

# LA AGROINDUSTRIA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL



Iván Salgado  
Luis Tello  
Pablo Mancheno  
Tatiana Sánchez

2025





# La Agroindustria en la Alimentación Animal

## Autores

Iván Patricio Salgado Tello

Luis Andrés Tello Flores

Pablo Antonio Mancheno Neira

Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera



# LA AGROINDUSTRIA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

© Año 2025

Iván Patricio Salgado Tello

Luis Andrés Tello Flores

Pablo Antonio Mancheno Neira

Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera

© Año 2025

**Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)**

Publicado por acuerdo con los autores.

Este libro se sometió a arbitraje bajo el sistema de dobles pares ciegos (externos)

Prohibido la reproducción de este libro, por cualquier medio, sin la previa autorización por escrito de los propietarios del Copyright.

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva.

**Corrección y diseño, respaldado por:**

CienPapers, Editorial



## **La Agroindustria en la Alimentación Animal**

Riobamba – Chimborazo, Ecuador

CienPapers, Año 2025

ISBN: 978-9942-51-458-5

Fecha de Publicación: 2025-05-30



Licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivar  
4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

## **AUTORES**

### **Iván Patricio Salgado Tello**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Docente  
Investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
(ESPOCH). [ivan.salgado@epoch.edu.ec](mailto:ivan.salgado@epoch.edu.ec)

 <https://orcid.org/0000-0002-3332-6096>

### **Luis Andrés Tello Flores**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Docente  
Investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
(ESPOCH). [luis.tellof@epoch.edu.ec](mailto:luis.tellof@epoch.edu.ec)

 <https://orcid.org/0000-0002-7642-7049>

### **Pablo Antonio Mancheno Neira**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Docente  
Investigador de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
(ESPOCH). [pabmanch@yahoo.com](mailto:pabmanch@yahoo.com)

 <https://orcid.org/0000-0002-2482-8043>

### **Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera**

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Docente  
Investigadora de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
(ESPOCH). [tsanchez@epoch.edu.ec](mailto:tsanchez@epoch.edu.ec)

 <https://orcid.org/0000-0003-2733-7941>



## ÍNDICE GENERAL

PROLOGO.....	1
INTRODUCCIÓN .....	3
CAPITULO I .....	5
GENERALIDADES.....	5
1.1 Alimentación: .....	6
1.2 Alimento: .....	6
1.3 Ración alimenticia: .....	7
1.4 Suplemento Alimenticio .....	8
1.5 Alimento Balanceado: .....	8
1.6 Factores que influyen en la elección de alimentos en la producción animal .....	9
1.7 Importancia del conocimiento nutricional en la formulación de raciones balanceadas .....	11
1.8 Relación entre la calidad del alimento y el rendimiento productivo .....	12
1.9 Rol de la alimentación en el bienestar animal .....	14
CAPITULO 2.....	15
GENERALIDADES DE LAS HARINAS .....	15
2.1 Definición e importancia agroindustrial: .....	15
2.2 Clasificación: .....	17
2.2.1 Según su tasa de extracción.....	17
2.2.2 Según el tipo de trigo .....	18
2.2.3 Según su cantidad de proteína.....	22
2.2.4 Según su origen y aplicación en alimentación animal .....	27
2.3 Harinas convencionales y no convencionales de uso alimentario .....	30
2.3.1 Harinas de cereales.....	30
2.3.2 Harinas de pseudocereales.....	31
2.3.3 Otras harinas.....	31

2.4	Harinas convencionales de uso no alimenticio.....	33
2.4.1	Harina de sangre.....	33
2.4.2	Harina de pescado.....	37
2.4.3	Harina de plumas.....	40
2.4.4	Harina de huesos.....	44
CAPITULO 3.....		45
GENERALIDADES SOBRE NUTRICION ANIMAL.....		46
3.1	Conceptos básicos.....	46
3.1.1	Nutrición: .....	46
3.1.2	Nutrientes: .....	47
3.1.3	Valor nutritivo.....	48
3.1.4	Relación nutritiva:.....	49
3.2	Sistema digestivo.....	50
3.2.1	Animales monogástricos.....	51
3.2.2	Animales poligástricos.....	67
3.3	Relación nutricional.....	75
3.3.1	Proteína, grasa, carbohidratos, vitaminas .....	76
3.4	Metabolismo.....	79
3.4.1	Carbohidratos.....	80
3.4.2	Proteína.....	81
3.4.3	Lípidos.....	82
3.4.4	Energía.....	83
3.4.5	Vitaminas y minerales.....	86
3.4.6	Agua.....	99
3.4.7	Trastornos metabólicos.....	99
3.5	Clasificación y características de los alimentos.....	106
3.5.1	Alimentos Voluminosos.....	106
3.6	Alimentos concentrados.....	112
3.6.1	Alimentos energéticos.....	113

3.6.2	Alimentos proteicos.....	113
3.6.3	Alimentos equilibrados.....	114
3.6.4	Alimentos minerales y correctores .....	114
3.6.5	Granos de Cereales.....	115
3.6.6	Granos de oleaginosas .....	122
3.6.7	Subproductos del procesamiento de productos agrícolas. 124	
3.6.8	Otros residuos de materias primas .....	151
3.6.9	Aditivos .....	154
3.6.10	Suplementos minerales.....	159
3.6.11	Fuentes de calcio y fósforo.....	165
3.6.12	Suplementos vitamínicos.....	166

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 EQUIPOS PARA EL SECADO CONVENCIONAL .....	34
ILUSTRACIÓN 2. EQUIPOS PARA LA COAGULACIÓN, Prensado y Secado .....	34
ILUSTRACIÓN 3 EQUIPOS PARA EL PROCESO DE COAGULADO, CENTRIFUGADO Y .....	35
ILUSTRACIÓN 4 EQUIPO PARA EL PROCESO DE SECADO POR ATOMIZACIÓN .	37
ILUSTRACIÓN 5 SISTEMA DIGESTIVO DE LOS CERDOS .....	53
ILUSTRACIÓN 6 SISTEMA DIGESTIVO DE LOS EQUINOS .....	55
ILUSTRACIÓN 7 SISTEMA DIGESTIVO DE LAS AVES .....	57
ILUSTRACIÓN 8 SISTEMA DIGESTIVO DEL CUY .....	60
ILUSTRACIÓN 9 SISTEMA DIGESTIVO DEL CONEJO .....	64
ILUSTRACIÓN 10 RUMEN .....	68
ILUSTRACIÓN 11 RETÍCULO.....	69
ILUSTRACIÓN 12 OMASO.....	70
ILUSTRACIÓN 13 ABOMASO.....	71
ILUSTRACIÓN 14 SISTEMA DIGESTIVO DE LAS CABRAS .....	72
ILUSTRACIÓN 15 LA ABSORCIÓN Y EL METABOLISMO DE LOS NUTRIENTES .	83
ILUSTRACIÓN 16 METABOLISMO ENERGÉTICO .....	84
ILUSTRACIÓN 17 CLASIFICACIÓN DE LAS ENERGÍAS .....	85
ILUSTRACIÓN 18 HARINA DE CARNE .....	134
ILUSTRACIÓN 19 HARINA DE PLUMAS.....	140
ILUSTRACIÓN 20 SECCIÓN LONGITUDINAL DEL GRANO DE TRIGO .....	147
ILUSTRACIÓN 21 INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA.....	148
ILUSTRACIÓN 22 ACEITE CRUDO DE PALMA AFRICANA.....	154

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LA HARINA DE PESCADO .....	38
TABLA 2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA DE PLUMAS.....	41
TABLA 3 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA DE HUESOS.....	44
TABLA 4 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE ALGUNOS PASTOS.....	107
TABLA 5 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE ALGUNOS CONSERVADOS .....	109
TABLA 6 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE ALGUNAS PAJAS, RASTROJOS Y DIFERIDOS.....	112
TABLA 7 DIGESTIBILIDAD DE CEREALES EN BOVINOS Y CERDOS.....	116
TABLA 8 ANÁLISIS PROXIMAL DEL MAÍZ DURO AMARILLO .....	117
TABLA 9 ANÁLISIS PROXIMAL DEL SORGO.....	118
<i>TABLA 10. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA CEBADA.....</i>	<i>119</i>
<i>TABLA 11. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA AVENA.....</i>	<i>120</i>
<i>TABLA 12. ANÁLISIS PROXIMAL DEL TRIGO .....</i>	<i>121</i>
<i>TABLA 13. ANÁLISIS PROXIMAL DEL CENTENO .....</i>	<i>121</i>
<i>TABLA 14. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA TORTA DE SOYA.....</i>	<i>123</i>
<i>TABLA 15. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA SEMILLA DE ALGODÓN .....</i>	<i>124</i>
<i>TABLA 16. COMPOSICIÓN DEL SUERO LÁCTEO DULCE Y ÁCIDO.....</i>	<i>126</i>
<i>TABLA 17. COMPOSICIÓN DEL SUERO EN POLVO .....</i>	<i>128</i>
<i>TABLA 18. COMPOSICIÓN DE LA LECHE EN POLVO.....</i>	<i>129</i>
<i>TABLA 19. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA HARINA DE PESCADO.....</i>	<i>132</i>
<i>TABLA 20. ESPECIFICACIONES QUÍMICAS DE LA HARINA DE CARNE Y HUESOS.</i> .....	<i>135</i>
<i>TABLA 21. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA HARINA DE SANGRE .....</i>	<i>136</i>
<i>TABLA 22. PORCENTAJE DE DIGESTIBILIDAD DE LAS HARINAS DE SUBPRODUCTO AVÍCOLA .....</i>	<i>139</i>
<i>TABLA 23. DIGESTIBILIDAD DE AMINOÁCIDOS DE LA HARINA DE PLUMAS.....</i>	<i>141</i>
<i>TABLA 24. ANÁLISIS PROXIMAL DE LA HARINA DE SOJA.....</i>	<i>143</i>

TABLA 25. VALOR NUTRICIONAL DE LA HARINA DE GIRASOL .....	144
TABLA 26. COMPOSICIÓN DEL GLUTEN DE MAÍZ.....	145
TABLA 27. COMPOSICIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS DE LA MOLIENDA DE TRIGO .....	147
TABLA 28. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA MELAZA DE CAÑA .....	150
TABLA 29. ANÁLISIS DEL BAGAZO DE CAÑA.....	150
TABLA 30. ANÁLISIS DEL AFRECHILLO DE TRIGO.....	152
TABLA 31. ANÁLISIS DEL POLVILLO DE ARROZ .....	153
TABLA 32. IMPORTANCIA Y FUNCIÓN DE ALGUNAS VITAMINAS .....	167

## PROLOGO

Tal como lo definen los autores de este texto: “la alimentación es una cadena de hechos que comienzan con el cultivo, selección y preparación del alimento hasta las formas de presentación y el consumo de un grupo de ellos”, esta conceptualización como rama de la zootecnia significa que se encarga del estudio de todos los aspectos encaminados a proporcionar la cantidad de sustancias nutritivas (alimentos) adecuadas para procurar un estado óptimo de los animales domésticos, de acuerdo a su etapa fisiológica, así como a su edad y propósito. En este contexto, un alimento es la materia prima que utiliza el organismo para extraer nutrimentos y energía, este alimento ya sea de origen animal, vegetal o microbiano, suministra los nutrimentos indispensables para el buen funcionamiento del organismo. Actualmente, existe una amplia gama de alimentos elaborados, producto de la industria alimentaria, que aumentan considerablemente la oferta de la naturaleza, pero no todos gozan del mismo valor nutritivo que poseen los alimentos naturales.

Este libro, creado con entusiasmo de juventud profesional y conocimiento del arte, es el mecanismo idóneo para poner a disposición tanto de la academia como del sector productivo y de los investigadores ecuatorianos y de América Latina, una actualización y un marco referencial sobre el tema abordado y las reales posibilidades de aplicación de algunos productos y subproductos agroindustriales en la alimentación animal, dividiendo su contenido en tres áreas fundamentales:

- ✓ Generalidades sobre la alimentación y los alimentos
- ✓ Generalidades sobre las harinas
- ✓ Generalidades sobre la nutrición animal

En la primera parte se aborda con exactitud los conceptos sobre la alimentación, alimento, ración alimenticia, suplemento alimenticio y alimento balanceado, citando autores contemporáneos y clásicos, poniendo énfasis en su aplicabilidad en la producción animal, de tal forma que el lector, desde el menos experimentado, entienda con claridad y facilidad estos términos y haga una perspectiva sobre lo que significan en la crianza de animales zootécnicos bajo dietas formuladas, diseñadas y controladas por expertos en nutrición animal.

La segunda sección plantea una amplia definición, caracterización y clasificación de las harinas como un grupo de productos derivados principalmente de los cereales, resultando útiles y a veces prioritarios en el suministro de nutrientes para la crianza y explotación de animales domésticos, usados en una variedad de formas, ya sea en su forma natural de presentación como un polvo, ya sea como parte de una fórmula prediseñada o también estructurados o transformados a formas físicas más eficientes y durables como los peletizados y granulados. En esta parte del texto el lector disfrutará además de los temas citados, de ejemplos de otras harinas como las no convencionales obtenidas de materias primas o sustratos no vegetales, así, por ejemplo, la harina de sangre, harina de pescado, de plumas y de huesos, las cuales presentan características y atributos especiales que las hacen importantes al momento de formular un alimento o ración para nuestros animales zootécnicos.

Finalmente, en la tercera sección del texto el lector tendrá la oportunidad de aprender con facilidad sobre las bases de la nutrición animal en distintas especies animales, partiendo de conceptos clásicos en una suerte de glosario de términos útiles sobre el arte, siguiendo con la anatomía del sistema digestivo de algunos animales de granja, desde los monogástricos o de un solo estómago hasta los poligástricos de varios estómagos, cuyos órganos

juegan un papel preponderante en la acción de conseguir nutrientes y nutrir al organismo como un todo, manteniéndolo sano y generando uno o más productos para lo cual está siendo criado el semoviente. Se aborda a renglón seguido el metabolismo de los nutrientes o moléculas orgánicas como las proteínas, los carbohidratos, los lípidos, así como las vitaminas y los minerales. Un tema de gran importancia abordado en el texto es el agua, como solvente universal y del cual depende la eficacia y efecto de los nutrientes en sus distintas formas y estructuras moleculares. Se aborda, además, los alimentos voluminosos en estado natural como los pastos y forrajes que son imprescindibles en la nutrición de los herbívoros, de igual forma se presentan datos muy interesantes sobre los subproductos de la agroindustria que son actualmente utilizados como alimento de los animales y como una real alternativa ya sea de reemplazo o uso primario por sus cualidades y composición nutricional, tal es el caso de subproductos de la industria láctea, pesquera, agrícola, avícola, aceitera, molinera, panadera, confitera, entre otras.

No podía faltar un área destinada en el texto para explicar el uso de los aditivos, minerales y vitaminas, todos de vital importancia para la nutrición de nuestros animales zootécnicos, aquí se hace énfasis en aditivos como los antioxidantes, las enzimas, los conservantes, saborizantes, entre otros, de igual forma dentro de los minerales se citan los macroelementos y los microelementos, finalizando este singular viaje de la nutrición animal con las vitaminas, de tal forma que el lector tiene en sus manos un bagaje de conocimientos a disposición dedicando unos minutos diarios a la lectura de este interesante libro titulado: “La agroindustria en la alimentación animal”.....Que lo disfruten.

## **INTRODUCCIÓN**

En el mundo moderno, la alimentación animal no solo es una necesidad dentro del sector agropecuario, sino también un pilar fundamental para garantizar la seguridad alimentaria y el bienestar de millones de personas. La producción eficiente de carne, leche, huevos y otros productos derivados depende en gran medida de la nutrición y la calidad de los alimentos suministrados a los animales. En este contexto, la agroindustria desempeña un papel crucial al aportar insumos de alto valor nutricional y optimizar los procesos de alimentación para diversas especies.

El libro *La Agroindustria en la Alimentación Animal* surge como una guía integral que aborda desde los conceptos básicos de la alimentación hasta las particularidades de las harinas y la nutrición animal. A lo largo de sus páginas, los autores combinan un profundo conocimiento académico con una perspectiva aplicada, proporcionando información útil tanto para estudiantes y profesionales de la zootecnia, veterinaria y agronomía, como para productores y empresarios del sector agroindustrial.

Uno de los aspectos más relevantes del texto es su enfoque en el aprovechamiento de subproductos agroindustriales en la alimentación animal. En un mundo donde la sostenibilidad y la eficiencia de los recursos son cada vez más prioritarias, el uso de harinas de origen vegetal y animal, así como otros insumos derivados de la agroindustria, representa una alternativa clave para optimizar los costos de producción y reducir el desperdicio de materias primas. Este enfoque no solo contribuye a la economía de los sistemas productivos, sino que también tiene un impacto positivo en la reducción de la huella ambiental de la industria pecuaria.

El libro se estructura en tres grandes áreas. La primera parte introduce al lector en los fundamentos de la alimentación animal, explicando términos esenciales como raciones, suplementos y alimentos balanceados. En esta

sección, se destacan las necesidades nutricionales de los animales de producción y se analizan los distintos factores que influyen en su alimentación.

La segunda parte se centra en el análisis de las harinas, su clasificación y su uso en la nutrición animal. Se describen harinas convencionales y no convencionales, abordando su valor nutricional, los métodos de producción y sus aplicaciones dentro de la dieta de distintas especies. Este apartado resulta de gran utilidad para quienes buscan alternativas a los insumos tradicionales, ya que expone opciones derivadas de la agroindustria que pueden ser implementadas en la formulación de alimentos balanceados.

Finalmente, la tercera parte del libro profundiza en la nutrición animal desde una perspectiva fisiológica y bioquímica. Se explica la importancia de los nutrientes esenciales y se detallan los procesos digestivos en diferentes especies, incluyendo monogástricos y poligástricos. También se abordan temas como el metabolismo, los requerimientos energéticos y la relación entre la alimentación y la producción animal.

En definitiva, *La Agroindustria en la Alimentación Animal* es una obra que no solo informa, sino que invita a la reflexión sobre el papel de la agroindustria en la nutrición animal y su impacto en la producción sostenible. Con un enfoque claro y accesible, este libro se convierte en una herramienta imprescindible para quienes desean comprender y aplicar los principios de la alimentación animal en el contexto actual.

## **CAPITULO I**

### ***GENERALIDADES***

## **1.1 Alimentación:**

La alimentación es una actividad fundamental en nuestra vida. Por una parte, tiene un papel importantísimo en la socialización del ser humano y su relación con el medio que le rodea. Por otra, es el proceso por el cual obtenemos los nutrientes que nuestro cuerpo necesita para vivir, (Martínez Zazo & Pedrón Giner, 2016).

La alimentación es una cadena de hechos que comienzan con el cultivo, selección y preparación del alimento hasta las formas de presentación y el consumo de un grupo de ellos. Existen enfermedades que pueden prevenirse o mejorarse con una alimentación saludable, (Izquierdo Hernández, Armenteros Borrell, Lancés Cotilla, & Martín González, 2004).

En caso de la alimentación animal, se menciona que es una rama de la zootecnia que se encarga del estudio de todos los aspectos encaminados a proporcionar la cantidad de sustancias nutritivas (alimentos) adecuadas para procurar un estado óptimo de los animales domésticos. Para ello se va a valorar las necesidades de los animales y el contenido de los nutrientes en los alimentos, y de igual manera el racionamiento o forma de aportar la cantidad de alimentos necesarios para cubrir de forma óptima las necesidades de dichos animales. (Caravaca, 2006)

## **1.2 Alimento:**

Los alimentos son aquellas sustancias o productos de cualquier naturaleza que, por sus componentes, características, preparación y estado de conservación, son susceptibles de ser habitual e idóneamente utilizados para

la normal nutrición humana, como fruitivos o como productos dietéticos en casos especiales de nutrición humana, (Carbajal Azcona, 2017).

