambos, es que los aceites son líquidos a temperatura ambiente, mientras que las grasas son sólidas. A pesar de que esta diferenciación es vaga resulta útil en la práctica.

Generalmente, los aceites son de origen vegetal -soya, algodón, cacahuate, cártamo, ajonjolí, etc.- mientras que las grasas son de origen animal-manteca de res, de cerdo, etc.

En la formulación de alimentos balanceados, las grasas y los aceites se emplean básicamente como una fuente concentrada de energía, ya que los lípidos tienen un contenido calórico 2.25 veces mayor que los carbohidratos. Asimismo, proporcionan algunos de los ácidos grasos esenciales para el organismo y actúan como vehículos de las vitaminas liposolubles y de los pigmentos. Por otro lado, las grasas y los aceites tienen una función lubricante durante la fabricación del alimento y ayudan a reducir la polvosidad del mismo (108).

5.2 Clasificación de las grasas y los aceites de acuerdo a su naturaleza química (Cuadro No. 67).

Las grasas y los aceites se clasifican como lípidos simples, y son de la clase de lípidos más abundantes en la naturaleza, seguidos de otros de menor importancia como las ceras, cuando son alcoholes de cadena larga (132).

Químicamente, los lípidos simples se definen como ésteres de ácidos con ciertos alcoholes. El tipo de alcohol los clasifica en grasas y aceites, cuando éste es glicerina y en ceras, cuando son alcoholes de cadena larga (132).

Otra clasificación se refiere a su capacidad o incapacidad para formar jabones, de tal manera que los que los producen se llaman saponificables. El proceso de saponificación es una reacción de esterificación que consiste en hacer reaccionar a los lípidos con hidróxido de sodio o potasio para que formen los ésteres de ácidos grasos, que reciben el nombre de jabones. Los lípidos saponificables abarcan las grasas, los aceites, las ceras, los fosfolípidos y los fosfátidos, mientras que los insaponificables son básicamente los esteroides, los hidrocarburos y compuestos tales como vitaminas y pigmentos (11).

Los ácidos grasos son los componentes más abundantes de los lípidos, aunque generalmente no se encuentran en estado libre como tales sino unidos al glicerol. La presencia de los ácidos grasos libres en los alimentos se utiliza como índice de una posible hidrólisis de los lípidos neutros, la cual puede ser positiva o negativa para la calidad organoléptica

ca de cada producto (11, 30).

Los ácidos grasos se han dividido en dos grandes grupos: saturados e insaturados, dependiendo de la presencia o ausencia de dobles ligaduras en su molécula. La composición de estos ácidos así como la proporción en que están contenidos en los lípidos simples hace que estos sean diferentes entre sí (30).

5.3 Clasificación de las grasas y los aceites de acuerdo a su origen.

A. Aceites.

La clasificación de los aceites se basa en su pureza y/o al grado de procesamiento al que han sido sometidos. Estas diferencias y su costo determinan el propósito para el cual serán usados. De acuerdo a este criterio, los aceites empleados en alimentación animal pueden tipificarse de la siguiente manera: refinados, crudos, de recuperación y mezclas de los anteriores (12).

a). Aceite crudo.-Es el producto obtenido de la extracción de semillas y frutas oleaginosas. Este aceite con tiene cantidades variables de impurezas, las cuales son detri mentales de la calidad del aceite para consumo humano y, por lo tanto deben ser eliminados mediante el proceso de refina-- ción (23)-

Las impurezas son de dos tipos generalmente: insolubles y solubles en aceite. Las impurezas insolubles con-- sisten en fragmentos de semillas, finos de grano molidos, par tículas de tierra y excedentes de humedad. En general, las

impurezas insolubles, con excepción del agua, pueden eliminarse fácilmente por filtración. Las impurezas solubles son más difíciles de extraer; incluyen a una gran diversidad de sustancias liposolubles tales como ácidos grasos libres, pigmentos, vitaminas, gomas, fracciones protéicas, estearinas, esteroides, carbohidratos, cetonas y aldehídos. Pueden encontrarse en solución real o bien como una suspensión coloidal (23).

Por último, es importante mencionar que la disponibilidad y el precio del aceite crudo para alimentación animal, dependerán de la oferta y la demanda en el mercado de aceites de consumo humano.

b). Aceite refinado.-Es el producto obtenido de la purificación del aceite crudo, durante la cual se remueven todos aquellos constituyentes perjudiciales para el sabor, olor, color y estabilidad del aceite comestible. El proceso de refinación consiste básicamente de las siguientes operaciones.

- Eliminación de la materia coloidal por medio de asentamiento, desgomado y lavado con ácido. Las gomas aquí obtenidas pueden seguir varios caminos: obtención de lecitina, adicionarse a las pastas oleaginosas o bien destinarse a alimentación animal.
- Eliminación de ácidos grasos libres por medio de una reacción de neutralización (saponificación) mediante la adición de hidróxido de sodio. De este proceso se obtienen aceite parcialmente refinado y jabón crudo ("soapstock"), el cual es tratado con ácido para producir jabón y/o aceite acidulado.

lado. Este último puede destinarse para la industria de alimentos balanceados, mientras que el aceite continúa en el proceso de refinación (23).

- Blanqueado (eliminación de materias colorantes).
- Deodorización (eliminación de olores).
- Eliminación de estearinas.

Normalmente, el aceite refinado se destina para uso humano pero en caso de deficiencias de calidad (olor, color, sabor, contaminantes, etc.) queda disponible para alimentación animal.

c). Aceites de recuperación.-Con este término nos referimos a una serie de subproductos de la refinación del aceite comestible. Tanto por su volumen como por su precio, son de especial interés para la fabricación de alimentos balanceados (12).

Entre éstos, el mas importante es el soapstock, compuesto residual obtenido en la reacción de saponificación al que es sometido el aceite para la eliminación de los ácidos grasos libres. Este subproducto consiste de jabones crudos que normalmente se venden a la industria jabonera para su subsecuente procesamiento (12, 23).

Desde un punto de vista químico, los jabones son ésteres de ácidos grasos, por lo cual representan una fuente de potencial de ácidos grasos y energía para la alimentación animal. La recuperación de este material graso se logra por acidulación sulfúrica del soapstock, por lo que al producto obtenido se le llama "soapstock acidulado", compuesto por una

mezcla de ácidos grasos y fosfolípidos. Este soapstock acidulado se somete posteriormente a una reacción de hidrólisis, de la cual se obtienen ácidos grasos libres y glicerina (12, 23).

Debido a su menor costo, se está generalizando el uso de los ácidos grasos acidulados, también conocidos como "aceite de segunda", como fuente de energía en la industria de alimentos balanceados.

Otro de los aceites de recuperación de interés para consumo animal, consiste en los residuos de la filtración del aceite a través de tierras diatomáceas durante el proceso de blanqueado. El aceite que queda en los filtros es extraído por presión o por solventes (12).

#### B. Grasas.

a). Grasa animal.--Incluye grasas procesadas procedentes de subproductos de res o cerdo. Se considera sebo cuando su valor de firmeza es de 40 o superior, o grasa líquida si su valor es inferior a 40. Valores más bajos indican que la grasa contiene niveles altos de ácidos grasos no saturados o poliinsaturados (108).

b). Grasa de ave.--Incluye grasas 100% de origen aviar.

c). Grasa animal mezclada.--Incluye mezclas de sebo, grasas animales líquidas, grasa de ave y desechos de grasas de restaurantes.

d). Mezclas de grasas animales y vegetales.--Incluye combinaciones de grasas para uso alimenticio de origen vege--

tal y animal y/o grasas de restaurantes o de la industria alimentaria.

#### 5.4 Control de calidad.

A continuación se describen brevemente los principales aspectos de calidad que deben contemplarse al efectuar una compra de grasas o aceites, o al momento de establecer las normas de calidad de estas materias primas.

a). Humedad.-La importancia de esta determinación reside en que el agua es un poderoso promotor de la rancidez y, además, puede causar problemas de corrosión en el equipo (108, 132).

Dependiendo del tipo de grasa y/o aceite de que se trate, se establecerán los niveles máximos permisibles, ya que pueden existir diferencias debidas al procesamiento de obtención de cada uno de los productos.

Cabe mencionar, que la toma de muestras representativas para la determinación de humedad de una grasa y/o aceite presenta ciertas dificultades, debido a que el agua se deposita en el fondo de los tanques y su distribución no es homogénea.

b). Impurezas insolubles.-Incluyen partículas de materiales insolubles que pueden ser filtrados. Estas impurezas generalmente no son dañinas para el animal, pero pueden causar obstrucciones en el equipo usado para transportar el aceite (108, 132).

c). Material no saponificable.-Incluye esteroides, hidrocarburos y otros compuestos como vitaminas, pigmentos y acei-

tes minerales. En general, estas sustancias no son perjudiciales pero en ocasiones pueden encontrarse presentes algunas sustancias tóxicas tales como los factores desencadenantes - de la ascitis (108, 132).

Por lo tanto, si existe un nivel alto de material insaponificable en un aceite o grasa, no es conveniente incluirlo en formulación.

La suma de los valores de humedad, impurezas insolubles y del material insaponificable son una medida del contenido - de material no graso de una grasa o un aceite.

d). Acidos grasos totales (AGT).-Incluye tanto a los ácidos grasos libres como a aquellos unidos al glicerol. La concentració de AGT en una grasa sirve como un indicador de su - valor energético, ya que además de ser los principales constituyentes de una grasa (90% aproximadamente) contienen más del doble de energía que el glicerol (108).

e). Acidos grasos libres (AGL).-Como se mencionaba anteriormente, la presencia de elevados niveles de (AGL) puede -- ser indicio de problemas de rancidez, excepto en aquellas grasas hidrolizadas, que por el proceso al que fueron sometidas contienen cantidades considerables de AGL. Este es el caso - de los ácidos grasos acidulados, producto compuesto por una - mezcla de AGL. En este tipo de productos, el contenido de ácidos grasos será proporcional a su pureza (108).

f). Color.-El color de las grasas y los aceites emplea--dos para alimentación animal no es significativo de su cali--dad. Puede variar desde el amarillo del aceite refinado has-

ta un color muy oscuro en los ácidos grasos acidulados (108).

g). Olor.-A pesar de la importancia que tiene esta característica en algunos aceites, es difícil determinarla con exactitud, puesto que no existen técnicas específicas para realizarla ni estándares respectivos. En estos casos, sólo en base a experiencias anteriores pueden detectarse residuos de disolventes o principios de enranciamiento (132).

h). Rancidez.-En general, el término rancidez se usa para describir los diferentes mecanismos a través de los cuales se deterioran las grasas y los aceites, alterando sus características organolépticas y disminuyendo su valor nutritivo (11).

