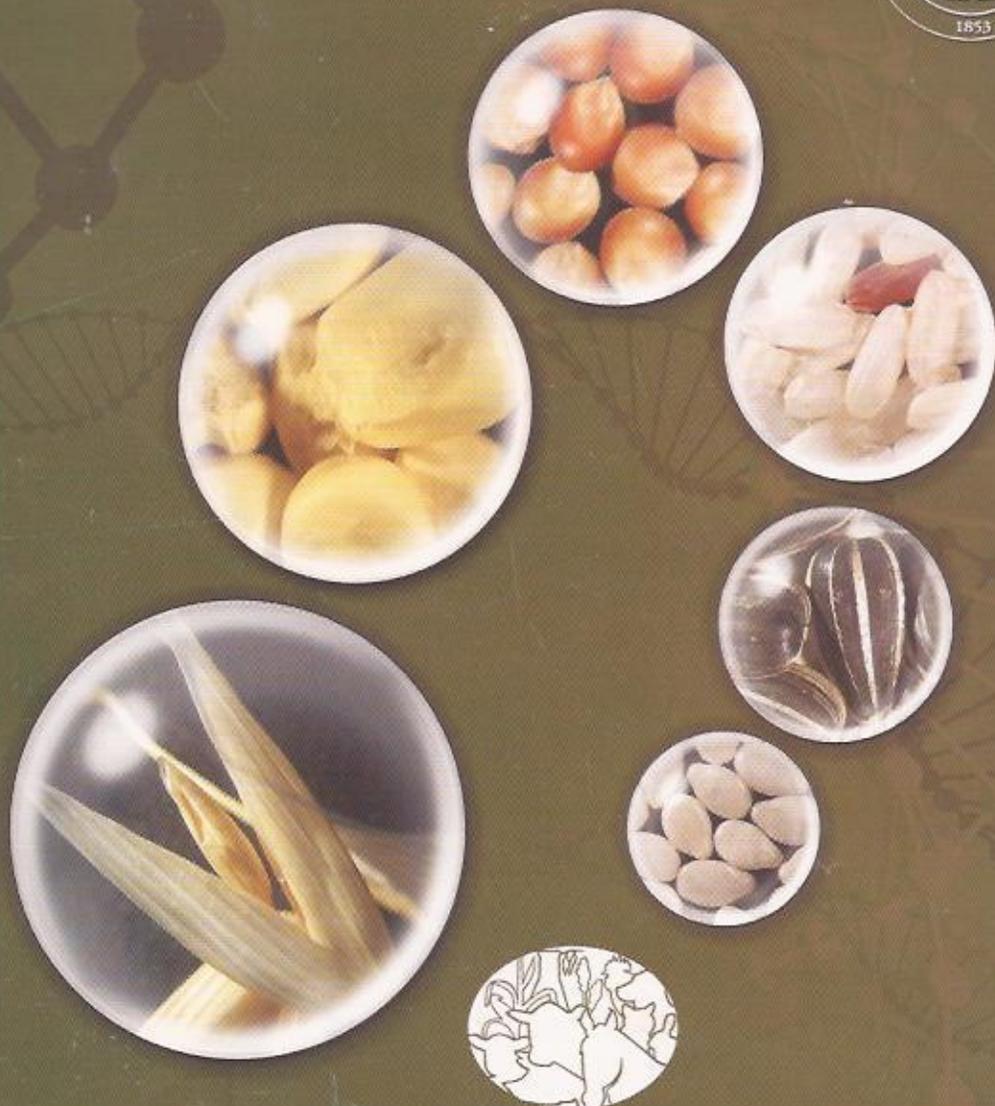




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



PROYECTO PAPIME EN214104



DNAB

Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica

Manual de Ingredientes

de utilidad en

Alimentación Animal

y algunas características microscópicas

AUTORES

MVZ. MPA. Sergio C. Angeles Campos
MVZ. MPA. Jesús Manuel Cortéz Sánchez



"MANUAL DE INGREDIENTES DE UTILIDAD EN ALIMENTACION ANIMAL Y ALGUNAS CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

AUTORES

**Jesús Manuel Cortéz Sánchez
Sergio Carlos Ángeles Campos**

**Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Primera edición, Junio 2009

DR[®] Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Ciudad Universitaria.

México 04510, D.F.

Hecho en México

ISBN: 978-607-2-00359-0

El Comité Editorial de la FMVZ reconoce a la Dra. Zoila Irma Tejada de Hernández su participación como revisor técnico de esta obra.

Cuidado editorial y contenido: MVZ MPA Jesús Manuel Cortéz Sánchez

Diseño editorial y formación electrónica: MVZ MPA Jesús Manuel Cortéz Sánchez

Fotografía: PMVZ Laura Gómez Paredes, MVZ Juana de Dios Becerril de la Cruz

Agradecimientos: MVZ Yolanda Castañeda Nieto y MVZ Laura Martínez

Revisión de estilo: PhD Silvia Elena Buntinx Dios

Queda rigurosamente prohibida, sin autorización escrita de los titulares del *copyright*, bajo las sanciones establecidas por las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático.

DIRECTORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Dr. José Narro Robles
Rector

Dr. Sergio Alcocer Martínez de Castro
Secretario General

Mtro. Juan José Pérez Castañeda
Secretario Administrativo

Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez
Secretaria de Desarrollo institucional

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Dr. Francisco Trigo Tavera
Director

Dra. María Elena Trujillo Ortega
Secretaria General

L. C. Alfonso Ayala Rico
Secretario Administrativo

M.V.Z. Martha Beatriz Trejo Salas
Secretaria de Comunicación

Dr. Raymundo Martínez Peña
Coordinador de Publicaciones

Las condiciones de la toma de fotografías del presente Manual fueron las siguientes: 10x en el aumento del microscopio estereoscópico y un aumento de 3.6x en la cámara digital, dando una amplitud final de 36x.

Todas las fotografías tienen una resolución de 264 x 264 píxeles.

**MANUAL DE INGREDIENTES DE UTILIDAD EN ALIMENTACION ANIMAL
Y ALGUNAS CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS**

El resultado de muchos años de experiencia y desarrollo en el campo de la nutrición y alimentación animal se ha visto una vez más reflejado en la revisión del presente manual. Los autores agradecen al Dr. Jesús Soriano Torres su participación en dicha labor, pues resulta invaluable el que nos comparta algo de su tan vasta experiencia profesional en el campo de la microscopía estereoscópica.

La impresión de la presente obra fue posible gracias al

PROYECTO PAPIME: EN214104

ÍNDICE GENERAL

CEREALES	Página
<i>Arroz</i>	1
<i>Avena</i>	3
<i>Cebada</i>	5
<i>Centeno</i>	8
<i>Maíz</i>	9
<i>Sorgo</i>	13
<i>Trigo</i>	15
<i>Triticale</i>	18
SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA Y TUBÉRCULOS	
<i>Barredura de panadería o pan frío</i>	19
<i>Remolacha azucarera</i>	20
<i>Subproductos de cítricos</i>	21
<i>Tubérculos</i>	22
PROTEICOS DE ORIGEN ANIMAL	
<i>Excretas de ave</i>	24
<i>Harina de carne y subproductos</i>	25
<i>Harina de pescado</i>	27
<i>Harina de pluma</i>	28
<i>Harina de sangre</i>	29
<i>Leche deshidratada</i>	32
<i>Plasma</i>	33
PROTEICOS DE ORIGEN VEGETAL	
<i>Ajonjolí</i>	34
<i>Alfalfa</i>	35
<i>Algodón</i>	36
<i>Cacahuete</i>	38
<i>Cartamo</i>	39
<i>Coco</i>	41
<i>Frijol soya</i>	42
<i>Linaza</i>	45
<i>Nabo</i>	46
BIBLIOGRAFÍA	47

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

CEREALES

Página

	Página
Fotografía 01. Arroz, integral	1
Fotografía 02. Arroz, pulido variedad larga	1
Fotografía 03. Arroz, pulido variedad corta	2
Fotografía 04. Arroz, pulido	2
Fotografía 05. Arroz, harina	2
Fotografía 06. Arroz, cascarilla	2
Fotografía 07. Avena, espiga	3
Fotografía 08. Avena, forrajera	3
Fotografía 09. Avena, rolada con cáscara	4
Fotografía 10. Avena, rolada sin cáscara	4
Fotografía 11. Avena, hojuela	4
Fotografía 12. Avena, harina	4
Fotografía 13. Cebada, espiga	5
Fotografía 14. Cebada, grano	5
Fotografía 15. Cebada, malta	6
Fotografía 16. Cebada, perla	6
Fotografía 17. Cebada, forrajera rolada	6
Fotografía 18. Cebada, cascarilla	6
Fotografía 19. Cervecería, bagazo seco	7
Fotografía 20. Cebada, harina	7
Fotografía 21. Centeno, grano	8
Fotografía 22. Centeno, harina	8
Fotografía 23. Maíz, grano	9
Fotografía 24. Maíz, grano	9
Fotografía 25. Maíz, tamo	10
Fotografía 26. Maíz, pericarpio	10
Fotografía 27. Maíz, pericarpio	10
Fotografía 28. Maíz, harina	10
Fotografía 29. Maíz, salvado	11
Fotografía 30. Maíz, salvado	11
Fotografía 31. Maíz, salvadillo	11
Fotografía 32. Maíz, harina	11
Fotografía 33. Maíz, germen	12
Fotografía 34. Maíz, gluten	12
Fotografía 35. Sorgo, variedad blanca	13
Fotografía 36. Sorgo, variedad roja	13
Fotografía 37. Sorgo, molido	14
Fotografía 38. Sorgo, rolado	14
Fotografía 39. Trigo, espiga	15
Fotografía 40. Trigo, grano	15
Fotografía 41. Trigo, salvado	16
Fotografía 42. Trigo, acemite	16
Fotografía 43. Trigo, salvadillo	16

Fotografía 44.	Trigo, harina	16
Fotografía 45.	Trigo, germen	17
Fotografía 46.	Trigo, germen	17
Fotografía 47.	Triticale, grano	18
Fotografía 48.	Triticale, harina	18
SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA		
Fotografía 49.	Panadería, barreduras	19
Fotografía 50.	Galleta, molida	19
Fotografía 51.	Repostería	19
Fotografía 52.	Remolacha	20
Fotografía 53.	Remolacha, pulpa	20
Fotografía 54.	Remolacha, harina	20
Fotografía 55.	Cítricos, pulpa	21
Fotografía 56.	Cítricos, cascarilla	21
Fotografía 57.	Cítricos, pulpa y cascarilla molida	21
Fotografía 58.	Camote, harina	22
Fotografía 59.	Papa, hojuela	22
Fotografía 60.	Harina de camote	23
Fotografía 61.	Yuca, harina	23
Fotografía 62.	Yuca, deshidratada	23
PROTEICOS DE ORIGEN ANIMAL		
Fotografía 63.	Pollinaza	24
Fotografía 64.	Gallinaza	24
Fotografía 65.	Pollinaza y gallinaza	24
Fotografía 66.	Carne, harina de ave	25
Fotografía 67.	Carne, harina de ave	25
Fotografía 68.	Carne, harina de ave	25
Fotografía 69.	Carne, harina de cerdo	26
Fotografía 70.	Carne y hueso, harina	26
Fotografía 71.	Carne, harina de cerdo	26
Fotografía 72.	Carne y hueso, harina	26
Fotografía 73.	Carne, harina de cerdo	26
Fotografía 74.	Carne y hueso, harina	26
Fotografía 75.	Pescado, harina	27
Fotografía 76.	Pescado, harina	27
Fotografía 77.	Pescado, solubles	27
Fotografía 78.	Pluma, harina	28
Fotografía 79.	Pluma, harina	28
Fotografía 80.	Sangre, harina	29
Fotografía 81.	Sangre, harina	29
Fotografía 82.	Sangre, harina	29
Fotografía 83.	Sangre, harina	30
Fotografía 84.	Sangre, porcina liofilizada	30
Fotografía 85.	Sangre, porcina liofilizada	30
Fotografía 86.	Leche, deshidratada	31
Fotografía 87.	Leche, deshidratada	31

Fotografía 88. Leche, deshidratada	31
Fotografía 89. Plasma, sanguíneo porcino	32
Fotografía 90. Plasma, sanguíneo porcino	32
PROTEICOS DE ORIGEN VEGETAL	
Fotografía 91. Ajonjolí, semilla	33
Fotografía 92. Ajonjolí, semilla	33
Fotografía 93. Ajonjolí, pasta	33
Fotografía 94. Alfalfa, verde	34
Fotografía 95. Alfalfa, harina	34
Fotografía 96. Alfalfa, harina	34
Fotografía 97. Algodón, semilla	35
Fotografía 98. Algodón, semilla	35
Fotografía 99. Algodón, semilla	35
Fotografía 100. Harinolina	36
Fotografía 101. Harinolina	36
Fotografía 102. Algodón, cascarilla	36
Fotografía 103. Algodón, cascarilla	36
Fotografía 104. Cacahuete, semilla	37
Fotografía 105. Cacahuete, semilla	37
Fotografía 106. Cacahuete, salvado	37
Fotografía 107. Cacahuete, salvado	37
Fotografía 108. Cártamo, semilla	38
Fotografía 109. Cártamo, semilla	38
Fotografía 110. Cártamo, pasta	38
Fotografía 111. Cartarina	39
Fotografía 112. Cártamo, cascarilla	39
Fotografía 113. Coco, pasta	40
Fotografía 114. Coco, pasta	40
Fotografía 115. Coco, pasta	40
Fotografía 116. Soya, frijol	41
Fotografía 117. Soya, cascarilla	41
Fotografía 118. Soya, pasta	42
Fotografía 119. Soya, pasta	42
Fotografía 120. Soya, pasta full fat	42
Fotografía 121. Soya, pasta full fat	42
Fotografía 122. Soya, texturizada	42
Fotografía 123. Soya, texturizada	42
Fotografía 124. Soya, pasta integral	43
Fotografía 125. Soya, pasta integral	43
Fotografía 126. Soya, aislado proteínico	43
Fotografía 127. Lino, semilla	44
Fotografía 128. Linaza, molida	44

Fotografía 129. Nabo, semilla	45
Fotografía 130. Canola, pasta	45
Fotografía 131. Canola, pasta	45

PRÓLOGO

Esta introducción al conocimiento de alimentos empleados para alimentación animal, incluyendo su contenido en nutrientes y sus características órgano físicas (ESTEREOSCOPIA), conlleva a un punto importante: LA CONFIABILIDAD DEL PRODUCTO ALIMENTICIO a emplear, que se traduce en la CALIDAD que tanto se requiere en la Ciencia de la Nutrición Animal.

Se muestra en esta obra el esfuerzo de los profesores Jesús Manuel Cortéz Sánchez y Sergio Ángeles Campos, así como de sus colaboradores del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, en aportar la información científica dirigida a los interesados en estudiar la Ciencia de los Alimentos.

Este trabajo puede ser el inicio a la continuidad de este tipo de documentos tan fundamentalmente necesarios en vista que nuestro País no es ajeno a lo que actualmente se requiere atender: "LA INOCUIDAD ALIMENTARIA"

Por otro lado, se requiere difundir más la ESTEREOSCOPIA (microscopía) DE ALIMENTOS útiles para la alimentación de los animales, que como disciplina, ofrece la oportunidad de poner en evidencia las adulteraciones que son frecuentes, el deterioro por el mal manejo de almacenamiento, el inadecuado procesamiento de productos, etc. La aplicación de la microscopía de alimentos completa la confiabilidad de la calidad del producto alimenticio.

JESUS SORIANO TORRES

INTRODUCCIÓN

La microscopía estereoscópica es una herramienta de gran utilidad en la validación del control de calidad en la elaboración de alimentos para animales, ya que a través de ella podemos observar la imagen de la materia prima en tercera dimensión, tal y como ocurre en la observación binocular convencional, en donde es necesario que ambos ojos observen la muestra con ángulos ligeramente distintos. Por lo tanto, todo microscopio estereoscópico por definición debe ser binocular y en dos tipos de diseño: Convergente o de Greenough y el de objetivo común o de Galileo.

La microscopía estereoscópica permite observar partículas de tamaño grande, por lo que no se requiere modificar la materia prima a observar, ni es necesario que la luz pase a través de ésta; además, permite tener diferentes distancias entre muestra y objetivo, lo que facilita la manipulación de la muestra.

Hoy día, el crecimiento de las empresas productoras de alimentos obliga a tener controles de calidad más estrictos, pues día con día la formulación es más compleja y con un elevado nivel de protección. Es aquí donde la microscopía constituye una herramienta clave y fundamental para lograr dichos objetivos. Es por eso que el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, se dio a la tarea de recolectar materias primas de uso en la alimentación animal y generar un manual con fotografías estereoscópicas de las materias primas de mayor uso en nuestro país, con la finalidad de apoyar al analista en microscopía estereoscópica en la determinación de resultados.