El alimento es la materia prima que utiliza el organismo para extraer nutrimentos y energía. El alimento ya sea de origen animal o vegetal, suministra los nutrimentos indispensables para el buen funcionamiento del organismo. Actualmente, existe una amplia gama de alimentos elaborados, producto de la industria alimentaria, que aumentan considerablemente la oferta de la naturaleza, pero no todos gozan del mismo valor nutritivo que poseen los alimentos naturales. (Marín, 2022) Un alimento es toda sustancia ya sea sólida o líquida que el ser humano o un animal puede ingerir.

### **1.3 Ración alimenticia:**

Una ración de alimentos es la cantidad aconsejable que hay que comer de cada alimento, o grupo de alimentos, para mantener una dieta saludable. Las porciones de alimentos que cada persona ingiere habitualmente no siempre coinciden con estas cantidades aconsejadas. Es el tamaño total que se da en un alimento, ya sea en gramos, miligramos, piezas por paquete, una taza, una onza, (Giral Pereira, 2019).

Es la cantidad de alimento que se le suministra a un animal ya sea de una sola vez o durante las 24 horas. Para elaborar una ración se debe prestar atención al equipo disponible, la tecnología existente, forma de presentación del producto, y los cambios de precios de la materia prima, en otros aspectos de importancia. Las raciones deben estar bien balanceadas para llenar los requerimientos de las diversas especies y categorías existentes en una finca o unidad de producción. Es importante insistir que una adecuada alimentación no tiene el efecto esperado sobre animales de mala o media calidad genética. Los alimentos de alta calidad sólo rinden efectos positivos cuando son suministrados a animales que tienen el poder

genético de transformar este alimento en carne, leche, huevos o crías.  
(INATEC, 2016)

#### **1.4 Suplemento Alimenticio:**

Son aquellos productos a base de hierbas, extractos vegetales, alimentos tradicionales, deshidratados o concentrados de frutas, adicionados o no, de vitaminas o minerales, que se puedan presentar en forma farmacéutica y cuya finalidad de uso es incrementar la ingesta dietética total, complementarla o suplir algún componente, no pudiendo estar compuestos únicamente de vitaminas y minerales, (Roberts & O'Brien, 2003).

Los suplementos alimenticios o dietéticos, como indica su nombre, son productos elaborados para complementar la alimentación diaria, estos suelen aportar ciertos nutrientes o componentes como: vitaminas, minerales, proteína, ácidos grasos, fibra, extractos de hierbas, entre otros. A estos se los puede encontrar en diversas presentaciones como polvos, cápsulas, tabletas, geles, etc. Un suplemento alimenticio tiene como objetivo complementar y acompañar nuestra alimentación más no funcionar como un sustituto de los alimentos o de la alimentación en sí. En cuanto a su forma de consumo y cantidad esto dependerá de los requerimientos de cada persona o animal. Siendo fundamental tomar en cuenta que se recomienda la asesoría de un profesional para implementarlos en la alimentación. (Herbalife, 2020)

#### **1.5 Alimento Balanceado:**

Son mezclas homogéneas de varios alimentos, formulados en cantidad y proporción para satisfacer en lo posible todas las necesidades alimenticias y nutricionales de una especie animal durante un periodo, (Quispe Valdez, 2010).

Según (Oliva K. , 2015) nos indica que un alimento balanceado es una mezcla de alimentos naturales precocidos, que contiene todos los ingredientes nutricionales necesarios para cada especie animal y su correspondiente edad, pero corporal y estado fisiológico, además nos dice que es una composición conocida y se fabrica teniendo en cuenta los criterios de equilibrio.

Un alimento balanceado es el que constituye una necesidad no solo para el animal sino también para el productor, porque permite el almacenamiento por largos periodos, aprovisionamiento en épocas de escasez, ahorro de tiempo en preparación y facilidad de manejo al alimentar a los animales, (Chachapoya Rivas, 2014).

Según el diario El Comercio, un alimento balanceado es una combinación de productos destinados a satisfacer las necesidades diarias de nutrientes que necesitan los animales o las personas. Una buena alimentación proveerá al ser humano o al animal de todos los nutrientes y necesidades energéticas para que su organismo se mantenga saludable. Así que hay dos caminos posibles, una dieta casera y natural o un alimento balanceado comercial. (Comercio, 2016)

Otro autor menciona que un alimento balanceado es aquella mezcla de ingredientes cuya composición nutricional permite aportar la cantidad de nutrientes biodisponibles necesarios para cubrir el requerimiento del metabolismo de un animal, en función de su etapa metabólica, edad o peso. (Oliva K. , 2015).

## **1.6 Factores que influyen en la elección de alimentos en la producción animal**

En la práctica agropecuaria, la elección del alimento que se ofrece a los animales no depende únicamente de los conocimientos teóricos sobre nutrición, sino también de una serie de factores contextuales que influyen directamente en la toma de decisiones por parte del productor, el técnico o el formulador de dietas. Estos factores son múltiples y su adecuada consideración puede marcar la diferencia entre una producción rentable y sostenible, o una deficiente y poco competitiva.

Uno de los primeros aspectos a considerar es la disponibilidad local de materias primas, ya que muchos alimentos no pueden ser importados con facilidad por sus altos costos logísticos. En zonas rurales o de difícil acceso, los productores tienden a trabajar con recursos disponibles en el entorno inmediato, como harinas de maíz, subproductos agrícolas, o forrajes cultivados en la misma finca (Gómez, 2017).

Otro factor determinante es el precio de los insumos, que varía constantemente dependiendo del mercado, las condiciones climáticas y los tratados comerciales. Por ejemplo, durante épocas de escasez de granos, se incrementa el uso de subproductos agroindustriales como alternativa viable. Esta lógica no solo busca reducir los costos de producción, sino también contribuir a una agricultura más circular, reutilizando subproductos que antes eran considerados residuos (FAO, 2021).

También debe considerarse la palatabilidad y digestibilidad del alimento. Un ingrediente puede tener un excelente perfil nutricional, pero si el animal no lo acepta o no lo digiere correctamente, su inclusión en la dieta pierde efectividad. Aquí entran en juego las características organolépticas del alimento (olor, sabor, textura) y su efecto sobre el consumo voluntario (Mateos, 2015).

Otro aspecto importante es el nivel tecnológico disponible en la unidad productiva. No todos los productores cuentan con equipos para mezclar raciones, almacenar en condiciones óptimas o suministrar alimentos de forma automatizada. Por ello, la elección del alimento también se ajusta al tipo de infraestructura, tiempo disponible para alimentar y manejo general de la finca (Restrepo & Vélez, 2016).

Finalmente, pero no menos importante, están las condiciones fisiológicas y sanitarias del animal. Un animal joven, en crecimiento, requiere alimentos energéticos y proteicos en mayor proporción. En cambio, uno adulto y en mantenimiento puede ser alimentado con forrajes de menor valor. Además, en situaciones especiales como enfermedades, partos o estrés calórico, se debe ajustar la dieta para reforzar el sistema inmunológico y garantizar la recuperación (McDonald et al., 2010).

### **1.7 Importancia del conocimiento nutricional en la formulación de raciones balanceadas**

Uno de los pilares fundamentales para el éxito en la producción animal es el diseño adecuado de las raciones alimenticias. Este proceso requiere no solo conocer los ingredientes disponibles, sino también comprender los principios de la nutrición animal y cómo se relacionan con las necesidades fisiológicas de cada especie. Una ración bien formulada garantiza el crecimiento, la reproducción, la salud y la productividad óptima de los animales, mientras que una alimentación inadecuada puede derivar en pérdidas económicas, enfermedades o deficiencias nutricionales.

El conocimiento nutricional implica identificar los requerimientos de nutrientes esenciales, como energía, proteínas, vitaminas, minerales, fibra y agua, en función de la etapa productiva del animal (crecimiento, engorde, lactancia, gestación, mantenimiento, entre otras). Estos requerimientos no

son estáticos; cambian según la especie, la edad, el peso, el entorno y la genética del animal. Por ejemplo, un ternero en crecimiento no necesita la misma dieta que una vaca en lactancia o un cerdo en fase de engorde (NRC, 2012).

A través de la formulación de raciones balanceadas, es posible combinar diferentes insumos –granos, forrajes, subproductos, suplementos y aditivos– para cubrir con precisión esos requerimientos sin excesos ni deficiencias. Esto no solo mejora el rendimiento productivo, sino que reduce costos innecesarios en alimentación, que puede representar hasta el 70% del costo total en sistemas pecuarios intensivos (Martínez, 2019).

En este contexto, el uso de tablas de composición nutricional de los alimentos es una herramienta clave, ya que permiten seleccionar ingredientes en función de su aporte real de nutrientes. Estas tablas, validadas científicamente, brindan información sobre la digestibilidad, contenido de materia seca, proteína bruta, energía metabolizable, entre otros parámetros (Mateos, 2015). De igual forma, los programas computarizados de formulación hoy en día permiten realizar cálculos más precisos y rápidos, facilitando la tarea del técnico o del productor.

No obstante, el conocimiento técnico debe ir acompañado de una mirada práctica y contextual. Es decir, no basta con formular la ración perfecta en papel si no se considera la forma de suministro, la calidad de conservación de los insumos, la aceptabilidad por parte del animal y la logística operativa de la finca (Restrepo & Vélez, 2016).

### **1.8 Relación entre la calidad del alimento y el rendimiento productivo**

En la producción animal, la alimentación no es solo una necesidad básica, sino una estrategia clave para alcanzar altos niveles de rendimiento. La

calidad del alimento que recibe un animal se refleja directamente en su salud, crecimiento, reproducción y producción final (carne, leche, huevos, etc.). Por esta razón, no basta con ofrecer alimento en cantidad suficiente; es fundamental garantizar su calidad nutricional, sanitaria y tecnológica.

La calidad del alimento está determinada por varios factores: su contenido de nutrientes biodisponibles, su inocuidad (ausencia de micotoxinas, bacterias o contaminantes), su palatabilidad, su conservación adecuada y su presentación física. Por ejemplo, un forraje bien conservado en silos tiene una calidad muy diferente a uno expuesto al sol y la humedad, que puede fermentar o contaminarse, afectando negativamente al animal (Sauvant, 2018).

Numerosos estudios han demostrado que los animales alimentados con ingredientes de alta calidad y raciones equilibradas alcanzan su máximo potencial genético. En aves ponedoras, por ejemplo, la baja calidad de las proteínas o deficiencias minerales se reflejan en la disminución del número y la calidad de los huevos. En el caso de los rumiantes, una dieta pobre en fibra efectiva puede provocar trastornos digestivos como acidosis ruminal, lo que compromete su salud y longevidad productiva (González, 2016).

Asimismo, una buena alimentación ayuda a fortalecer el sistema inmunológico, reduciendo la incidencia de enfermedades y la necesidad de tratamientos veterinarios. Esto representa una ventaja no solo en términos de bienestar animal, sino también de sostenibilidad y reducción del uso de antibióticos (Pomar & Remus, 2019).

Es importante destacar que la calidad no siempre implica un mayor costo. A veces, optimizar la calidad significa utilizar mejor los recursos disponibles, complementar con aditivos estratégicos o aplicar buenas

prácticas de almacenamiento para evitar pérdidas nutricionales. Por eso, los técnicos en nutrición animal juegan un papel fundamental al diseñar dietas funcionales que combinen eficacia, economía y bienestar animal.

### **1.9 Rol de la alimentación en el bienestar animal**

En los últimos años, el concepto de bienestar animal ha cobrado una importancia fundamental en los sistemas de producción pecuaria. El bienestar ya no se entiende únicamente como la ausencia de enfermedades, sino como un estado integral de salud física, mental y comportamental. En este contexto, la alimentación adecuada cumple un papel esencial, al ser uno de los factores que más influye en el confort, la salud y el comportamiento natural de los animales.

Una dieta equilibrada y adaptada a las necesidades fisiológicas de cada especie no solo garantiza un desarrollo productivo óptimo, sino que disminuye el estrés, reduce la agresividad y fortalece el sistema inmunológico. Por ejemplo, en monogástricos como los cerdos, deficiencias en aminoácidos o energía pueden derivar en comportamientos estereotipados como el mordisqueo de colas, mientras que, en aves, dietas pobres en fibra o calcio pueden aumentar el riesgo de picoteo entre individuos (Manteca, 2016).

Además, una alimentación de calidad está estrechamente ligada a la prevención de enfermedades metabólicas y digestivas. En rumiantes, el desbalance energético o el exceso de concentrados puede provocar acidosis ruminal o cetosis, comprometiendo tanto el bienestar como la rentabilidad del sistema. Por esta razón, la planificación nutricional debe realizarse con un enfoque preventivo, priorizando la salud intestinal, la calidad de vida y la longevidad del animal (Fraser, 2017).

La forma en que se ofrece el alimento también influye en el bienestar. Accesibilidad equitativa, horarios constantes, comederos limpios y suficiente espacio para alimentarse son aspectos que impactan directamente en el comportamiento social y el estrés de los animales. Por ejemplo, en sistemas intensivos, el hacinamiento puede limitar el acceso al alimento, provocando frustración y alteraciones en las jerarquías sociales (EFSA, 2022).

Desde una perspectiva ética y productiva, alimentar bien no es solo nutrir: es respetar las necesidades biológicas del animal y reconocer que su bienestar es también el reflejo de una producción responsable. En ese sentido, la alimentación debe considerarse no solo como una variable técnica, sino como un componente clave del bienestar animal integral.

## CAPITULO 2

### *GENERALIDADES DE LAS HARINAS*

#### **2.1 Definición e importancia agroindustrial:**

La harina, sin otro calificativo, se entiende siempre como la procedente del trigo. Si se trata de harinas originadas en otros vegetales, debe especificarse su procedencia: harina de maíz, harina de cebada, harina de arroz, entre otras. La harina puede definirse como el producto finamente triturado, obtenido de la molturación de granos de trigo, o de una mezcla de trigo

blando y duro, en un 80% mínimo, maduro, sano, seco e industrialmente limpio (Requena Peláez, 2013).

No obstante, en el contexto agroindustrial moderno, el concepto de harina se ha ampliado considerablemente. Las harinas hoy en día representan mucho más que un simple ingrediente: son productos de alto valor nutritivo, funcional y económico, obtenidos tanto de fuentes vegetales como animales, incluyendo subproductos agrícolas, pesqueros o cárnicos. Desde su producción hasta su aplicación en la alimentación animal, las harinas permiten transformar materias primas o residuos agroindustriales en insumos altamente concentrados, de fácil manejo, almacenamiento y formulación (FAO, 2020).

Uno de los principales aportes de la agroindustria en este ámbito es la posibilidad de revalorizar residuos o coproductos que anteriormente se desechaban, como la sangre, las plumas, los huesos o las vísceras de animales, transformándolos en harinas con excelentes propiedades nutricionales. Este enfoque no solo reduce el impacto ambiental, sino que contribuye a una economía circular, disminuyendo los costos de producción en la industria pecuaria (Pomar & Remus, 2019).

Desde el punto de vista nutricional, muchas harinas aportan altos niveles de proteína bruta, aminoácidos esenciales, lípidos, minerales y energía metabolizable, lo cual las convierte en pilares para el diseño de raciones balanceadas. La harina de pescado, por ejemplo, se destaca por su elevada digestibilidad y contenido proteico, siendo ideal para sistemas intensivos de producción animal. Otras harinas, como la de soya o la de subproductos avícolas, también cumplen un rol fundamental en dietas formuladas con precisión (FEDNA, 2021).

Además, las harinas presentan ventajas operativas importantes: su estado seco y pulverizado facilita su conservación, transporte y mezcla con otros ingredientes, permitiendo su uso durante todo el año, incluso en condiciones climáticas adversas. Esto las convierte en insumos estratégicos para garantizar la seguridad alimentaria animal, especialmente en zonas rurales o de difícil acceso (Sauvant, 2018).

## **2.2 Clasificación:**

Las harinas se clasifican de manera diferente según los países, aunque lo que nos viene a indicar esta clasificación es, básicamente, el uso correcto que se debe dar a cada tipo de harina.

### ***2.2.1 Según su tasa de extracción***

Según (Editorial, 2008) nos dice que la tasa de extracción es la proporción de harina producida a partir de un peso inicial de trigo. Si por 100 kg de trigo se obtienen 75 kg de harina, la tasa de extracción es de 75 %. Su clasificación nos muestra a continuación:

- ✓ Harina flor tasa de extracción del 40% (Se obtiene 40 kg de harina por cada 100 Kg de grano) ya que solo se moltura la almendra harinosa, pero muy fina
- ✓ Harina blanca su tasa de extracción es de 60-70%. Es la harina refinada de uso común. sólo se ha molido la almendra harinosa, exenta de germen y de cubiertas.
- ✓ Harina integral su tasa de extracción es superior al 85%, se utiliza el grano completo excepto la cascarilla.
- ✓ Sémola, se obtiene al moler el trigo duro, y se utiliza para la fabricación de pastas (macarrones, espaguetis). Tiene mayor contenido en proteínas (gluten). Su tasa de extracción es de casi el

100%, ya que se moltura el grano entero, pero de una manera más grosera que la harina integral, pudiendo encontrar incluso pequeños trocitos del grano.

## **2.2.2 *Según el tipo de trigo***

(Editorial, 2008) Nos indica la clasificación de las harinas según el trigo que se utiliza:

### **2.2.2.1 Trigo duro**

El trigo duro (*Triticum durum*) es una de las variedades más cultivadas de trigo a nivel mundial, especialmente valorada en la industria alimentaria por su alto contenido de proteínas y su firmeza al cocinar. Aunque es ampliamente utilizado para la elaboración de pastas, sémolas y productos panificados, su papel en la agroindustria y la alimentación animal también ha cobrado importancia en los últimos años debido a sus propiedades nutricionales y su disponibilidad en zonas agrícolas extensas (Shewry & Hey, 2015).

Desde el punto de vista físico, el trigo duro se diferencia del trigo blando por tener un grano más vítreo y de textura dura, con mayor contenido de gluten y pigmentos carotenoides. Esto le confiere un color amarillento característico y una excelente capacidad de absorción de agua, lo cual es relevante tanto en la industria alimentaria como en el procesado para harinas animales (Sissons, 2008).

Tienen un contenido en proteína medio-alto (10 a 16%), siendo las de mayor contenido útiles en la panificación industrial por su mayor cantidad de gluten, que le confiere mayor elasticidad y resistencia al procesamiento mecánico, mientras que las de menor contenido proteico se venden como

harina para uso doméstico (panificación o uso general), ya que son más fáciles de trabajar manualmente.

La agroindustria puede aprovechar tanto los excedentes de producción como los materiales descartados por no cumplir con los estándares del mercado humano, integrándolos en sistemas de alimentación animal más sostenibles y circulares (FAO, 2020). Esto no solo reduce el desperdicio alimentario, sino que también permite generar valor a partir de insumos disponibles a nivel local.

Por su alto contenido de gluten, el trigo duro puede aumentar la viscosidad del alimento cuando se utiliza en grandes proporciones en dietas para aves o cerdos, lo cual puede afectar la conversión alimenticia. Por esta razón, su inclusión debe ser balanceada y técnica, combinándose con otros ingredientes para mantener la eficiencia digestiva (Pérez de Ayala, 2013).

#### 2.2.2.2 Trigo blando

De contenido proteico medio-bajo (7 a 10%), son utilizadas a tanto a nivel industrial como doméstico en la producción de galletas, repostería, crackers, etc.