Existen dos tipos de rancidez: la hidrolítica y la oxidativa. En el caso de las grasas y los aceites empleados en alimentos balanceados, la principal causa de deterioro es la rancidez oxidativa, mientras que la de tipo hidrolítico se presenta basicamete en alimentos con altas concentraciones de ácidos grasos de cadena corta, como son los productos lácteos (11, 30).

La rancidez oxidativa se lleva a cabo por la acción del oxígeno sobre las dobles ligaduras de los ácidos grasos insaturados, con la consecuente formación de hidroperóxidos. Se trata de una reacción en cadena, y teóricamente, basta que la oxidación se inicie en una sólo molécula para que toda la grasa se deteriore. Aquellas grasas o aceites ricos en ácidos grasos insaturados se oxidan con mayor facilidad, debido al mayor número de dobles ligaduras que poseen en su estructura

(11).

Los hidroperóxidos son los productos iniciales de estas reacciones; posteriormente se descomponen y forman diferentes compuestos tales como los peróxidos y otras substancias, algunas de las cuales son responsables de los cambios de las propiedades organolépticas de las grasas oxidadas (11, 30, 108).

Los peróxidos, a su vez, tienen la capacidad de reaccionar con proteínas, pigmentos y otros constituyentes de los alimentos, generando productos que pueden ser dañinos para la salud del animal que los ingiere (11).

Temperaturas y humedades altas, el oxígeno ambiental, la luz y el contacto con algunos minerales traen son factores que favorecen la oxidación de las grasas; por lo tanto, para mantener la calidad de estos productos durante su almacenamiento, es conveniente protegerlos de estos agentes, mediante el uso de recipientes adecuados, los cuales deben permanecer tapados y localizados en un lugar fresco y seco. Asimismo, se recomienda la adición de algún antioxidante (11, 12, 30).

A continuación se mencionan las principales pruebas empleadas para la detección de rancidez en aceites y grasas:

- Índice de peróxido.-Esta técnica mide los peróxidos formados durante el enranciamiento. Parece que hay diferencias entre la rancidez y el índice de peróxido, ya que se ha observado que aceites poliinsaturados tendrán altos índices de peróxidos al inicio de la rancidez, y aceites con mayor grado de saturación tendrán bajo índice de peróxido. Por lo tanto, se deberán establecer correlaciones entre el índice

de peróxido y la rancidez organoléptica antes de decidir sobre el estado de rancidez de la muestra. Por lo general, el sabor rancio se empieza a detectar cuando el índice de peróxido está entre 10 y 20 (132).

Si una muestra tiene un índice de peróxido superior a 20, es posible que este valor sea aún mayor ya que los peróxidos se descomponen. En estos casos, debe determinarse la estabilidad del producto durante su almacenamiento (prueba "AOM" o "método de oxígeno activo" (37, 55, 108).

- Prueba AOM (método del oxígeno activo).-Con esta prueba se mide el tiempo (en horas) requerido para obtener un valor de peróxidos igual a 20 meq., después de burbujear y calentar la muestra. A niveles mayores de 20 meq. peróxidos, la grasa empezará a desprender olor a rancio, lo cual es válido únicamente para grasas animales, ya que para las de origen vegetal, el olor a rancio se desprende cuando el valor de peróxidos es igual o mayor a 75 meq. Por lo tanto, en grasas vegetales, el olor no es un buen indicador del grado de peroxidación, de modo que la rancidez debe confirmarse químicamente (55, 108).
- Prueba de Kreis.-Esta prueba se basa en la reacción entre uno de los productos de la oxidación de las grasas, conocido como ephidrialdehído, con el reactivo de la prueba, el fluoroglucinol. Los resultados indicarán si existe o no rancidez, o bien si a pesar de que organolépticamente no se haya detectado, ya comenzó el proceso de enranciamiento (59).

### 5.5 Recomendaciones para la aceptación de grasas y aceites.

En los Cuadros Nos. 68, 69, 70 y 71 se presentan las características de los aceites crudo refinado y de recuperación, así como de la grasa animal; dicha información puede emplearse como punto de referencia al establecer los estándares de calidad para estas materias primas.

### 5.6 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestreará cada pipa, carro tanque o camión que se reciban.

Pipas y carros tanque: Se efectuará un análisis por cada uno de ellos.

Camiones: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un mismo proveedor que se reciban por día.

b. Las determinaciones que comprenden a un análisis son: humedad, impurezas insolubles, material insaponificable, ácidos grasos totales, ácidos grasos libres y rancidez.

La frecuencia con que deben realizarse cada una de las pruebas anteriores es la siguiente:

- A cada embarque que se reciba se le determinará: humedad, rancidez, impurezas insolubles y material insaponificable.
- Al cambiar de proveedor: análisis completo.

## CUADRO No. 67 CLASIFICACION DE LOS LIPIDOS

## 1. LIPIDOS SIMPLES

- a.- Grasas y aceites.
- b.- Ceras.

## 2. LIPIDOS COMPUESTOS

- a.- Fosfolípidos.
- b.- Glucolípidos.
- c.- Lipoproteínas.

## 3. COMPUESTOS ASOCIADOS

- a.- Ácidos grasos (derivados de los lípidos simples).
- b.- Pigmentos.
- c.- Vitaminas liposolubles.
- d.- Esteroles
- e.- Hidrocarburos

Adaptado de: Badui, D.S., 1981 (11).

CUADRO No. 68 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE ACEITE CRUDO (12)

ESPECIFICACIONES	%
Acidos grasos totales	90.0 - 95.0
Acidos grasos libres	2.0 - 5.0
Humedad	1.0 - 3.0
pH	5.0 - 6.0
Impurezas insolubles	1.0 - 3.0
Material insaponificable	2.0 - 5.0
Olor	Característico
Color	Amarillo
Rancidez (Reacción de Kreis)	Negativa

CUADRO No. 69 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE ACEITE REFINADO (12)

ESPECIFICACIONES	%
Acidos grasos totales	95.0 - 97.0
Acidos grasos libres	1.0 - 2.0
Humedad	0.5 - 1.0
pH	5.0 - 6.0
Impurezas insolubles	0.5 - 1.0
Material insaponificable	1.0 - 2.5
Olor	Característico
Color	Amarillo
Rancidez (Reacción de Kreis)	Negativa

**CUADRO No. 70 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LOS ACEITES  
DE RECUPERACION (12)**

ESPECIFICACIONES	%
Acidos grasos totales	80.0 - 90.0
Acidos grasos libres	20.0 - 80.0
Humedad	2.0 - 10.0
pH	4.0 - 8.0
Impurezas insolubles	3.0 - 5.0
Material insaponificable	3.0 - 6.0
Olor	Variable
Color	Variable
Rancidez (Reacción de Kreis)	Negativa

CUADRO No. 71 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA  
GRASA ANIMAL (108)

ESPECIFICACIONES	%
Acidos grasos totales (Mín.)	90.00
Acidos grasos libres (Máx.)	15.00
Humedad (Máx.)	1.00
Impurezas insolubles (Máx.)	0.50
Material insaponificable (Máx.)	2.50
Olor	Característico
Color	Variable
Rancidez (Reacción de Kreis)	Negativa

## 6. FUENTES DE CALCIO Y FOSFORO

Debido a la gran diversidad de funciones en que intervienen el calcio (Ca) y el fósforo (P), se destacan como dos de los minerales esenciales para el organismo.

Los animales los obtienen a partir de dos fuentes principales; éstas son: el calcio y el fósforo contenidos en los ingredientes de la dieta, ya sean de origen animal o vegetal (Ca y P orgánicos) y los de origen inorgánico.

Una dieta a base de ingredientes vegetales no satisfaría los requerimientos de estos minerales, ya que sus niveles de fósforo disponible y de calcio son muy bajos. Por consiguiente, resulta indispensable complementar la ración con fuentes suplementarias; en México, los suplementos de fósforo más empleados son la harina de hueso, la roca fosfórica y los fosfatos de calcio; de calcio la fuente más empleada es el carbonato de calcio (10, 53). Existe, sin embargo, una amplia gama de fuentes de fósforo como se muestra en el cuadro No. 72.

Cabe destacar la importancia de los fosfatos de calcio, puesto que además de su alta disponibilidad en el mercado nacional, proporcionan simultáneamente calcio y fósforo, ambos minerales esenciales para el organismo.

De acuerdo a su origen, los fosfatos de calcio pueden clasificarse en dos grupos:

A. Fosfatos naturales: apatita y roca fosfórica; harina de hueso.

B. Fosfatos químicamente procesados, los cuales agrupan productos obtenidos por procesos industriales.

A. Fosfatos naturales.

1. Apatita.

La apatita es un mineral cristalino que se obtiene de venas o intrusiones irregulares de origen ígneo. En la naturaleza existen como fluorapatita, cloroapatita o hidroxapatita, o bien como una mezcla de estos tres (126, 138).

2. Roca fosfórica.

La roca fosfórica es un mineral presente en depósitos sedimentarios, generalmente de origen marino. Está compuesta principalmente de fluorapatita y fosfato tricálcico; como contaminantes puede contener fluor, magnesio, manganeso, fierro, sodio, arsénico y plomo (126, 138).