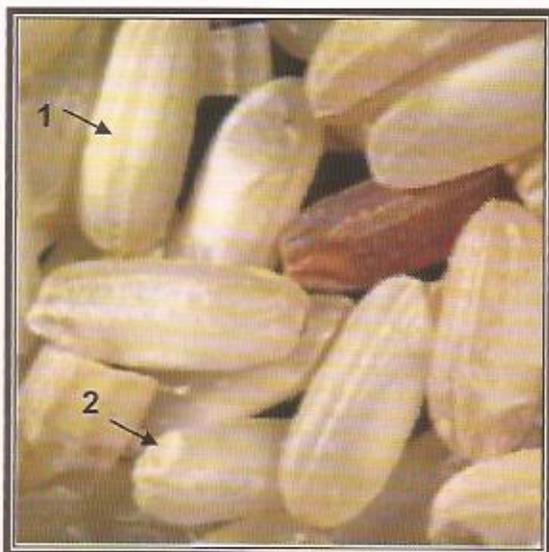
LOS AUTORES

INGREDIENTES ENERGÉTICOS

CEREALES

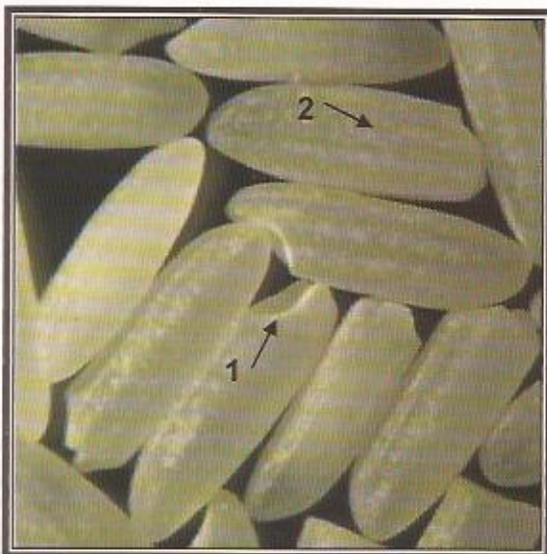
ARROZ

(*Oryza sativa*)



Fotografía 1. Arroz integral

1. Pericarpio color café a crema. 2. Embrión blanco opaco, indicando que no ha sido separada la cascarilla.



Fotografía 2. Arroz pulido variedad larga

El pulido consiste en la separación del embrión y pericarpio del grano.

1. Separación del embrión (nótese el vértice que queda por la ausencia de embrión). 2. Ausencia de pericarpio que permite observar al grano de color blanco brillante, translucido u opaco.

Generalidades

El 95% de la producción de arroz a nivel mundial se concentra en países en vías de desarrollo, siendo el cereal asiático por excelencia.

La semilla está rodeada por un pericarpio, formado por cariósipide incluido dentro de lema y palea que dan la cáscara. El arroz descascarado, también llamado cariósipide o arroz integral, es de color café por la presencia de pericarpio, del cual se obtiene el salvado. Posteriormente y mediante pulido, se extraerán la testa, la aleurona y el embrión (pulido de arroz), obteniéndose finalmente el arroz pulido de color blanco, que corresponde al endospermo amiláceo, mismo que es consumido como tal.

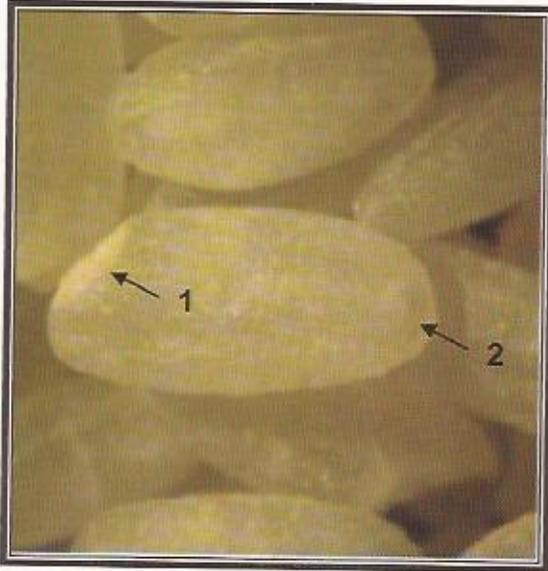
La cascarilla de arroz representa el 20% del peso total del grano y es rica en sílice. La proteína contiene 8 de los 10 aminoácidos esenciales; sus carbohidratos son complejos y es fuente de vitamina E, tiamina, riboflavina, ac. fólico y niacina, además de P, Fe y K.

Perfil Nutricional (Base seca)

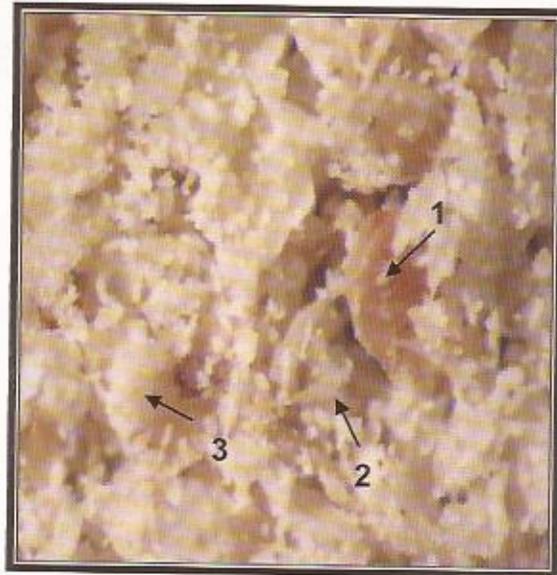
	INTEGRAL	PULIDO
Carbohidratos	70-80 %	75-85 %
Proteína	8-10 %	7-8 %
Grasa	1.5-2.5 %	0.4-1 %
Fibra Cruda	1-2 %	0.3-0.5 %
Cenizas	1-1.5 %	0.4-0.8 %

Subproductos

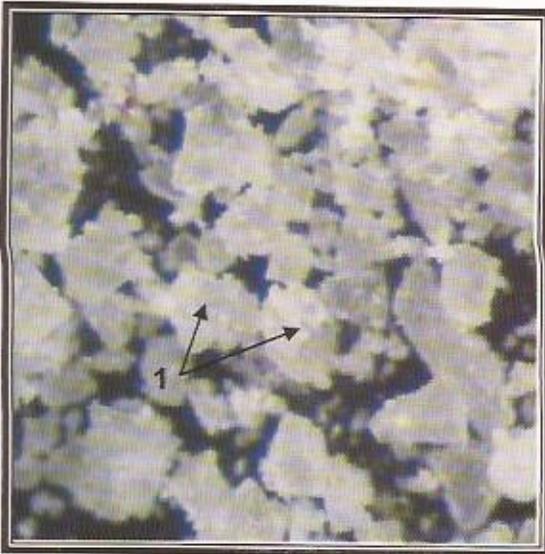
Cascarilla, Pulido de arroz, Harina, Salvado.



Fotografía 3. Arroz pulido variedad corta
 1. Presencia de embrión en algunos granos.
 2. Ausencia general de pericarpio.



Fotografía 4. Pulido de arroz
 Penúltima fracción del procesamiento del arroz, compuesto por 1. Testa; 2. Aleurona y 3. Embrión. Al microscopio se observa el almidón en forma de hojuelas aglutinadas de color beige a crema.



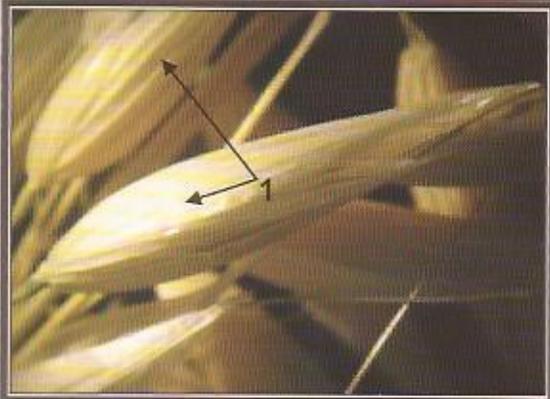
Fotografía 5. Harina de arroz
 Fracción más fina del procesamiento del arroz, formada por: 1. Endospermo. Se observan pequeñas partículas en forma de cristales de tamaño irregular y bordes redondeados.



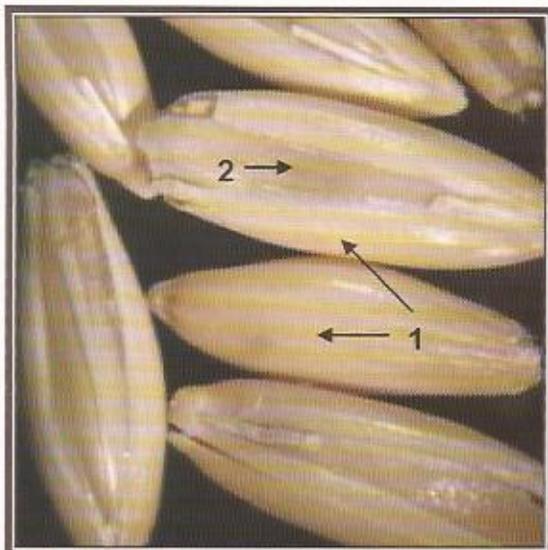
Fotografía 6. Cascarilla de arroz
 1. Glumas (cubierta externa del arroz) y resultan del proceso de descascarillado, del cual se obtienen partículas alargadas de color beige a café, con sombreado transversal a lo largo de la misma, presentando en cara interna líneas longitudinales.

AVENA

(*Avena sativa*)



Fotografía 7. Espiga de avena
1. Glumas



Fotografía 8. Avena forrajera
Grano alargado envuelto. 1) Cascarilla de apariencia lisa brillante, color cremoso; presenta una canaladura a lo largo. 2) Semilla de apariencia cremosa.

Generalidades

La avena es uno de los cereales más completos, que por sus cualidades energéticas y nutritivas ha sido la base de la alimentación de pueblos y civilizaciones.

Es rica en proteínas de alto valor biológico, hidratos de carbono, grasas y un gran número de vitaminas y oligoelementos. Su peculiaridad reside en que cada cariósipide contiene un fruto envuelto en un pericarpio que está íntimamente unido a la testa, endospermo y embrión. La semilla es alargada, cilíndrica, acanalada y de color amarillo, violáceo o negro.

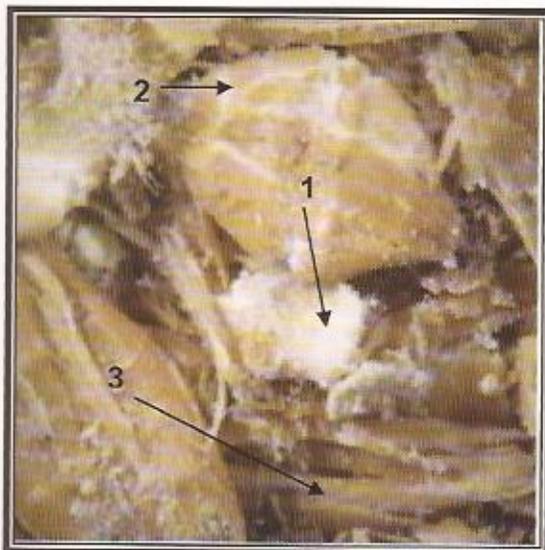
Su elevado contenido de fibra limita su uso en la alimentación de animales no rumiantes; descascarada es más apetecible; sin embargo, el proceso es costoso. Su valor nutritivo dependerá de la relación entre el grano descascarado y la cubierta (cáscara), variedad, medio ambiente y estación del año.

Perfil Nutricional (Base seca)

Carbohidratos	65 - 75 %
Proteína	12 - 16 %
Grasa	4.5 - 7.5 %
Fibra Cruda	10 - 12.2 %
Cenizas	2 - 3 %

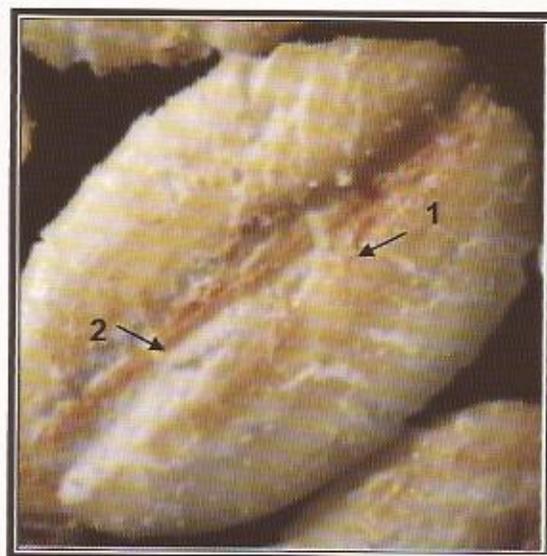
Subproductos

Avena integral, avena rolada, avena en hojuela, avena en harina, avena paja.



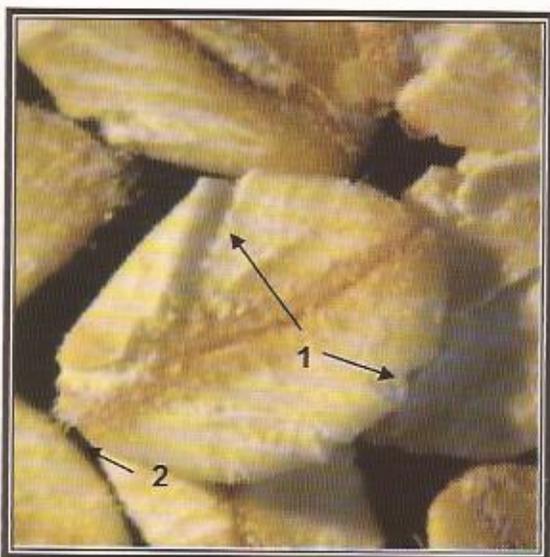
Fotografía 9. Avena rodada con cáscara

1. El rolado es un proceso térmico que tiene como finalidad gelatinizar parte del almidón.
2. la presión ejercida en el grano rompe el pericarpio, el cual se observa de color café. 3. La cáscara por su parte se observa en forma de fibras longitudinales fuera del pericarpio del grano.



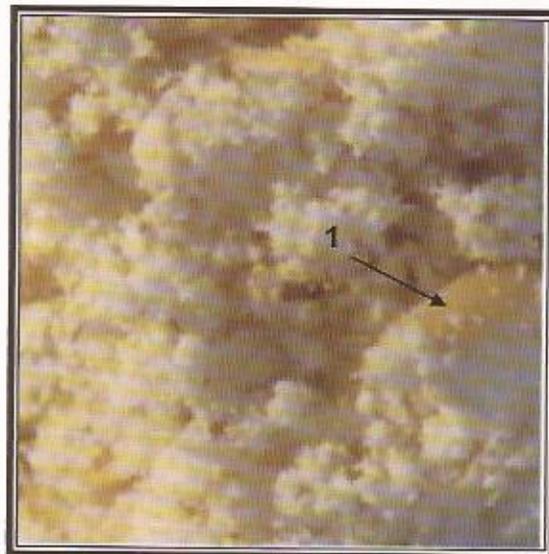
Fotografía 10. Avena rodada sin cáscara

El rolado de granos descascarados (disminuye el nivel de fibra), incrementa su digestibilidad.
Con el calor: 1. El pericarpio del grano se tuesta y se fragmenta. 2. Al penetrar el calor, el almidón se gelatiniza y la presión sobre el mismo forma hojuelas.



Fotografía 11. Avena en hojuela

Proceso realizado a la avena para consumo humano, donde previamente el grano es descascarado y finalmente hojuelado.
1. Pericarpio reventado color café a beige. 2. Pilosidades.