#### 2.2.2.2 Trigo blando

El trigo blando (*Triticum aestivum*) es la variedad más cultivada de trigo a nivel mundial y representa la base de muchos productos de consumo humano, como el pan, galletas y repostería en general. Se caracteriza por tener un grano de textura suave, menor contenido de proteína y gluten, en comparación con el trigo duro, lo que lo hace ideal para productos de textura liviana y esponjosa (Shewry & Hey, 2015).

Desde el punto de vista fisicoquímico, el trigo blando presenta una mayor proporción de almidón y menor tenacidad proteica, lo que incide en la calidad de la harina obtenida. Estas características lo hacen particularmente útil en la industria panadera, pero también ofrecen ventajas interesantes para su uso en la alimentación animal, especialmente cuando se trata de subproductos derivados de su molienda o de grano de descarte no apto para consumo humano directo (Pérez de Ayala, 2013).

A pesar de que el trigo blando suele priorizarse para la alimentación humana, una parte significativa de su producción es destinada al sector pecuario, ya sea por excedentes, daños en el grano o como parte de estrategias de formulación de alimentos balanceados. La harina de trigo blando y sus subproductos, como el afrecho, la sémola fina o el salvado, se utilizan como fuentes energéticas gracias a su alto contenido en almidones digestibles.

En animales monogástricos como aves y cerdos, el trigo blando es bien aceptado, aunque su uso debe estar técnicamente controlado por su contenido de polisacáridos no amiláceos (PNA), que pueden afectar la viscosidad intestinal y, en consecuencia, la eficiencia digestiva si no se equilibran con enzimas o ingredientes complementarios (Mateos, 2015).

En rumiantes, su uso debe manejarse con precaución, ya que la alta fermentación del almidón del trigo puede provocar trastornos digestivos como acidosis ruminal si se ofrece en exceso y sin suficiente fibra efectiva (FEDNA, 2021).

Desde el punto de vista agroindustrial, el trigo blando genera subproductos muy útiles para la alimentación animal, sobre todo en sistemas de molienda que producen grandes cantidades de residuos como el salvado, que aporta fibra insoluble, minerales como fósforo y magnesio, y hasta un 15% de

proteína bruta. Esto lo convierte en un ingrediente estratégico en raciones de mantenimiento, dietas de transición o para mejorar la salud digestiva de los animales (FAO, 2020).

Además, al ser un cultivo extensivo y de amplia distribución geográfica, el trigo blando permite una producción local y constante de insumos para la industria de alimentos balanceados, reduciendo la dependencia de ingredientes importados.

El trigo blando puede sustituir parcialmente al maíz o la cebada en formulaciones energéticas, aunque con un menor valor energético y mayor requerimiento de ajuste en aminoácidos como lisina y metionina. Por ello, su uso debe integrarse en una estrategia de formulación equilibrada y específica para cada especie animal (Pomar & Remus, 2019).

### 2.2.2.3 Mezcla

En el ámbito agroindustrial y zootécnico, el término “mezcla” hace referencia a la combinación de diferentes tipos de harinas —generalmente vegetales y, en ocasiones, complementadas con harinas de origen animal o aditivos— con el objetivo de mejorar el perfil nutricional del alimento destinado a los animales. Estas mezclas permiten aprovechar las fortalezas individuales de cada ingrediente, corregir deficiencias específicas y, sobre todo, adaptar la dieta a las necesidades reales del animal en cada etapa de su ciclo productivo (Mateos, 2015).

El principal propósito de una mezcla de harinas es lograr una ración balanceada, tanto en energía como en proteína, aminoácidos, fibra, minerales y vitaminas. Ningún ingrediente, por sí solo, cumple con todos los requerimientos nutricionales de forma óptima. Por eso, las mezclas

permiten combinar, por ejemplo, el alto contenido energético del maíz con la riqueza proteica de la harina de soya, y compensar la carencia de ciertos aminoácidos esenciales como la lisina o la metionina mediante ingredientes específicos o suplementos (FEDNA, 2021).

Además, las mezclas permiten modificar la textura, densidad y digestibilidad del alimento, haciéndolo más adecuado para ciertas especies o etapas fisiológicas. En la alimentación de aves, por ejemplo, se busca una mezcla que no genere exceso de polvo, tenga buena fluidez y sea palatable. En el caso de los rumiantes, se valora la presencia de fibra efectiva que estimule la rumia y evite trastornos digestivos como la acidosis (Pérez de Ayala, 2013).

A pesar de sus ventajas, las mezclas deben diseñarse con base en análisis bromatológicos actualizados y con un conocimiento técnico profundo. Una mala combinación puede provocar desequilibrios, como exceso de fibra, déficit de aminoácidos, o una relación calcio-fósforo inadecuada. También es importante considerar la interacción entre ingredientes, ya que algunos pueden afectar la absorción de nutrientes o generar factores anti nutricionales si no son tratados adecuadamente (Latham, 2002).

### ***2.2.3 Según su cantidad de proteína***

La clasificación de las harinas según su contenido proteico es fundamental al momento de formular dietas balanceadas en la alimentación animal. La proteína es uno de los nutrientes esenciales para el crecimiento, desarrollo muscular, producción de leche, huevos y otros procesos fisiológicos clave. Por ello, comprender la cantidad y calidad de proteína presente en las harinas permite ajustar las raciones a las necesidades específicas de cada especie y etapa productiva (Mateos, 2015).

Desde una perspectiva nutricional, las harinas pueden agruparse de la siguiente manera:

### 2.2.3.1 Harina 0

También conocida como harina de primera extracción, es un tipo de harina de trigo que se distingue por tener una estructura media, es decir, no es ni completamente refinada como la harina 0000, ni tan integral como la harina 2 o salvado. Su nivel de refinamiento es moderado, conservando parte del germen y el salvado, lo que le permite aportar más minerales, fibra y algo más de proteína que las harinas más blancas (Requena Peláez, 2013).

Esta harina es ampliamente utilizada en la industria alimentaria humana para la producción de pan artesanal, pizzas, masas fermentadas y repostería. No obstante, desde el punto de vista agroindustrial y zootécnico, también puede considerarse como una alternativa en la alimentación animal, sobre todo cuando se cuenta con excedentes, subproductos de molienda o productos fuera de especificación comercial.

Desde una perspectiva agroindustrial, la harina 0 representa una oportunidad para dar valor a lotes no comercializados o subproductos de molienda, evitando desperdicios y aportando nutrientes a la dieta animal. Esta práctica no solo contribuye a la sostenibilidad, sino que también permite reducir costos de formulación en sistemas de producción intensiva o familiar (FAO, 2020).

No obstante, es importante destacar que, al no estar diseñada específicamente para consumo animal, se deben tomar precauciones respecto a su almacenamiento, humedad, presencia de micotoxinas o contaminantes, factores que pueden comprometer la calidad del alimento final.

### 2.2.3.2 Harina 00

También llamada harina “doble cero”, es una de las más refinadas que se obtienen del trigo. Su textura es fina, de color blanco casi puro, y se caracteriza por tener muy baja proporción de salvado y germen, ya que proviene casi exclusivamente del endospermo del grano (Requena Peláez, 2013). Es ampliamente utilizada en la industria alimentaria humana para la elaboración de productos delicados como pastas, masas finas, pastelería y panificados de alta calidad, debido a su textura suave y comportamiento predecible en panificación.

Es conocida como las harinas de media fuerza, con una cantidad importante de proteínas del 10-11% por cada 100gr. Por lo cual repercute en la formación del gluten. Se usan para preparar panes, por lo que el gluten permite esa característica de elasticidad que ayuda a que crezca de forma uniforme mientras es horneado, sin que se deforme. También es el tipo de harina que se suele usar en las pastas. Esta harina no siempre se encuentra en paquete o etiquetadas.

Desde la perspectiva agroindustrial, la harina 00 puede representar una alternativa de uso para productos fuera de especificación, remanentes de producción o devoluciones comerciales. Al reincorporarla en la cadena como ingrediente en raciones animales, se evita el desperdicio y se optimizan los recursos agrícolas.

Además, su fácil manejo, conservación y mezcla con otros ingredientes la convierten en un componente versátil en fábricas de alimentos balanceados, siempre que se supervise su origen, estado sanitario y humedad para evitar problemas de conservación (FAO, 2020).

El uso de harina 00 debe realizarse bajo supervisión nutricional, ya que un exceso puede generar dietas desequilibradas, con alta energía, pero deficiencia en aminoácidos esenciales, fibra o minerales. También puede generar problemas digestivos si no se combina adecuadamente con ingredientes estructurales o funcionales.

### 2.2.3.3 Harina 000

La harina 000 —también conocida como harina triple cero— es un tipo de harina de trigo refinada de uso común, especialmente en la industria panadera. Se caracteriza por tener una textura intermedia entre la harina 0 y la harina 00, con un balance entre blancura, nivel de extracción y cantidad de proteínas. Es ampliamente utilizada en la elaboración de panes comunes, bollería, empanadas, pizzas y otras preparaciones que requieren una masa elástica y esponjosa (Requena Peláez, 2013).

Desde el punto de vista nutricional, la harina 000 contiene alrededor de 10 a 11.5 % de proteína bruta, lo cual le otorga un buen comportamiento panificador sin ser excesivamente rica en gluten. Su contenido de fibra es bajo, pero superior al de la harina 00, ya que conserva una pequeña parte del salvado del grano. Aporta fundamentalmente carbohidratos complejos (almidón), siendo una buena fuente de energía de rápida disponibilidad (Mateos, 2015).

Aunque es una buena fuente de energía, la harina 000 no debe considerarse como una fuente principal de proteína, y su uso debe ser complementario dentro de una fórmula nutricional equilibrada. Asimismo, es esencial verificar su estado higiénico y condiciones de almacenamiento, ya que al ser un producto refinado puede atraer humedad, hongos o insectos si no se conserva adecuadamente.

#### 2.2.3.4 Harina 0000

La harina 0000, también conocida como harina cuádruple cero, es la más refinada de todas las harinas de trigo. Su principal característica es su extrema fineza, blancura y pureza, ya que proviene únicamente del endospermo del grano, sin restos de salvado ni germen. Es altamente valorada en la industria alimentaria por su comportamiento en la elaboración de productos delicados como tortas, bizcochos, pastas frescas, hojaldres y productos de pastelería fina (Requena Peláez, 2013).

Debido a su elevado grado de refinamiento, la harina 0000 posee muy bajo contenido de fibra y minerales, y un contenido proteico que suele estar entre el 8% y el 10%, dependiendo del tipo de trigo y el proceso de molienda. Es rica en almidón y altamente digestible, lo que la convierte en una fuente energética eficiente, aunque nutricionalmente limitada si se utiliza de manera exclusiva (Mateos, 2015).

El uso de harina 0000 en la alimentación animal debe realizarse con criterios técnicos muy claros:

- No debe usarse como fuente proteica principal, ya que su nivel de proteína es bajo y su perfil de aminoácidos incompleto.
- Debe ser almacenada en condiciones óptimas para evitar problemas de humedad, hongos o infestación por insectos.
- Es recomendable utilizarla en mezclas balanceadas, donde aporte energía y textura a la dieta, sin comprometer el equilibrio nutricional global.

Además, se debe verificar que la harina no contenga aditivos, azúcares u otros ingredientes destinados al consumo humano que puedan interferir con la salud animal.

## ***2.2.4 Según su origen y aplicación en alimentación animal***

Desde una perspectiva zootécnica, las harinas también pueden clasificarse en función de su origen y su aplicación en la formulación de dietas animales. Esta clasificación ayuda a los técnicos y productores a seleccionar ingredientes que no solo sean económicos, sino que respondan a las necesidades nutricionales específicas de las especies en producción.

### **2.2.4.1 Harinas de origen vegetal:**

Las harinas de origen vegetal son uno de los pilares más utilizados en la alimentación animal por su accesibilidad, bajo costo y alto valor nutricional. Estas harinas provienen de cultivos como cereales, leguminosas, pseudocereales, raíces y subproductos agrícolas, y se emplean principalmente como fuentes de energía, proteína vegetal y fibra dietética. Su inclusión en dietas balanceadas permite cubrir requerimientos esenciales de animales monogástricos y rumiantes, especialmente en fases de crecimiento, engorde o producción.

#### **a.- Harinas de cereales**

Las más comunes son las de maíz, trigo, arroz y cebada. Se caracterizan por ser altamente digestibles y ricas en almidones, lo que las convierte en una fuente energética primaria para aves, cerdos y rumiantes. La harina de maíz, por ejemplo, contiene entre 8 y 10 % de proteína bruta y una alta concentración de energía metabolizable, además de ser muy palatable (Mateos, 2015). El salvado de trigo, por su parte, aporta fibra y minerales, siendo especialmente útil en dietas de transición o mantenimiento.

#### **b.- Harinas de leguminosas**

Incluyen soya, arveja, lenteja y alfalfa. Entre ellas, la harina de soya es la más utilizada a nivel mundial debido a su elevado contenido proteico (más del 44%) y excelente perfil de aminoácidos esenciales, como la lisina. Este ingrediente es esencial para complementar dietas basadas en cereales, que suelen ser deficitarias en este aminoácido (FEDNA, 2021). Aunque puede contener factores antinutricionales como inhibidores de tripsina u oligosacáridos, estos suelen ser eliminados mediante tratamientos térmicos en la industria (Latham, 2002).

#### c.- Harinas de pseudocereales y otras fuentes

Productos como la quinua, el amaranto y la chía, aunque menos comunes en formulaciones tradicionales, están siendo explorados como fuentes funcionales en la alimentación animal por su aporte de ácidos grasos, antioxidantes y proteínas de calidad. Además, algunos subproductos agroindustriales vegetales, como la harina de banano verde, yuca o remolacha, están comenzando a incluirse en formulaciones alternativas por su potencial para reducir costos y promover la sostenibilidad (FAO, 2020).

#### d.- Ventajas agroindustriales

Las harinas vegetales son fáciles de obtener, conservar y procesar, lo que las hace adecuadas para diversos sistemas de producción animal, desde pequeñas granjas hasta explotaciones tecnificadas. Además, su uso permite incorporar subproductos regionales, fomentando la economía local y la reducción de desperdicios agrícolas (Sánchez, 2019)

Una de las principales ventajas es la posibilidad de revalorizar residuos agroindustriales, como afrechos, cascarillas, pulpas o raíces descartadas por la industria alimentaria. Estos materiales, que antes eran considerados desechos, pueden ser procesados en forma de harina y utilizados como ingredientes alternativos en raciones animales. Este enfoque impulsa una

economía circular, reduciendo la presión sobre recursos primarios y disminuyendo la generación de residuos orgánicos (FAO, 2020; Sánchez, 2019).

La mayoría de las harinas vegetales pueden producirse a partir de cultivos de alta disponibilidad regional, lo que disminuye los costos de transporte y dependencia de insumos importados. Esto es especialmente útil para pequeños y medianos productores, que pueden elaborar sus propias harinas con equipos básicos como molinos, secadoras o mezcladoras. Además, este tipo de transformación genera valor agregado en las zonas rurales, diversificando las fuentes de ingreso y promoviendo el desarrollo local (Latham, 2002).

Desde el punto de vista tecnológico, las harinas vegetales tienen excelentes propiedades fisicoquímicas: son fáciles de pulverizar, mezclar con otros ingredientes, transportar y conservar, especialmente si se almacenan en condiciones adecuadas de humedad y temperatura. Esto permite la formulación de raciones balanceadas con mayor uniformidad y precisión, mejorando la eficiencia alimentaria y reduciendo el desperdicio en el comedero (Mateos, 2015).

La diversidad de materias primas disponibles permite adaptar las harinas vegetales a diferentes especies, fases productivas y objetivos nutricionales. Es posible desarrollar dietas específicas para aves ponedoras, cerdos en crecimiento, rumiantes en engorde o incluso mascotas, combinando ingredientes vegetales según sus perfiles de fibra, energía y proteína. Esta versatilidad brinda a los técnicos en nutrición animal herramientas valiosas para formular raciones eficientes y personalizadas.

#### 2.2.4.2 Harinas de origen animal:

Proviene de subproductos del procesamiento de animales, como la harina de carne y huesos, harina de sangre, harina de plumas, harina de pescado. Estas harinas son ricas en proteínas de alto valor biológico y minerales esenciales como calcio y fósforo, por lo que se utilizan como fuentes proteicas concentradas (Sauvant, 2018; Pomar & Remus, 2019).

#### 2.24.3 Harinas mixtas o compuestas:

Suelen ser formulaciones industriales que mezclan ingredientes de distintas fuentes (vegetales, animales y aditivos) para lograr una dieta completa. Son comunes en alimentos balanceados comerciales para aves, cerdos, peces y mascotas.

### **2.3 Harinas convencionales y no convencionales de uso alimentario**

#### ***2.3.1 Harinas de cereales***

Los granos de cereales están sujetos a muchos procesos diferentes durante su preparación para el consumo humano. Todos los procesos tienen en común el hecho que se han diseñado para retirar las capas fibrosas del grano. Algunos procesos, sin embargo, tienen por objetivo producir un producto altamente refinado que consiste principalmente de endospermo. Otra característica común compartida por todos los procesos es que reducen el valor nutricional del grano, (Latham, 2002).

Los métodos tradicionales de procesamiento involucran el uso de una maza y mortero o piedras, las que generalmente producen un grano de cereal que ha perdido algunas de sus capas externas, pero retiene por lo menos una parte del germen, incluyendo el cotiledón. Aunque con procesos muy prolongados y cuidadosos, utilizando los métodos tradicionales se puede

obtener un producto altamente refinado, tal preparación es poco común. La molienda ligera, similar a moler en el hogar, también produce un producto que retiene la mayoría de los nutrientes. La molienda intensa para producir un producto altamente refinado no es deseable desde el punto de vista nutricional. Los cereales altamente refinados, tales como la harina de maíz blanca, el arroz pulido y la harina de trigo blanca, han perdido la mayoría del germen y las capas externas y con ello la mayoría de las vitaminas B y algo de las proteínas y minerales, (Latham, 2002).

### ***2.3.2 Harinas de pseudocereales***

Los pseudocereales están conformados por una familia distinta a los cereales, botánicamente si los cereales o gramíneas son de la familia Poaceae, los pseudocereales botánicamente son de las familias Amaranthaceae (amaranto y quinua) y Polygonaceae (trigo sarraceno). Los pseudocereales provienen de semillas de flores, a diferencia de los cereales que son el fruto de espigas de gramíneas. Su nombre se debe a que, aunque pertenecen a plantas de diferentes familias, su aspecto, uso culinario (como harina o grano) y propiedades nutricionales son similares a los de los cereales, (Rodríguez Riccheri, s.f.).

### ***2.3.3 Otras harinas***

Según, (Gayá, 2022) nos menciona que existen varias harinas convencionales en las cuales nos muestra a continuación:

#### 2.3.3.1 Harina de centeno

Esta harina es habitual en los panes negros o conocidos como pan integral, aunque en España se utiliza al ser mezclada con la de trigo, porque no siempre están acostumbrados a su sabor, un poco más amargo, y a su densidad. Es la protagonista de los panes del norte de Europa, sobre todo de los países escandinavos. Panes de miga muy densa, muy nutritivos y que se conservan muy bien.

#### 2.3.3.2 Harina de cebada

Este cereal, que también nos regala la cerveza, también es asiduo conocido de los panes integrales y también es pobre en gluten, por lo que su uso en panadería da lugar a panes más bajos y de miga densa.

#### 2.3.3.3 Harina de arroz

Es una harina frecuente en los elaborados para celíacos, aunque por su poca cantidad de proteína y su alto contenido en almidón, es complicada para la panadería, pero muy recomendable para espesar salsas y para hacer rebozados (ya que los deja muy crujientes).