Se ha demostrado que la composición de las rocas fosfóricas nacionales varía considerablemente dependiendo de la localización geográfica del yacimiento; esto se refiere tanto a su contenido de calcio y fósforo como al de otros minerales contaminantes.

Un agravante más de la calidad de las rocas fosfóricas nacionales, se debe a una práctica comercial muy común, que consiste en mezclar rocas de diferentes procedencias, sin que se lleve a cabo un control estricto de la calidad del producto final.

Debido a esta gran variación en la composición de las rocas fosfóricas, y a fin de evitar errores en la fórmula

ción de alimentos o problemas de toxicidad en los animales, es recomendable determinar siempre el contenido de calcio, fósforo y fluor de estos ingredientes.

### 3. Harina de hueso.

La harina de hueso es el producto obtenido de la molienda de huesos desgrasados y calcinados. Tiene un alto grado de disponibilidad biológica; sin embargo, su producción es muy limitada y puede contener peligrosos niveles de plomo, provenientes de la gasolina empleada como solvente en la extracción de la grasa; además, si no se procesa y maneja correctamente, puede ser fuente de contaminación bacteriana.

### B. Fosfatos químicamente procesados.

#### 1. Roca fosfórica desfluorinada.

Este producto se obtiene básicamente a partir de la eliminación del fluor de la fluorapatita. Existen diversos métodos de desfluorinación, de lo cuales, el mixto reviste especial importancia, ya que como producto final se obtiene fosfato tricálcico desfluorinado, con un 90.0% en forma de ortofosfato y una proporción fósforo : fluor del 1.0 : 1.13 (138).

En el organismo, el fósforo se absorbe en forma de sales ortofosfóricas, por lo cual todas aquellas fuentes de fósforo que presenten esta estructura, como sería el caso del fosfato tricálcico desfluorinado, tendrán mejor disponibilidad biológica que aquellas que se encuentren como metafosfatos o pirofosfatos; estos últimos son compuestos insolubles resultantes de un mal proceso de desfluorinación (127).

## 2. Fosfatos mono y dicálcicos.

Estos compuestos son el resultado de la reacción entre el carbonato de calcio u otra fuente de calcio con ácido ortofosfórico, grado alimenticio (138).

Aspectos relevantes en el control de calidad de los suplementos de fósforo:

### A. Fluor.

Este elemento se encuentra asociado normalmente a -- los fosfatos naturales inorgánicos, por lo que los suplementos de fósforo se consideran como una de las principales fuentes de fluor para los animales.

El contenido de fluor de estos ingredientes es muy -- variable, dependiendo de su origen y del proceso al que fueron sometidos. Para que un fosfato pueda considerarse como "desfluorinado", debe guardar una relación de 1.0 p.p.m. de fluor como máximo por cada 100.00 p.p.m. de fósforo como mínimo (8). Aquellos compuestos que cumplan con esta especificación pueden emplearse con seguridad para consumo animal.

Un exceso de fluor en la dieta, o bien su ingestión en menor cantidad pero por un tiempo prolongado, es causa de una situación conocida como fluorosis o intoxicación por -- fluor. La mayor parte del fluor ingerido se deposita en huesos y dientes en forma de fosfatos insolubles (fluorapatita), sustituyendo a la hidroxapatita, que es el constituyente normal. Como consecuencia el hueso se vuelve resistente a la -- resorción; es decir, el organismo no puede disponer del fósforo óseo (65, 78). Esta situación interfiere especialmente --

en el caso de animales en crecimiento, en los cuales el hueso se resorbe continuamente para remodelarse y permitir el desarrollo de una estructura ósea suficientemente fuerte para soportar el constante aumento de peso del animal (65).

Otros efectos perjudiciales debidos a un exceso de fluor en la dieta son:

- a. Según el grado de saturación de fluor en los huesos pueden presentarse una o varias de las siguientes alteraciones: - osteoesclerosis, osteoporosis, hiperosteosis, periosteas, - osteomalacia u osteofitosis (60, 117).
- b. Cojeras, asociadas a lesiones osteofluoróticas (20).
- c. Menores ganancias de peso (20, 73).
- d. Falta de apetito (73).
- e. Menores pesos al nacimiento (73).
- f. Fragilidad de cascarón (43).
- g. Menor producción de huevo (43).
- h. Inhibición de enzimas que participan en el metabolismo de grasas y carbohidratos (43).

Es difícil señalar con exactitud la cantidad de fluor necesaria para poder producir una intoxicación, ya que esta - depende de muchos factores tales como: especie, edad, tiempo de consumo, estado nutricional, fuente de fósforo, solubilidad del fluor consumido y respuesta individual.

Por último, cabe recordar que a mayor solubilidad de fluor en agua, mayor será su absorción a nivel intestinal. - Las rocas fosfóricas tienen menos fluor soluble que los fosfa

tos de calcio, por lo que se requiere de una mayor cantidad de este elemento en la roca para que pueda ocasionar problemas de toxicidad. Por lo tanto, los niveles máximos de fluor serán inversamente proporcionales a su solubilidad; de este modo, en los fosfatos de calcio se permite únicamente un 0.3% de fluor, mientras que en las rocas fosfóricas se tolera hasta un 0.5% (20).

#### B. Arsénico

Después del plomo, el arsénico es uno de los minerales más tóxicos para los animales. Sin embargo, su toxicidad depende entre otros factores, de la fuente o estructura química en que se presente; las principales causas de intoxicación por arsénico en animales domésticos se deben a la ingestión de diversos compuestos arsenicales empleados como pesticidas, herbicidas e insecticidas, o bien a sobredosis de algunos productos utilizados como promotores de crecimiento o reconstituyentes, que contienen arsénico en su fórmula (25, 26). Aunque la literatura no hace mención de las rocas fosfóricas como agentes causales de una intoxicación, y a pesar de que su contenido de arsénico es bastante bajo, al cambiar de proveedor o al recibir roca de diferente procedencia, es conveniente checar el nivel de arsénico de la misma, rechazando aquellas que rebasen las 100 p.p.m.

#### C. Aluminio

Los efectos indeseables de este elemento se deben básicamente a que compite con el calcio por los sitios de absorción. Asimismo, se ha demostrado que cantidades excesivas -

de sales de aluminio a nivel intestinal pueden arrastrar, por formación de sales insolubles, otros minerales como el fósforo y el hierro, provocando deficiencias (1). Por lo tanto, se recomienda que el nivel de aluminio soluble de una roca fósforica no exceda el 3.0% (89).

#### d. Manganeso

La importancia de conocer el contenido de manganeso de una roca fosfórica, reside en que aparentemente cantidades superiores al 0.02% de este elemento pueden acelerar reacciones de enranciamiento en los alimentos que incluyan la roca - problema (126).

Cabe señalar que en la norma oficial correspondiente, se establece un límite máximo de 0.1% de manganeso para la roca fosfórica (Cuadro No. 73), el cual rebasa considerablemente al que se indica como posible factor desencadenante de rancidez.

CUADRO No. 72 FUENTES DE FOSFORO UTILIZADAS EN LA ALIMENTACION ANIMAL

I. FOSFATOS DE CALCIO

A. Naturales

1. Roca fosfórica
2. Apatita
3. Harina de hueso

B. Químicamente procesados

1. Fosfatos dicálcicos
  - a.- Dicálcico-monocálcico
  - b.- Monocálcico-dicálcico
  - c.- Dicálcico precipitado
2. Fosfatos desfluorinados

II. FOSFATOS DE SODIO

1. Fosfato monosódico
2. Fosfato disódico
3. Tripolifosfato de sodio

III. FOSFATOS DE AMONIO

1. Fosfato monoamónico
2. Fosfato diamónico

Adaptado de: Thompson, D.J., 1972 (134).

## 6.1 ROCA FOSFORICA

### 6.1.1 Definición.

La roca fosfórica empleada como ingrediente en alimentos balanceados para animales es el subproducto de la molien-  
da del mineral conocido como apatita (89).

### 6.1.2 Clasificación.

Oficialmente, la roca fosfórica se clasifica en un so-  
lo grado de calidad (89).

### 6.1.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 73 se presentan las especificaciones  
que dicta la Norma Oficial Mexicana para la roca fósforica.

### 6.1.4 Guía de análisis.

En los Cuadros No. 74 y No. 75 se muestra la composi-  
ción de las rocas fosfóricas nacionales. No obstante que di-  
chos datos son representativos, siempre que se vaya a utili-  
zar roca es conveniente analizarle calcio, fósforo y fluor; -  
el contenido de otros minerales tales como el arsénico, se de-  
terminará al cambiar de proveedor o bien en casos de sospecha.  
Aluminio y manganeso se determinan en muy raras ocasiones.

### 6.1.5 Inspección física.

Color Variable (89).

Presentación Polvo.

Granulometría 2% máximo retenido en malla No. 2.5 M; abertu-  
ra de criba : 2.38 mm. (89).

### 6.1.6 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestreará cada furgón y cada camión que se reci-

ban.

**Furgones:** Se efectuará un análisis por cada furgón.

**Camiones:** Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un mismo proveedor que se reciban por día.

- b. Tipo de análisis.-Las determinaciones que comprenden normalmente a un análisis son: humedad, fósforo, calcio y fluor. Al cambiar de proveedor o cuando se reciba roca de un yacimiento diferente (de otra zona geográfica), es recomendable analizar también el contenido de arsénico. Manganeso y aluminio se determinarán únicamente en casos de sospecha.

6.1.7 Recomendaciones para la aceptación de la roca fosfórica (Cuadro No. 76).

CUADRO No. 73 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA ROCA FOSFORICA (89)

ESPECIFICACIONES	MAXIMO (%)	MINIMO (%)
Humedad	7.0	---
Fósforo total	---	7.5
Calcio total	30.0	18.0
Fluor	0.5	---
Manganeso	0.1	---
Arsénico	0.005	---
Aluminio soluble	3.0	---

CUADRO No. 74 COMPOSICION QUIMICA DE ROCAS FOSFORICAS MEXICANAS  
PROVENIENTES DE TRES DIFERENTES ESTADOS.