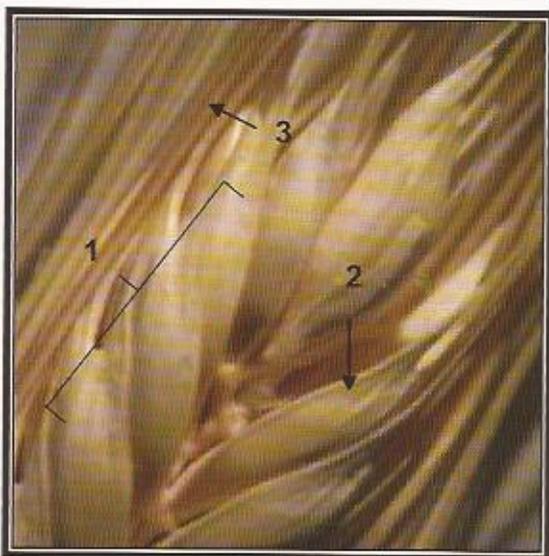


Fotografía 12. Harina de avena

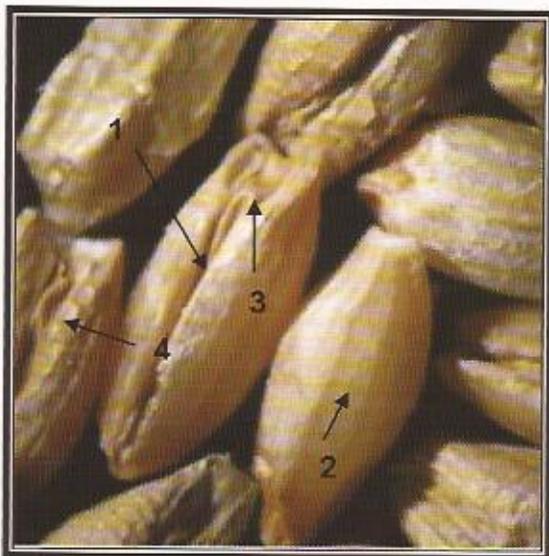
Resultado de la molienda y cribado (2mm) del grano. Presenta las mismas características que las fotografías de harina de trigo, la diferencia es que tiene un color entre nacarado y crema. 1. Las partículas más gruesas indican la presencia de cascarilla.

CEBADA

(*Hordeum vulgare*)



Fotografía 13. Espiga de cebada
 La espiga presenta: 1. Carreras bien definidas, 2. Las semillas se encuentran cubiertas por la cáscara. 3. La cáscara esta unida a la arista.



Fotografía 14. Grano de cebada
 Grano alargado, más ancho del centro que de los bordes. 1. Presenta una canaladura central longitudinal en una de sus caras y 2. La otra cara es de apariencia lisa. 3. En uno de sus bordes se presenta el embrión. En la fotografía se presenta un grano parcialmente desnudo, pues se puede encontrar presencia aun de cáscara.

Generalidades

La cebada es el cereal más utilizado en Europa para la alimentación animal; la semilla es el cariósipide o fruto, en la cual el pericarpio y testa están estrechamente unidos.

Su cariósipide fusiforme presenta lema y palea adosadas conformando un cereal envuelto. Las cebadas de dos carreras han ido ganando terreno a las de seis, debido a que suelen tener mejor calidad para el proceso de malteo para la producción de cerveza. La variedad cervecera representa el 75% de la producción, en tanto las cebadas de seis carreras (25%) se destinan a la alimentación de ganado caballar, lo que le da el nombre de cebadas caballares.

Es un cereal rústico, adaptable a diferentes condiciones de suelo y presenta un elevado contenido de almidón.

Perfil Nutricional (Base seca)

Carbohidratos	65 - 85 %
Proteína	10 - 13 %
Grasa	1.5 - 2.5 %
Fibra Cruda	2.5 - 5 %
Cenizas	2 - 4 %

Existen productos de la cebada como: Cebada perla, Cebada rolada, Bagazo de cerveza, Harina de cebada.

Subproductos

Granos secos de cervecería, raíz de malta, cebada malta, cascarilla de cebada.

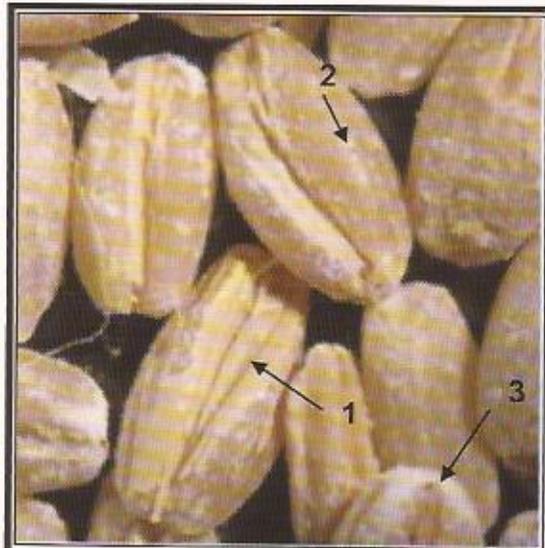


Fotografía 15. Cebada malta

La cebada se somete a germinar para formar la malta, utilizada en la industria cervecera.

Durante el proceso de germinación el endospermo se hincha, el embrión se desarrolla y esto provoca que el pericarpio reviente.

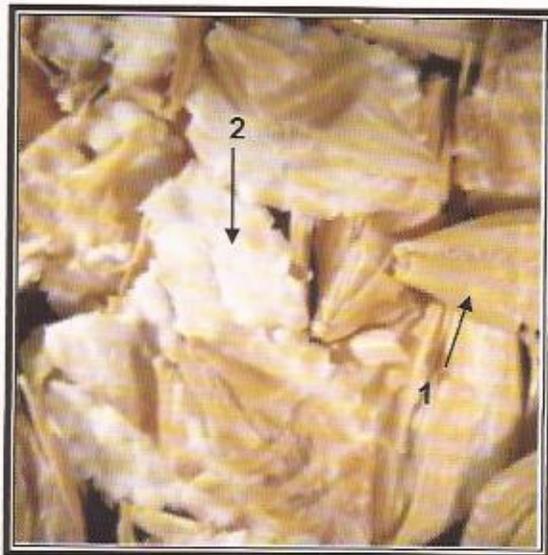
1. Endospermo; 2. Embrión; 3. Pericarpio



Fotografía 16. Cebada perla

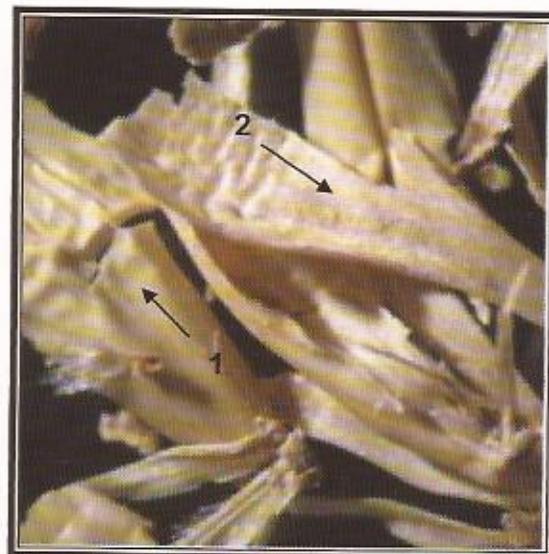
Es un cereal para consumo humano, el cual se somete a un proceso llamado pulido.

1. Presencia de restos de cascarilla y 2. Pericarpio. 3. El aperlado se realiza a fin de exponer parte del endospermo de color blanco y sin brillo.



Fotografía 17. Cebada forrajera rolada

El proceso es el mismo descrito para otros granos, con el inconveniente de que al ser un grano más pequeño, 1. la cantidad de cascarilla será mayor en relación al almidón (2).



Fotografía 18. Cascarilla de cebada

La cáscara sirve de cubierta o protección, asegurando además la distribución eficaz del agua por capilaridad sobre la superficie del grano. La cáscara es de color ligeramente paja, 1. lisa por su cara externa y 2. rugosa por su cara interna.



Fotografía 19. Bagazo seco de cervecería
Subproducto remanente de la elaboración de la cerveza. 1. Presencia de cascarilla de color ligeramente amarillo paja de superficie lisa en forma de hojas. 2. Pequeñas fracciones de pericarpio de bordes irregulares en diferentes tonalidades de café.



Fotografía 20. Harina de cebada
El color de la harina de cebada es blanquecino cremoso de bordes y tamaños irregulares. 1. Cuando la harina no es totalmente cribada se observará la presencia de cascarilla.

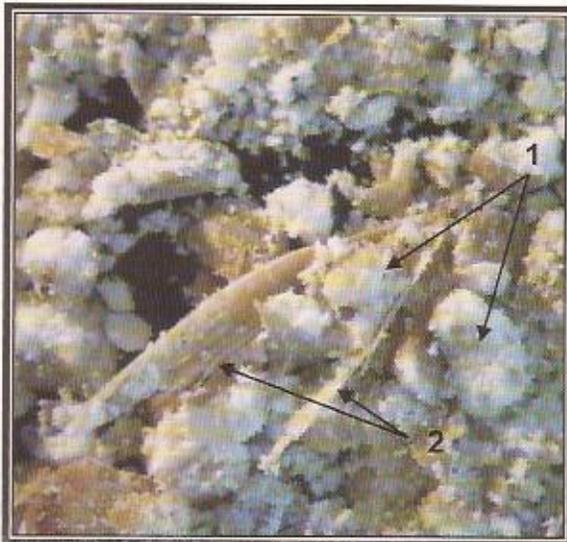
CENTENO

(*Secale cereale*)



Fotografía 21 Grano de centeno

El cuerpo del grano es delgado y alargado, de aspecto verdoso y apariencia rugosa; presenta una canaladura longitudinal; uno de sus bordes es ligeramente redondeado, casi plano, mientras que el otro es puntiagudo. 1. Presencia de pilosidades.



Fotografía 22. Harina de centeno

1. Harina de color blanquecino en forma de grumos de apariencia cremosa. 2. La presencia de pericarpio es característica en la harina de centeno y representa su nivel de fibra cruda.

Generalidades

El centeno es una planta mono cotiledónea anual, que pertenece al género *Secale*, de la familia de las gramíneas y que se cultiva por su grano. Es un miembro de la familia del trigo y se relaciona estrechamente con la cebada. El centeno tiene un sistema radicular fasciculado parecido al del trigo, aunque más desarrollado. Esta es una de las razones de su gran rusticidad. El tallo es largo y flexible, las hojas son estrechas.

Del centeno se obtiene un pan oscuro, que es apreciado en los países del norte de Europa, que se endurece menos rápidamente que el de trigo.

Al compararlo con trigo es menos apetecible, ya que su consumo puede causar trastornos digestivos, por lo que no es recomendable usarlo en grandes cantidades. No es muy palatable, contiene pentosanos y numerosos alcaloides. Rico en hierro, calcio y lisina.

Perfil Nutricional (Base seca)

Carbohidratos	65 - 75 %
Proteína	12 - 16 %
Grasa	1.5 - 2.5 %
Fibra Cruda	2 - 3 %
Cenizas	1.5 - 2.5 %

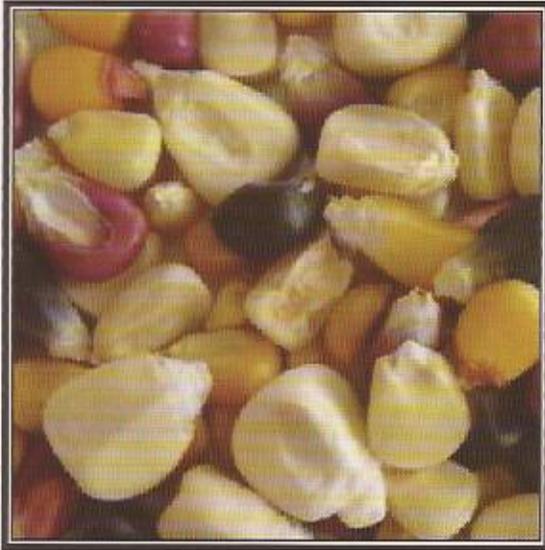
Subproductos

Harina, Salvado

La harina se utiliza para preparar malta para producción de whisky.

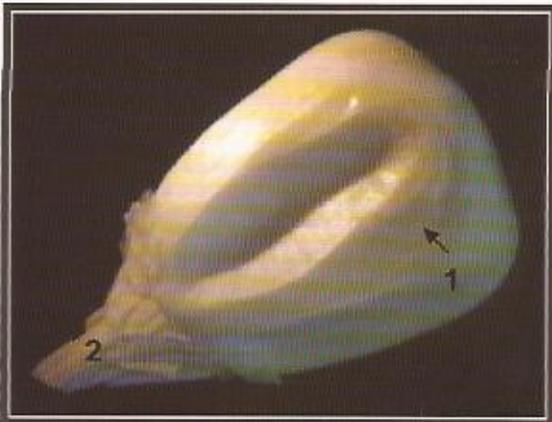
MAÍZ

(Zea mays)



Fotografía 23 Grano de maíz

El tamaño y el color en el maíz cambian con la variedad; no obstante, el perfil nutricional se mantendrá dentro de los promedios establecidos para dicha materia prima.



Fotografía 24. Maíz

1. Pericarpio, cubierta externa que protege al grano, 2. Ápice o cabeza, es la parte por medio de la cual el grano se sujeta al olote.

Generalidades

Monocotiledónea anual de la familia de las gramíneas. A diferencia del resto de los cereales es una especie monoica, de la cual existen seis tipos (dentado, duro, dulce, blando o harinado, envainado y reventón), que dan origen a un sinnúmero de variedades. El maíz es rico en almidón (harinoso y córneo), pero posee una baja proporción de proteína.

El maíz contiene poca lisina, metionina y triptofano. Por el contrario, posee una elevada cantidad de leucina, que interfiere con la niacina, la cual es rica en el grano. Además, contiene tiamina, biotina, ácido fólico, vitamina A, K, Mg, Fe, Zn y Mn, entre otros microelementos.

La variedad amarilla es rica en xantofilas, de las cuales destaca la criptoxantina, que tiende a colorear la yema del huevo y la piel de las aves. Contiene 3 a 6% de aceite, con alta proporción de ácidos grasos insaturados.

Perfil Nutricional (Base seca)

Almidón	65 - 70 %
Azúcares	1 - 2 %
Proteína	8 - 12 %
Grasa	4 - 5 %
Fibra Cruda	2 - 2.5 %
Cenizas	1 - 2 %

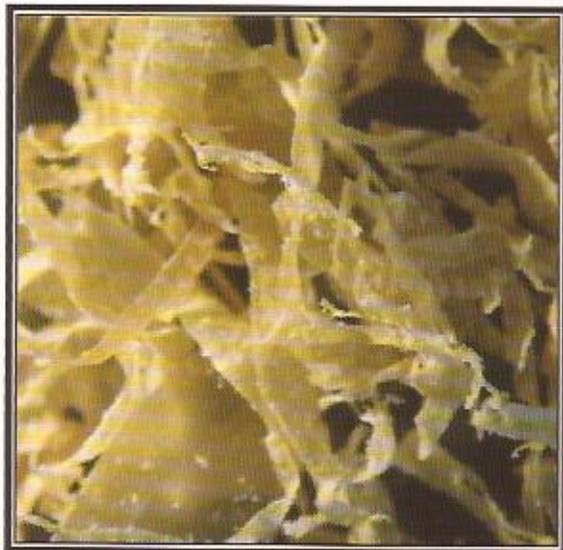
Subproductos

Tamo, Salvado, Germen, Gluten y Harina.



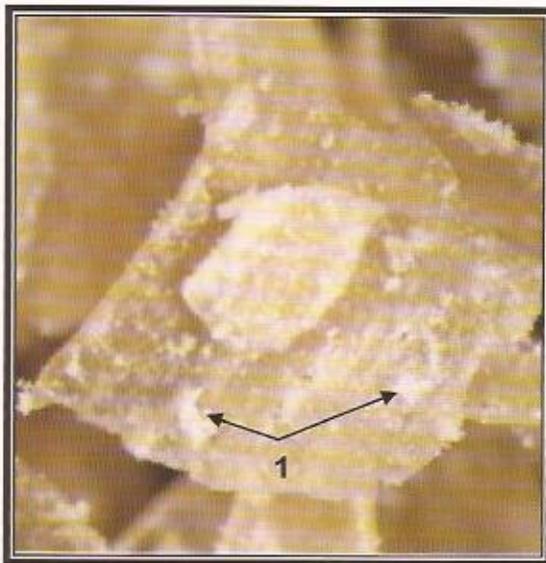
Fotografía 25. Tamo de maíz

Esquileo obtenido del desgrane de la mazorca y limpieza del grano; las partículas son translúcidas, en forma de hojas con líneas longitudinales de bordes irregulares.



Fotografía 26. Pericarpio de maíz

Capa exterior que protege el grano, es dura, fibrosa, rígida, plana y alargada de aspecto vidrioso; el color es amarillo cremoso, con bordes bien definidos.



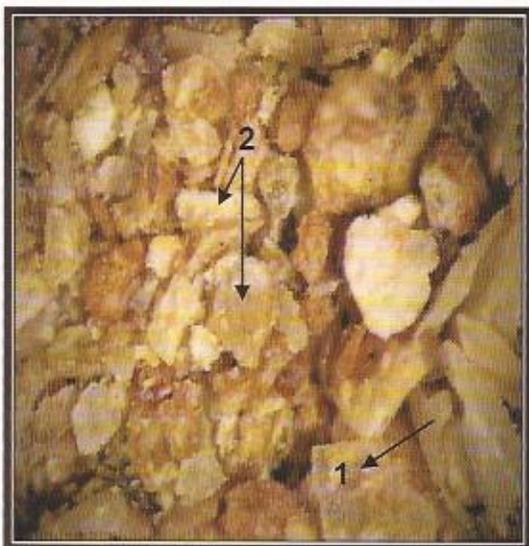
Fotografía 27. Pericarpio de maíz

Partículas planas de bordes irregulares de color crema. 1. La presencia de almidón es mínima.