#### 2.3.3.4 Harina de maíz

Muy común también en la gastronomía latinoamericana, especialmente en la elaboración de tortitas y arepas, y muy utilizada como espesante en las salsas. Atención, porque hay muchas variables, según el proceso de elaboración, incluida la maicena, que aquí es la más conocida.

#### 2.3.3.5 Harina de quinua

Se ha popularizado por su alto contenido en proteínas, aunque este pseudocereal, que ahora han postulado como superalimento, era ya venerado por el pueblo inca por sus magníficas cualidades nutricionales. La harina se puede utilizar para todo tipo de comidas, pero, al no tener gluten, su elasticidad, comparada con el trigo, es peor.

## 2.4 Harinas convencionales de uso no alimenticio

### 2.4.1 *Harina de sangre*

Es un producto obtenido por desecación de sangre de animales terrestres de sangre caliente, exento de sustancias extrañas, formada por plasma, fracción celular y fracción fibrilar. El plasma contiene en solución diversas sustancias como lipoproteínas, ácidos grasos no esterificados, azúcares, proteínas solubles (albúminas y globulinas) y sales minerales. La fracción celular (eritrocitos, leucocitos y plaquetas) es rica en hemoglobina. Las proteínas de la fracción sérica y la fibrina son de mejor calidad que la hemoglobina, (Finck, 2021).

3 Métodos de obtención

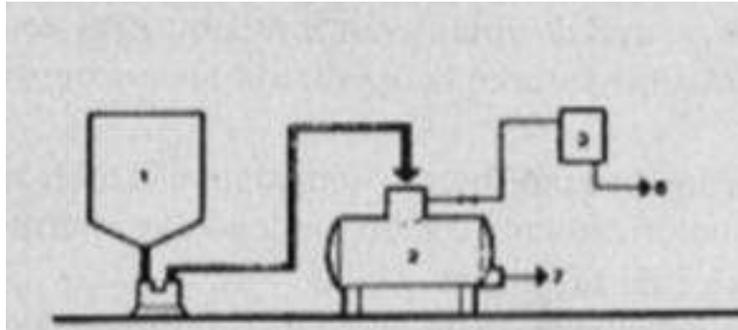
4 Secado convencional

Este proceso consiste en someter la sangre cruda a un secado en un digestor, en este tipo de secado, por calentamiento continuo se va evaporando el agua de constitución hasta que el producto contenga una humedad de 5-10%, (Guerrero Marín, 2010).

En este proceso podemos encontrar algunas desventajas entre las cuales son:

- Largo tiempo de procesos entre 5 a 6 horas por carga.
- La calidad del producto final es deficiente por la elevada temperatura y tiempo de exposición.
- Por las características de la sangre, presenta dificultades por la formación de incrustaciones sólidas sobre las paredes de calentamiento, que son difícil de eliminar, y el tiempo de vida del secador se acorta si no se realizan limpiezas profundas frecuentes, (López, 2004).

*Ilustración 1 Equipos para el secado convencional*

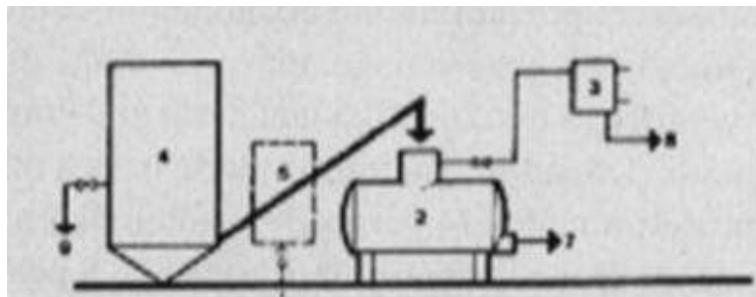


*Fuente: (Olán, López Romero, Kantun Tilan, Kantun Martínez, & Morales Ruíz , 2017)*

#### 2.4.1.1 Coagulado, prensado y secado

Este procedimiento, también llamado continuo, consiste en intercalar entre el depósito de sangre cruda y el secador del método convencional, un depósito para la coagulación de la sangre por inyección de vapor. Después de que se coagula, se prensa para separar cierta cantidad de agua y la pasta pasa al secado final, por flujo de aire caliente a través de un túnel, (López, 2004).

*Ilustración 2. Equipos para la coagulación, prensado y secado*



*Fuente: (Olán, López Romero, Kantun Tilan, Kantun Martínez, & Morales Ruíz , 2017)*

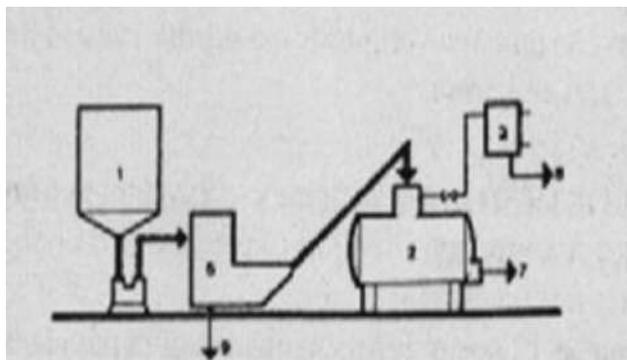
### 2.4.1.2 Coagulado, centrifugado y secado

En este sistema, la sangre del depósito se envía al coagulador de régimen continuo por inyección de vapor. En su interior va equipado de un tornillo transportador de baja frecuencia para distribuir óptimamente el vapor caliente de 90°C. no se presentan precipitaciones gracias al movimiento del tornillo. La sangre coagulada y caliente pasa a una centrífuga de tipo decantador centrífugo horizontal en el cual se elimina hasta el 75% de un suero con menos del 1,5% de sólidos. El suero pasa a un depósito para su posterior tratamiento con las aguas residuales. La sangre coagulada y centrifugada rica en sólidos con un 45-50% pasa al secado final, por flujo de aire caliente a través de un túnel.

En este proceso se tiene algunas ventajas como se muestra a continuación:

- El secado se concreta en un corto tiempo de 1-3 horas.
- Se reduce la cantidad de vapor usado, haciéndolo muy rentable.
- El producto es de elevada calidad, (Madrid, 1999)

*Ilustración 3 Equipos para el proceso de coagulado, centrifugado y secado.*



*Fuente: (Olán, López Romero, Kantun Tilan, Kantun Martínez, & Morales Ruíz, 2017).*

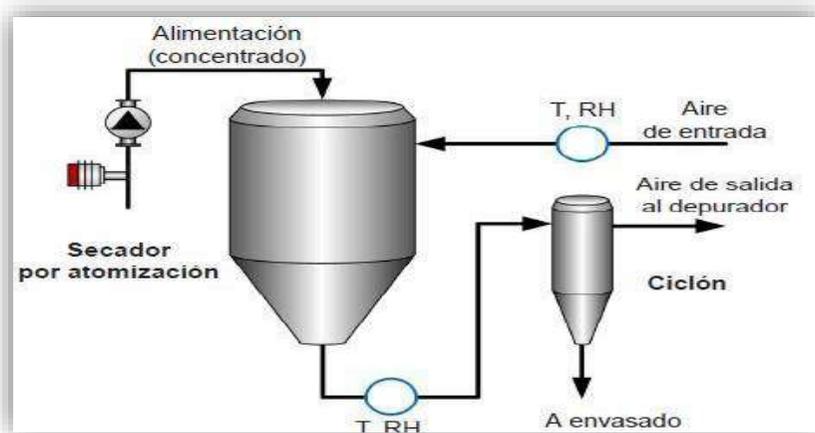
### 2.4.1.3 Secado por atomización

En este método, la sangre se concentra en un evaporador hasta el 28% de materia seca y luego se pasa al atomizador hasta conseguir un producto en polvo con 94-96% de sustancias sólidas. Mediante una bomba se envía el producto a concentrar hasta la parte superior de la torre donde un atomizador, lo divide en gotas que se esparcen en el aire caliente a unos 170°C. La evaporación del agua que cubre las partículas de sangre o plasma produce un enfriamiento del aire que es extraído de la torre a una temperatura de 80°C, (Nonhebel & Moss, 1979).

En el secado del plasma y la sangre lo que se realiza es eliminar agua, dicha agua se encuentra en dos formas: agua libre que se evapora en forma instantánea en la cámara de secado y agua capilar que se encuentra en las partículas del plasma y de la sangre, y que se difunden hacia la superficie de dichas partículas donde se produce su evaporación. El polvo obtenido se va sedimentando en las paredes y en el fondo de la torre y se descarga por una tubería de descarga. El plasma y la sangre solo alcanzan una temperatura de 70°C a 80°C, ya que la evaporación del agua protege a las partículas durante el proceso. Los productos en polvo se pueden enviar en forma neumática hacia la instalación de envasado. Cuanto más firme estén divididas las partículas, mayor será su superficie expuesta al aire y más rápido y efectivo será el secado. De ahí la importancia que tiene la boquilla de atomización, (Nonhebel & Moss, 1979).

## 2.4.2 Harina de pescado

Ilustración 4 Equipo para el proceso de secado por atomización



Fuente: (Olán, López Romero, Kantun Tilan, Kantun Martínez, & Morales Ruíz, 2017).

Según (Sola, 2020) nos índice que la harina de pescado es un coproducto de origen animal siendo una fuente de proteína de alta calidad para alimentación animal. Actualmente la harina de pescado se fabrica a partir de especies capturadas de forma secundaria en la pesca comercial y que carecen de interés para el consumo humano o a partir de las fracciones procedentes de la industria extractiva y conservera.

La harina de pescado está compuesta, en promedio, por entre 60% y 72% de proteína, entre 5% y 12% de grasa, y un máximo de humedad del 9%, lo que le otorga estabilidad y permite almacenarla y manipularla por un tiempo prolongado. El principal uso de la harina de pescado es la formulación de alimentos balanceados para el desarrollo de actividades, como acuicultura (la principal), avicultura, ganadería, entre otros. De este modo, los nutrientes de la anchoveta son aprovechados por los consumidores, a través del consumo de otras carnes que han sido alimentadas con estos

ingredientes, (Gouldbourne Hernández, Castaño Concepción , & Chiroque Montalban, 2018).

*Tabla 1 Composición nutritiva de la harina de pescado*

<b>Alimento</b>	<b>MS %</b>	<b>PB %</b>	<b>EE %</b>	<b>ELN %</b>	<b>Cenizas</b>	<b>EM Mj/Kf</b>
<b>H. Pescado</b>	90	50-70	3-13	2-4	10-22	11-19

*Fuente: (Gouldbourne Hernández, Castaño Concepción , & Chiroque Montalban, 2018).*

**Leyenda:** **MS** materia seca, **PB** proteína bruta, **EE** extracto etéreo, **ELN** extracto libre de nitrógeno, **EM** energía metabolizable.

#### 2.4.2.1 Sistema de producción

(Gouldbourne Hernández, Castaño Concepción , & Chiroque Montalban, 2018) nos menciona que para la elaboración de la harina de pescado se debe seguir diferentes pasos los cuales se detalla a continuación:

- **Recepción:** La materia prima es pasada por una banda transportadora donde es receptada y colocada en la báscula.
- **Almacenamiento:** Se realiza un conteo de cuanta cantidad entra directamente al proceso y cuanta se va al sistema de refrigeración de la planta.
- **Cocción:** La materia prima es sometida a un proceso térmico con vapor (indirecto) con el fin de detener la actividad microbiológica y enzimática responsable de la degradación y coagular las proteínas en fase sólida, permitiendo la separación del aceite y los residuos viscosos líquidos. Dependiendo de cómo llegue la materia prima se

establecerá el tiempo de cocción, la temperatura que se mantendrá en la marmita será alrededor de los 80- 110 °c.

- Prensado: Esta etapa corresponde a un proceso de prensado mecánico de la materia prima proveniente de la cocción, la cual proporciona el licor de prensa, que corresponde a la fase líquida y la torta de prensa que constituye la fase sólida. La masa de producto es fuertemente comprimida por los tornillos, escurriendo dos porciones, una que es un licor de prensa a través de las rejillas, y otra que es una masa más sólida o torta de prensa por el extremo.
- Decantación: Los líquidos extraídos son sometidos a este proceso para retirar otros sólidos que posteriormente serán reincorporados a la mezcladora.
- Centrifugación: Los líquidos sin sólidos son sometidos a centrifugación para separar el líquido (aceite) de su fase acuosa resultante, que es utilizado para otros procesos agroindustriales. La fuerza centrífuga separa los diversos componentes que tiene el licor de prensa como son la grasa, sólidos solubles e insolubles y agua.
- Evaporación: El líquido remanente, llamado "agua de cola" por ser viscoso y pegajoso, se evapora para reducir su volumen y concentrarlo.
- Homogenización y/o Mezclado: La torta de prensado y los sólidos resultantes de la evaporación se mezclan para obtener una pasta más homogénea.
- Secado de la torta: El objeto del secado es extraer su contenido de agua hasta un valor entre 5-10 % humedad a una temperatura variable de acuerdo con el tipo de secado. El objetivo es deshidratar la torta de prensa, torta de separadora y el concentrado de agua de cola, sin afectar la calidad del producto. La principal razón es reducir

la humedad del material a niveles de agua remanente en donde no sea posible el crecimiento microbiano ni se produzcan reacciones químicas que puedan deteriorar el producto.

- Molienda: En este proceso se escoge el tipo de molienda para obtener un tamaño de partícula fino, entre los principales molinos se encuentran el molino de disco y el de martillos.
- Mezclado: En este proceso se agregan antioxidantes con el fin de estabilizar la harina y que no se deteriore durante el almacenamiento.
- Empacado: La harina de pescado tratada con antioxidante, es transportada hacia la balanza empacadora, donde se vierte la harina y que es recibida en sacos. Por medio de un transportador los sacos con su contenido de harina son llevados hacia un camión transportador para finalmente ser pesada y almacenada. El rendimiento de la harina de pescado es aproximadamente de 4 a 4,5 sacos por cada tonelada de materia prima.

### **2.4.3 *Harina de plumas***

Según (FEDNA, Harina de plumas hidrolizada, 2012) nos dice que la harina de plumas es un concentrado proteico (81-86% PB) muy rico en  $\alpha$ -queratina, al igual que el pelo o la lana. Esta proteína se caracteriza por su fuerte estructura secundaria y terciaria, con una elevada proporción de puentes disulfuro entre residuos de cistina. Debido a su concentración en

aminoácidos con grupos hidrofóbicos (fenilalanina, isoleucina, valina y alanina), su solubilidad en agua es muy baja. Como consecuencia, y pese a la ausencia de factores antinutritivos, la  $\alpha$ -queratina en estado natural es muy poco digestible (< 5%), como se demuestra por la presencia de bolas de pelo en el aparato digestivo de los animales.

La harina de plumas es una fuente de proteína in-degradable (70% PB) pero solo relativamente digestible en el intestino (70%) y desequilibrada en

Composición Nutricional	Cantidad
Materia seca %	91
Energía metabolizable (aves) Mcal/kg	2,35
Energía digestible (cerdos) Mcal/kg	2,76
Proteína %	85
Metionina %	0,5
Metionina + Cistina %	3,4
Lisina %	1,5
Calcio %	0,2
Fosforo disponible %	0,3
Acido linoleico %	0,2
Grasa %	2,5
Fibra %	1,5
Ceniza %	3,5

aminoácidos. Por ello puede dar lugar a déficits de metionina y lisina absorbidas en el intestino en animales de alta producción si no se suplementa adecuadamente. En vacas de leche al principio de la lactación se recomienda limitar su uso a 0,2-0,3 kg/d. La harina de plumas tiene un escaso contenido en carbohidratos, pero su nivel de grasa es apreciable (6%). Su concentración media en cenizas es de un 2,2%, destacando por su aporte de fósforo disponible (0,50%). El contenido en cenizas insolubles en HCl, indicativo de presencia de arena o fraude, no debe nunca superar el 3,4%, (FEDNA, Harina de plumas hidrolizada, 2012).

*Tabla 2 Composición Nutricional de la harina de plumas*

*Fuente: (Gélvez, 2021)*

#### 2.4.3.1 Sistema de producción

Según (Gélvez, 2021) nos explica el procedimiento de la obtención de la harina de plumas mediante el siguiente proceso:

- **Recepción de la materia prima:** Las plumas deben ser filtradas mediante un proceso hidrodinámico y debe quitarse el exceso de agua. Se recomienda que sean procesadas rápidamente para evitar que se deteriore su calidad organoléptica y aumente significativamente su carga bacteriana.
- **Hidrólisis:** Al hidrolizar las plumas, se produce una reducción en peso del producto, es decir si ingresan plumas húmedas, al término de la hidrólisis se obtiene plumas hidrolizadas de menor peso. Existen dos tipos de hidrólisis, ácida o enzimática y cada una depende de la clase de solución o agente que se emplee.

- Hidrólisis ácida: Proceso en el que un ácido prótico se utiliza para catalizar la escisión de un enlace químico a través de una reacción de sustitución nucleófila, con la adición de agua.
- Hidrólisis enzimática: Es llevada a cabo por enzimas celulares que poseen una alta especificidad. Se realiza en condiciones relativamente suaves (pH 4,8 y temperatura entre 45-50°C); además, no existe el problema de la corrosión. Permite mejorar las características nutricionales (energía metabolizable, proteína y AAs) del producto final.
- Pre secado: Se disminuye la humedad de las plumas hidrolizadas resultantes de la etapa anterior. Generalmente se lleva a cabo en el mismo equipo digestor donde se realiza la hidrólisis una vez que esta haya finalizado. Luego de este pre secado la humedad del producto suele ser de 45 % aproximadamente.
- Digestor: Un digestor discontinuo es un recipiente cerrado de gran capacidad volumétrica, de base cónica saliente dotado con conductos de entrada de materia, salida de gases y un tercero destinado a la evacuación de los productos finales de este proceso, y su objetivo es la reducción de plumas.
- Secado: Las plumas hidrolizadas pasan a un secador que opera a condiciones de temperatura próximas a los 280°C. Se debe disminuir la humedad del producto en hasta porcentajes menores o iguales al 10%. En este proceso se disminuye la cantidad de producto que entró.
- Molienda: La harina de pluma de pollo es llevada a un molino de martillos donde se pulveriza.
- Tamizado: La harina de pluma de pollo resultante del proceso de molienda pasa por un tamiz donde se eliminan las partículas de

mayor tamaño, garantizando un producto uniforme. Las partículas más gruesas son recirculadas e introducidas al proceso nuevamente.

8. Envasado. - La harina de pluma de pollo es envasada en diferentes presentaciones de sacos, se rotulan y se almacenan en una zona acondicionada para este fin.

#### **2.4.4 Harina de huesos**

La harina de huesos es un abono muy rico en fósforo, el nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, sobre todo de las partes verdes (hojas, tallos) ya que participa en procesos tan importantes como la fotosíntesis, y por si fuera poco además ayuda a producir flores, semillas y frutos. Y, por supuesto, también contiene mucho calcio, (Sánchez M. , 2019).

*Tabla 3 Composición nutricional de la harina de huesos*

Composición Nutricional	Cantidad
Calcio %	35,65
Fósforo disponible %	17,83
Cenizas %	99,35

*Fuente: (QuimiNet, 2020)*

##### **2.4.4.1 Proceso de obtención de la harina**

(Flavia, 2018), nos indica cual es el procedimiento para obtener la harina de huesos como se muestra a continuación:

- Para preparar harina de huesos en casa es necesario incinerar los huesos para que estos queden calcinados y puedan molerse hasta obtener una mezcla fina. Para ello, prende el fogón con un poco de leña y antes de añadir los huesos deberás remover los restos de carne

y grasa que estén pegados a ellos. Ráspalos a fondo hasta que estén totalmente limpios.