PROCEDENCIA	CALCIO	CONTENIDO DE FOSFORO	MINERALES (%) MANGANESO	ALUMINIO	FLUOR
S.L.P.	8.7-31.2	7.0-18.3	0.1-0.13	0.17-0.44	0.14-1.27
Zacatecas	24.7-28.4	15.0-16.9	---	0.21-0.26	0.43-0.74
Nuevo León	4.5-34.4	7.8-18.7	0.0-0.12	0.23-0.25	0.38-0.52

Adaptado de: Tejada H., I. y Merino Z., H., 1971 (126)

CUADRO No. 75 CONTENIDO PROMEDIO DE CALCIO Y FOSFORO DE LA ROCA  
FOSFORICA MEXICANA

Calcio (%)	23.5 +/- 5.41
Fósforo (%)	13.1 +/- 2.84

Adaptado de: Tejada H., I., 1977 (129)

CUADRO No. 76 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA ROCA FOSFORICA

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	-	6.0	2.0
Fósforo (%)	8.0	-	1.0
Calcio (%)	20.0	-	-
Fluor (%)	-	0.500	-
Arsénico (%)	-	0.001	-
Granulometría	2% máximo retenido en malla No. 2.5 M; abertura de criba: 2.38 mm. (Y-165)		

## 6.2 FOSFATOS MONO Y DICALCICOS

### 6.2.1 Definición.

Los fosfatos mono y dicálcicos son el producto de la reacción del carbonato de calcio (u otra fuente de calcio) -- con el ácido ortofosfórico, grado alimenticio (138).

El fosfato monocálcico, se expresa como  $\text{CaH}_4 (\text{PO}_4)_2$  y el dicálcico como  $\text{CaH PO}_4$ ; es decir, el primero posee únicamente una molécula de calcio, mientras que el segundo tiene dos.

### 6.2.2 Clasificación.

Oficialmente, los fosfatos de calcio empleados en la alimentación animal se clasifican en un solo grado de calidad.

### 6.2.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 77 se indican las especificaciones -- que dicta la Norma Oficial Mexicana para los fosfatos de calcio.

### 6.2.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 78 se muestra la composición de los -- fosfatos dicálcico y mono dicálcico.

### 6.2.5 Inspección física.

Color Blanco, grisáceo (4).

Textura Desde polvo fino hasta granular (41).

Granulometría 95% debe pasar por malla No. 20 U.S.

### 6.2.6 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestreará cada camión y cada furgón que se reci

ban.

Furgones: Se efectuará un análisis por cada furgón.

Camiones: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un -- mismo proveedor que se reciban por día.

b. Tipo de análisis.-Las determinaciones que comprenden a un análisis son: calcio, fósforo, fluor y granulometría.

6.2.7 Recomendaciones para la aceptación de los fosfatos de calcio (Cuadro No. 79).

CUADRO No. 77 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LOS FOSFATOS DE CALCIO (97)

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO
Fósforo total (%)	18.00	23.00
Calcio total (%)	13.00	28.00
Fluor (%)	---	0.30
Arsénico (μ)	---	0.005
Humedad (%)	---	10.00

CUADRO No. 78 COMPOSICION QUIMICA DE LOS FOSFATOS DE CALCIO

ELEMENTO	F O S F A T O	
	DICALCICO	MONO-DICALCICO
Calcio (%)	20.00	16.00
Fósforo (%)	18.50	21.0
Fluor (%)	0.18	0.15

Tomado de: Allen, R.D., 1986 (3)

CUADRO NO. 79 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LOS FOSFATOS DE CALCIO

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	---	6.0	2.0
Fósforo (%)	20.00	---	1.0
Calcio (%)	19.0	21.0	1.0
Fluor (%)	---	0.3	---
Granulometría	95% debe pasar por malla No. 20 U.S.		

### 6.3 HARINA DE HUESO COCIDO AL VAPOR

#### 6.3.1 Definición.

La harina de hueso cocido al vapor es el subproducto seco y molido, procedente de huesos sometidos a cocción mediante vapor a presión, a los que se les ha extraído la mayor parte - de la grasa, restos de carne y colágeno (85).

Para su elaboración deben emplearse huesos limpios, que no incluyan pezuñas, cuernos, pedazos de piel, sangre, pelo, - etc., salvo en cantidades no mayores del 1.0% (85).

#### 6.3.2 Clasificación.

Oficialmente, la harina de hueso cocido al vapor se -- clasifica en un sólo grado de calidad.

#### 6.3.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro No. 80, se muestran las especificaciones que dicta la Norma Oficial Mexicana para la harina de hueso co cido al vapor.

Al analizar dicha norma, surgen las siguientes conside raciones:

- Tratándose de un suplemento mineral se exige un mínimo de pro teína cruda (25%), la cual en el caso del hueso es de mala - calidad, ya que está constituida básicamente por colágeno -- (112).
- Se establece un máximo de cenizas del 55%, lo cual es ilógi- co puesto que en esta fracción se encuentran el calcio y el fósforo; por lo tanto, al limitar el contenido de cenizas se limitan también calcio y fósforo. Además, comparando la nor

ma con el análisis de la harina (Cuadro No. 80), se observa que el contenido de cenizas excede normalmente a lo especificado en la norma.

#### 6.3.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 81 se presenta la composición de la harina de hueso cocido al vapor.

#### 6.3.5 Inspección física.

Olor Característico; libre de rancidez, descomposición o a gasolina (85).

Color Entre crema y grisáceo (85).

Características a bajo aumento o esteroescópicas Los finos aparecen como un polvo blanco. Las partículas más grandes son trozos blancos y/o grises con superficies lisas o medio ásperas (4).

Granulometría 100% debe pasar por malla No. 10 (que tenga 2 mm. de separación entre hilos (85).

#### 6.3.6 Misceláneos.

a. Contaminación bacteriana.-Por tratarse de un producto de origen animal, una harina de hueso mal procesada representa un magnífico medio de cultivo para microorganismos que pueden ser nocivos para la salud. A este respecto, la norma correspondiente establece que la harina de hueso cocido al vapor deberá estar libre de germenés patógenos y toxinas (85).

b. Adulteraciones.-La harina de hueso se considerará adulterada cuando se le haya adicionado cualquier otra fuente

de fósforo, calcio u otro material extraño.

c.- Contaminación con plomo.-En el proceso de extracción de la grasa de los huesos empleados en la fabricación de la harina, se utilizan solventes orgánicos tales como el hexano. Sin embargo, existen empresas poco serias, que por abaratar sus costos de producción, sustituyen los solventes autorizados por gasolina común, la cual contiene elevados niveles de plomo. La harina así obtenida tendrá residuos de plomo y de gasolina, ambos sumamente tóxicos para los animales (25, - 26).

El olfato es en este caso una valiosa herramienta, -- puesto que permite detectar la presencia de gasolina; sin embargo, no debemos basarnos únicamente en esta prueba preliminar para aceptar o rechazar una harina, ya que la gasolina -- puede haberse volatilizado y, por lo tanto, no se percibirá -- ningún olor sospechoso.

### 6.3.7 Tipo y frecuencia de análisis.

a. Se muestreará cada furgón y cada camión que se reciban.

Furgones: Se efectuará un análisis por cada furgón.

Camiones: Se efectuará un análisis a muestra representativa de todos los camiones de un -- mismo proveedor que se reciban por día.

b. Tipo de análisis.-Las determinaciones que comprenden a un análisis son: humedad, calcio, fósforo, -- plomo, hidrocarburos (gasolina) y microbiológico.

### 6.3.8 Recomendaciones para la aceptación de la harina de hue

so cocido al vapor (Cuadro No. 82).

CUADRO No. 80 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA HARINA DE HUESO  
COCIDO AL VAPOR (85)

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO
Proteína cruda (%)	25.00	---
Cenizas (%)	---	55.00
Humedad (%)	---	10.00
Fósforo (%)	8.00	---
Calcio (%)	18.00	---

CUADRO NO. 81 ANALISIS QUIMICO PROXIMAL Y CONTENIDO DE CALCIO Y FOSFORO DE LA HARINA DE HUESO COCIDO AL VAPOR

ESPECIFICACIONES	A	B
Humedad (%)	4.0	N.R.
Proteína cruda (%)	12.00	N.R.
Grasa cruda (%)	3.00	N.R.
Fibra cruda (%)	2.00	N.R.
E.L.N. (%)	7.0	N.R.
Cenizas 9%)	72.00	71.00
Calcio (%)	26.0	24.00
Fósforo (%)	13.0	12.00

A). Cooley, M.L., 1976 (41)

B). Allen, R.D., 1986 (3)

N.R. = No Reportado

E.L.N. = Extracto Libre de Nitrógeno

CUADRO No. 82 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA HARINA DE HUESO  
COCIDO AL VAPOR

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	---	4.00	2.00
Proteína cruda (%)	12.00	---	---
Grasa cruda (%)	---	2.50	1.00
Cenizas (%)	70.00	---	2.00
Calcio (%)	26.00	---	2.00
Fósforo (%)	14.00	---	2.00
Microbiológico	Negativo		
Plomo	Negativo		

## 6.4 CARBONATO DE CALCIO

### 6.4.1 Definición.

El carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) utilizado como fuente - de calcio en la alimentación animal, es el producto obtenido de la molienda de la piedra caliza (calcita) (10).

Existen otros suplementos de calcio como la concha de ostión o el carbonato de calcio precipitado; sin embargo, el más empleado en nuestro país es la calcita (10).

### 6.4.2 Clasificación.

De acuerdo al tamaño de la partícula, puede hacerse la siguiente clasificación:

a. Carbonato de calcio "fino" o en polvo, con una granulometría del 60% a través de malla No. 60 U.S.

b. Carbonato de calcio granulado o en "grit", cuya presentación es en forma de gránulos, aproximadamente del tamaño de una semilla de sorgo. Este producto se emplea en la alimentación de gallinas de postura comercial, con el propósito de que la partícula de calcio permanezca mayor tiempo en la molleja, mejorando así la absorción de calcio durante la hora crítica de formación del cascarón (117).