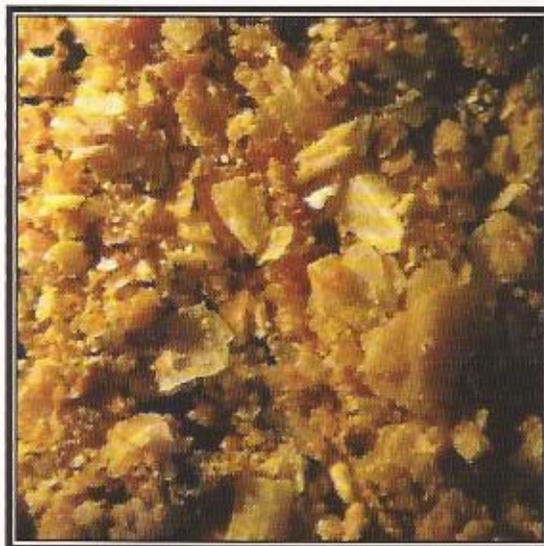


Fotografía 28. Harina de maíz

Subproducto energético; representa 80-84% del peso total del grano, compuesta por 90% de almidón y 7% de proteína. Presenta apariencia de grumos de tamaño irregular, color blanco nacarado.



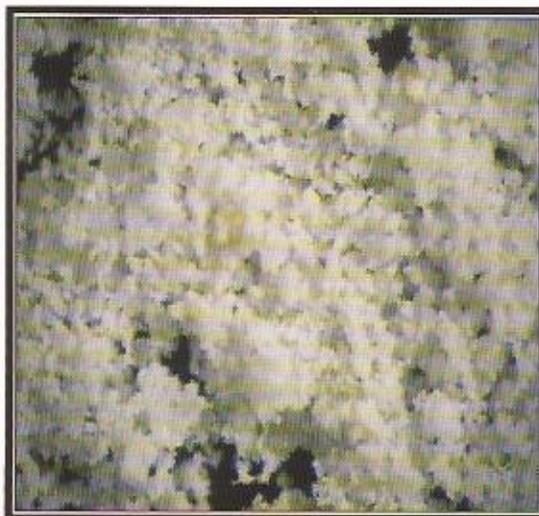
Fotografía 29. Salvado de maíz.
 Subproducto formado por las cubiertas del grano (1. Pericarpio y 2. Parte del aleurona).
 Partículas planas, de bordes irregulares, de color café al crema.



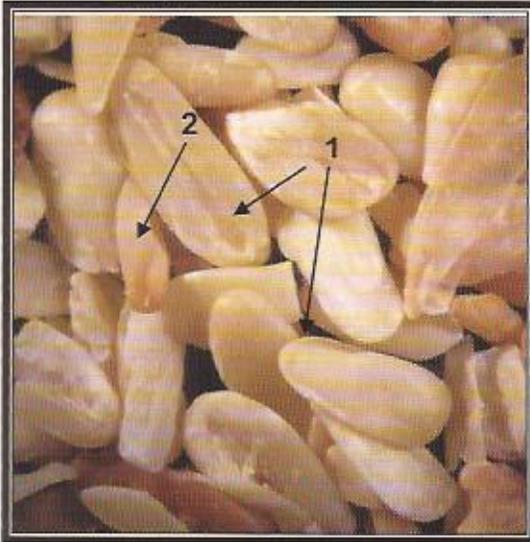
Fotografía 30. Salvado de maíz.
 Se observa la presencia de grasa.



Fotografía 31 Salvadillo
 Partículas de tamaño irregular, de bordes redondeados y sin presencia de grasa. La baja cantidad de pericarpio en relación al salvado y la diferencia en el tamaño de partícula indica el uso de diferente malla de cribado.

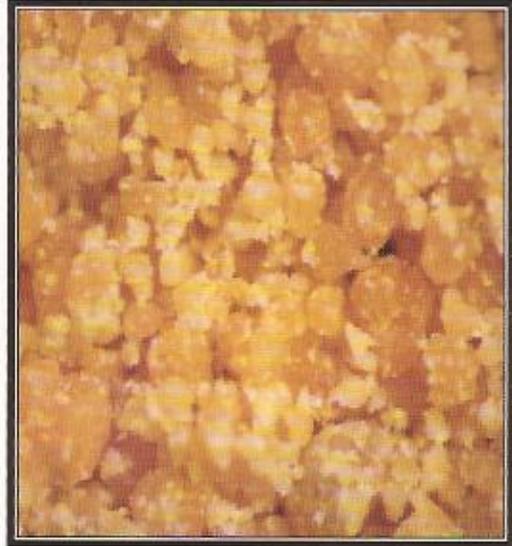


Fotografía 32. Harina de maíz
 Subproducto energético; representa 80-84% del peso total del grano, compuesta por 90% de almidón y 7% de proteína.
 Presenta apariencia de grumos de tamaño irregular, color blanco nacarado.



Fotografía 33. Germen de maíz

Subproducto de la molienda en seco o en húmedo del maíz, formado por el embrión del grano (1. Plúmula y 2. Radícula rudimentaria).



Fotografía 34 Gluten de maíz

Suproducto obtenido de la matriz proteica que rodea a los gránulos de almidón. Grumos de color amarillo huevo, de claro a intenso, de tamaño variable.

SORGO

(*Sorghum vulgare*)



Fotografía 35. Sorgo, variedad blanca



Fotografía 36. Sorgo, variedad roja
El grano del sorgo es redondo; el color cambia con la variedad. 1. El pericarpio es liso. 2. Presenta un hilum bien definido.

Al microscopio el grano debe mostrarse íntegro en su totalidad y sin presencia de plaga.

Generalidades

Es un cereal muy utilizado en la alimentación animal. Dentro de las variedades están: sorgos rojos – cafés o amargos y sorgos blancos – amarillos o dulces; ambos tienen como limitante a la lisina, metionina y treonina y contienen menos aceite que el maíz.

Las variedades amargas contienen taninos, que disminuyen el valor nutricional del grano, pues forman quelatos con proteínas y carbohidratos, que disminuyen su digestibilidad. Además, el ácido tánico confiere un sabor amargo que disminuye su palatabilidad.

El sorgo es bajo en Ca y el P no está fácilmente disponible para animales no rumiantes. Su valor en el mercado es inferior al del maíz, pues no compite con la alimentación humana.

Perfil Nutricional (Base seca)

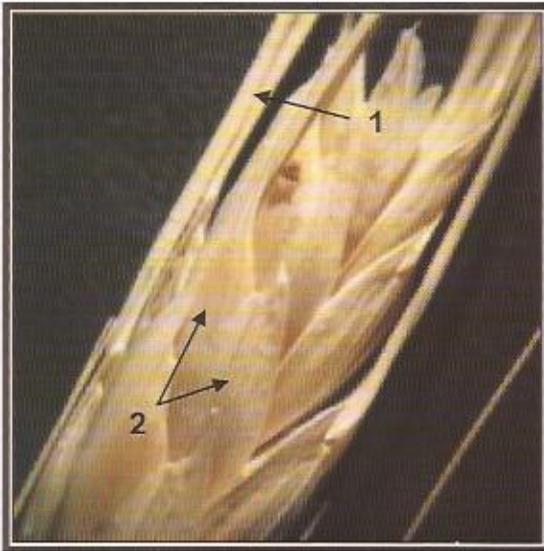
Carbohidratos	75 - 85 %
Proteína	8 - 11 %
Grasa	3 - 3.5 %
Fibra Cruda	< 4 %
Cenizas	1 - 2 %

Subproductos

Existen procesos de extracción industrial (en húmedo) para obtener almidón, originando: gluten y germen, pero su uso es más industrial, no siendo atractivo para la alimentación animal.

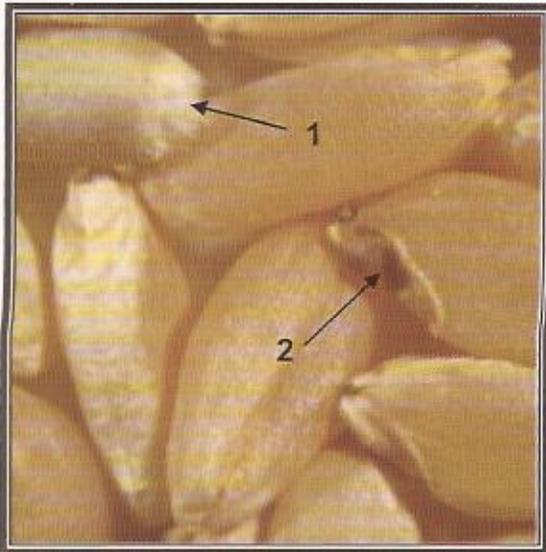
TRIGO

(*Triticum estivum*)



Fotografía 39. Espiga de trigo

El grano se encuentra envuelto por las cascarillas o glumas (1), mismas que se conectan a las aristas (2).



Fotografía 40. Grano de trigo

El grano es alargado, pero más ancho en su cuerpo; presenta una canaladura longitudinal a lo largo del mismo. 1. En el vértice se presentan pilosidades. 2. En el extremo opuesto, su embrión.

Generalidades

El trigo junto con el arroz constituyen las 4/5 partes del alimento básico de la población a nivel mundial, siendo el cereal más importante en Europa, Oriente medio, América del Norte y Oceanía.

La semilla es parte del fruto o cariósipide, donde la testa y pericarpio están unidos. La semilla es ovoide, aplanada en un extremo y provista de pilosidades en el otro.

Las especies pertenecientes al género *Triticum* se dividen por sus juegos cromosómicos en diploides, tetraploides y hexaploides, de las cuales se obtienen trigos duros, cristalinos, rojos y panificables.

Está compuesto por 85% de endospermo, 13% de salvado y 2% de germen. Su gluten posee elasticidad, propiedad que provoca empastamiento en la boca del animal.

Perfil Nutricional (Base seca)

Carbohidratos	65 - 75 %
Proteína	12 - 16 %
Grasa	1.5 - 2.5 %
Fibra Cruda	2.0 - 2.5 %
Cenizas	1.5 - 2.0 %

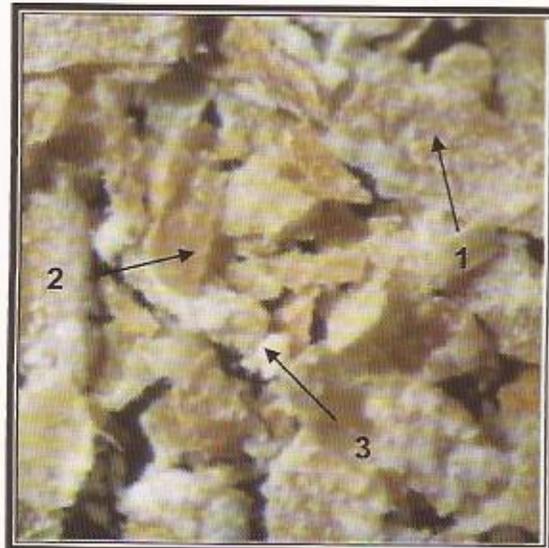
Subproductos

Salvado, Acemite, Salvadillo, Germen, Harina.



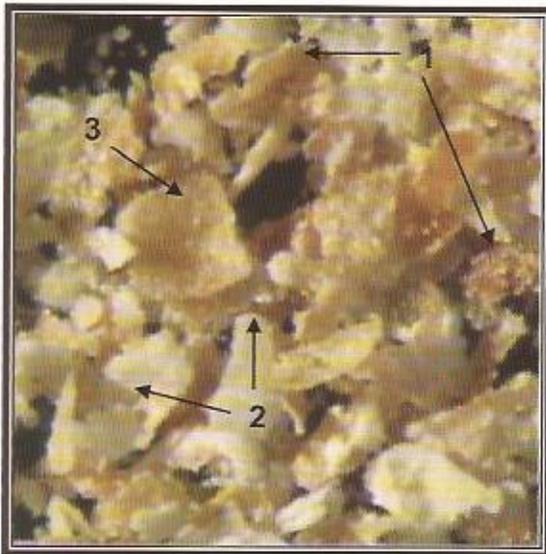
Figura 41. Salvado de trigo

Es el primer subproducto obtenido tras el cribado de un grano molido y representa 47% del grano. Esta constituido por las cubiertas mayores (pericarpio y testa). Partículas de color ámbar de aspecto rugoso, y tamaño irregular.



Fotografía 42. Acemite de trigo

Constituye la segunda fracción por tamaño de la molienda del trigo. Este producto está formado generalmente por 1. Testa. 2. Aleurona y 3. Poca cantidad de pericarpio. El tamaño es menor en relación al salvado



Fotografía 43. Salvadillo de trigo

Es el resultado de la tercera fracción por tamaño de la molienda del trigo. Se origina de: 1. Testa. 2. Aleurona y 3. Una gran porción de endospermo con algo de gluten.



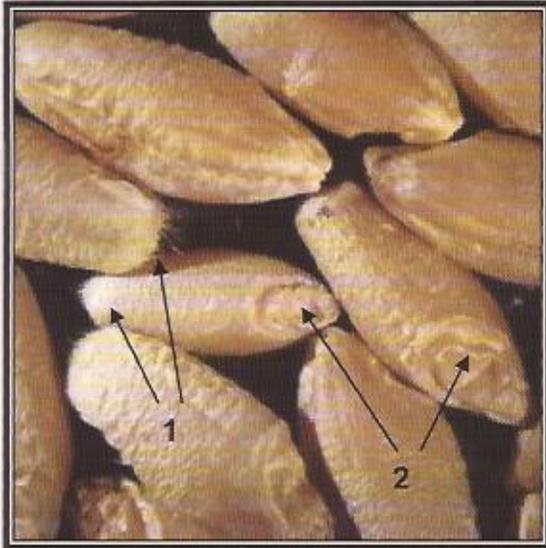
Fotografía 44. Harina de trigo

Producto finamente triturado y tamizado, obtenido de la molturación del grano de trigo; (ingrediente totalmente utilizado en las panaderías).



Fotografías 45 y 46. Germen de Trigo Formado por el embrión del grano; es rico en proteínas digeribles y grasa, con poca fibra. Se observan pequeñas fracciones descubiertas del trigo y embriones (germen) de color café claro, de forma redondeada y aspecto grasoso.

TRITICALE (*Triticum secale*)



Fotografía 47. Triticale

Semilla corta y redondeada, de aspecto rugoso, bordes redondeados. 1. Presencia de pilosidades en una de sus caras con líneas longitudinales a lo largo del grano. 2. En la base de la cara opuesta se encuentra el embrión.



Fotografía 48. Triticale harina

Fración más fina del proceso, formada por el endospermo del cereal. Se observan pequeñas partículas en forma de cristales de tamaño irregular y bordes redondeados.

Generalidades

El *triticale* es un cereal de invierno, derivado del cruce de otros dos cereales muy cultivados en Europa, el trigo y el centeno. Presenta alto rendimiento en producción de grano, rico en proteínas y contiene suficiente gluten, lo que permite ser utilizado en la industria panificadora.

Es un grano estéril debido al diferente número de cromosomas que tienen sus células.

El *triticale* se caracteriza por tener un contenido de nitrógeno cercano al del trigo, con un valor de lisina superior al resto de los cereales, lo que le confiere un buen valor alimenticio. El fósforo que contiene presenta buena digestibilidad; la viscosidad en ciertas variedades debe ser evaluada antes de su inclusión.

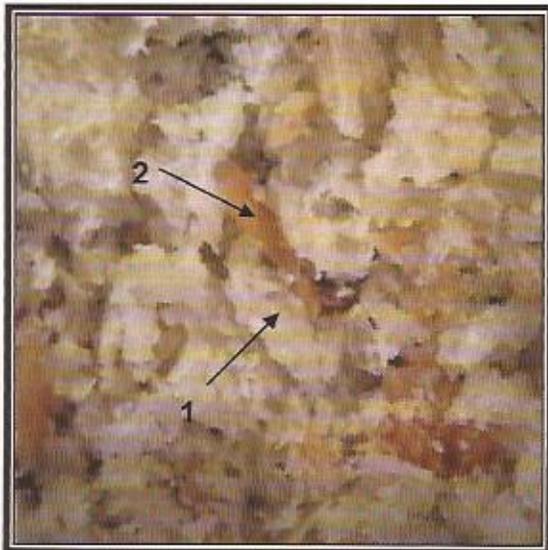
A pesar de sus bondades y considerando que dicho cultivo tiene ya más de 100 años, aún no se aprovecha de manera considerable en nuestro país.