- Agrega los huesos al fogón y deja que ardan hasta que estén frágiles. Generalmente, esto suele demorar entre una y dos horas dependiendo del tamaño de los huesos.
- Deja que se enfríen y colócalos dentro de una bolsa o saco resistente. Machácalos con un rodillo o bate para romperlos en pequeños fragmentos. Colócalos en una licuadora y mezcla a fondo para obtener una mezcla bien fina.
- Aplica la harina de huesos en tus macetas y huerto.

### **CAPITULO 3**

## ***GENERALIDADES SOBRE NUTRICION ANIMAL***

Nutrición Animal es la ciencia que estudia las reacciones bioquímicas y procesos fisiológicos que sufre el alimento en el organismo animal para transformarse en leche, carne, trabajo, etc. y que a su vez permite que los animales expresen al máximo su potencial genético. Es decir, cuando los alimentos suministrados a los animales no satisfacen sus necesidades, éstos no podrán expresar al máximo su potencial productivo. La importancia de la nutrición animal es evidente y representa uno de los aspectos más importantes que determina la rentabilidad de las explotaciones ganaderas, (Pigozzi, 2018).

### **3.1 Conceptos básicos**

#### ***3.1.1 Nutrición:***

La nutrición animal es mucho más que el simple acto de alimentar. Es un proceso biológico y fisiológico complejo mediante el cual los animales obtienen y utilizan los nutrientes necesarios para mantener sus funciones vitales, crecer, reproducirse y producir alimentos de origen animal como leche, carne y huevos. En este sentido, una buena nutrición es la base del bienestar, la salud y el rendimiento productivo de los animales (Mateos, 2015).

Los nutrientes que componen una dieta animal adecuada incluyen carbohidratos, proteínas, lípidos, minerales, vitaminas y agua. Cada uno de ellos cumple funciones específicas y complementarias en el organismo. Por ejemplo, los carbohidratos son la principal fuente de energía, las proteínas son esenciales para la formación de tejidos y enzimas, mientras que los lípidos participan en funciones hormonales y estructurales. Los minerales y vitaminas, aunque se requieren en pequeñas cantidades, son vitales para el

metabolismo, el sistema inmunológico y el equilibrio fisiológico (McDonald et al., 2011).

Es la suma de los procesos mediante los cuales un animal ingiere y utiliza todas las sustancias requeridas para su mantenimiento, crecimiento, producción o reproducción, (Pigozzi, 2018).

Dentro del enfoque agroindustrial, la nutrición es un eslabón clave en la cadena de valor. Permite transformar insumos (como harinas, subproductos o suplementos) en productos de alto valor agregado: leche, carne, huevos, lana, entre otros. Una nutrición adecuada también permite aprovechar subproductos agrícolas y agroindustriales, como la harina de sangre, harina de pescado, o el salvado de cereales, fomentando prácticas de economía circular y producción sostenible (FAO, 2020).

### **3.1.2 Nutrientes:**

Los nutrientes son los componentes fundamentales de los alimentos que los animales necesitan para vivir, crecer, reproducirse y mantener un estado de salud óptimo. Cada nutriente cumple funciones específicas dentro del organismo, y su presencia o ausencia impacta directamente en el rendimiento productivo, la eficiencia alimentaria y el bienestar animal (McDonald et al., 2011).

En el contexto de la nutrición animal, los nutrientes se clasifican tradicionalmente en macronutrientes y micronutrientes. Los primeros se requieren en grandes cantidades y proporcionan energía y estructura; los segundos, aunque se necesitan en pequeñas dosis, son esenciales para mantener el equilibrio fisiológico, metabólico y hormonal del animal (Mateos, 2015). Son los constituyentes que conforman un alimento como las grasas, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, (Pigozzi, 2018).

No se trata solo de que los nutrientes estén presentes en la dieta, sino de que estén en la cantidad y proporción correcta, adecuadas a la especie, edad, etapa fisiológica y condiciones ambientales del animal. Una dieta deficiente o desequilibrada puede causar problemas de salud, menor productividad, e incluso pérdidas económicas importantes en los sistemas de producción animal (Latham, 2002).

### **3.1.3 Valor nutritivo**

El valor nutritivo de un alimento es una medida que refleja su capacidad para cubrir las necesidades fisiológicas de un animal en términos de energía, proteínas, vitaminas, minerales y otros nutrientes esenciales. Es decir, no basta con que un alimento contenga nutrientes: es clave que esos nutrientes sean accesibles, digestibles y útiles para el organismo animal (McDonald et al., 2011).

Cuando se habla de valor nutritivo, se considera no solo la composición química del alimento, sino también la forma en que los animales lo digieren absorbe y aprovechan. Dos alimentos pueden tener contenidos similares de proteína, por ejemplo, pero si uno tiene mejor digestibilidad o un perfil de aminoácidos más balanceado, su valor nutritivo será mayor (Mateos, 2015).

Es la cantidad adecuada de los nutrientes en un alimento, que permitan satisfacer los requerimientos o necesidades para la crianza de los animales, (Frandsen, 2016).

Conocer el valor nutritivo de los ingredientes es esencial para formar raciones balanceadas, evitar deficiencias o excesos, y lograr una producción eficiente. En sistemas agroindustriales, donde se utilizan subproductos como harinas de sangre, carne o vegetales, es fundamental evaluar su valor

nutritivo real, ya que puede variar según el proceso de obtención, secado o almacenamiento (FAO, 2020).

#### **3.1.4. Digestión:**

La digestión es uno de los procesos biológicos más importantes en los animales, ya que permite transformar los alimentos ingeridos en nutrientes absorbibles, capaces de ser utilizados por el organismo para la producción de energía, el crecimiento, la reproducción y el mantenimiento de funciones vitales. Este proceso ocurre a lo largo del sistema digestivo, donde una serie de transformaciones físicas, químicas y microbiológicas convierten los compuestos complejos en formas más simples y aprovechables (McDonald et al., 2011).

Es el proceso mediante el cual el alimento es fraccionado en partículas más pequeñas, llevado a cabo de forma mecánica o bien por procesos enzimáticos en el organismo animal. Esto es un paso previo para que los nutrientes de los alimentos sean absorbidos, (Pigozzi, 2018).

En el contexto agroindustrial, entender la digestión permite maximizar el aprovechamiento de insumos, reducir el desperdicio de nutrientes y minimizar el impacto ambiental de la producción animal. Por ejemplo, un alimento mal digerido no solo representa una pérdida económica, sino que también puede aumentar la excreción de nitrógeno o fósforo, afectando la sostenibilidad del sistema productivo (FAO, 2020).

#### **3.1.4 Relación nutritiva:**

La relación nutritiva, también conocida como relación o balance entre nutrientes, es el equilibrio cuantitativo y cualitativo que debe existir entre

los distintos componentes de una ración para que el animal pueda aprovechar de forma eficiente los alimentos y transformar lo que consume en productos de valor (carne, leche, huevos, etc.).

No se trata simplemente de incluir los nutrientes correctos, sino de hacerlo en proporciones adecuadas, de forma que unos no interfieran con la absorción o el uso de otros. Una buena relación nutritiva garantiza que la dieta no sea excesiva ni deficiente, y que se adapte al tipo de animal, su edad, etapa productiva, ambiente y objetivo zootécnico (McDonald et al., 2011).

Se define como la relación existente entre la proteína digestible y la energía total o del resto de los principios nutritivos en la dieta de un animal. La relación nutritiva óptima varía en función de la edad y la actividad del animal, (Pigozzi, 2018).

### **3.2 Sistema digestivo**

El sistema digestivo es el conjunto de órganos responsables de transformar los alimentos ingeridos en nutrientes que el cuerpo puede absorber y utilizar. Es, en esencia, el “motor biológico” que permite que los nutrientes presentes en el alimento lleguen a cada célula del cuerpo del animal. Comprender cómo funciona este sistema es clave para formular dietas efectivas y para garantizar que la nutrición animal sea realmente aprovechada (McDonald et al., 2011).

Desde un enfoque zootécnico, cada especie tiene particularidades en su sistema digestivo que condicionan qué tipo de alimentos puede consumir, cómo los procesa y qué tan eficiente es ese proceso. Por ello, la nutrición y la alimentación animal deben adaptarse a la fisiología digestiva de cada animal.

Según (Caravaca Rodríguez, 2006) el aparato digestivo es un largo tubo que inicia en la boca y se extiende por todo el cuerpo presentando dilataciones de trecho en trecho, replegándose sobre sí mismo en ciertas partes de su recorrido y presentando órganos anexos y con un orificio posterior por donde son expulsados los residuos. Está conformado por un conjunto de órganos que a través de procesos mecánicos y químicos descomponen los alimentos que consume el animal para convertirlos en sustancias más simples y asimilables por el organismo.

### **3.2.1 Animales monogástricos**

Los animales monogástricos son aquellos que poseen un sistema digestivo con un solo estómago funcional, donde se inicia la digestión química a través de enzimas y jugos gástricos. A diferencia de los rumiantes, los monogástricos no fermentan la fibra de forma significativa, por lo que requieren dietas altamente digeribles, con ingredientes de buena calidad y bajo contenido de fibra estructural (Mateos, 2015).

Animales monogástricos, como el cerdo, tienen un aparato digestivo similar al de los humanos, con un solo estómago. Interesa que consuman alimentos de muy alto valor nutritivo pues son los que más van a aprovechar. Normalmente la dieta de éstos son piensos concentrados a base de cereales y harina de soja. Las aves tienen un aparato digestivo distinto, con un buche en el que almacenan y maceran el alimento y una molleja que lo tritura y fragmenta. También son piensos compuestos de cereales y harinas de soja la base de la alimentación las mismas, (Caravaca Rodríguez, 2006).

Los animales monogástricos tienen una alta eficiencia de conversión alimenticia, lo que los hace ideales para sistemas intensivos de producción. Por ejemplo, los pollos de engorde pueden transformar menos de 2 kg de alimento en 1 kg de carne, si se alimentan adecuadamente. Los cerdos, por

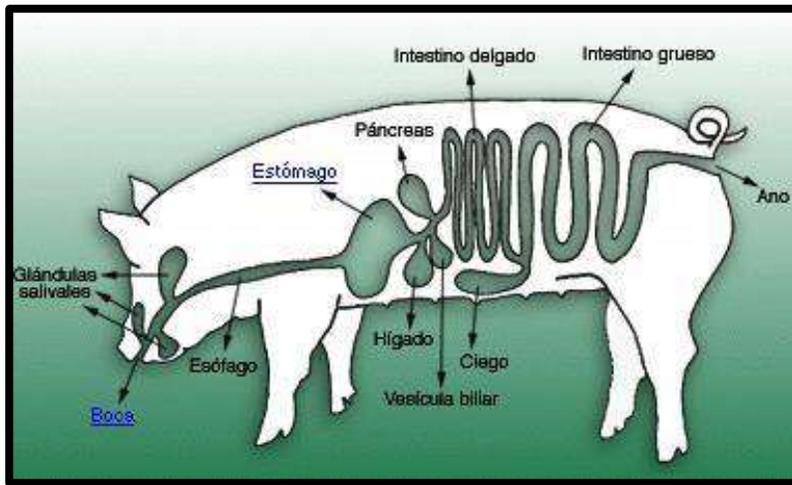
su parte, tienen un desarrollo rápido y aprovechan muy bien las dietas ricas en energía y proteína (González, 2016).

Dado que no tienen un rumen que les permita fermentar la fibra, la calidad de los ingredientes es crítica. Las harinas utilizadas deben ser bien procesadas, libres de factores anti nutricionales y con una composición controlada. Además, los monogástricos son más sensibles a desequilibrios en la dieta, por lo que la formulación debe ser precisa y cuidadosamente diseñada.

#### 3.2.1.1 Cerdos

El cerdo es un animal monogástrico que posee órganos digestivos parecidos al de las personas. Con el proceso de la digestión se descomponen los nutrientes y se absorben en el intestino delgado. El tracto digestivo puede ser considerado como un tubo que comienza en la boca y termina en el recto. En cierto aspecto su contenido puede ser considerado como externo al cuerpo. La parte posterior de la boca se abre dentro de la faringe la cual es el área común para el paso tanto de pienso como de aire. Una válvula o colgajo de tejido llamado paladar blando se mueve de forma automática para proteger la abertura dentro de la tráquea o cuando se traga. Las tonsilas (o amígdalas) del cerdo están situadas en la superficie del paladar blando. El esófago es el tubo que conduce el pienso desde la faringe hacia el estómago, (Garces, 2015).

### Ilustración 5 Sistema digestivo de los cerdos



Fuente: (Garces, 2015)

A continuación (Saézn, Cama Gómez, & Rodríguez Gómez, 2018) nos explican el funcionamiento del sistema digestivo de los cerdos:

- Boca. En su interior están la lengua y los dientes. Estos trituran el alimento y lo mezclan con la saliva iniciando su digestión.
- Faringe. Es la unión entre la boca y la cavidad nasal
- Esófago. Es un tubo corto y casi recto que conduce el alimento hasta el estómago.
- Estómago. Este órgano tiene una capacidad que varía entre 6 y 8 litros en los animales adultos. Su pared tiene cuatro capas, la capa interna es una mucosa. Esta posee glándulas que secretan ácidos y enzimas digestivas. La válvula de entrada al estómago se llama píloro.
- Intestino delgado. Tiene una longitud de 20 m y una capacidad de 9 litros.
- Intestino grueso. Tiene una longitud total de 5 m. Se divide en ciego, colon y recto. El contenido total es de 10 litros. En los intestinos se realiza la absorción de los alimentos.

- Ano. Es el final del recto y sirve para la expulsión de los desechos de la digestión.

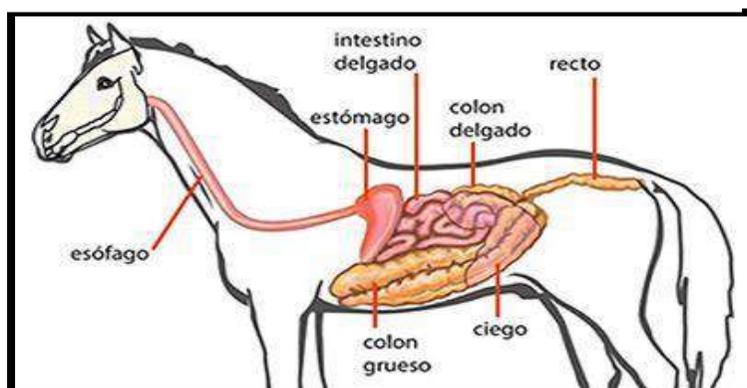
### 3.2.1.2 Equinos

El sistema digestivo equino está diseñado para procesar pequeñas pero frecuentes cantidades de comida al día y absorberlas para producir energía. Aunque esto sea idéntico en el resto de las especies (perros, gatos, cerdos, vacas y el ser humano), el sistema digestivo del caballo es más propenso a padecer trastornos que los demás. Una alimentación demasiado energética, en grandes cantidades, escasa en fibra y con una muy escasa disposición al día (sólo 1 o 2 veces), son factores clave para la aparición de problemas y trastornos digestivos, tales como el cólico, las úlceras o la laminitis, (Cheval, 2016).

(Cheval, 2016) nos indica que el aparato digestivo del caballo se subdivide en dos zonas:

- Intestino proximal (foregut): que está formado por la boca, el esófago, el estómago y el intestino delgado.
- Intestino caudal o distal (hindgut): está formado por el intestino grueso, que a su vez lo conforman el ciego, el colon pequeño, el colon grande y el recto.

### *Ilustración 6 Sistema digestivo de los equinos*



*Fuente: (Gamiz, 2019)*

(Gamiz, 2019) nos explica a continuación las dos zonas por las que está compuesto el sistema digestivo de los equinos.

#### a) Intestino proximal

- Boca: se encarga del proceso de masticación, mezclados con la saliva durante este proceso, para su correcta lubricación y facilitar el trágado llegando a producir entre 8 y 10 litros de saliva diarios.
- Esófago: se extiende desde el paladar hasta el estómago y que finaliza en el “Cardias” que es la válvula que cierra el estómago y solo abre en una sola dirección hacia el interior del estómago.
- Estomago: en él se absorbe una pequeña parte de la proteína. Su capacidad es aproximadamente de unos 15 litros y tardan de 20 a 30 minutos en pasar al intestino delgado.

Intestino delgado: se divide en duodeno, yeyuno e íleon.

- Puede alcanzar 25 metros de longitud aproximadamente. Tanto el estómago como el intestino delgado están sometidos en un ambiente ácido, con lo cual en un mal manejo de alimentación y el estrés nos encontramos entre un 80 y 90 % con patologías gástricas. En él es donde se absorben la mayoría de los nutrientes como proteínas

grasas e hidratos de carbono y concretamente en el Íleon que se absorben los minerales. El paso de los alimentos puede tardar en pasar entre 10 minutos a un máximo de 90 minutos, dependiendo de la masticación entrará más o menos triturado con lo que facilitará la mayor extracción de nutrientes.

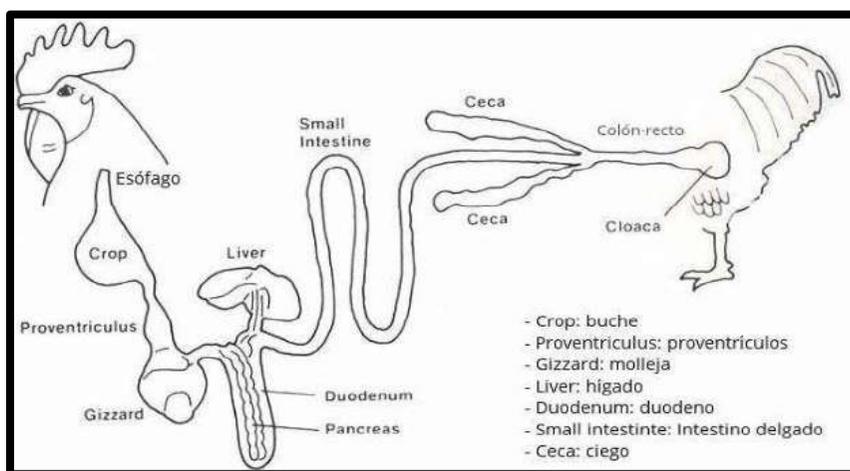
#### b) Intestino caudal o distal

- Intestino grueso: está conformado por el ciego, colon y recto. Tiene una capacidad de unos 150 litros aproximadamente y una longitud de unos 7 metros. El intestino grueso es la cámara de fermentación de los forrajes. Donde la flora intestinal compuesta por más de 400 especies de microorganismos absorbe la fibra en forma de ácidos grasos. El proceso es lento puede tardar entre 22 horas a 45 horas.

#### 3.2.1.3 Aves

El sistema digestivo de las aves se puede definir como un conjunto de glándulas accesorias y órganos responsables de efectuar la actividad de digerir los alimentos, transformándolos en sustancias nutritivas asimilables, para que estas sean distribuidas por la sangre a todos los tejidos del cuerpo del ave. Debido a la gran diversidad de aves y sus hábitos alimenticios dispares, el sistema digestivo de las aves es variable y presenta menor peso, incluso tamaño que el de otros animales, como es el caso de los mamíferos, de esa manera se ha adaptado para favorecer el vuelo en aquellas especies que así lo hacen, (Marulanda, 2017).

*Ilustración 7 Sistema digestivo de las aves*



*Fuente: (Marulanda, 2017)*

A continuación (Marulanda, 2017) nos explica cada parte del sistema digestivo de las aves.

- Pico y cavidad oral

El pico de las aves es de queratina, presenta crecimiento continuado a media que se va desgastando. Está adaptado en función de la alimentación que consumen, al igual que ocurre con su lengua. La cavidad nasal se conecta con la boca gracias a una pequeña abertura denominada coana.