### 6.4.3 Especificaciones oficiales.

No existen normas oficiales para este producto.

### 6.4.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 83 se presenta la composición del carbonato de calcio (calcita). A pesar de que generalmente se maneja con un 38% de calcio, dependiendo de la localización -

geográfica del yacimiento, puede sufrir variaciones, por lo cual es conveniente analizarlo en forma rutinaria.

#### 6.4.5 Inspección física.

Color Blanco y/o ligeramente gris.

Granulometría a.- Carbonato de calcio fino: 60% debe pasar por malla No. 60

b.- Carbonato de calcio en grit: 5% (máx)-malla 8, 50% (mín)-malla 10 y 44% (mín)-malla 18.

#### 6.4.6 Misceláneos.

a. Magnesio.-Este mineral es el contaminante más frecuente de la calcita, principalmente en aquella de origen dolomítico. Carbonatos de calcio con más del 1.0% de magnesio pueden ocasionar diarreas y afectan la producción de huevo, tanto en cantidad como en la calidad del cascarón (12, 112).

#### 6.4.7 Tipo y frecuencia de análisis.

- a. Las determinaciones que comprenden a un análisis -- son: humedad, calcio, magnesio y granulometría.
- b. Frecuencia de análisis: Cada vez que se cambie de proveedor es recomendable realizar las cuatro determinaciones anteriores.

Si se recibe el producto en forma continua de un mismo proveedor, bastará con checar la granulometría y el calcio de todos los lotes que se reciban.

El magnesio se determinará únicamente en casos de sospecha.

#### 6.4.8 Recomendaciones para la aceptación del carbonato de --

calcio (Cuadro No. 84).

CUADRO NO. 83 COMPOSICION QUIMICA DEL CARBONATO DE CALCIO

Cenizas (%)	95.80
Calcio (%)	38.00
Magnesio (%)	0.50

Tomado de: Allen, R.D., 1986 (3)

CUADRO No. 84 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DEL CARBONATO DE CALCIO

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	---	6.00	---
Calcio (%)	37.00	---	1.00
Magnesio (%)	-----	1.00	---
Granulometría	60% retenido en malla No. 60 (U.S.)		
- fino -	5% (máx) malla No. 8		
- granulado -	50% (mín) malla No. 10		
	44% (mín) malla No. 18		

## 7. SAL COMUN

### 7.1 Definición.

Como sal común se conoce el compuesto químico denominado cloruro de sodio (NaCl), constituido por 60.66% de cloro - (Cl) y por 39.34% de sodio (Na). Es la principal fuente de - estos dos macrominerales esenciales para el buen funcionamiento del organismo (70).

Por lo general, y como una medida de salud pública para prevenir el bocio, se adiciona yodo al cloruro de sodio, obteniéndose el producto conocido como sal yodatada; cabe mencionar, que también la sal para consumo animal viene casi siempre yodatada.

La sal yodatada es un producto constituido basicamente por cloruro de sodio (NaCl), adicionado de yodato de potasio o de sodio en proporción de 20 mg/kg. de sal comestible (88).

### 7.2 Clasificación.

Oficialmente, la sal yodatada para consumo humano se clasifica en un sólo grado de calidad, pero en función de su pureza y granulometría se han establecido los siguientes cuatro tipos:

- Tipo I : Sal yodatada refinada.
- Tipo II : Sal yodatada semirefinada.
- Tipo III : Sal yodatada común molida.
- Tipo IV : Sal yodatada común en grano.

### 7.3 Especificaciones oficiales.

En el Cuadro NO. 85 se presentan las especificaciones que dicta la Norma Oficial Mexicana para la sal yodatada en

sus cuatro tipos. Cabe señalar que dicha norma se refiere a la sal para consumo humano y, por lo tanto, obliga a un control de calidad más estricto, como se aprecia en las especificaciones correspondientes. A pesar de que todos los principios allí indicados, son perfectamente válidos para la sal para consumo animal, en un programa de control de calidad de ingredientes destinados para alimentación animal, no es necesario llevar a cabo pruebas tan detalladas.

#### 7.4 Guía de análisis.

En el Cuadro No. 86 se presenta el análisis del cloruro de sodio en forma pura; en ocasiones puede contener pequeñas cantidades de cloruros de calcio y magnesio, los cuales absorben agua con la consecuente formación de terrones (70).

#### 7.5 Inspección física.

Olor Ninguno

Color Blanco

Sabor Salado

Presentación. En forma de polvo o cristales incoloros, transparentes, solubles en agua (88).

#### 7.6 Misceláneos.

a. Antihumectantes autorizados por la Secretaría de Salubridad y Asistencia para ser adicionados a la sal en cantidades no mayores al 2%, solos o combinados (88):

- Carbonato de magnesio
- Fosfato tribásico de calcio
- Silicato de calcio

- Silico aluminato de sodio
- Estearato de calcio
- Estearato de magnesio
- Silicato de magnesio

#### 7.7 Tipo y frecuencia de análisis.

Por tratarse de un compuesto bastante estable y que -- presenta muy pocas variaciones en su composición, la sal no requiere de un control de calidad muy estricto, salvo en ca sos en que se sospeche de que la sal pudiera estar contaminada con algún tóxico.

Generalmente basta con una buena inspección física, en la cual pueden detectarse problemas tales como sal mojada o - mal molida, formación de terrones o presencia de algún mate rial extraño. En estos casos, resultaría conveniente determinar humedad, granulometría y pureza.

7.8 Recomendaciones para la aceptación de la sal yodatada (Cuadro No. 87).

CUADRO No. 85 ESPECIFICACIONES OFICIALES DE LA SAL YODATADA

ESPECIFICACION (1)	TIPO I		TIPO II <sup>(3)</sup>		TIPO III <sup>(3)</sup>		TIPO IV <sup>(3)</sup>	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
Humedad a 95-105 C en % m/m		0.2		0.5		3.0		4.0
Materia insoluble en agua en % m/m		0.2		0.4		0.5		0.75
Cloruros como -- NaCl en % m/m	98.5		97.0		96.0		94.0	
Sulfatos como ion SO en % m/m (2)		0.2		0.8		1.0		2.0
Magnesio como ion Mg en % m/m		0.2		0.3		0.4		0.6
Calcio como ion Ca en % m/m		0.2		0.3		0.4		0.5
Yodato de potasio en mg/kg	15-30		15-30		15-30		15-30	

- NOTA 1. Las especificaciones correspondientes están referidas en base seca, sin incluir - aditivos.
- NOTA 2. Para la sal que provenga de salmuera del subsuelo, se permite para el tipo I (sal refinada) un contenido de 1.0% de sulfatos como máximo.
- NOTA 3. Para el tipo I el peso de los cristales retenidos en el tamiz NOM No. 118 y el de los que pasen para el tamiz NOM No. 40 sumados, no serán mayor del 10% de la muestra ensayada (No. 150).
- NOTA 4. Para el caso de los tipos II, III y IV el tamaño del grano queda sujeto a común - acuerdo entre comprador vendedor.

CUADRO No. 86 COMPOSICION QUIMICA DE LA SAL COMUN (NaCl)

Sodio (%)	39.34
Cloro (%)	60.66

Tomado de: Merck Index, 9th ed., 1976 (70)

CUADRO No. 87 RECOMENDACIONES PARA LA ACEPTACION DE LA SAL

ESPECIFICACIONES	MINIMO	MAXIMO	TOLERANCIA
Humedad (%)	---	8.0	2.0
Granulometría	95% debe pasar por malla No. 10		

## LITERATURA CITADA

1. Adamstone, F.B.: The role of pluminium. Ann. N. J. Acad. Sci. 52: 260 (1949).
2. Aguilera, A.; Avila, E.; Shimada, A.; Carmona, C. y Chávez, A.: Calidad de la proteína y determinación biológica de la lisina disponible de harinas de pescado nacionales y ex tranjeras. Tec. Pec., 26: 7-13 (1974).
3. Allen, R.D.: Feedstuffs ingredient analysis table: 1986. Feedstuffs, Reference Issue. Vol. 58, No. 30 (1986).
4. American Association of Feed Microscopists: Manual de análisis microscópicos de alimentos para animales. la. edición en español. Publicado por la Asociación Americana de Soya. México, D.F. 1984.
5. Anderson, R.: Sampling and quality control. Feed Manufacturing Technology. Edited by: Phost, H.B. and Pickering, D. pp. 123-125. American Feed Manufactures Ass. Inc., U. S.A., 1976.
6. Ashman, F.: Técnicas de inspección y muestreo de productos. Manejo de los alimentos: prevención de pérdidas. - Vol. 3. Compilado por Jamieson, M. y Jobber, P., pp. 437 -453. Editorial Pay-México, México, D.F., 1975.
7. Asociación Nacional de Girasol: Informe sobre la calidad de la cosecha de girasol en los Estados Unidos. Editado y publicado por la Asociación Nacional de Girasol de los E. U.A. Bismarck, North Dakota 1983.
8. Association of American Feed Control Officials: Feed ingredient definitions. Official Publication. West Virginia