Perfil Nutricional (Base seca)

Carbohidratos	65 - 75 %
Proteína	11 - 16 %
Grasa	1.5 - 2.5 %
Fibra Cruda	2 - 2.5 %
Cenizas	1.5 - 2.5 %

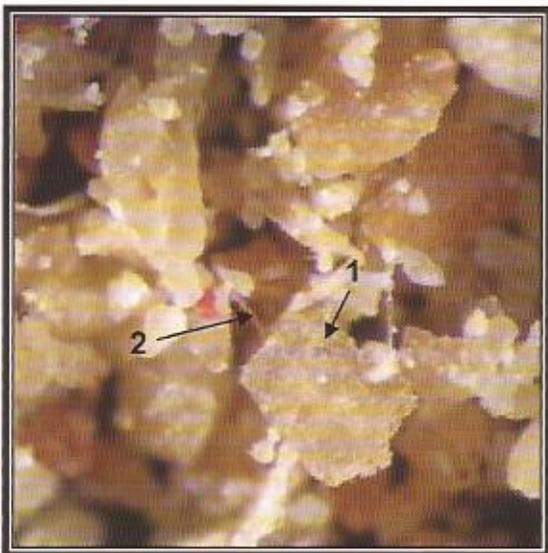
**SUBPRODUCTOS
DE LA
INDUSTRIA**

BARREDURA DE PANADERÍA O PAN FRÍO



Fotografía 49. Barredura de panadería

1. El almidón se observa en forma de hojuelas de color crema a blanco. 2. Fracciones color café que representan el almidón externo del pan (tostado).



Fotografía 50. Galleta molida

1. Partículas de diferente tamaño, bordes redondeados, color cristalino a café, que representan el endospermo del grano. 2. Partículas cristalizadas de azúcares.

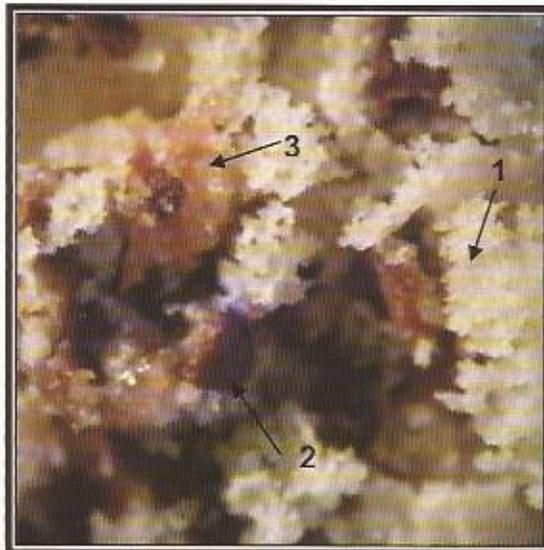
Generalidades

Se obtiene mediante el reciclaje de productos alimenticios caducos bien conservados y sin contaminación.

La base de estos ingredientes es la harina de trigo, pero su composición varía en función del proceso de fabricación del pan y de las materias primas utilizadas, como almidones, grasas, mermeladas y coberturas, mismas que pueden variar el perfil nutricional.

Perfil Nutricional (Base seca)

Almidón	55 - 62 %
Proteína	8 - 12 %
Grasa	8 - 11 %
Cenizas	1 - 3 %

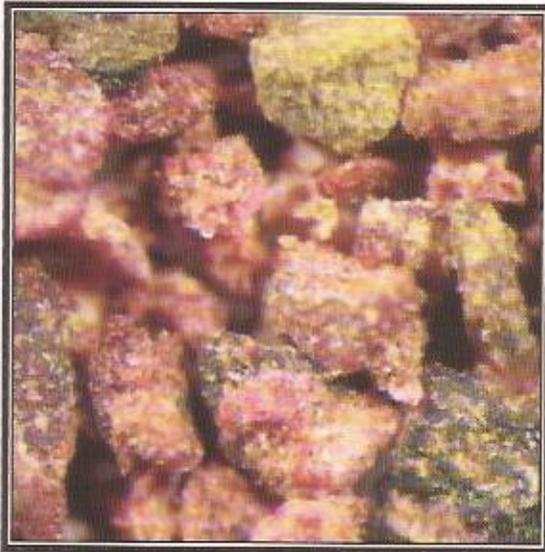


Fotografía 51. Repostería

1. Partículas unidas de almidón, color blanquecino. 2. Grasa en color café 3. Porciones cristalizadas de azúcar o miel.

REMOLACHA AZUCARERA

(*Beta vulgaris*)



Fotografía 52. Remolacha

Partículas esponjosas de gran tamaño y forma heterogénea, de bordes redondeados. La diferente coloración indica la gran variedad de pigmentos que se pueden encontrar en la misma.



Fotografía 53. Pulpa de remolacha

Posterior al proceso térmico, la fibra se observa en forma de partículas porosas de tonalidades café a blanco, opacas y agrupadas con estructura tridimensional.

Generalidades

Es una planta perteneciente a la familia Quenopodiaceae. Durante el primer año, la remolacha azucarera desarrolla una gruesa raíz hapiforme y una roseta de hojas; durante el segundo, emite una inflorescencia ramificada en panícula. Posee hojas y cabezas.

La remolacha representa el cultivo que más valor nutritivo genera en relación a la unidad de superficie. Es un alimento rico en nutrientes para el ganado, pero también se utiliza en procesos industriales para obtener azúcar de remolacha, de la que se extraen las dos quintas partes de la azúcar consumida a nivel mundial, pues su raíz contiene hasta un 16% de la misma. El residuo que queda tras la extracción de azúcar se conoce como pulpa de remolacha.

Perfil Nutricional (Base seca)

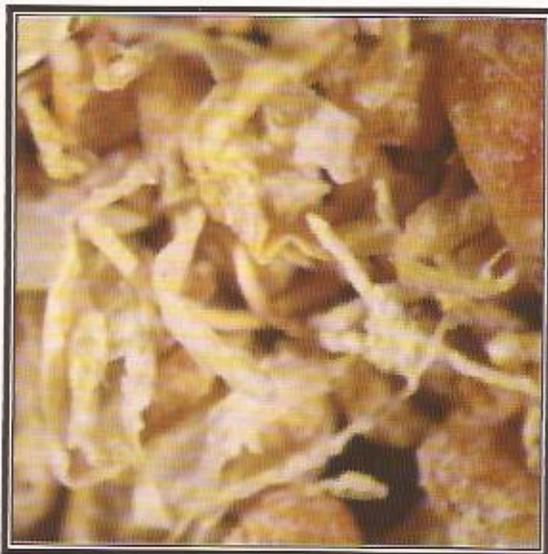
Almidón	48.7 - 55.2 %
Proteína	10 - 11.5 %
Grasa	0.5 - 1 %
Cenizas	7.0 - 8.5 %
Fibra	17 - 20%



Fotografía 54 Harina de Remolacha

Partículas amorfas de diferente coloración y tamaño con apariencia cristalizada.

SUBPRODUCTOS DE CÍTRICOS



Fotografía 55. Pulpa de cítricos

Partículas heterogéneas gruesas y delgadas, sin brillo, de diferente coloración, misma que estará en función de los cítricos empleados

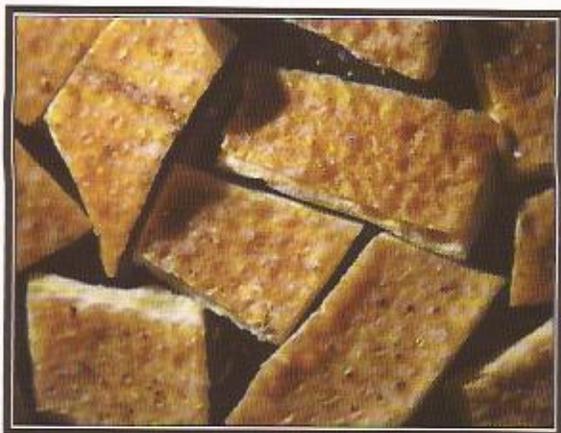
Generalidades

Son los subproductos de la industria de cítricos, constituidos por la cáscara, semillas, pulpa y frutas de desecho.

Pueden utilizarse en forma fresca (lo cual debe hacerse de inmediato), ensilados o deshidratados. La pulpa y cáscara deshidratada son voluminosas, ocupando 160-360 kg/m³. Su composición química estará en función del tipo de cítrico utilizado.

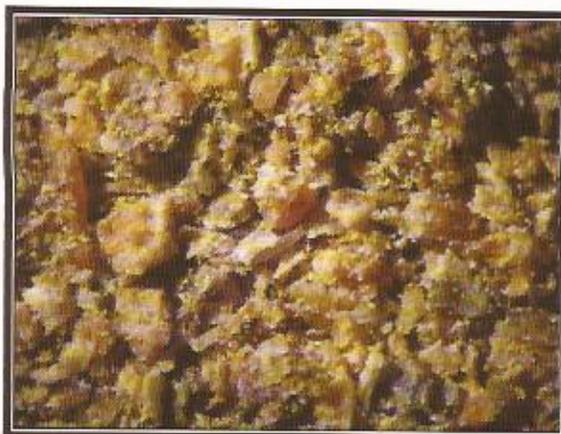
Perfil Nutricional (Base seca)

Proteína	5 - 8 %
Fibra	11 - 12 %
Grasa	2.6 - 2.9 %



Fotografía 56. Cascarilla de cítrico

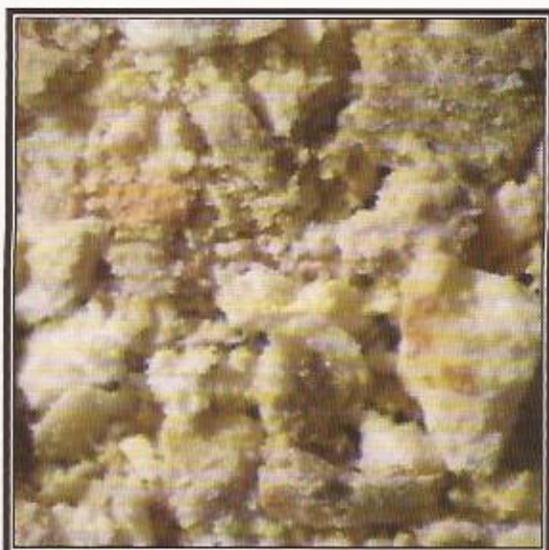
Partículas gruesas, moteadas en diferentes tonalidades de café, semejando rebanadas de pizza (casi siempre corresponden a naranja y limón).



Fotografía 57. Pulpa y cascarilla de cítricos molida y procesada

Partículas heterogéneas en diferentes tonalidades de café, bordes redondeados, cremosas y sin brillo.

TUBÉRCULOS



Fotografía 58. Camote (*Ipomoea batatas*)
Partículas de almidón color crema, heterogéneas y sin brillo, mezcladas con partículas de color café correspondientes al exocarpo.



Fotografía 59. Papa (*Solanum tuberosum*)
Almidón en forma de hojuela de color blanco cremoso, de bordes irregulares

Generalidades

Pertenecen a la familia de las convolvuláceas, plantas con raíz reservante. Son ricos en carbohidratos, vitamina A, fósforo y carotenos.

Son un alimento energético debido a su alto contenido de carbohidratos altamente digestibles. Cocidos liberan maltosa dextrina y otros azúcares, que junto con pequeñas cantidades de sacarosa dan el sabor dulce a este producto.

Perfil Nutricional Camote (Base Seca)

Carbohidratos	85 - 90 %
Proteína	2 - 3 %
Grasa	<1 %
Cenizas	2-3 %

Son típicos de zonas templadas y tropicales; se utilizan como fuente de almidón. Su contenido de humedad es de alrededor de 75%, utilizándose en forma fresca o ensilada.

Su valor energético es similar al del grano de cebada, pero su contenido de grasa es menor a 1%. La concentración de minerales es baja, con excepción de Cu, K y Fe.

Es recomendable que estos insumos sean cocidos, pues algunos de ellos poseen sustancias perjudiciales en crudo, que en buena parte reducen su digestibilidad.

Perfil Nutricional Papa (Base seca)

Carbohidratos	60 - 70 %
Proteína	2 - 3 %
Grasa	<1 %
Cenizas	2.5 %

INGREDIENTES PROTEICOS

PROTEICOS DE ORIGEN ANIMAL

EXCRETAS DE AVE

Generalidades

La pollinaza está constituida por las deyecciones de los pollos de engorda, y siempre se presenta mezclada con el material que se utiliza como cama (aserrín de madera, cascarilla de arroz o de soya, olote de maíz molido, paja, rastrojo molido, etc.), además de desperdicios de alimento y pluma.

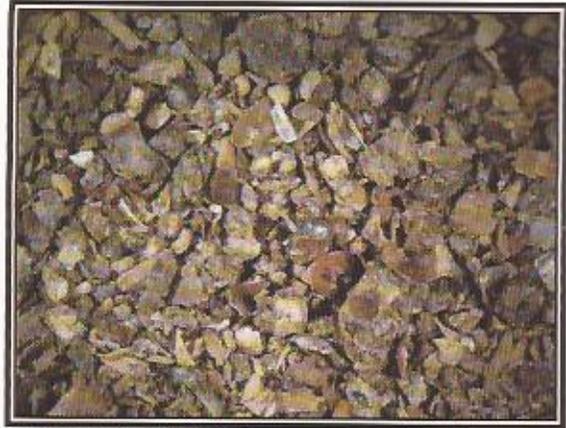
Contiene un bajo valor energético y algunos minerales como: Ca, P, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cu y Zn. Puede contener agentes patógenos, como *Salmonella spp*, hongos y sus respectivas toxinas.

La gallinaza son las deyecciones de gallinas de postura. Desde el punto de vista sanitario, es un ingrediente que presentará en ocasiones hongos, parásitos y microorganismos bacterianos.

La cantidad de gallinaza tiende a ser menor en naves con piso de concreto y mayor en pisos de tierra, debido al grosor del material de cama que es utilizado para nivelar el suelo. Además, al levantar la cama, se recoge algo de tierra, misma que debe considerarse al ofrecerla como alimento para la alimentación animal.

Perfil Nutricional (Base seca)

Proteína	20-25%
Grasa	0.5%
Fibra Cruda	10-15%
Cenizas	6-12%



Fotografía 63. Pollinaza

Partículas amorfas de color café a beige, de tamaño y bordes irregulares.



Fotografía 64. Gallinaza

Al acercamiento se observa: 1. Presencia de pluma 2. Bordes irregulares con aspecto cenizo



Fotografías 65. Pollinaza y Gallinaza

Partículas amorfas y sin brillo de color oscuro a negro; presencia de manchas blanquizas, plumas y alimento sin digerir

HARINA DE CARNE Y SUBPRODUCTOS

Generalidades

La harina de carne es elaborada con residuos de matadero, subproductos de despiece de los supermercados y del proceso de embutidos, a los cuales previamente se les ha extraído la grasa, ya sea por procesos de cocimiento en tambores de doble pared o por extracciones con disolventes. Su calidad presenta una variabilidad considerable, dada por la heterogeneidad del producto inicial (partes corporales de los animales).

Para su elaboración se deben eliminar cascós, cuernos, astas, pezuñas, pelos, cerdas, contenido gástrico, heces, sangre y otros materiales extraños.

Perfil Nutricional

Harina de Carne (Base seca)

El contenido de grasa está reflejado por el proceso de reducción empleado

Proteína	55-70
Grasa	3-16%
Fibra Cruda	2% máx.
Cenizas	28% máx.

La harina de carne y hueso es el resultado de la mezcla de harina de carne con hueso, constituida de restos de frigoríficos y canales descartadas por el servicio de inspección sanitario, con o sin vísceras, siempre y cuando cumplan con los requisitos para procesarlas. Estas harinas tienen un valor biológico elevado, además de elevados niveles de Ca y P disponibles.