- Esófago

El esófago posee una glándula que segrega mucosa y es muscular. En el esófago y la cavidad bucal de aves granívoras, se encuentran sacos orales donde estos organismos almacenan el alimento.

- Buche

Es una estructura accesoria del esófago, sirve para almacenar temporalmente los alimentos. Esto facilita que el ave pueda consumir alimento rápidamente evitando su exposición a

potenciales depredadores. Por su parte, en el buche no se presentan glándulas digestivas.

- Estómago

En el sistema digestivo de las aves, el estómago se compone de dos partes, el proventrículo, el cual es la parte glandular, y el ventrículo o molleja que es la parte muscular.

El estómago glandular segrega ácido clorhídrico cuya concentración permite incluso la disolución de huesos consumidos por las aves carnívoras, también segrega pepsina para facilitar la degradación de proteínas.

El estómago muscular, en aves granívoras está especialmente desarrollado, y en aves que se alimentan de crustáceos y moluscos. Algunas aves consumen piedras diminutas que se depositan en la molleja y colaboran en la trituración del alimento.

- Hígado

El hígado es la glándula más grande del sistema digestivo de las aves y al igual que en los mamíferos almacena azúcares y grasas, segrega fluido biliar indispensable en la digestión de grasas, actúa en la síntesis de proteínas y excreta desechos de la sangre. El hígado emulsificante los lípidos con el fin de facilitar su degradación por la lipasa. El hígado también tiene la función de almacenar una significativa cantidad de vitaminas y posee la capacidad de transformar el caroteno en vitamina A.

- Páncreas

El páncreas aporta enzimas digestivas al intestino delgado. Las enzimas pancreáticas son la amilasa, procarboxipeptidasa y tripsinógeno. También descarga ribonucleasas y deoxyribonucleasa al intestino delgado. A su vez, sintetiza insulina, una hormona

endocrina que es esencial en la regulación de los niveles de glucosa en la sangre del animal o glucemia.

- Vesícula biliar

La vesícula biliar es un ensanchamiento del conducto hepático derecho denominado cístico, encargado de llevar la bilis del hígado a los intestinos. También sirve como lugar de almacenamiento de la bilis.

- Intestino delgado

Es aquí en donde se da la absorción de grasa, carbohidratos y proteínas. A los ciegos gástricos, localizados por su parte en el intestino delgado, se les atribuye la función de absorción de algunos ácidos grasos producto de la fermentación de bacterias del ácido úrico como acetatos, butiratos y propionatos. Estos ácidos grasos sirven de fuente energética para cuando la requieran las aves.

- Intestino grueso

El intestino grueso tiene poca acción digestiva y es relativamente corto. Su función principal es de almacén de residuos de la digestión, en donde se recupera el agua remanente que estos contienen para ser aprovechada de nuevo por las aves. Por su parte, a través del recto, el intestino grueso desemboca en la cloaca.

- Cloaca

La cloaca se localiza en la parte posterior del intestino delgado y es el lugar de salida de los aparatos urinario, reproductor y del sistema digestivo de las aves. Se divide en tres regiones. Inicialmente en la región anterior, el coprodeo es encargado de recibir el excremento del intestino, por su parte el urodeo localizado en la región intermedia, a través de los uréteres, recibe las descargas de los riñones. El proctodeo posicionado en la región posterior, es la más

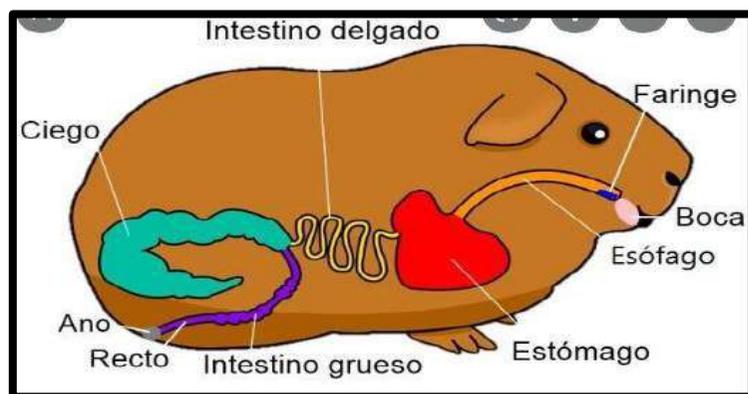
grande y muscular y gracias a una contracción de esta región, se expulsan los excrementos del ave.

#### 3.2.1.4 Cuyes

Es un animal que presenta un rico valor alimenticio y nutritivo, por lo cual es tomado muy en cuenta en los pueblos del sector rural para la alimentación de sus seres queridos y obtener ingresos económicos por su comercialización el mismo que tiene orígenes en las zonas andinas de Bolivia, Colombia, Perú y Ecuador, (Moreta Flores, 2018).

El proceso de digestión comienza en la boca, allí se encuentran piezas dentarias capaces de cortar y triturar la materia vegetal, esta masticación reduce el tamaño de las partículas de la ingesta, las cuales viajan por el esófago hacia el estómago. En el estómago el alimento es parcialmente procesado por la acción del ácido clorhídrico y las enzimas gástricas, luego pasa al duodeno donde por acción de enzimas biliares, pancreáticas y entéricas, los alimentos son absorbidos por el intestino delgado (Castro, 2002).

*Ilustración 8 Sistema digestivo del cuy*



*Fuente: (Castro, 2002)*

(León, 2019) indica las partes del sistema digestivo del cuy a continuación:

- Boca: En la boca se encuentran 20 piezas dentarias capaces de triturar los alimentos que se mezclan con la saliva. La saliva es secretada por tres glándulas: parótida, mandibular y sublingual, es un líquido muy viscoso que actúa como lubricante y participa en la formación del bolo alimenticio, el cual será deglutido con facilidad incrementado de esta manera la superficie de los alimentos para permitir actuar a las enzimas digestivas.
- Faringe: La faringe es un saco musculoso situado a continuación de la boca, se presenta en forma de embudo, su parte anterior limita con la cavidad bucal y la más estrecha continua con el esófago. La faringe es un órgano dual para el paso del sistema digestivo y el aparato respiratorio. Presenta siete orificios que se relaciona con las cavidades vecinas: orificio para el istmo de las fauces se pone en comunicación con la cavidad bucal, orificio de las trompas de Eustaquio se relaciona con la caja timpánica de los oídos, orificios que se comunica con las fosas nasales, la abertura esofágica que se relaciona con el esófago y el orificio laríngeo que se comunica con la laringe.
- Esófago: Es un conducto destinado a impulsar el alimento de la faringe al estómago a través de un proceso llamado peristaltismo debido a las contracciones rítmicas que realizan las paredes musculares del esófago. Está ubicado en la garganta, cerca de la tráquea. La túnica muscular del esófago está formada en su porción proximal por fibras musculares estriadas, la porción distal del esófago está constituida por musculatura lisa desde la región cardíaca proximal.
- Estómago: Su estómago es uno de los órganos voluminosos con capacidad de hasta 150 cc y se caracteriza por tener una musculatura

débil formada por fibras musculares lisas. Secreta ácido clorhídrico cuya función es disolver el alimento convirtiéndolo en una solución denominada quimo. El ácido clorhídrico destruye las bacterias que son ingeridos con el alimento cumpliendo una función protectora del organismo.

- Intestino Delgado: Los alimentos, parcialmente digeridos, luego de abandonar el estómago ingresan al intestino delgado, donde se mezclan con las secreciones del duodeno, hígado y páncreas. No hay rasgos que distinguen a las tres secciones del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) que tiene aproximadamente 125 cm de longitud y es la parte más larga del tracto digestivo. De las tres secciones, el duodeno es el más corto (10 a 12 cm), el yeyuno el más largo (95 cm) y el íleon mide aproximadamente 10 cm, el intestino delgado realiza 3 funciones básicas:

Recibe el jugo pancreático que contiene enzimas y secreta el jugo intestinal que contiene también enzimas, las cuales completan la digestión final de las proteínas y convierte los azúcares en compuestos más sencillos en el duodeno.

La segunda función es la de absorber el alimento digerido, y pasar los nutrimentos al torrente circulatorio.

Realiza una función peristáltica que fuerza al material que no es digerido, pasar al ciego

- Intestino Grueso:  
Es la porción casi final del tracto digestivo, donde las secreciones se componen de un líquido acuoso carente de enzimas, pero contiene bicarbonato sódico y mucina, lubricando los restos de alimento a su paso por el intestino grueso, así como la superficie interna.

La primera porción del intestino grueso es el ciego, aquí ingresan partículas menores a 0.5 cm de grosor y que contienen carbohidratos digeribles, quienes son digeridos por fermentación bacteriana.

- Ciego: Es el órgano digestivo más importante allí ocurren los procesos fermentativos del alimento. Representa una porción individualizada del intestino grueso que destaca por terminar en un apéndice tubular sin salida y por su gran volumen (250 a 600cc). Desde un punto de vista estructural, tiene tres partes o porciones: cuerpo, apéndice y saco redondo o válvula ileocecal. La longitud total del mismo viene a ser de 30 a 50 cm encontrándose dispuesto en forma espiral, y ofreciendo un aspecto abollado. El cuerpo del ciego tiene un tono grisáceo y el apéndice es blanquecino.

La digestión en el ciego tiene lugar como resultado de la actividad microbiana, en la que se obtienen ácidos grasos de cadena corta, vitaminas del complejo B y proteína microbiana, pero a este nivel solo se absorben ácidos grasos volátiles, vitaminas y agua, el resto de las partículas pasan directamente al colon y son eliminados por el ano.

- Recto, conecta el colon con el ano. Su función es recibir los excrementos que vienen del colon y no permitir que ocurra la evacuación de las heces involuntariamente. Para controlar esto está el esfínter que es un músculo que se contrae para sujetar y se relaja para evacuar.
- Ano, es la última parte del sistema digestivo, es por donde finalmente se evacúan los excrementos

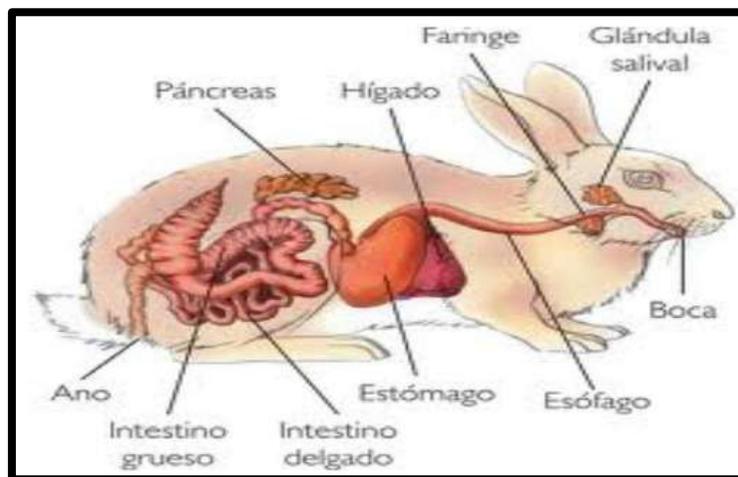
#### 3.2.1.5 Conejos

El conejo es un animal monogástrico. Posee un solo estómago que ocupa el 15% de su sistema digestivo y que no puede realizar las funciones de los

rumiantes. Posee un esfínter de los cardias muy desarrollado que genera una incapacidad para vomitar. El estómago e intestino delgado la digestión y absorción de nutrientes es similar a la que ocurre en otros mamíferos monogástricos, (Beltrán, 2017).

El tracto digestivo del conejo, incluidos dientes, está adaptado para la digestión de grandes cantidades de fibra vegetal. La parte no digestible de esta fibra se expulsará en forma de heces sin poder digerirse, pero las pequeñas partículas, que forman la fibra digestible, se almacenarán en el ciego donde sufrirán una fermentación bacteriana de la que se obtendrán los nutrientes esenciales, (Beltrán, 2017).

*Ilustración 9 Sistema digestivo del conejo*



*Fuente: (Velasco, 2013)*

A continuación (Velasco, 2013) nos explica el funcionamiento del sistema digestivo del conejo.

- Cavidad oral

La boca y los dientes del conejo. Los labios y lengua del conejo separan y agarran la comida, que, al entrar en la boca, es troceada

por los incisivos. Las muelas machacan la comida, llevándola de lado a lado, con un movimiento que alcanza los 300 ciclos por minuto y que reduce el tamaño de las partículas de comida. Cuatro pares de glándulas salivares (parótida, cigomática, mandibular y sublingual) segregan saliva que contiene enzimas que inician la digestión.

- Esófago: Las paredes musculares del esófago se contraen rítmicamente en un proceso llamado peristaltismo, impulsando la comida hacia el estómago
- Estómago: El estómago simple contiene un entramado de comida no digerida, fibra, pelo y heces blandas (cecotrofos). Los conejos no pueden vomitar ya que poseen un esfínter muy desarrollado en los cardias, que evita este reflejo. Las paredes del estómago segregan ácidos y enzimas que continúan con la digestión de la comida. La presión en el esfínter pilórico regula el paso de contenido del estómago al intestino delgado.
- Intestino delgado: El intestino delgado consiste en el Duodeno, el Yeyuno y el Íleon. La vesícula biliar segrega bilis al duodeno, para digerir las grasas. El páncreas y las glándulas de la mucosa secretan enzimas que continúan con la digestión de la comida, liberando nutrientes que son absorbidos. Estos nutrientes pasan por la villa (proyecciones diminutas de la superficie intestinal que aumentan la superficie de absorción) y son liberados en el torrente sanguíneo y en el sistema linfático, mediante los que son transportados por todo el cuerpo. Muchas de las proteínas, almidones y azúcares de la comida son absorbidos antes de que el bolo alimenticio deje el yeyuno. Lo que queda de este bolo, material

no digerido y fibra, pasa a través del íleon que acaba en un engrosamiento llamado sacculus rotundus.

- Ciego: El ciego es un saco cerrado bastante grande que contiene una mezcla compleja de microflora. El apéndice segrega un fluido alcalino dentro de este saco. La celulosa, las proteínas residuales y los carbohidratos son fermentados por esta microflora, que los fracciona en partículas más pequeñas y utilizables, como aminoácidos, ácidos grasos volátiles y vitaminas. Los ácidos grasos volátiles son absorbidos directamente por el torrente sanguíneo. Los aminoácidos y las vitaminas B y K se acumulan para formar las heces blandas que son impulsadas de nuevo al colon cuando el ciego se contrae.
- Colon: Las contracciones del colon provocan la defecación a través del ano, mediante la que se expulsan la fibra indigestible en forma de heces duras y los cecotrofos o heces blandas que contienen estas vitaminas y aminoácidos. El agua y los electrolitos se absorben en el colon, y a la vez se secreta mucus. Una estructura llamada fusus coli, conocida como “el marcapasos” de los intestinos, regula y coordina la excreción de heces duras y blandas.
- Ano: Las secreciones de las glándulas anales se expulsan en el momento en que las heces duras son eliminadas, confiriéndoles el olor característico que ayuda a marcar el territorio. Las heces blandas envueltas en mucus se quedan pegadas al pelo de alrededor del ano, de forma que el conejo se las come cuando se asea, proceso llamado cecotofia, y que es necesario para que el animal pueda consumir las vitaminas y aminoácidos contenidos en los cecotrofos.
-

### **3.2.2 Animales poligástricos**

Los poligástricos como el bovino y ovino tienen pre-estómagos (rumen, retículo, omaso) y un estómago verdadero llamado abomaso donde se secretan enzimas digestivas. El primer estómago llamado rumen, es el más grande y contiene la mayor cantidad de microorganismos. Los alimentos digeridos se descomponen y fermentan bajo la acción de los microorganismos en el rumen produciendo ácidos grasos volátiles que son absorbidos posteriormente por los animales y son una fuente importante de energía. A su vez los microorganismos crecen mediante la utilización de una fuente de nitrógeno. Estos microorganismos al morir se forman una proteína microbiana que llega hasta el abomaso (estómago glandular), donde se conforman los aminoácidos. También estos microorganismos pueden producir vitamina del complejo B. En dependencia del tipo de alimento suministrado a los rumiantes, concentrados y forrajes la producción de ácidos grasos volátiles varía, por ejemplo, si le suministramos una mayor cantidad de concentrado la proporción de ácido propiónico es mayor que el acético lo cual incrementa la producción de leche pero disminuye la proporción de grasa en la leche, en caso contrario si le suministramos una mayor cantidad de forraje la proporción de ácido acético es mayor disminuyendo la producción de leche e incrementando la grasa en la misma, (Pigozzi, 2018).

#### **3.2.2.1 Rumen**

El rumen es también llamado panza y es un gran saco falto de oxígeno que poseen los bovinos. Como los semovientes se alimentan de hierba y de otros vegetales que contienen celulosa, almidón, pectina y hemicelulosa, no poseen enzimas que puedan digerirlos. En este punto, son los microorganismos, tales como bacterias, protozoarios y hongos, los que contribuyen con la fermentación del alimento. Es el encargado de ayudar a

los semovientes a sustraer los nutrientes de los alimentos consumidos, (Márquez, 2015).

El rumen es un ecosistema complejo donde los nutrientes consumidos por los rumiantes son digeridos mediante un proceso de fermentación realizado por los microorganismos ruminales (bacterias, protozoos y hongos). Dentro del rumen, los microorganismos coexisten en un entorno reducido y a un pH cercano a la neutralidad. Estos microorganismos fermentan los sustratos presentes en la dieta del rumiante (azúcares, proteínas y lípidos). Sin embargo, el proceso de fermentación no es 100% eficaz, ya que durante la fermentación existen pérdidas de energía, principalmente en forma de gas metano (CH<sub>4</sub>), el que representa un problema medioambiental, ya que es un gas de efecto invernadero, (Castillo González, Burrola Barraza, Dominguez Viveros, & Chavez Martinez, 2014)

*Ilustración 10 Rumen*



*Fuente: (Rojo Salvador & González Martínez, 2013)*

#### 3.2.2.2 Retículo

Es el compartimento más craneal situado entre el diafragma y el rumen. Su forma es esférica y aplanada. Se sitúa desde el 6<sup>a</sup> al 9<sup>a</sup> espacio intercostal en

un plano medio. Dorsalmente se continúa con el saco craneal del rumen sin separación, y lateral y ventralmente está separado de él por el profundo surco ruminor reticular. Tiene una cara diafragmática que se adapta a la forma curvada del diafragma y una cara visceral que contacta con el rumen. Hacia la derecha se relaciona con el lóbulo izquierdo del hígado, el omaso y el abomaso; hacia la izquierda descansa sobre la parte costal del diafragma y ocasionalmente contacta con el extremo ventral del bazo, (Rojo Salvador & González Martínez, 2013).

*Ilustración 11 Reticulo*



*Fuente: (Rojo Salvador & González Martínez, 2013)*

### 3.2.2.3 Omaso

Es una estructura compuesta por pliegues musculares, se asemeja al tamaño de una pelota de fútbol, su función es la absorción de grandes cantidades de agua, minerales y ácidos grasos volátiles, las partículas largas son atrapadas en el pliegue de la pared para su debida degradación y moviliza el alimento digerido hacia el rumen o hacia el omaso en la regurgitación del alimento después de la rumia. Es esférico y comprimido lateralmente, es de mayor tamaño que el retículo. En pequeños rumiantes es ovalado y de menor tamaño que el retículo. Tiene una curvatura (en posición dorsal-caudal-derecha) y una base aplanada en dirección opuesta (craneal-izquierda) que

es la que contiene el surco del omaso y se une al retículo. Se separa claramente del retículo por una constricción y del abomaso por otra más. El omaso contacta con la pared abdominal derecha entre los espacios intercostales 6 y 11, protruyendo ventralmente desde el arco costal unos 10 cm. Ventralmente el omaso se relaciona con el retículo y el abomaso y caudalmente con el yeyuno. En pequeños rumiantes las relaciones del omaso son similares a las descritas, excepto que no contacta con la pared abdominal derecha, (Rojo Salvador & González Martínez, 2013).