- Department of Agriculture, W. Va. 1986
9. Association of Official Analytical Chemists: Official methods of analysis. 13th edition. Published by the A. O.A.C.; Washington, D.C., 1980.
  10. Avila, G.E.: Alimentación de las aves. 1a. ed., publicado por la División del Sistema de Universidad Abierta, de la Fac. Med. Vet. y Zoot. - UNAM, México, D.F., 1980.
  11. Badui D.S.: Química de los alimentos. 1a. ed. Editorial Alhambra S.A., México D.F., 1981.
  12. Balconi, I.R.: Aceites usados en la industria de alimentos balanceados. Simposio sobre tecnología nutricional en la fabricación de alimentos balanceados (memorias). México, D.F. 1984 pp. 87-94 Asoc. Mex. Especialistas en Nutrición Animal A.C.
  13. Balconi, I.R.: Control de calidad de la melaza para alimentos balanceados. Avicultura Profesional 3: 22-23, 1985.
  14. Balloun, S.L.: Soybean meal in poultry nutrition. 1st. printing. Printed and published by American Soybean Association. St. Louis, Mo. 1980.
  15. Barajas R., J.A. y López A., J.: Manual de laboratorio para bacteriología y micología. Fac. Med. Vet. Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1978-1979.
  16. Bautista, M.: Metodología para la evaluación de bioproteínas. IV Reunión Proteína Aminoácidos, FERMEX (memorias); - México, D.F., 1982; 3-12.
  17. Beltrán A., B.L.: Contribución al estudio químico biológico para estimar el valor nutritivo de las harinas de pesca

- do. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Uni  
versidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1974.
18. Blatchford, S.M.; Mc Farlane, J.A.; Giles, P.H. and An--  
dres, W.H.: Cereales y sus productos, Manejo de los Ali-  
mentos; Técnicas de conservación. Compilado por Jamieson,  
M. y Jobber, P. Vol. 2, pp. 199-213. Editorial Pax-Méxi  
co, México, D.F. 1975.
19. Bravo, F.O.: Aspectos económicos relacionados con la pro-  
ducción de alimentos en la granja. Porciramama. Año V, No.  
54: 14-19 (1976).
20. Bravo, F.O.: Deficiencias de vitaminas y minerales. Diag-  
nóstico de las enfermedades del cerdo. Editado por: Ra-  
mírez N., R. y Pijoan A., C. la. edición, pp. 675-696; Mé  
xico, D.F., 1982.
21. Bravo, F.O. 1983. Variabilidad de ingredientes en la ali-  
mentación para aves. 5to. Simposium de Nutrición Animal,  
(memorias) Obregón. Colegio de MVZ del Edo. de Sonora, A.  
C., Deleg. Cd. Obregón, 14-15 Oct. 1983.
22. Bravo, F.O.: Diarreas por nutrición y mal manejo. Sympo-  
sium sobre la presentación y el control de las diarreas -  
en cerdos (memorias). México, D.F., 1984 pp. 18-23. Asoc.  
Mex. de Vet. Esp. Cerdos, A.C.
23. Brekke, O.L.: Elaboración de aceites comestibles. Manual  
de procesamiento y utilización de aceite de soya. Edita-  
do por Asociación Americana de Soya (América Latina). Im-  
preso por Programas Educativos, S.A. de C.V. México, 1983.
24. Bressani, R.: Harina de torta de semilla de algodón en la

- alimentación de cerdos. Seminario sobre sistemas de producción de porcinos en América Latina (memorias). Cali, Colombia, 1972. Centro Internacional de Agricultura Tropical.
25. Buck, W.B.; Osweiler, G.D. and Van Gelder, G.A.: Clinical and diagnostic toxicology. Kendall/Hunt Publishing Co., Ames, 1973.
  26. Cámara Nacional de la Industria Pesquera: Sobre la Problemática Pesquera, Simposium (memorias), México, 1982. - pp. 15-46 Ediciones Mundo Marino, S.A., México, D.F.(1982)
  27. Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, Sección de Fabricantes de Alimentos Balanceados para Animales (memorias). La industria alimenticia animal en México (en cifras), 1985.
  28. Campbell, T.C. and Stoloff, L.: Implication of mycotoxin for human health. J. Agric. Fd. Chem., 22: 1006. (1974).
  29. Carter, A.S.: En el análisis, la muestra es de importancia fundamental, Semillas. Depto. Agricultura de los E.U. A., 6a. Edición: 740-746, C.E.C.S.A., México, D.F., 1979.
  30. Charley, H.: Food Science. The Ronald Press Co., New York, U.S.A.; 1970.
  31. Christensen, C.M.: Deterioration of stored grain by fungi. Bot. Rev., 23: 108-134 (1957).
  32. Christensen, C.M. y López, L.C.: Daños que causan en México los hongos a los granos almacenados. I.N.I.A., S.A.G., Folleto técnico No. 44, p. 29, 1962.
  33. Christensen, C.M. and López, L.C.: Pathology of stored --

- seeds. Proc. Inst. Seed. Test. Assoc., 28: 701-711 (1963).
34. Christensen, C.M. y López, L.C.: Estudio sobre el almacenamiento de semillas de sorgo. Agri. Tecn. México. 2: 156-160 (1964).
  35. Christensen, C.M. and Kaufmann, H.H.: Grain storage. The role of fungi in quality loss. University of Minnesota -- 1969. p. 153.
  36. Clandinin, D.R.: Harina canola para ganado y aves. Publicación No. 59. Consejo Canadiense de Canola. Winnipeg, Manitoba, Canadá. 1981.
  37. Cocks, L.V. and Van Rede, C.: Laboratory handbook for oil and fat analysis, 3rd. edition, Academic Press, London, -- 1976.
  38. Compañía Nacional de Subsistencias Populares: Normas de calidad para la recepción de sorgo nacional. XLIII Programa de Compras, Cosecha de otoño-invierno 1983/1984.
  39. Compañía Nacional de Subsistencias Populares: "LI" Programa de compras de maíz; cosecha invierno 1983/84. Normas de calidad. México, D.F.
  40. Connell, J.J.: Control of fish quality. Fishing News Ltd. England, 1975.
  41. Cooley, M.L.: Feed ingredients guide, Feed manufacturing technology. Edited by: Pfost, H.B. and Pickering, D. -- pp. 281-296. American Feed Manufacturers Association, Inc. U.S.A., 1976.
  42. Dale, N.: Digestibilidad en pepsina: un análisis para determinar calidad de proteína. Avicultura Profesional, 2:

- 9-10 (1984).
43. Dale, N.: Fluorosis en aves, ¿ hasta qué punto es un problema? Avicultura Profesional, 2: 53-55 (1984).
44. Dale, N.: Los taninos en nutrición aviar. Avicultura -- Profesional, 3: 13-6 (1985).
45. Daun, J.K. and Mc Gregor, D.I.: Glucosinolate analysis of rapeseed (canola); method of the Canadian Grain Commission, Grain Research Laboratory. Winnipeg, Manitoba, Canada -- 1981.
46. Dies A., G. y Basurto, S.: Obtención de forrajes partiendo del maíz. Simposio sobre tecnología nutricional en la fabricación de alimentos balanceados. Parte I: ingredientes (memorias). México, D.F., 1984. pp. 1-21. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, A.C.
47. Dukes, H.H. y Swenson, M.J.: Fisiología de los animales domésticos. Tomo I. 4a. edición. Editorial Aguilar. Madrid 1977.
48. Echavez Valverde, E.: Algunas adulteraciones de harinas de pescado en México y sus consecuencias. Primera reunión y curso de microscopía en alimentos balanceados, AMMABAC, (memorias); Guadalajara, Jal. 1978.
49. Evans, R.J.; Bandemer, S.L.; Anderson, M. and Davidson, J. A.: Fatty acid distribution in tissues from hens fed cottonseed oil or Sterculia foetida seeds. J. Nutr., 76: 314 (1962).
50. Ewing, W.R.: Handbook of Poultry Nutrition. First edition. W.R. Ewing, Publisher. Upper Montclair, New Jersey.

51. Flores C., E.; Rojas R.E.; Avila G., E. y Aguilera A., A.: Valor nutritivo de tres harinas de pescado nacionales en dietas prácticas para pollos de engorda. Memorias de la IX Convención Nacional de la Asoc. Nac. de Especialistas en Ciencias Avícolas de México, A.C. Gto., Gto., 1984. pp. 112-121.
52. F. Hoffmann - La Roche and Co. Ltd.: Egg Yolk Pigmentation with Carophyll. 2nd. ed. Switzerland, 1974.
53. Flores Menéndez, J.A.: Bromatología animal. 1a. ed., 2a. reimpresión. Editorial Limusa, S.A., México D.F., 1977.
54. Flores Menéndez, J.A.: Ganado porcino. 3a. ed. Editorial Limusa, S.A., México, 1981.
55. Fuller, H.L.: Effect of processing on nutritive value of feeds: lipids. Handbook of nutritive value of processed food. Vol. II: Animal Feedstuffs: 311-319. Recheigl Jr., M., Editor. CRC Press, Inc., Boca Raton, Fla., 1982.
56. Garner, R.J., and Papworth, D.S.: Veterinary Toxicology. 3rd. ed. Bailliere Tindall and Cassell, London, 1970.
57. Harris, L.E.; Asplund, J.M. and Crampton, E.W.: An international feed nomenclature and methods for summarizing and using feed data to calculate diets; Utah Agr. Exp. Sta. Bull. 479, 1968.
58. Henick, A.S.; Benca, M.F. and Mitchell, J.H.: Estimating carbonyl compounds in rancid fats and food. J. Am. Oil Chem. Soc., 31: 88, 1954.
59. Jacobs, M.: The chemical analysis of foods and food products. D. Van Nostrand Co. Inc., Princeton, New Jersey. 1965.