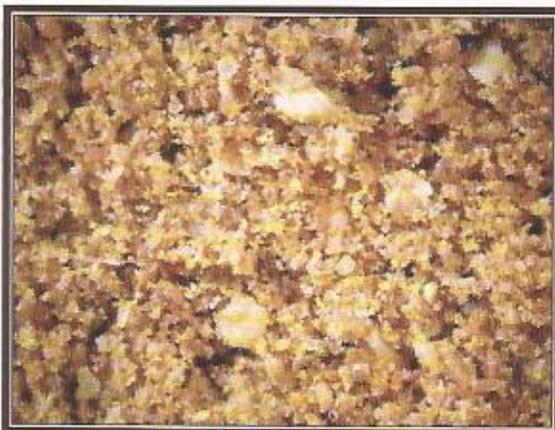
Perfil Nutricional

Harina de Carne y Hueso (Base seca)

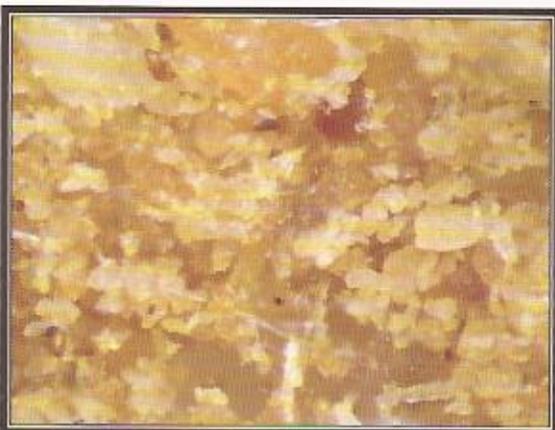
Proteína	40-55%
Grasa	3-14% máx.
Fibra Cruda	2% máx.
Cenizas	37% máx.



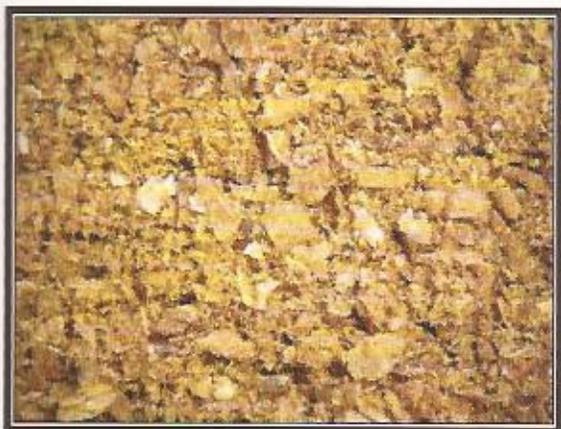
Fotografía 66 Harina de carne de ave.



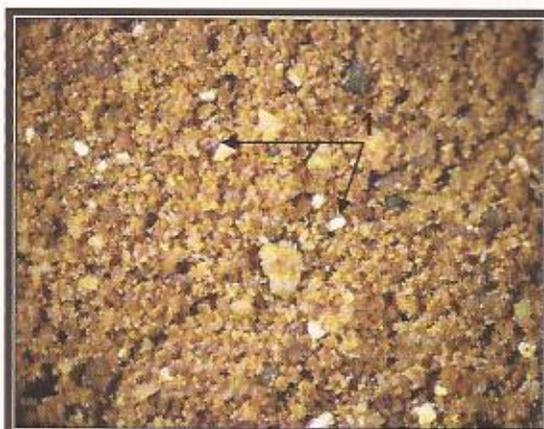
Fotografía 67 Harina de carne de ave.



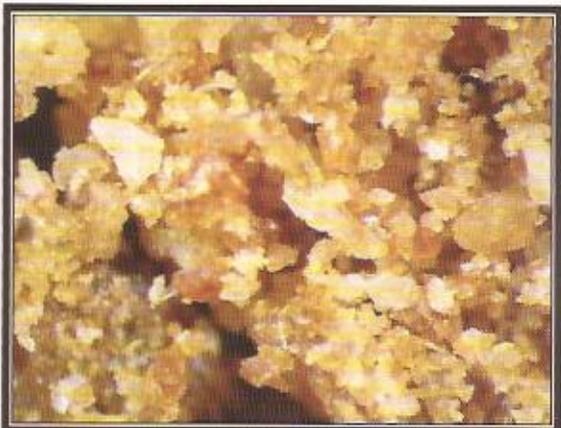
Fotografía 68. Harina de carne de ave
Partículas de color café a crema, de tamaño y forma amorfa, aglutinadas entre sí. Su apariencia es cristalina cremosa, de bordes irregulares. 1. Presencia de pequeñas fracciones de hueso en forma de cristales, de tamaño y forma irregular.



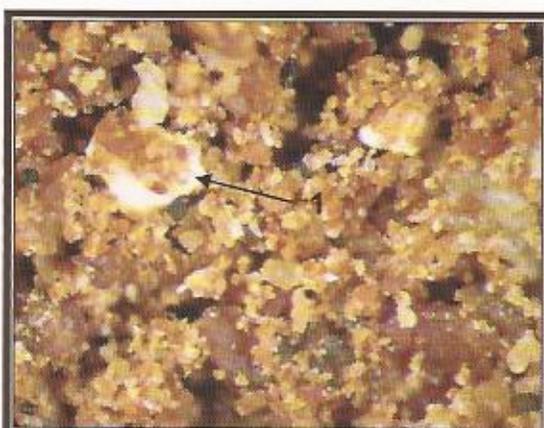
Fotografía 69 Harina de carne de cerdo



Fotografía 70 Harina de carne y hueso



Fotografía 71 Harina de carne de cerdo



Fotografía 72 Harina de carne y hueso



Fotografía 73. Harina de carne de cerdo.
Partículas sólidas, granulares, de tamaño variable, color café claro a oscuro, con contenido grasoso. Se observan fibras longitudinales adheridas a partículas de mayor tamaño y grosor.



Fotografía 74. Harina de carne y hueso
Partículas granulares, sólidas, de color café, más lisas que las de carne. 1. El hueso aparece en trozos gris claro, amorfos. 2. El pelo, faneras y sangre se toleran siempre y cuando estén en proporción de vestigios, pues por el proceso de obtención son imposibles de eliminar.

HARINA DE PESCADO

Generalidades

Subproducto obtenido de pescado completo o fracciones y/o residuos de plantas reductoras y empacadoras o extractoras de aceite.

La harina de pescado aporta una proteína de alta calidad biológica, rica en metionina, cisteína, lisina, treonina, y triptofano. Es rica en ácidos grasos esenciales, donde predominan los ácidos grasos omega-3 y 6 en proporciones 1:5, contiene un alto nivel de P disponible, Se, Zn, Cu, Fe, cianocobalamina, colina, riboflavina, biotina, vit. A y D.

El valor nutritivo de la harina de pescado está en función del tipo de pescado utilizado (relación proteína-cenizas-grasa), frescura del producto (calidad), temperatura utilizada en el proceso (disponibilidad de aminoácidos y solubilidad de proteína), condiciones de almacenamiento (deterioro por actividad bacteriana, enzimática o enranciamiento).



Fotografía 75. Harina de pescado



Fotografía 76. Harina de pescado

1. Partículas de color blanco, de tamaño y forma irregular (escamas, aleta y hueso). 2. Partículas en diferente tonalidad de café; de apariencia grasosa.

Perfil Nutricional (Base seca)

La grasa variará de acuerdo al proceso de reducción aplicado

Proteína	50-80%
Grasa	0.5-15%
Fibra Cruda	1-7%
Cenizas	23% máx.



Fotografía 77. Solubles de pescado

Pedazos de escama y hueso color ámbar o translúcido, con presencia de líneas horizontales a lo largo de la partícula

HARINA DE PLUMA

Generalidades

Es el resultado del proceso de reciclaje de la pluma de aves. Para su elaboración la pluma es sometida a un proceso de hidrólisis bajo condiciones elevadas de presión, en un periodo de tiempo apropiado, durante el cual se produce el rompimiento de las estructuras de queratina a fin de obtener un ingrediente proteico con 81-86% de proteína bruta, con 82% de digestibilidad, rico en queratina. Sin embargo, si está mal procesada o cruda su digestibilidad será inferior a 65% y tendrá mal olor y sabor.

Este producto es rico en cistina, treonina y arginina. Su calidad está en función de la pluma usada, teniendo dos grupos: café dorada (blancas) y café oscura (oscuras). Es poco soluble en agua.

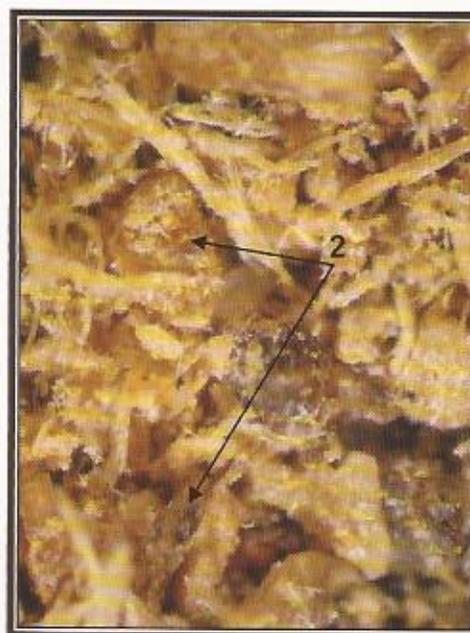
Un mal proceso dará lugar a la transformación de aminoácidos en compuestos de menor valor nutritivo.

La harina de pluma contiene un escaso contenido de carbohidratos; no obstante, su nivel de grasa es de interés. Contiene fósforo disponible, pero debe tomarse muy en cuenta su nivel de cenizas, ya que un valor por arriba de 3 indicaría una adulteración.

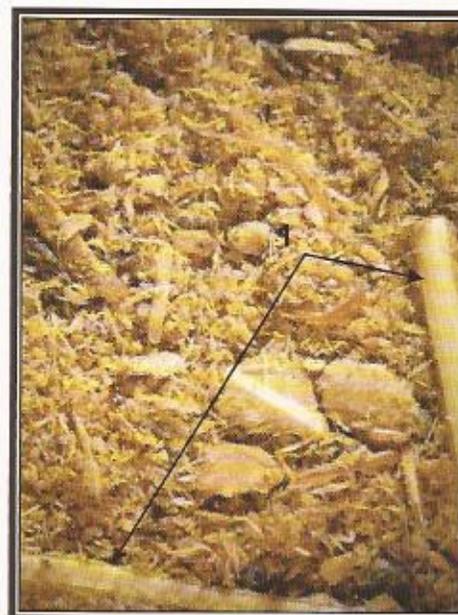
Debido a sus propiedades, la inclusión de harina de pluma en la alimentación animal es mínima.

Perfil Nutricional Harina de pluma (Base seca)

Proteína	70-85%
Grasa	4-6%
Fibra Cruda	< 1.0 %
Cenizas	2.2%



Fotografía 78 Harina de pluma



Fotografías 79. Harina de pluma

1. Presenta algunas plumas parecidas a tubos comprimidos, con bordes aserrados. 2. Se observa presencia de carne con estructuras escamosas de color más claro (Esto no siempre se observa, porque el proceso de desplume ya se realiza en mejores condiciones).

HARINA DE SANGRE

Generalidades

La harina de sangre se produce de la sangre limpia y fresca, excluyendo cualquier material extraño, como: pelo, contenido estomacal, vísceras, orina, piel, carne, hueso y faneras, excepto lo que pueda ocurrir inevitablemente en las buenas prácticas de procesamiento.

La humedad se elimina mediante un proceso de secado por aspersión. El proceso térmico debe ser cuidadoso para permitir un mínimo de actividad biológica de lisina de 80%, buena digestibilidad y aceptable gustocidad.

De cada 1000 g de sangre completa 185 g corresponden a proteínas. Al deshidratar la sangre hasta obtener una humedad de 8-10%, la concentración de proteínas será de alrededor de 75-86%.

Esta materia prima se puede considerar de alto riesgo por la posibilidad de transmitir la EEB (Encefalopatía Espongiforme Bovina). Por esta razón, las especificaciones del proceso de obtención deberán ser descritas en la etiqueta y ficha técnica del producto, especialmente el origen de la sangre.

Perfil Nutricional (Base seca)

Proteína	75-85%
Grasa	2.6-2.9%
Fibra Cruda	< 1%
Cenizas	2-4%



Fotografía 80. Harina de sangre

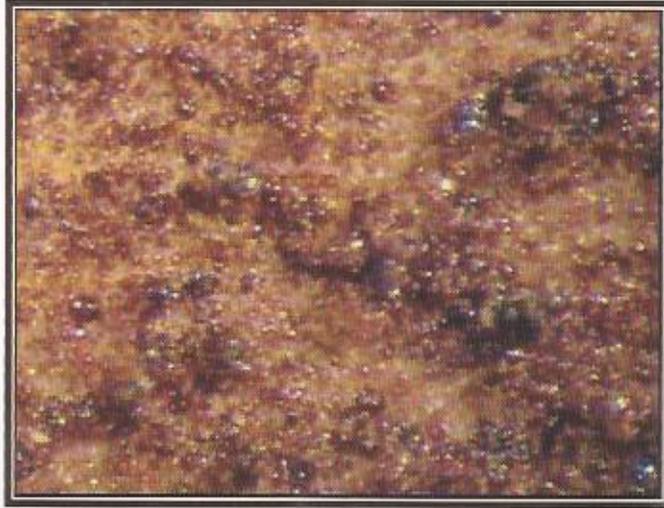


Fotografía 81. Harina de sangre



Fotografías 82. Harina de sangre

Partículas de color rojo oscuro a café, de forma esférica y brillante; el tamaño se da por la molienda que se ordena en la norma mexicana de calidad vigente. El tamaño y forma de la partícula estará en función del tipo de proceso aplicado.



Fotografía 83. Harina de sangre

Partículas de forma esférica, de tamaños variables; el color varía del rojo al crema.



Fotografías 84 y 85. Sangre porcina liofilizada

Al acercamiento 100x y 50x se observan partículas amorfas de color negro, con brillo, bordes lisos y de textura uniforme.

LECHE DESHIDRATADA

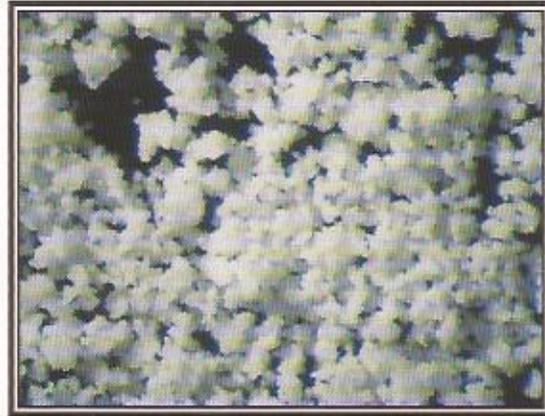
Generalidades

Es el producto obtenido de la deshidratación de la leche, ya sea por pulverización en una corriente de aire caliente o por secado sobre cilindros. El primer proceso dará como resultado un producto con una granulometría muy fina, con mayor higroscopicidad, uniforme y de difícil manejo. En cambio en el segundo proceso, hay menor higroscopicidad, la granulometría no es tan fina, dificultándose su mezclado. Al microscopio se debe observar fluida y sin la presencia de terrones.

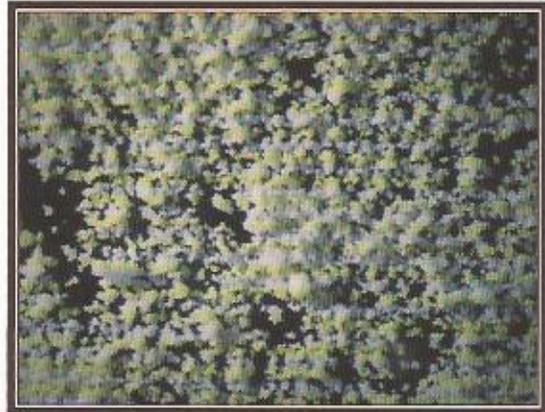
La leche previamente debe descremarse y desnaturalizarse. Su valor nutritivo estará ligado a la calidad de su proteína. Es deficiente en hierro y cobre. La proteína tiene un elevado valor biológico y es sumamente digestible. La leche desnatada es una buena fuente de riboflavina, mientras que las vitaminas liposolubles (A y D) se eliminan con la grasa.

La leche contiene 50 % de lactosa; sin embargo, el uso se ve limitado por su alto costo en el mercado, por lo que sólo se usa leche desnaturalizada, que tienen un costo inferior en el mercado. Cuando la leche es sometida a tratamientos térmicos, la caseína tiende a desnaturalizarse, disminuyendo su grado de coagulación y su valor nutritivo.

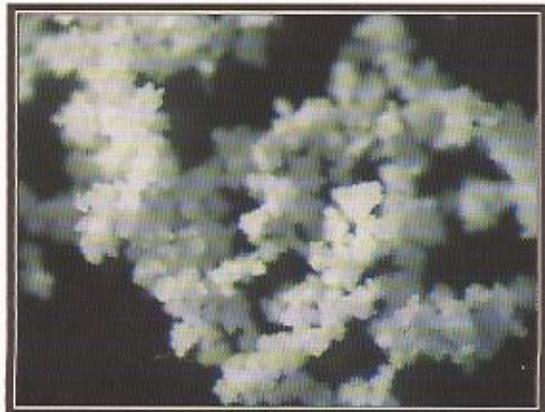
Perfil Nutricional (Base seca)	
Carbohidratos	50%
Proteína	30-35%
Grasa	< 1.0%
Fibra Cruda	0.0%
Cenizas	6-8



Fotografías 86. Leche deshidratada



Fotografía 87 Leche deshidratada



Fotografía 88 Leche deshidratada

Grupos de color crema a blanco opaco; en ocasiones aparecen como hojuelas de color café. Las partículas se adhieren entre sí.