*Ilustración 12 Omaso*



*Fuente: (Rojo Salvador & González Martínez, 2013)*

#### 3.2.2.4 Abomaso

Es el verdadero estómago, y tanto su estructura como funciones son muy similares a la del estómago de los no rumiantes, está formado por muchos pliegues que incrementan la actividad secretora de este órgano, y sus funciones son, la secreción del ácido clorhídrico y enzimas digestivas, digestión de carbohidratos y proteínas que escapan a la fermentación ruminal, digestión de la proteína microbiana producida en el rumen. Es un saco con forma de pera separado del omaso por una constricción anular,

donde externamente se aprecia el surco omaso-abomásico. Consta de fondo, cuerpo y parte pilórica. Su curvatura mayor mira hacia ventral y a la izquierda, y la menor hacia dorsal y a la derecha, (Rojo Salvador & González Martínez, 2013).

*Ilustración 13 Abomaso*



*Fuente: (Rojo Salvador & González Martínez, 2013)*

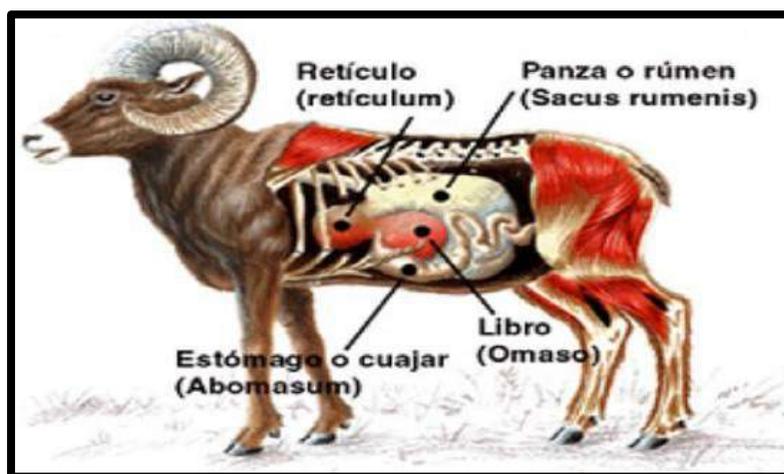
#### 3.2.2.5 Caprinos

La anatomía del aparato digestivo de la cabra es muy similar al de la vaca y de la oveja, observándose un retículo, un rumen, un omaso y un abomaso. Las grandes diferencias se observan en el comportamiento alimenticio y en su fisiología, que deben ser tenidas en cuenta a la hora de diagnosticar y medicar. En general, existen diferencias importantes entre especies rumiantes con respecto a monogástricos, principalmente en la absorción y biodisponibilidad de muchos fármacos, que se desarrollarán en este artículo, (Lorenzutti & Aguilar, 2019).

Esta especie está preparada para ramonear, pastorear, ingerir tubérculos y/o alimentos balanceados, lo que brinda la posibilidad de confeccionar diferentes dietas, posee gran capacidad para consumir vegetación más nutritiva y palatable; sus labios finos, móviles y prensiles, son muy útiles al

momento de buscar pequeñas hojas entre espinas largas, característica propia de arbustos y árboles de zonas áridas y semiáridas. La lengua no es utilizada para la aprehensión de pasturas como ocurre en las vacas. A diferencia de las ovejas, las cabras tienen una mayor tasa de ingestión y un menor tiempo de tránsito ruminal, hecho que también puede modificar la absorción de diferentes fármacos, (Lorenzutti & Aguilar, 2019).

*Ilustración 14 Sistema digestivo de las cabras*



*Fuente: (Lorenzutti & Aguilar, 2019)*

### 3.2.2.6 Camélidos

Aunque no es taxonómicamente un rumiante, la llama posee un estómago con tres compartimentos, donde el compartimento 1 (C1) es funcionalmente análogo al rumen de los rumiantes. La población de bacterias detectadas en el C1 del estómago de la llama presenta una gran diversidad de bacterias, arqueas y protozoos, (Mate, 2014).

El primer compartimento, frecuentemente comparado con el rumen, es el más voluminoso (83% del volumen total pregástrico y gástrico), ventralmente posee un prominente surco transversal que lo divide en un saco craneal y uno caudal, ambos poseen saculaciones las que, aparte de

proveer de una mayor superficie de contacto, poseen mucosa glandular que permite la secreción de taponadores que contribuyen con la saliva en la mantención de un pH favorable para la acción de microorganismos celulíticos. El resto del epitelio es escamoso estratificado no glandular que al igual que en otros rumiantes tiene una función dedicada a la absorción, (Mate, 2014).

En el compartimento 2, también se describen ambos tipos de epitelio y la mucosa superficial de las paredes de la curvatura mayor de este compartimento está dividida en forma reticular, en general el contenido de este compartimento es muy líquido y tanto su forma como función se homologan frecuentemente con el retículo de otros rumiantes. El compartimento 2 se comunica con el tercer compartimento a través de un pasaje estrecho cubierto por epitelio escamoso estratificado, sin embargo, el tercer compartimento está completamente recubierto de mucosa glandular, pero la disposición de ella varía a lo largo de este compartimento que tiene forma tubular, (Mate, 2014)

#### 3.2.2.7 Ovinos

Los componentes principales del sistema digestivo de las ovejas son: el esófago, retículo, rumen, omaso, abomaso, intestino delgado, ciego, intestino grueso y recto. Una vez que la alimentación ha sido consumida, viaja hacia abajo del esófago al rumen y al retículo, que son los primeros dos compartimientos del estómago del rumiante. La alimentación ingerida se traga con poca masticación. Después de un consumo de alimentos extenso, el proceso de la rumia comienza. La rumia sucede a causa de las constantes contracciones del rumen-retículo que mueve la masa de alimentos hacia delante hasta entrar contacto con la apertura más inferior del esófago. La masa de alimento regresa al esófago donde es remasticada. Las ovejas adultas gastarán ocho horas o más cada día en rumiar su

alimentación para reducir el tamaño de las partículas. El rumen-retículo es una cámara de fermentación que alberga grandes poblaciones de microorganismos. Los productos finales de la fermentación son absorbidos en la corriente sanguínea a través de las paredes del rumen y retículo o del omaso. El agua y algunos productos finales de fermentación se absorben en el omaso.

Los productos fermentados que salen del omaso pasan a través del abomaso. El abomaso segrega jugos gástricos, ácido clorhídrico y enzimas digestivas, en la masa digerida comenzando la digestión enzimática. El intestino delgado es donde la masa digerida se ve expuesta a las enzimas intestinales y pancreáticas, así como también a la bilis del hígado. La digestión de los lípidos (grasas) también ocurre en el intestino delgado. El ciego es de importancia insignificante en los rumiantes a causa de que la digerida sufre su descomposición con anterioridad en el rumen-retículo. El intestino grueso es el segundo sitio de fermentación y es donde el agua y los productos finales durante el pasaje de la digerida son absorbidos, (Mate, 2014).

#### 3.2.2.8 Bovinos

Los bovinos son herbívoros cuyas dietas están compuestas principalmente de materia vegetal. Muchos herbívoros también son rumiantes. Los rumiantes son fácilmente identificados porque mastican la comida aun cuando no ingieren alimentos.

Esta acción de masticación se llama rumiación y es parte del proceso que permite al rumiante obtener energía de las paredes de las células de las plantas, también llamadas fibras, (Ganadería, 2019).

- Proceso de la rumia; Este proceso de tragar, regurgitar, volver a masticar y volver a tragar es conocido como “rumia,” o más

comúnmente, “rumiarse la comida”. El rumiar permite a las vacas masticar el pasto más completamente, lo cual mejora la digestión. La rumia consiste en regurgitar el alimento consumido para masticarlo y mezclarlo con saliva, reduciendo el tamaño de partícula y exponiendo los carbohidratos en la fibra para una fermentación bacteriana realizada por los microorganismos que viven en el estómago, de esta forma los rumiantes aprovechan de forma muy eficiente los nutrientes de los alimentos, (Orr, 2022).

- Fases de la rumia A continuación (Gonzalez, 2017) nos indica cuales son las fases de la rumia que se da en los poligástricos.  
Regurgitación, Se da una inspiración con la glotis cerrada, realiza contracciones de los pilares del rumen con apertura de cardias y se da ondas antiperistálticas del esófago.  
Remasticación, Es donde se da un mayor número de golpes masticatorios por cada bocado.  
Reinsalivación, Es donde se produce mayor volumen de saliva por una mayor masticación.  
Redeglución, Estimulo, receptores nerviosos táctiles en las cercanías de los cardias.

### 3.3 **Relación nutricional**

La relación nutricional es el equilibrio adecuado entre los distintos nutrientes presentes en una dieta animal. Más allá del contenido total de energía o proteína, lo que realmente define una alimentación eficaz es la proporción en la que esos nutrientes interactúan entre sí, favoreciendo una absorción armónica, el aprovechamiento metabólico y la eficiencia productiva.

Se define como la relación existente entre la proteína digestible y la energía total o del resto de los principios nutritivos en la dieta de un animal. La relación nutritiva óptima varía en función de la edad y la actividad del animal (producción de leche, lactancia, gestación, engorde, etc.) y puede ser peligroso variarla bruscamente, sobre todo en el momento del destete, (Frandsen, 2016).

En los sistemas agroindustriales modernos, el concepto de relación nutricional es la base de la nutrición de precisión, donde las dietas son diseñadas no solo para cubrir requerimientos generales, sino para optimizar el rendimiento, reducir pérdidas y minimizar el impacto ambiental.

### **3.3.1 Proteína, grasa, carbohidratos, vitaminas**

Los carbohidratos se utilizan para producir energía (glucosa). Las grasas se utilizan para generar energía después de descomponerse en ácidos grasos. Las proteínas también pueden usarse para generar energía, pero su primera función es ayudar a producir hormonas, músculo y otras proteínas. Los carbohidratos, las proteínas y las grasas son los principales tipos de macronutrientes de los alimentos (nutrientes que se requieren diariamente en grandes cantidades). Aportan el 90% del peso seco de la dieta y el 100% de su energía, (Campillo, 2019)

Los nutrientes esenciales como proteínas, grasas, carbohidratos y vitaminas forman la base de cualquier formulación nutricional en animales. Cada uno de ellos cumple funciones específicas que, en conjunto, permiten que el organismo animal se mantenga sano, crezca, se reproduzca y exprese su máximo potencial productivo. Para lograr una dieta balanceada, es fundamental no solo incluirlos, sino mantener una relación armónica entre ellos, acorde a la especie y la etapa fisiológica del animal (McDonald et al., 2011).

## a) Proteínas

Las proteínas son el componente estructural más importante del cuerpo animal. Están formadas por aminoácidos, de los cuales algunos son esenciales y deben ser aportados directamente en la dieta. La proteína es vital para:

- El crecimiento muscular.
- La síntesis de enzimas y hormonas.
- La reparación de tejidos y el mantenimiento celular.

Una deficiencia proteica puede provocar retraso en el crecimiento, baja productividad, debilidad inmunológica y problemas reproductivos. En cambio, un exceso sin equilibrio energético puede representar un gasto innecesario de insumos y mayor excreción de nitrógeno al ambiente (Mateos, 2015).

Las principales fuentes de proteína en la agroindustria son:

- Harina de soya (44–48% de PB).
- Harina de pescado (hasta 65% PB).
- Harinas de subproductos cárnicos (sangre, carne, hueso).
- Leguminosas y residuos agroindustriales tratados (González, 2016).

## b) Grasas (Lípidos)

Las grasas son la fuente de energía más concentrada (9 kcal/g) y también cumplen funciones estructurales, hormonales y metabólicas. Ayudan en:

- El transporte de vitaminas liposolubles (A, D, E y K).
- El aislamiento térmico y la protección de órganos.
- La mejora de la palatabilidad del alimento.

Sin embargo, deben ser utilizadas con precaución, ya que un exceso puede afectar la digestión y oxidarse si no se conservan correctamente. En dietas animales, las grasas provienen de aceites vegetales (soya, maíz) o grasas animales como sebo o manteca (FEDNA, 2021).

#### c) Carbohidratos

Los carbohidratos son la principal fuente de energía en la mayoría de las especies. Están presentes en cereales como maíz, trigo, cebada y subproductos derivados de la agroindustria. Se dividen en:

- Carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa): fermentables por rumiantes.
- Carbohidratos no estructurales (almidones, azúcares): digestibles por monogástricos.

Su papel es fundamental para sostener la actividad física, la producción láctea, la ganancia de peso y el funcionamiento general del organismo. Una dieta pobre en carbohidratos puede forzar al cuerpo a usar proteínas como energía, reduciendo la eficiencia nutricional (McDonald et al., 2011).

#### d) Vitaminas

Las vitaminas, aunque necesarias en pequeñas cantidades, son esenciales para la vida. Se dividen en:

- Vitaminas liposolubles: A, D, E y K. Relacionadas con la visión, huesos, antioxidación y coagulación.
- Vitaminas hidrosolubles: Complejo B y vitamina C. Participan en el metabolismo energético, sistema nervioso, salud digestiva y producción sanguínea.

Una deficiencia vitamínica puede afectar la inmunidad, reproducción, crecimiento, calidad de los productos animales (como huevos o leche) y aumentar la susceptibilidad a enfermedades. Por ello, muchas dietas incluyen premezclas vitamínicas para garantizar la cobertura de estos nutrientes (González, 2016).

Una dieta balanceada debe respetar la proporción entre energía (aportada por carbohidratos y grasas) y proteína, así como garantizar el aporte suficiente de vitaminas. Por ejemplo:

- Demasiada energía sin proteína = sobrepeso sin desarrollo muscular.
- Mucha proteína sin energía = oxidación de aminoácidos como fuente calórica (desperdicio).
- Carencia vitamínica = metabolismo lento o ineficiente.

La formulación moderna de raciones toma en cuenta estas relaciones y utiliza herramientas tecnológicas para ajustar los niveles de forma precisa y eficiente (Pomar & Remus, 2019).

### **3.4 Metabolismo**

El metabolismo es el conjunto de reacciones bioquímicas que ocurren en las células del cuerpo para transformar los nutrientes absorbidos en energía, estructuras celulares, compuestos funcionales y productos de desecho. En otras palabras, es el sistema de procesamiento interno que convierte el alimento en vida: crecimiento, movimiento, reproducción y producción (McDonald et al., 2011).

El metabolismo se da con el fin de cumplir funciones específicas como es el obtener energía química del entorno, a partir de la luz solar o de la degradación de moléculas ricas en energía, además, transforma las

moléculas nutrientes en precursores de las macromoléculas celulares, otra función es que sintetiza las macromoléculas celulares a partir de los precursores como última función es formar o degradar las biomoléculas necesarias para las funciones especializadas de las células. El metabolismo se clasifica en dos como es el catabolismos y anabolismo, (Moreno).

En la nutrición animal, comprender cómo funciona el metabolismo es clave para optimizar la alimentación, ya que permite entender cómo se utilizan los nutrientes, qué cantidad se requiere, y cómo se adaptan los animales a distintas fases productivas o condiciones ambientales. Cada especie animal tiene un metabolismo particular, influenciado por factores como la genética, edad, sexo, nivel de actividad, tipo de dieta y salud general (Mateos, 2015).

Por eso, en la agroindustria animal, se busca optimizar el metabolismo a través de una nutrición equilibrada, adaptada a cada especie y etapa. Además, herramientas como el "precision feeding" permiten ajustar las dietas en tiempo real según el desempeño del animal (Pomar & Remus, 2019).

### **3.4.1 Carbohidratos**

Los carbohidratos son sustancias importantes que se consumen como energía, se encuentran en los músculos en forma de glucógeno. Los carbohidratos en las plantas se presentan en forma de monosacáridos, disacáridos, almidones, celulosa y lignina. Las enzimas digestivas en los animales no pueden digerir la celulosa y la lignina, pero en el caso de los herbívoros, como las vacas y caballos; en el tracto digestivo los microorganismos funcionan para la descomposición y digestión de los alimentos, (Frandsen, 2016).

Los carbohidratos se descomponen por las enzimas digestivas como la amilasa y finalmente se convierten en monosacáridos como la glucosa, absorbiéndose de esta forma en el intestino delgado. La glucosa se utiliza para brindar energía a las células. El exceso de glucosa se almacena en el músculo y en el hígado en forma de glucógeno, o se almacena en las células de grasa de los órganos internos y la piel sintetizándose en triglicéridos, (Frandsen, 2016).

En los animales rumiantes, los microorganismos en el rumen descomponen los carbohidratos para producir ácidos grasos inferiores, como ácido acético, ácido butírico y el ácido propiónico. El ácido graso inferior es absorbido por las vellosidades de la pared del rumen y se utiliza como fuente de energía para el ganado. En el ganado vacuno, se dice que aproximadamente el 70% de la energía se obtiene de los ácidos grasos inferiores, por lo tanto, es importante establecer un ambiente activo de microorganismos del rumen para obtener una mejor capacidad del ganado, (Frandsen, 2016).

### **3.4.2 Proteína**

En los animales monogástricos la proteína bruta, por la acción de enzimas proteolíticas como pepsina o proteasa, se descompone en péptidos y aminoácidos de bajo peso molecular y se absorbe en el intestino delgado. Los aminoácidos absorbidos son transportados a los tejidos del cuerpo y las proteínas se sintetizan en las células de cada tejido, y estas proteínas constituyen músculos. Las proteínas sintetizadas se actualizan constantemente. El exceso de aminoácidos y proteínas descompuestas se transforman en amoníaco, extracto libre de nitrógeno y ácido úrico

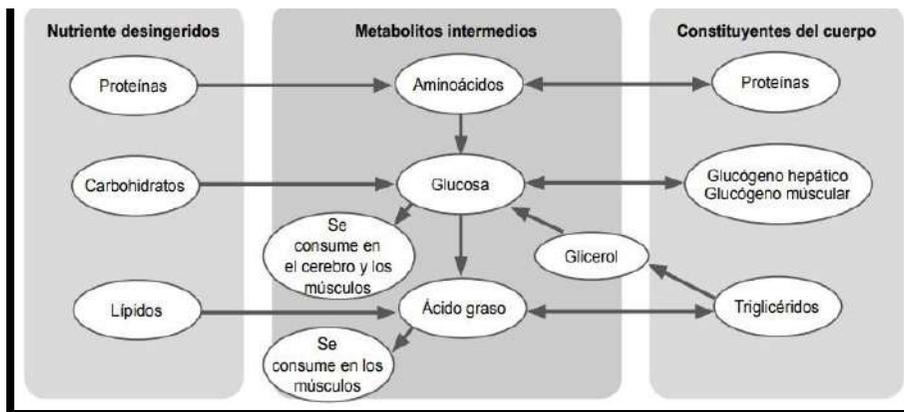
sintetizado del amoníaco y este se excreta a través de la orina, (Frandsen, 2016).

Para el crecimiento de microorganismos en el rumen, se utiliza mucho la proteína bruta en el ganado rumiante. Las bacterias crecidas se transportan en el tracto gastrointestinal inferior junto con el alimento en movimiento peristáltico de los órganos digestivos, que se digieren y absorben por la acción de las enzimas digestivas del abomaso y demás órganos digestivos. Por lo tanto, para el ganado rumiante las bacterias son una fuente valiosa de proteínas, como la proteína microbiana. La proteína cruda que no ha sido utilizada por las bacterias en el rumen recibe la acción de las enzimas digestivas en el abomaso y siguientes órganos digestivos, (Frandsen, 2016).