60. Johnson, L.C.: Fluorine chemistry. J.H. Simons, Vol. 4. Academic Press, New York, pp. 424-441, 1965.
61. Johnston, J. and Coon, C.N.: The use of varying levels of pepsin for pepsin digestion studies with animal proteins. Poultry Sci. 58: 1271-1273, (1979).
62. Juran, J.M.: The two worlds of quality control. Ind.Qual. Control. 21: 238-244, 1964.
63. Jurgens, M.H.: Animal feeding and nutrition. 4th. ed. -- Kendall/Hunt Publishing Co.; Iowa, 1978.
64. Lappe O., P.E.: Acción de algunos fungicidas en la conservación de maíz y triticale. Tesis de licenciatura. Fac. Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 1977.
65. Lee, S.: Mecanismo del efecto del fluor ingerido con el alimento sobre la mineralización del hueso. Avicultura Profesional, 2: 55 (1984).
66. Mattson, F.H.: Potential Toxicity of food lipids. Toxicants occurring naturally in foods. National Academy of Sciences. 2nd edition. pp. 189-194. Washington, D.C., 1973.
67. Mc Dowell, L.R.; Conrad, J.H.; Thomas, J.E. and Harris, L. E.: Latin american tables of feed composition. University of Florida, Gainesville, Florida, 1974.
68. Mc Gregor, D.I. and Downey, R.R.: A rapid and simple assay for identifying low glucosinolate rape seed. Can. J. Plant Sci., 55: 191-196 (1975).
69. Medrano, G.: Control de calidad en materia prima. Simposio sobre tecnología nutricional en la fabricación de ali-

- mentos balanceados. Parte I: ingredientes (memorias) México, D.F., 1984. pp. 276-280. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, A.C.
70. Merck and Co. Inc.: The Merck Index, an encyclopedia of chemicals and drugs. Edited by Windholz, M.; 9th edition. Published by Merck and Co. Inc., Rahway, N.J., U.S.A., -- 1976.
  71. Moran, E.T. and Summers, J.D.: Keratins as sources of -- protein for the growing chick. Poultry Sci., 47: 570-575, (1968).
  72. Moreno M., E.: Manual para el análisis de semillas. Productora Nacional de Semillas, SAG. México, D.F., 1976.
  73. National Research Council: Effects of fluorides in animals. National Academy of Sciences. Wash. D.C., EE.UU., 1974.
  74. National Research Council: Nutrient requirements of poultry. 8th edition. N.A.S., Washington, D.C., 1984.
  75. Norma Oficial Mexicana: Salvado de trigo (destinado a la alimentación de animales). Dirección General de Normas, SECOFIN. Y-10-1966.
  76. Norma Oficial Mexicana: Acemite o cemita de trigo (destinada a la alimentación de animales). Dirección General de Normas, SECOFIN. Y-11-1966.
  77. Norma Oficial Mexicana: Sorgo (grano), destinado a la alimentación de animales. Dirección General de Normas, SECOFIN. Y-14-1966.
  78. Norma Oficial Mexicana: Harina de pescado con solubles --

- (destinada a la alimentación de animales), Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-15, 1966.
79. Norma Oficial Mexicana: Harina de gluten de maíz. Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-218, 1967.
80. Norma Oficial Mexicana: Harina de pluma hidrolizada (destinada a la alimentación de los animales). Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-16, 1975.
81. Norma Oficial Mexicana: Muestreo para la inspección por atributos. Parte 1: Información general sobre la inspección por muestreo. Dirección General de Normas, SECOFIN, R-18/1-1975.
82. Norma Oficial Mexicana: Harina de pescado para alimentación animal. Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-13, 1976.
83. Norma Oficial Mexicana: Muestreo de alimentos balanceados e ingredientes mayores para animales. Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-111-1976.
84. Norma Oficial Mexicana: Muestreo para la inspección por atributos. Parte 4: Aplicación de los métodos de muestreo para la inspección por atributos. Dirección General de Normas, SECOFIN, R-18/4-1977.
85. Norma Oficial Mexicana: Harina de hueso cocido al vapor (destinada a la alimentación de los animales), Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-8-1978.
86. Norma Oficial Mexicana: Harina de sangre (destinada a la alimentación de los animales), Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-12, 1978.

87. Norma Oficial Mexicana: Harina de carne y hueso (destinada a la alimentación de los animales). Dirección General de Norma, SECOFIN, Y-80, 1978.
88. Norma Oficial Mexicana: Sal yodatada. Dirección General de Normas, SECOFIN, F-8-5, 1980.
89. Norma Oficial Mexicana: Roca fosfórica (destinada a la alimentación animal como fuente de fósforo y calcio). Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-165-A, 1980.
90. Norma Oficial Mexicana: Alimentos para animales - Pasta de semilla de cártamo. Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-176-A, 1981.
91. Norma Oficial Mexicana: Alimentos para animales - Pasta de frijol soya. Dirección General de Normas, SECOFIN. Y-194-A, 1981.
92. Norma Oficial Mexicana: Alimentos para animales - Cartarina. Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-196-A, 1981
93. Norma Oficial Mexicana: Alimentos para animales - Pasta de semilla de girasol. Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-199-A, 1981.
94. Norma Oficial Mexicana: Alimentos para animales - Pasta de semilla de ajonjolí. Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-200-A, 1981.
95. Norma Oficial Mexicana: Productos alimenticios no industrializados para uso humano-Cereales-Maíz (Zea mays). Especificaciones. Dirección General de Normas, SECOFIN. PF-34-1982.
96. Norma Oficial Mexicana: Alimentos para animales - Pasta

- de semilla de algodón (harinolina). Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-177-A, 1982.
97. Norma Oficial Mexicana: Fosfatos de calcio destinados a la alimentación animal como fuentes de fósforo y calcio. Dirección General de Normas, SECOFIN, Y-192, 1982.
98. Norma Oficial Mexicana: Granos. Folleto Informativo sobre normas de calidad B. Dirección General de Normas Comerciales, SECOFIN, México, D.F., 1982.
99. Pierce, J.G.: Obtaining and mantaining quality ingredients. Feed Manufacturing Technology. Edited by: Pfost, H.B. and Pickering, D., pp. 256-259, American Feed Manufacturers Ass. Inc., U.S.A., 1976.
100. Pippis, C.T.; Antillón R., A. y Rosiles M., R.: Aflatoxicosis en aves domésticas. Memorias del primer curso de actualización en toxicología veterinaria. Tomo II. Fac. - Med. Vet. y Zoot., UNAM. México, D.F., 1981. pp. 14-42.
101. Pond, W.G. and Maner, J.H.: Swine production in temperate and tropical environments. W.H. Freeman and Co., San Francisco, CA., USA, 1974.
102. Poundstone, B.: Sampling for quality control. Feed Manufacturing Technology. Edited by: Pfost, H.B. and Pickering, D. pp. 253-256. American Feed Manufacturers Ass. Inc., U.S.A., 1976.
103. Price, M.L. and Buttler, L.G.: Rapid visual estimation - and espectrofotometric determination of tannin content of sorghum grain. J. Agric. Ed. Chem., 25, 6: 1268 (1977).
104. Purdue University, Agricultural Experiment Station: Tannins and Nutrition. Bulletin # 272. West Lafayette, In-

- diana, E.U.A. 1980.
105. Reagor, J.C.: Poisoning by metals (selenium, iron, chromium). Memorias del Primer Curso de Actualización en Toxicología veterinaria. Fac. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México; México, D.F., 1981.
  106. Reynaga, V.R.A. y García M.A.: El empleo de aditivos antioxidantes en la producción de harina de pescado. 1er. Simposio Internacional de Educación y Organización Pesquera, Cancún; 1979, 1-9. Depto. de Pesca, Cancún, México (1979).
  107. Rodríguez V., J.G.: Evaluación nutritiva de las principales materias primas utilizadas comunmente en el Bajío, para la elaboración de alimentos balanceados para cerdos, durante los años 1973-1977. Tesis de licenciatura. Fac. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1978.
  108. Rouse, R.: El uso de grasas en alimentos para aves. Factores que afectan la calidad. Avicultura Profesional -- Vol. 1, No. 2, pp. 45-46 (1983).
  109. Ruhr, L.P. and Osweiler, G.D.: Notes on nitrate, nitrite, cyanide, urea, oxalate. Memorias del primer curso de actualización en toxicología veterinaria. Fac. Med. Vet. y Zoot., Universidad Nacional Autónoma de México; México D.F., 1981.
  110. Schaible, P.J.: Poultry feeds and nutrition. 2nd. ed. The Avi Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut, --- 1976.

111. Schneider, D.L.; Va Vich, M.G.; Kurnick, A.A. and Kemmerer, R.A.: Effect of Sterculia foetida oil on mortality of the chick embryo. Poult. Sci., 40: 1644 (1961).
112. Scott, M.L.; Nesheim, M.C. and Young, R.J.: Nutrition of the chicken. 3rd. edition. Scott and Assoc., Ithaca, N.Y., U.S.A., 1982.
113. Scott, P.M.: Mycotoxins in feeds and ingredients and their origin. J. Food Prot., 41: 385 (1978).
114. Shimada, A.S.: Fundamentos de nutrición animal comparativa. 1a. edición. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, A.C., México, D.F., 1983.
115. Shull, L.R. and Cheeke, P.R.: Effects of synthetic and natural toxicants on livestock. J. Anim. Sci., 57, Suppl. 330-354 (1983).
116. Shutze, J.V.: A workable quality control program and its implications on diet formulation (proceedings). Florida Nutrition Conference. Clearwater Beach, Florida, 1984. pp. 171-179. University of Florida, Gainesville, (1984).
117. Shupe, J.L.: In carbon fluorine compounds; chemistry, biochemistry and biological activities. CIBA Foundation Assoc. Cientific Publishers, pp. 357-380, Amsterdam, 1972.
118. Singleton, V.L. and Kratzer, F.H.: Plant phenolics. Toxicants occurring naturally in foods. National Academy of Sciences. 2nd edition. 327-332. Washington, D.C.,

1973.