PLASMA

Generalidades

El plasma es un subproducto obtenido de la fracción líquida y acelular de la sangre de cerdo, el cual representa el 55% del volumen sanguíneo total.

Contiene 7% de fibrinógeno, 38% de globulinas, 54% de albúminas y 1% de otras proteínas.

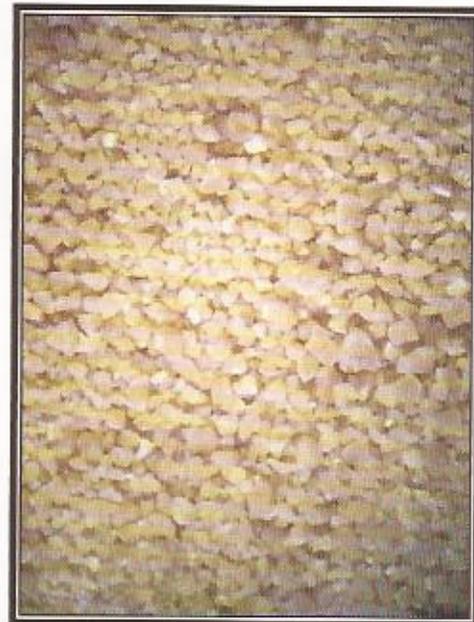
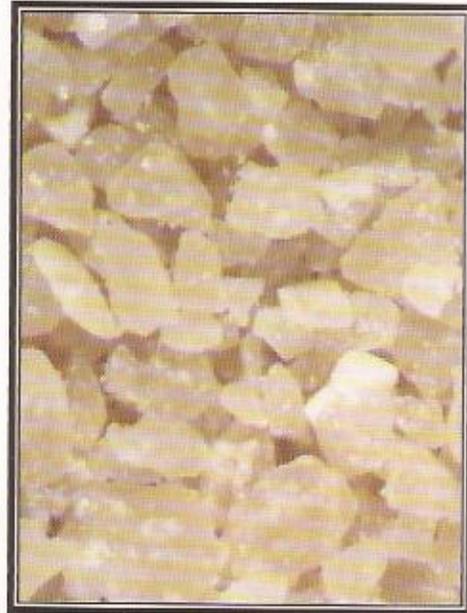
Constituye una fuente proteica comparable por su calidad a la leche descremada y regularmente superior a la harina de sangre.

Su contenido en lisina y treonina es muy elevado, pero es deficiente en aminoácidos azufrados e isoleucina.

El secado por spray consiste en la aplicación de altas temperaturas durante períodos cortos de tiempo, donde el plasma es sometido a una inyección de aire caliente (190-220°C), a fin de originar micro partículas que pierden su contenido en agua de manera inmediata, cayendo el producto al fondo para su recolección.

Perfil Nutricional (Base seca)

Proteína	80-85 %
Grasa	1.5-2 %
Fibra Cruda	0.0 %
Cenizas	5-8 %



Fotografías 89 y 90. Plasma sanguíneo porcino

Partículas de forma irregular, color crema; su tamaño estará en función del tamaño de criba durante el molido, de acuerdo a la norma mexicana vigente.

**PROTEICOS DE
ORIGEN
VEGETAL**

AJONJOLI

(*Sesamum indicum*)

Generalidades

Semillas pequeñas de forma ovalada y ricas en aceite. Según la variedad pueden ser blancas, amarillas, negras o rojas. El ajonjolí es una planta oleaginosa proveniente de África e India. Se le conoce también como sésamo.

Las semillas son muy pequeñas, con sabor a nuez. Tienen gran cantidad de aceite (50%) y poseen dos sustancias: la sesamolina y el sesamín, que regulan el colesterol, previenen la hipertensión y humectan la piel. Son ricas en proteína, calcio y vitaminas del complejo B; son buena fuente de magnesio, fósforo, hierro y cinc.

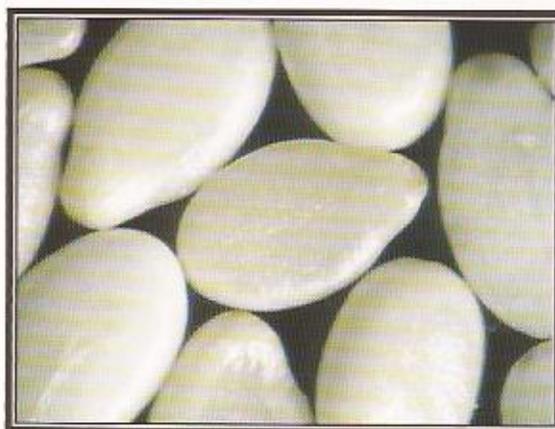
La pasta o torta de ajonjolí puede utilizarse en raciones para aves, contemplando que es deficiente en lisina y el calcio tiene baja digestibilidad.

La pasta es apetecible para toda clase de ganado, pero tiene efecto laxante. Una porción excesiva en la ración de rumiantes o cerdos produce manteca y carne blanda; además transfiere sabor a la leche.

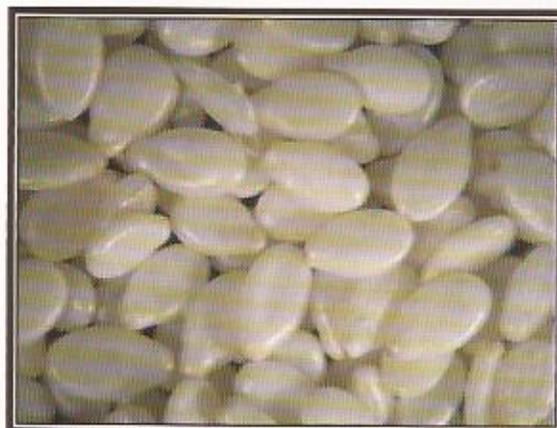
La semilla tiene un alto costo, por lo que su inclusión en la alimentación se ve limitada.

Perfil Nutricional Pasta de ajonjolí (Base seca)

Carbohidratos	21-30%
Proteína	38-42%
Grasa	6-7%
Fibra Cruda	6-8%
Cenizas	10-12%



Fotografía 91. Ajonjolí



Fotografía 92. Ajonjolí



Fotografías 93. Pasta de ajonjolí

El fruto es elíptico, de color paja y/o blanco; contiene gran cantidad de aceite. La pasta está formada por partículas cremosas, de tamaño irregular, de agradable olor a tostado.

ALFALFA

(*Medicago sativa*)

Generalidades

Pertenece a la familia de las leguminosas. Es una planta perenne, vivaz y de porte erecto. Su fruto es una legumbre indehisciente sin espinas, que contiene entre 2 y 6, semillas amarillentas, arriñonadas y de 1.5 a 2.5 mm de longitud dependiendo de la variedad. Cuando se siega en fresco y se deshidrata al sol se puede producir una alfalfa acicalada (en términos populares se dice "achicalada"), la cual es rica en vitamina A y carotenos. La harina de alfalfa se elabora con las hojas y tallos tiernos secos (mediante horno en fuego indirecto) y molidos. Es una buena fuente de vitaminas y minerales.

El objeto de la henificación es reducir el contenido de humedad para poder almacenarla sin que se fermente o se enmohezca. Su digestibilidad es alta, rica en proteínas, calcio y caroteno. El heno de buena calidad debe estar fresco y ser de color verde brillante. Un heno de mala calidad tiene presencia de hongos o tierra.

Perfil Nutricional Harina de Alfalfa (Base seca)

Carbohidratos	10-48%
Proteína	16-22%
Grasa	2-3%
Fibra Cruda	18-25%
Cenizas	2-4%



Fotografía 94. Alfalfa fresca



Fotografía 95 Harina de alfalfa



Fotografía 96. Harina de alfalfa

Partículas alargadas, planas, de tamaño irregular, con líneas longitudinales. Se observa color verde seco opaco en una de sus caras y en la cara interna color crema al blanco.

ALGODÓN

(*Gossypium spp*)

Generalidades

La semilla de algodón es un alimento de elevado valor nutritivo para el ganado; posee buen balance entre proteína bruta y energía. La semilla entera es usada en la alimentación de rumiantes; la fibra está en la cubierta que envuelve a la semilla (10% del peso de la semilla entera, lo cual corresponde a 25% de la cascarilla), contiene un elevado porcentaje de celulosa de alta digestibilidad. La energía está contenida en el aceite que posee la semilla.

La semilla de algodón contiene una sustancia tóxica (alcaloide), llamada gosispol, que puede causar problemas cuando se ingiere en grandes cantidades. Los niveles de gosispol en la semilla oscilan entre 0.04 y 1.6 %. La toxicidad es más acentuada en cerdos y aves, pero puede causar problemas en terneros de corta edad (4 a 6 meses), cuando está presente en niveles superiores al 1%. La semilla entera de algodón es un producto voluminoso, lo que complica el manejo y encarece su transporte. La harinolina obtenida de la extracción de grasa concentra el nivel de proteína y reduce el de gosispol, por lo que existe la oportunidad de incluirla en mayor porcentaje en la alimentación animal.

Perfil Nutricional (Base seca)

Carbohidratos	20-31%
Proteína	18-24%
Grasa	15-22%
Fibra Cruda	16-18%
Cenizas	Max. 5%



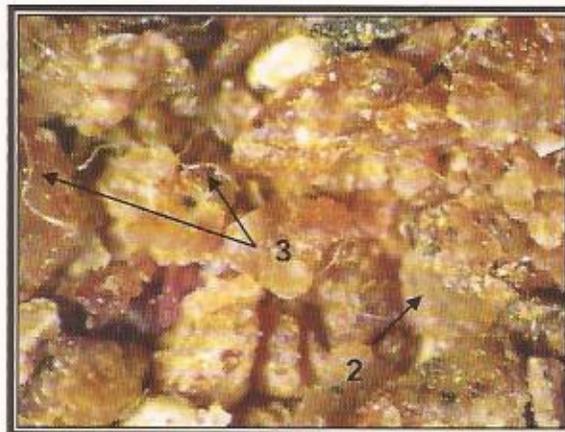
Fotografía 97. Semilla de algodón



Fotografía 98. Semilla de algodón



Fotografías 99. Semilla de Algodón
Semilla de forma ovoide, cubierta de fibra, de color café oscuro a negro.



Fotografías 100 - 101 Harinolina

1. Pericarpio de café oscuro a negro. 2. Partículas amorfas llenas de grasa. 3. Se observan algunas fibras de algodón (pelusa o burra).

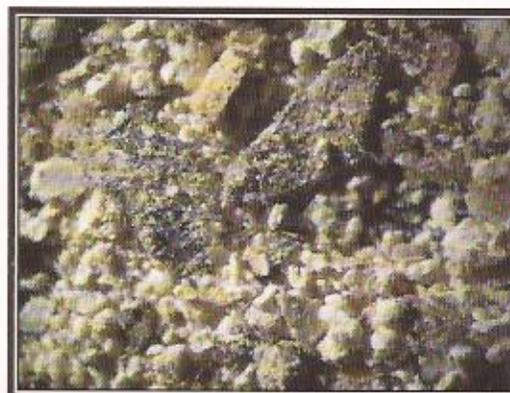
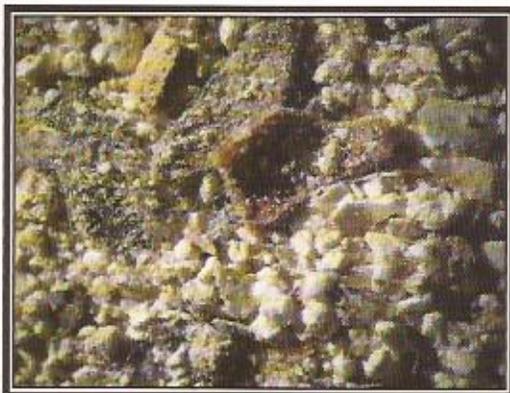


Figura 102 - 103 Cascarella de semilla de algodón

Obtenida posteriormente a la extracción de grasa. Es de color amarillo a café, de apariencia polvosa, con partículas de contorno redondeado, fibras de algodón adheridas a cáscara.

Mediante el proceso de extracción de la grasa de las semillas de algodón se obtienen cuatro tipos de harinas, los cuales se distinguen de la siguiente manera:

- Pasta de algodón de semillas decortadas (de mayor valor alimenticio)
- Pasta de algodón de semillas semidecortadas
- Pasta de algodón de semillas sin decorticar (su valor nutritivo es muy inferior por el elevado valor en fibra bruta).
- Pasta de semillas sin decorticar y sin desborrar (impropias para la alimentación animal, sobre todo por que las fibras de algodón siendo indigeribles se acumulan en el intestino de los animales, formando pelotas que producen obstrucciones mortales).

CACAHUATE

(*Arachis hypogea*)

Generalidades

Presenta un valor nutricional variable según el método de extracción de aceite. Las pastas de cacahuete son susceptibles de contaminación por hongos (*Aspergillus flavus* y *parasiticus*).

Esta especie se caracteriza por la producción subterránea de semillas con alto contenido de aceite y proteínas. El contenido en aceite es de aproximadamente 44% a 56%. La pasta obtenida de la extracción del aceite es utilizada para la fabricación de harina de cacahuete, con aplicación en productos alimenticios y en la formulación de productos para alimentación animal, por su contenido de proteínas de alto valor biológico.

En el cacahuete podemos encontrar β -sitosterol y resveratrol, compuestos comunes en vegetales que ayudan a proteger de algunas enfermedades. En humanos inhiben el desarrollo del cáncer y protegen el corazón.

El tegumento del grano o salvado de cacahuete está formado por una delgada cubierta roja unida con granos rotos. La pasta es el conjunto de partículas obtenidas de la extracción de la grasa. La cáscara no tiene valor nutritivo para alimentación.

Perfil Nutricional Pasta de Cacahuete (Base seca)

Carbohidratos	18-25%
Proteína	38-45%
Grasa	10-15%
Fibra Cruda	5-7%
Cenizas	3-5%

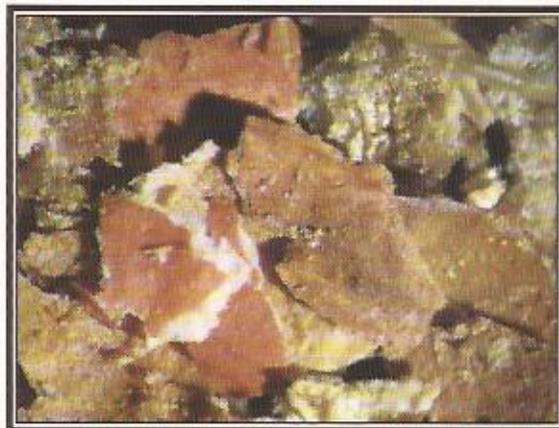


Fotografías 104 – 105. Semilla de cacahuete

La almendra o grano está cubierta por una cascarilla. La semilla es semicircular, de color amarillo cremoso dado por la gran cantidad de aceite, presentando una hendidura en la parte media.



Fotografía 106 Salvado de cacahuete



Fotografías 107. Salvado de cacahuete
Cubierta externa color amarillo a rojo ladrillo en forma de hojas quebradizas irregulares; la parte interior presenta un color contrastante.

CÁRTAMO

(*Carthamus tinctorius*)

Generalidades

El cártamo es una oleaginosa de la familia de las compuestas. Según el país donde se cultive, se le denomina cártamo, azafrancillo, alazor, etc. Contiene un pigmento conocido como cartamina, que tiñe de color anaranjado a rojizo.

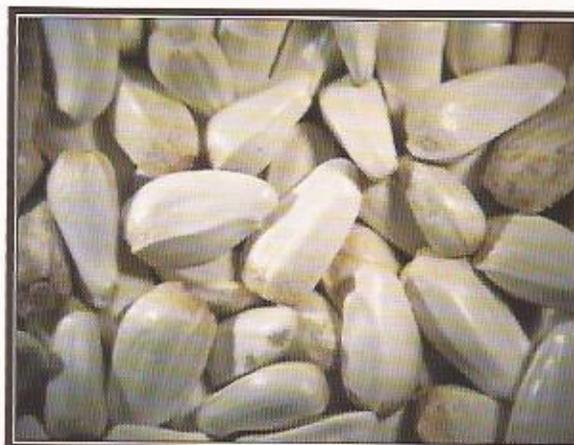
Posteriormente a la extracción de aceite, se utilizan los subproductos, los cuales, por norma mexicana, deben molerse para ser expedidos, utilizándose para consumo humano, animal e industrial.

De la extracción de grasa se obtiene en promedio 34% de aceite y el resto es la torta o pasta de cártamo, la cual contendrá de 24 a 35% de proteína, según el método de extracción utilizado.