119. Skurray, G.R.: Effect of processing on nutritive value of feeds: meat and meat by products. Handbook of nutritive value of processed food. Miloslav Rechcigl, Jr., - Editor. Vol. II: 269-282, CRC Press, Inc. USA, 1982.
120. Soriano T., J.: Consideraciones microscópicas de materias primas que se utilizan en nutrición de las aves. - Avirama, 3: 22-26 (1984).
121. Soriano T., J.: Ton that, S.; Avila G., E. y Tejada, I.: Efecto de harinas de pescado putrefactas sobre el comportamiento de pollos de engorda en crecimiento. Memorias de la IX Convención Nacional de la Asoc. Nac. de Especialistas en Ciencias Avícolas de México, A.C.: Gto., Gto., 1984; pp. 97-102.
122. Soriano T., J.: Mieles incristalizables. Simposio sobre tecnología nutricional en la fabricación de alimentos balanceados. Parte I: ingredientes (memorias). México, D.F., 1984. pp. 38-51 Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, A.C.
123. Summers, J.D.: Feather meal and the potential of other keratin proteins for poultry. National Renderers Association. Bi-monthly publication No. 134. Belgium.
124. Tabib, Z.; Jones, F. T. and Hamilton, P.B.: Microbiological quality of poultry feed and ingredients. Poultry Sci. 60: 1392-1397 (1981).
125. Tarr, H.L.A. and Biely, J.: Effect of processing on the nutritional value of fish meal and related products; --

- Effects of processing on the nutritional value of feeds (proceedings). Gainesville, Florida, 1972. pp.252-281. National Academy of Sciences, Washington, D.C. (1973).
126. Tejada H., I. y Merino, H.: Composición química de rocas fosfóricas de México y su utilización como fuente de minerales en nutrición animal. Tec. Pec. Méx., 15-16: 21, (1971).
127. Tejada H.I. y Merino, H.: Disponibilidad para el pollito de fósforo de rocas fosfóricas producidas en México. Tec. Pec. Méx. 25: 27-37, (1973).
128. Tejada H., I.: El empleo de las tablas de composición de alimentos. Reunión Anual XI del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SARH (memorias), Palo Alto, México, D.F., 1974.
129. Tejada H., I.: Análisis bromatológico de alimentos empleados como ingredientes en nutrición animal. Tec. Pec. Méx., Suplemento No. 5, (1977).
130. Tejada H., I.: La importancia de las aflatoxinas en los productos pecuarios. V Simposio Nacional de Parasitología Agrícola (memorias). México, D.F., 1977.
131. Tejada H., I.: Alternativas del análisis próximo para medir el valor nutritivo de alimento para animales. Veterinaria México, Vol. 9: 197-201, (1978).
132. Tejada de Hdez., I.: Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Paiepeme-INIP-SARH. 1983.
133. Tejada H., I.: Algunos aspectos del control de calidad en ingredientes para alimentación de aves. VII Ciclo --

- internacional de conferencias sobre avicultura (memorias). México, D.F., 1984. pp. 133-153. Colegio de Postgraduados, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias -- (1984).
134. Thompson, D.J.: What are feed phosphates; Technical Services Department, International Minerals and Chemical -- Corporation, 1972.
135. Tuite, J. and Scott, D.H.: Rapid screening methods for aflatoxin in corn. Bulletin. BP-5-22. Department of Botany and Plant Pathology; Lilly Hall of Life Sciences. Purdue University, State of Indiana. 1978.
136. Vandergrift, W.L.: Value of soybean meals in swine feeding. Proc. Ga. Nutr. Conf. 1982. p. 75
137. Varuch, I.: Sugar Research Foundation Spec., N.Y., U.S. A., Sept. 13, 1949.
138. Vázquez, J.: Fuentes fosfóricas. Simposio sobre tecnología nutricional en la fabricación de alimentos balanceados. Parte I: ingredientes (memorias). México, D. F., 1984. pp. 121-142. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal, A.C.
139. Wyatt, R.: Detección de micotoxinas: la lámpara ultravioleta. Avicultura Profesional, 1: 4-6, (1983).

## F I G U R A S

	<u>Página</u>
1. CALADOR DE BAYONETA .....	31
2. CALADOR TUBULAR .....	32
3. MUESTREADOR CON VARILLAS DE ALARGAMIENTO .....	33
4. LADRON .....	34
5. FORMA CORRECTA DE MUESTREAR UN SACO .....	35
6. SITIOS DE MUESTREO A GRANEL .....	36
7. CUARTEADOR .....	37

## C U A D R O S

	<u>Página</u>
1. Número de muestras para la inspección por atributos .....	27
2. Categoría de defectos .....	28
3. Intensidad de muestreo de ingredientes a granel .	29
4. Recomendaciones oficiales para la intensidad de muestreo de ingredientes a granel .....	30
5. Densidad específica de algunos cereales y sus subproductos .....	46
6. Especificaciones químicas oficiales del sorgo ..	53
7. Requisitos oficiales de la presentación del sorgo .....	54
8. Análisis químico proximal del sorgo .....	55
9. Interpretación de la determinación espectrofotométrica de taninos .....	56
10. Recomendaciones para la aceptación del sorgo ..	57
11. Especificaciones oficiales del trigo .....	60
12. Análisis químico proximal del trigo.....	61
13. Recomendaciones para la aceptación del trigo ...	62
14. Deduciones de acuerdo al grado de humedad del maíz .....	66
15. Factores de deducción aplicables en caso de exceso de impurezas y/o granos de maíz dañados o quebrados .....	67
16. Análisis químico proximal de diferentes variedades de maíz .....	68

	<u>Página</u>
17. Recomendaciones para la aceptación del maíz ..	69'
18. Especificaciones oficiales del acemite de tri- go .....	72
19. Análisis químico proximal del acemite de tri- go .....	73
20. Recomendaciones para la aceptación del acemite de trigo .....	74
21. Especificaciones oficiales del salvado de tri- go .....	77
22. Análisis químico proximal del salvado de tri- go .....	78
23. Recomendaciones para la aceptación del salvado de trigo .....	79
24. Especificaciones oficiales del gluten de --- maíz .....	83
25. Análisis químico proximal del gluten de ---- maíz .....	84
26. Contenido de xantofilas del gluten de maíz ...	85
27. Recomendaciones para la aceptación del gluten de maíz .....	86
28. Análisis químico proximal de la melaza de ca- ña .....	91
29. Viscosidad de melazas de diferentes calidades.	92
30. Recomendaciones para la aceptación de la mela- za de caña .....	93
31. Análisis más comunes para el control de cali- dad de un suplemento protéico .....	116

	<u>Página</u>
32. Pruebas para el control sanitario y evaluación nutritiva de un suplemento protéico .....	117
33. Límite de microorganismos contaminantes viables sugeridos para la aceptación de suplementos protéicos destinados a la alimentación animal .....	118
34. Especificaciones oficiales de la pasta de ajonjolí .....	121
35. Análisis químico proximal de la pasta de ajonjolí .....	122
36. Recomendaciones para la aceptación de la pasta de ajonjolí .....	123
37. Especificaciones oficiales de la harinolina .....	130
38. Análisis químico proximal de la harinolina ...	131
39. Recomendaciones para la aceptación de la harinolina .....	132
40. Especificaciones oficiales de la pasta de cártamo .....	136
41. Análisis químico proximal de la pasta de cártamo .....	137
42. Recomendaciones para la aceptación de la pasta de cártamo .....	138
43. Especificaciones oficiales de la cartarina ...	142
44. Análisis químico proximal de la cartarina ....	143
45. Recomendaciones para la aceptación de la cartarina .....	144

	<u>Página</u>
46. Especificaciones oficiales de la pasta de girasol .....	148
47. Análisis químico proximal de la pasta de girasol .....	149
48. Recomendaciones para la aceptación de la pasta de girasol .....	150
49. Análisis químico proximal de la pasta de nabo.	158
50. Relación entre los resultados de la prueba de la glucosa y el contenido de glucosinolatos de semillas comerciales de nabo ( <u>Brassica</u> ) .....	159
51. Recomendaciones para la aceptación de la pasta de nabo .....	160
52. Especificaciones oficiales de la pasta de soya .....	169
53. Análisis químico proximal de la pasta de soya .....	170
54. Recomendaciones para la aceptación de la pasta de soya .....	171
55. Especificaciones oficiales de la harina de carne y hueso .....	179
56. Análisis químico proximal y contenido de calcio y fósforo de la harina de carne y hueso ..	180
57. Recomendaciones para la aceptación de la harina de carne y hueso .....	181
58. Especificaciones oficiales de la harina de pescado .....	191

	<u>Página</u>
59. Análisis químico proximal y contenido de calcio, fósforo y cloruro de sodio de la harina de pescado .....	192
60. Recomendaciones para la aceptación de la harina de pescado .....	193
61. Especificaciones oficiales de la harina de pluma hidrolizada .....	197
62. Análisis químico proximal de la harina de pluma .....	198
63. Recomendaciones para la aceptación de la harina de pluma hidrolizada .....	199
64. Especificaciones oficiales de la harina de sangre .....	203
65. Análisis químico proximal y contenido de calcio y fósforo de la harina de sangre .....	204
66. Recomendaciones para la aceptación de la harina de sangre .....	205
67. Clasificación de los lípidos .....	218
68. Recomendaciones para la aceptación de aceite crudo .....	219
69. Recomendaciones para la aceptación de aceite refinado .....	220
70. Recomendaciones para la aceptación de los aceites de recuperación .....	221
71. Recomendaciones para la aceptación de la grasa animal .....	222
72. Fuentes de fósforo utilizadas en la alimenta--	

	<u>Página</u>
ción animal .....	230
73. Especificaciones oficiales de la roca fosfórica .....	233
74. Composición química de rocas fosfóricas mexicanas provenientes de tres diferentes estados ..	234
75. Contenido promedio de calcio y fósforo de la roca fosfórica mexicana .....	235
76. Recomendaciones para la aceptación de la roca fosfórica .....	236
77. Especificaciones oficiales de los fosfatos de calcio .....	239
78. Composición química de los fosfatos de calcio .....	240
79. Recomendaciones para la aceptación de los fosfatos de calcio .....	241
80. Especificaciones oficiales de la harina de hueso cocido al vapor .....	246
81. Análisis químico proximal y contenido de calcio y fósforo de la harina de hueso cocido al vapor .....	247
82. Recomendaciones para la aceptación de la harina de hueso cocido al vapor .....	248
83. Composición química del carbonato de calcio ..	252
84. Recomendaciones para la aceptación del carbonato de calcio .....	253
85. Especificaciones oficiales de la sal yodada .....	257

	<u>Página</u>
86. Composición química de la sal común (NaCl) ...	258
87. Recomendaciones para la aceptación de la sal .	259