El subproducto obtenido se puede utilizar en raciones para animales, cuidando el porcentaje de inclusión a fin de evitar diarrea. Su disponibilidad en el mercado es limitada, por lo que es necesario considerar previamente este factor antes de incluirlo en la ración, además de su alto contenido en fibra. Es una materia prima rica en ácido oleico.

Perfil Nutricional (Base seca)

Carbohidratos	27- 49.5%
Proteína	24-35%
Grasa	1.5-3.0%
Fibra Cruda	10-18%
Cenizas	5-7%



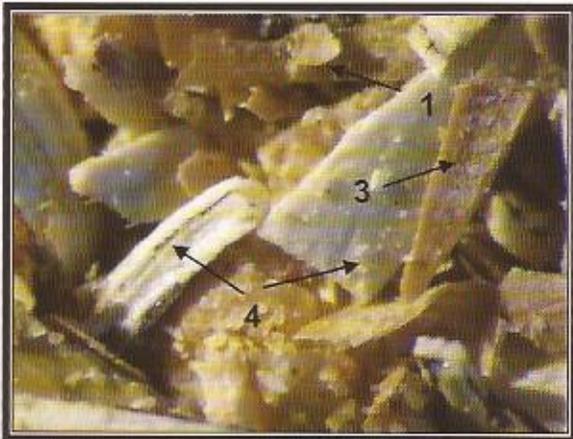
Fotografía 108 Semilla de cártamo



Fotografía 109 Semilla de cártamo
Semilla de forma de pera irregular, de cascarilla color blanco aperlado a gris perla brillante.

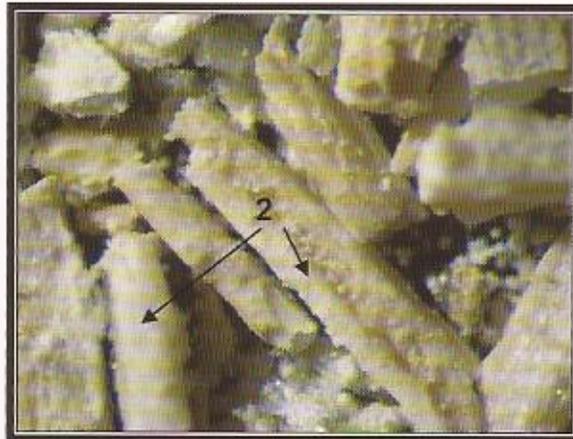


Fotografía 110. Pasta de cártamo
Se observan fracciones compactadas de la semilla y cáscara, de forma alargada y superficie lisa en una de sus caras y por la otra, con fibras longitudinales de diferente textura.



Fotografía 111. Cartarina

Es el resultado de tamizar la pasta de cártamo para separar la cascarilla, aumentando el porcentaje de proteína. Se observa: 1. Pericarpio interior. 2. Exterior (cascarilla). 3. El endocarpio de color café ceroso y 4. Partículas de color claro, que representan la harina.



Fotografía 112. Cascarilla de cártamo

Cascarillas alargadas de forma irregular, color café sin brillo. Su uso en alimentación animal queda muy limitado (Puede servir para camas de pollo de engorda).

COCO

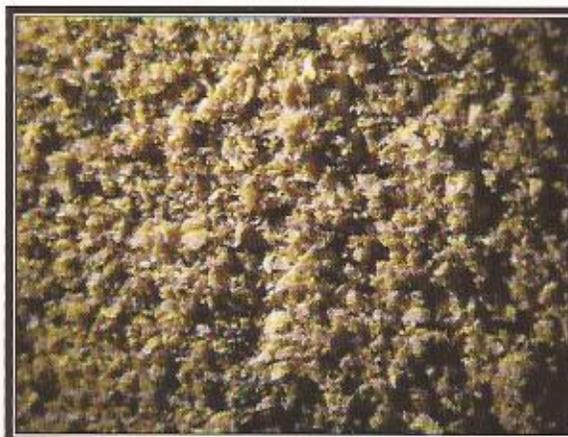
(*Coccus nucifera*)

Generalidades

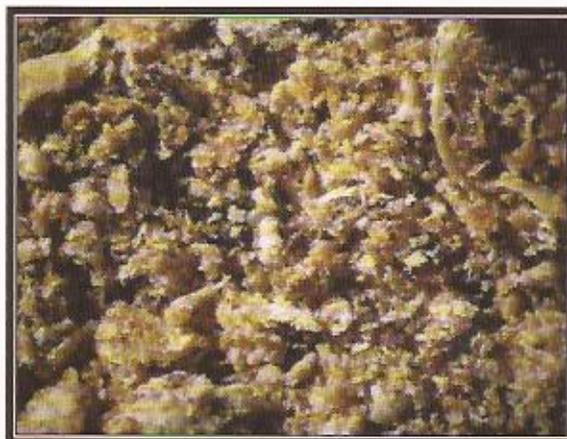
El coco pertenece a la familia de las Palmáceas. A partir de esta planta, se obtiene una gran diversidad de productos, siendo una fuente de alimento, bebida, abrigo, etc. El principal producto exportado es la copra sin procesar, seguida del coco desecado.

Su forma es redondeada, contiene una cáscara externa fibrosa y gruesa; posteriormente se encuentra una capa intermedia y fina, seguida de una dura, que contiene tres orificios próximos entre sí, situados en el ápice. La pulpa contiene en su cavidad central agua.

La pasta de coco o copra es el residuo molido obtenido después de la extracción del aceite, misma que es útil para la alimentación animal. Su sabor es agradable para los animales; sin embargo, su perfil de aminoácidos es deficiente.

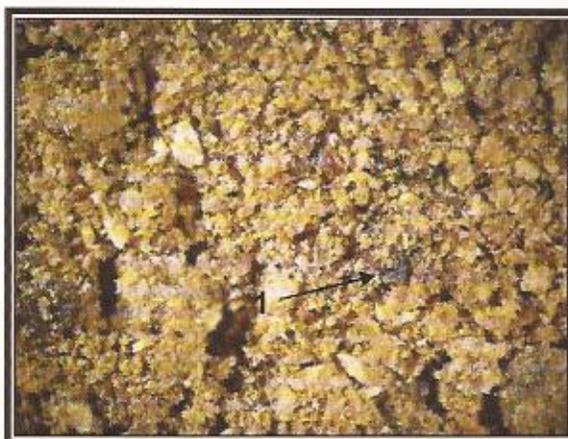


Fotografía 113. Pasta de coco



Fotografía 114. Pasta de coco

Perfil Nutricional Pasta de coco (Base seca)	
Carbohidratos	36-46%
Proteína	20-30%
Grasa	8-12%
Fibra Cruda	5-7%
Cenizas	3-5%



Fotografía 115. Pasta de coco

Fragments de forma irregular, color café a crema, con apariencia cremosa, dada por la cantidad de grasa que contiene. 1. Se pueden observar partículas de color oscuro, que corresponden al albumen seco del coco.

FRIJOL SOYA (*Glycine max*)

Generalidades

El contenido de proteína de la soya varía desde 38% en la semilla entera hasta 90% en el aislado de proteína, siendo la mejor fuente de proteína de origen vegetal para alimentación animal. Puede usarse sin restricción en niveles altos de inclusión, con la excepción de lechones. Es altamente sávida, digestible y con buen perfil de aminoácidos, teniendo a la metionina como limitante. El valor nutritivo de la soya aumenta con el descascarillado y la cocción, misma que inhibe algunos factores antinutricionales, que no permiten el aprovechamiento de sus proteínas por el animal.

La pasta de soya procede de la extracción del aceite por presión o por el uso de disolventes. Se pueden obtener pastas de soya de diferente calidad nutricional, con un sabor que es indicativo de una buena cocción y de la destrucción del factor antitripsico.

Los concentrados proteicos de soya se dividen en dos: Los "concentrados" con una proteína entre 52-55% y los "aislados", con 85-90% de proteína cruda. La cocción en ambos elimina los factores antinutricionales, obteniendo productos altamente digestibles.



Fotografía 116. Frijol soya

La semilla tiene contorno elíptico, es de cáscara suave y brillante, textura firme y color amarillo claro; el hilio es de color café, el cual tiene dos extremos: la chalaza y el micrópilo.



Fotografía 117. Cascarilla de soya

Está compuesta por tres capas diferentes, no visibles a bajo aumento. La parte interna de la cáscara es nacarada y presenta ligeras estrías; el resto de la cáscara es porosa, de apariencia esponjosa; se observan fracciones de la semilla de forma amorfa, de color amarillo claro.

Perfil Nutricional Pasta de soya (Base seca)	
Carbohidratos	30-35%
Proteína	44-48%
Grasa	1.7-2.5%
Fibra Cruda	4-5%
Cenizas	Max. 5.0%



Fotografía 118. Pasta de soya

Conglomerados de semilla de forma amorfa, bordes redondeados y apariencia seca a lustrosa, de color crema a café pálido. El color estará en función del grado de cocimiento y del método de extracción de grasa, así como la textura del producto final. 1. Puede presentar residuos de cascarilla, pero éstos son escasos.



Fotografía 119. Pasta de soya



Fotografía 120 Pasta de soya Full Fat

Partículas de tamaño y forma variable, de bordes redondeados. A diferencia de las fotografías anteriores, se observan fracciones pequeñas adheridas a las de mayor tamaño. La coloración va del blanco a crema, con la apariencia de gran cantidad de grasa (nula presencia de cascarilla), lo que indica que la muestra no fue sometida a un método de extracción de grasa.

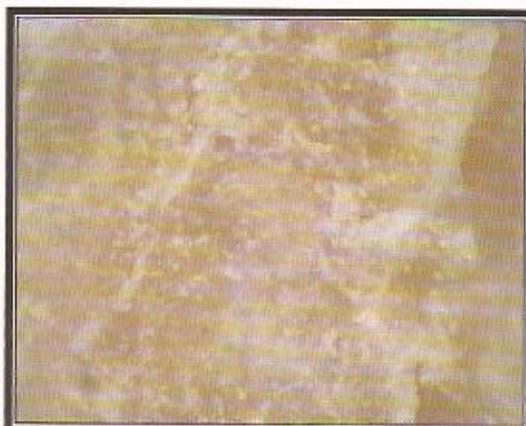


Fotografía 121 Pasta de soya Full Fat



Fotografía 122. Soya texturizada

Partículas de textura irregular, planas y opacas, con formación de micro cavernas, de bordes redondeados, de coloración amarilla cremosa.



Fotografía 123 Soya texturizada.



Fotografía 124 Soya integral



Fotografía 125 Soya integral

Partículas irregulares, cremosas, de bordes redondeados, coloración amarilla a marrón, presencia de endospermo adherido a la partícula, mayor presencia de cascarilla.



Fotografía 126. Aislado proteínico de soya
Partículas irregulares de apariencia translúcida, superficie lustrosa de color crema, con bordes redondeados

LINAZA

(*Linum usitatissimum*)

Generalidades

Es una pequeña semilla proveniente del lino; posee 40% de fibra dietética, de la cual 1/3 es soluble y el resto insoluble; posee un buen valor de ácidos grasos poliinsaturados (oleico, linoleico y linolénico; del total de ácidos grasos el 78% es linoleico). Además contiene fotoquímicos como los lignanos, que actúan como antioxidantes y anticancerígenos. La semilla tiene un sabor a nuez.

La semilla de linaza debe ser molida, pues si es comida entera, no es digerida y pasa directamente por el aparato digestivo. Cuando se muele, la acción mucilaginoso del lino proporciona un efecto protector en el tracto intestinal y mucosa; además, la fibra dietética favorecerá la motilidad intestinal. A nivel cardiovascular, el tipo de ácidos grasos presentes en la linaza disminuirán la cantidad de colesterol no deseable (lipoproteínas de baja densidad) presente en la sangre. Otra ventaja es la disminución de irritación a nivel de membranas mucosas de la garganta irritada.

Tiene un buen nivel de selenio; contiene un alcaloide glucósido que libera ácido prúsico o cianhídrico, llamado linamarina, que es termolábil

Perfil Nutricional (Base seca)	
Carbohidratos	22.0%
Proteína	18.7%
Grasa	28.6%
Fibra Cruda	23.8%
Cenizas	2.50%



Fotografía 127 Semillas de Lino

Son más grandes que las semillas de sésamo; presenta cáscara dura, lisa y brillante. Color rojizo marrón al ámbar; al comprimir la semilla con una pinza, desprende aceite.



Fotografía 128. Linaza molida

Pequeñas partículas de cáscara de color café a café rojizo con apariencia de papel, la harina (endospermo) da una apariencia moteada y pegada a la cáscara.

NABO (*Brassica napus*)

Generalidades

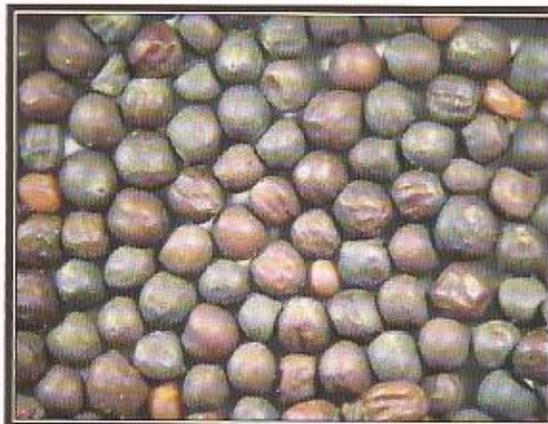
Las variedades de nabo utilizadas en la alimentación animal son *Brassica napus* y *B. campestris*. Ambas contienen ácido erúxico (< 1% de la fracción grasa) y glucosinolatos (< 20 micromoles/g). Con base en ello se les denomina en el mercado variedades doble cero.

La canola resultante de la combinación de dos Brassicas (Canadá) tiene una concentración baja de almidones; sin embargo, es alta en los ácidos grasos oleico y linoleico, con un contenido de aminoácidos que se complementa bien con algunas leguminosas, y un 15% de fibra digestible. Las nuevas variedades tienen muy bajo contenido de glucosinolatos.

Es menos palatable que la pasta de soya, pues tiene un sabor ligeramente amargo dado por el ácido tánico; su proteína tiene a la lisina y metionina como aminoácidos limitantes y, en general, la concentración de proteína es 10% menor que la de la pasta de soya.

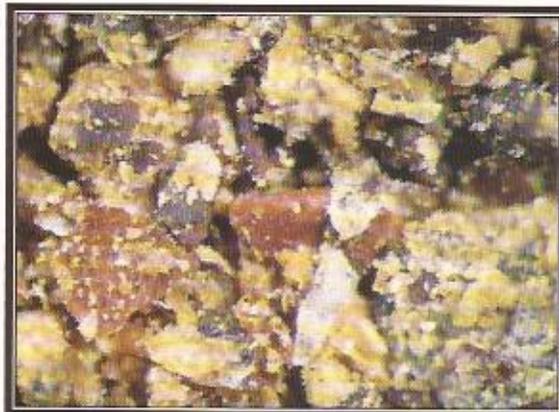
Puede suplir a la pasta de soya en las raciones alimenticias, teniendo como ventaja un menor costo en el mercado y menor cantidad de factores antinutricionales, lo cual permite incluirla desde temprana edad en la alimentación animal.

Perfil Nutricional (Base seca)	
Carbohidratos	30-35%
Proteína	35-38%
Grasa	2.3-2.8%
Fibra Cruda	8-9%
Cenizas	Max 8%



Fotografía 129. Semilla de nabo

La semilla es redonda, de color negro opaco, café rojizo o marrón o incluso amarillo, cubierta delgada y sin brillo.



Fotografías 130-131 Pasta de canola

Las fracciones de la semilla son amorfas, de color café verdoso y se observan adheridas al pericarpio; además, se observa presencia de cascarilla oscura o amarilla.

Bibliografía

AFIA. *AFIA Feed Ingredients Guide 2*. American Feed Industry Association. Arlington V.A. Virginia USA.

ASA. *Manual de análisis microscópicos de alimentos para animales*. 2ª Edición en español. The American Association of Feed Microscopists 2003.

Banks WJ. *Histología Veterinaria Aplicada*. El manual moderno, México, D.F. 1986.

De Blas, Mateos GG, Rebollar PG. *Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos*. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España, 2003.

Flint O. *Microscopía de los alimentos*. 1ª Edición. Procter Department of Food Science, University of Leeds, 1997.

The American Association of Feed Microscopists. *Manual de Análisis Microscópicos de Alimentos para Animales*. 2ª Edición 2003.



DNAB

Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica



Primera Edición, 2009
Universidad Nacional Autónoma de México
Impreso y hecho en México
© D.R. Prohibida la reproducción total o parcial de esta obra.

ISBN 978-607-2-02289-0



9786072003590