### **3.4.3 Lípidos**

En los animales monogástricos los lípidos se descomponen en ácidos grasos y glicerol por la lipasa secretada por la vesícula biliar y se absorben en el intestino delgado. Los ácidos grasos y glicerol absorbidos se sintetizan en triglicéridos en la pared del intestino delgado, se transportan por la sangre a las partes del cuerpo y se utiliza como energía. El exceso de triglicéridos se sintetiza en la grasa corporal. La energía de la grasa en comparación con otros nutrientes representa 2.25 veces de la cantidad de calor, (Frandsen, 2016). En el caso de rumiantes, el metabolismo se lleva a cabo en un 90% en el rumen, produciendo ácidos grasos volátiles como acético, propiónico y butírico. El 10% restante se metaboliza en el intestino delgado por acción directa de la lipasa y bilis, (Frandsen, 2016).

Ilustración 15 La absorción y el metabolismo de los nutrientes

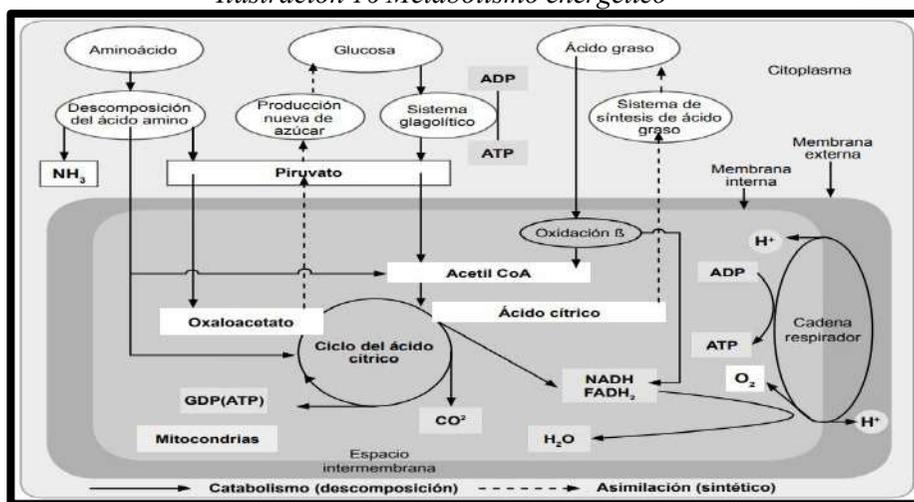


Fuente: (Frandsen, 2016)

### 3.4.4 Energía

La sustancia que da energía para mover el músculo animal se llama ATP (Trifosfato de Adenosina) y es la encargada de crear la energía, la cual además de ser muy eficiente, después de crear la energía, se convierte en ADP (Difosfato de Adenosina) y produce agua. El ATP producido se utiliza para el crecimiento del ganado, la proliferación celular, la absorción y la concentración intracelular y la contracción muscular, pero la mayor parte de la energía se pierde como energía térmica. Una serie de procesos para consumir la energía por la producción del ATP convirtiendo nutrientes, se llama metabolismo energético, (Frandsen, 2016). El ATP produce aminoácidos, glucosa y ácido graso a través de una variedad de procesos como se muestra en el gráfico.

Ilustración 16 Metabolismo energético



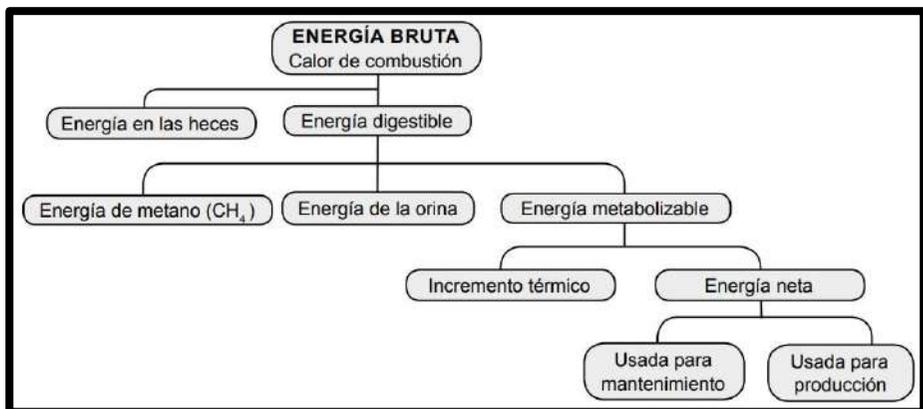
Fuente: (Frandsen, 2016)

El ATP se produce en los procesos metabólicos de la célula y existen tres procesos: ciclo del ácido cítrico, el proceso de descomposición de la glucosa (glucólisis) y la cadena respiratoria. El Ciclo del ácido cítrico se lleva a cabo en la mitocondria de la célula, para suministrar la energía para la producción de ATP. Esta es la vía metabólica de círculo que el ácido acético en el estado activo se descompone en azúcares y ácidos grasos, uniéndose con el ácido cítrico y convirtiéndose en oxalacetato, luego mientras se produce el cambio a diversos ácidos orgánicos, origina el dióxido de carbono, el agua y la energía, hasta últimamente retornar al oxalacetato. En la glucólisis, el ATP es producido por los procesos metabólicos de la glucosa incorporada en las células que se descomponen en ácido pirúvico. Durante el metabolismo que se produce en la membrana mitocondrial interna. La cadena respiratoria para generar el ATP en el proceso de hidrógeno es el agua junto con el oxígeno tomado desde el exterior por la respiración, (Frandsen, 2016).

### 3.4.4.1 Tipos de energías

- Energía bruta: es la energía que se incluye en los alimentos digeridos.
- Energía digestible: es la energía que el ganado puede digerir en los alimentos; y las porciones que no pueden ser digeridas, se excretan por medio de las heces.
- Energía metabolizable: es aquella energía total contenida en los gases y la orina que se produce en su cuerpo dentro de la energía digestible.
- Energía neta: es la energía metabolizable, se puede dividir en energía térmica generada en ese momento y la energía neta utilizada directamente al ganado. La energía neta se utiliza para la producción y el mantenimiento del cuerpo. Con el fin de calcular el alimento del ganado, son más utilizados los NDT (nutrientes digestibles totales), la energía digestible y la energía metabolizable de las cuales existe una amplia investigación.

*Ilustración 17 Clasificación de las energías*



*Fuente: (Frandsen, 2016)*

El valor de energía de los alimentos se obtiene sumando el valor de digestibilidad de cada componente, pero se considera que la grasa tiene unas

2.25 veces de la energía de otros componentes. El valor de digestibilidad de cada componente se calcula multiplicando por los componentes respectivos de la tasa de digestibilidad.

### **3.4.5 Vitaminas y minerales**

Las vitaminas y minerales forman parte de los nutrientes esenciales, es decir sustancias indispensables para el funcionamiento de nuestro cuerpo que además debemos obtener de la dieta, pues las personas no somos capaces de formarlas. Las cantidades que necesitamos de estas sustancias son muy pequeñas (microgramos o miligramos), por eso también forman parte de los llamados micronutrientes, (Mesa Ciruelo & Ortega Páez, 2014).

Estas sustancias realizan muchas funciones en nuestro organismo; estimulan el desarrollo de órganos y sistemas, regulan el sistema inmune, forman parte del sistema de reparación de tejidos, etc. En la edad pediátrica aún cobran mayor importancia ya que es una etapa de marcado crecimiento donde los tejidos del cuerpo están en pleno desarrollo y además existe un fuerte desarrollo intelectual, (Mesa Ciruelo & Ortega Páez, 2014)

Las vitaminas son sustancias importantes que tienen participación en el metabolismo del organismo, son un componente de coenzimas y enzimas que no pueden ser sintetizadas por el propio organismo, exceptuando las vitaminas del complejo B, que sí son sintetizadas por los microorganismos del rumen, (Frandsen, 2016).

#### **3.4.5.1 Vitaminas liposolubles**

Estas vitaminas se digieren y absorben en el organismo de la misma forma que los lípidos de la dieta. Una vez procesadas, los desechos se excretan con las heces a través de la bilis. Se almacenan sobre todo en el hígado y por

este motivo la manifestación de su deficiencia puede tardar más en aparecer que la de las vitaminas hidrosolubles, sustancias que prácticamente no retiene el organismo, (Villagrasa, 2018)

#### - Vitamina A

La fuente principal de vitamina A se encuentra en un pigmento vegetal denominado caroteno. Cuando los perros lo ingieren se transforma fácilmente en su intestino en vitamina A; no les sucede lo mismo a los gatos que deben tomarlo directamente del alimento que consumen. Además de encontrarlo en los vegetales, la leche, el hígado y la yema de los huevos contienen vitamina A. es fundamental para la visión, el crecimiento de los huesos, la reproducción y la conservación de los tejidos epiteliales.

La vitamina A no se encuentra como tal en vegetales, pero sí en forma de provitamina A (especialmente  $\beta$ -caroteno) en alimentos como:

- Pastos verdes y forrajes frescos.
- Zanahoria, alfalfa deshidratada, calabaza.
- Suplementos sintéticos (acetato de retinilo o palmitato de retinilo).

En animales monogástricos, se aporta generalmente mediante premezclas vitamínicas, ya que su conversión desde carotenoides es limitada. En rumiantes, el  $\beta$ -caroteno del pasto puede transformarse eficientemente en retinol en el hígado (FEDNA, 2021).

#### - Vitamina D

Contribuye a tener un esqueleto fuerte ya que permite la absorción del calcio y del fósforo, así como la fijación del calcio, es decir, hace que se almacene el calcio en el riñón y, por lo tanto, permanezca en

el cuerpo. Debido a esta relación la vitamina D es fundamental para la formación de los huesos, así como para el control nervioso muscular. Se necesita la radiación ultravioleta del sol para convertir los precursores de la vitamina D en su forma activa, conversión que se producen en las capas más externas de la piel, por lo que es más eficaz en los animales de piel clara y, pero corto. Tanto la vitamina D exógena como la endógena se almacenan en el hígado, el músculo y el tejido adiposo.

Existen dos formas activas principales:

- Vitamina D<sub>2</sub> (ergocalciferol): presente en vegetales y hongos.
- Vitamina D<sub>3</sub> (colecalfiferol): sintetizada en la piel de los animales mediante la exposición a la radiación ultravioleta y también presente en alimentos de origen animal.

#### - Vitamina E

Desempeña un papel clave como antioxidante natural en los animales. Su principal forma activa es el alfa-tocoferol, compuesto que protege las células contra el daño causado por los radicales libres, es decir, moléculas inestables que se generan durante el metabolismo celular normal o por estrés ambiental (Mateos, 2015).

Se encuentra en grandes cantidades en el hígado y en el tejido adiposo. Participa en la formación de las membranas celulares, así como en la respiración celular y en el metabolismo de las grasas. Actúan como antioxidantes y protege a los tejidos del organismo del daño que causan unas sustancias denominadas radicales libres, que tienen un importante papel en el proceso de envejecimiento. Las

fuentes de vitamina E es el aceite de girasol y el de oliva, así como las nueces, almendras y margarina.

Fuentes de vitamina E

- Aceites vegetales frescos (girasol, soya, maíz).
- Forrajes verdes (alfalfa, pastos recién cortados).
- Suplementos sintéticos (acetato de alfa-tocoferol) usados en premezclas y núcleos vitamínicos.

Es importante destacar que la vitamina E es sensible al calor, la luz y la oxidación, por lo que su concentración puede reducirse durante el almacenamiento o el procesamiento de los alimentos (FEDNA, 2021).

#### - Vitamina K

Es esencial para que la sangre realice sus funciones normales, en concreto para la coagulación. También en el metabolismo de los huesos y de otros tejidos. Una de sus formas, la filoquinona, se encuentra en las plantas verdes y otra, la menaquinona, la pueden sintetizar las bacterias del intestino grueso de perros y gatos por lo que sólo es necesario aportar un suplemento en el caso de que la flora intestinal se reduzca. El hígado, el huevo y algunos pescados son fuentes ricas en vitamina K.

Existen tres formas principales de vitamina K:

- K<sub>1</sub> (filoquinona): presente en plantas verdes.
- K<sub>2</sub> (menaquinona): producida por bacterias intestinales.
- K<sub>3</sub> (menadiona): forma sintética utilizada en suplementos para alimentación animal

Fuentes de vitamina K:

- Verduras de hoja verde (alfalfa, pastos frescos): ricas en vitamina K<sub>1</sub>.
- Microbiota intestinal: en rumiantes y algunas aves, la flora intestinal produce vitamina K<sub>2</sub> en cantidades suficientes.
- Premezclas vitamínicas: incluyen vitamina K<sub>3</sub> (menadiona), una forma estable y activa utilizada en la mayoría de las formulaciones comerciales.

En animales estabulados o en dietas muy procesadas, la suplementación es clave para evitar deficiencias.

#### 3.4.5.2 Vitaminas hidrosolubles

Son aquellas vitaminas que se encuentran y se disuelven con el agua de nuestro cuerpo, como la sangre. Debido a esto, es relativamente fácil eliminar su exceso, ya sea a través de la orina o el sudor. Así pues, como casi nunca se almacenan, es muy importante consumir diariamente este tipo de vitaminas. Dentro de las vitaminas hidrosolubles encontramos las del grupo B y la C, (Villagrasa, 2018).

A diferencia de las liposolubles, las vitaminas hidrosolubles no se acumulan fácilmente y su exceso suele eliminarse por la orina, lo que reduce el riesgo de toxicidad, pero aumenta el riesgo de deficiencia si la dieta no está bien formulada (Mateos, 2015).

Estas vitaminas cumplen funciones metabólicas cruciales, como la conversión de nutrientes en energía, el mantenimiento del sistema nervioso, la producción de glóbulos rojos, y la salud de la piel y mucosas. En animales en crecimiento o bajo condiciones de estrés, sus requerimientos pueden aumentar notablemente (McDonald et al., 2011).

#### 3.4.5.3 Vitamina B1-tiamina

La tiamina se encuentra en los frutos secos, las legumbres, la carne y en pescados como el atún o las sardinas. Participa en el metabolismo glúcido y es muy importante para el sistema nervioso. Su consumo previene el cansancio, la anemia o la irritabilidad. Se recomienda ingerir 1mg de vitamina B1 al día.

Participa activamente en el metabolismo de los carbohidratos. Su función principal es actuar como coenzima en reacciones de descarboxilación, que permiten la conversión de glucosa en energía (ATP). Es especialmente importante en tejidos con alta demanda energética, como el cerebro, el sistema nervioso y el músculo (González, 2016).

Fuentes naturales de tiamina

- Cereales integrales (trigo, maíz, arroz no pulido).
- Salvado de arroz, afrecho de trigo, levaduras.
- Premezclas vitamínicas sintéticas.

En los rumiantes, la flora ruminal sintetiza tiamina, pero en situaciones de estrés, acidosis ruminal o uso excesivo de concentrados, esta síntesis puede verse alterada, provocando deficiencia (FEDNA, 2021).

#### 3.4.5.4 Vitamina B2-riboflavina

La vitamina B2 es esencial para el metabolismo y está presente en la leche, huevos, tejidos animales, carnes magras, pescados y vegetales de hoja verde, como el brócoli o las espinacas. Se recomienda consumir entre 0,9 y 1,1mg al día, dependiendo del estado fisiológico de la persona.

Es una coenzima esencial que participa en numerosas reacciones metabólicas relacionadas con la producción de energía. Es un componente de las flavoproteínas, enzimas implicadas en la respiración celular, es decir,

en el proceso mediante el cual las células obtienen energía a partir de los nutrientes (Mateos, 2015).

Fuentes de riboflavina en la alimentación animal

- Harinas vegetales y de leguminosas (aunque con biodisponibilidad variable).
- Levadura seca de cerveza, subproductos lácteos, forrajes verdes.
- Premezclas vitamínicas sintéticas con riboflavina altamente disponible.

En animales rumiantes adultos, la flora ruminal puede cubrir parte de sus necesidades, pero en corderos, terneros o animales enfermos, puede ser necesario suplementar (FEDNA, 2021).

#### 3.4.5.5 Vitamina B3-niacina

El niacina contribuye a que tengamos energía y que nuestro sistema nervioso esté equilibrado químicamente. Fomenta el buen funcionamiento de las neuronas y la producción de hormonas esteroideas. Se recomienda ingerir unos 15mg diarios de B3, que la encontrarás en sardinas, atún, vísceras, legumbres, cacahuetes y harinas vegetales.

Incluye dos formas activas: ácido nicotínico y nicotinamida. Se trata de una vitamina hidrosoluble esencial, ampliamente involucrada en el metabolismo energético, ya que forma parte de las coenzimas NAD y NADP, que participan en la respiración celular, la síntesis de ácidos grasos y la reparación del ADN (McDonald et al., 2011).

En la alimentación animal, el niacina juega un papel clave en el crecimiento, la salud cutánea, la función digestiva y el desempeño productivo. Aunque algunos animales pueden sintetizarla a partir del aminoácido triptófano, esta

vía no siempre es suficiente para cubrir sus requerimientos nutricionales, especialmente en especies monogástricas como aves y cerdos (Mateos, 2015), fuentes alimenticias de niacina:

- Subproductos de cereales (salvado de trigo, maíz, arroz).
- Harinas de carne, pescado y soya.
- Levadura de cerveza.
- Premezclas vitamínicas sintéticas, especialmente necesarias en animales en crecimiento o confinados.

Cabe señalar que el niacina puede estar presente en forma ligada (no disponible) en algunos ingredientes vegetales, como el maíz, lo que disminuye su biodisponibilidad, especialmente en aves y porcinos (FEDNA, 2021).

#### 3.4.5.6 Vitamina B5-ácido pantoténico

La B5 participa en los procesos por los cuales obtenemos energía a partir de los alimentos. También contribuye a la producción de colesterol y otras grasas esenciales. Su consumo diario recomendado es de 5mg y se encuentra en muchos alimentos, como en el pollo, derivados de la leche, aguacate, brócoli, champiñones o en la yema de los huevos.

Conocida también como ácido pantoténico, es una vitamina hidrosoluble esencial en el metabolismo animal. Aunque no suele ser tan conocida como otras del complejo B, su presencia es indispensable para funciones vitales, especialmente porque forma parte de la coenzima A (CoA), molécula clave en el metabolismo energético y en la síntesis de ácidos grasos, hormonas y neurotransmisores (Mateos, 2015).

El ácido pantoténico es requerido por todas las células del cuerpo animal y su déficit puede provocar alteraciones graves, en especial en animales jóvenes o en producción intensiva.

## Fuentes de ácido pantoténico

- Levaduras, salvado de trigo, afrecho de arroz, soja.
- Harinas de pescado y carne.
- Alfalfa deshidratada y subproductos de origen animal.
- Premezclas sintéticas, necesarias en aves, cerdos y peces, que tienen altos requerimientos.

Los rumiantes adultos pueden cubrir sus necesidades gracias a la síntesis microbiana en el rumen, aunque los terneros lactantes requieren suplementación externa (McDonald et al., 2011).

### 3.4.5.7 Vitamina B6-piridoxina

La piridoxina participa en la formación de glóbulos rojos, provee de oxígeno a las células y favorece un buen funcionamiento intestinal. Se recomienda consumir 1,5mg diarios y se obtiene en los plátanos, salmón, hígado, nueces y carne magra de cerdo, entre otros alimentos.

Es de gran importancia en la nutrición animal debido a su participación en el metabolismo de los aminoácidos, la producción de neurotransmisores, y la formación de hemoglobina. Sus formas activas incluyen piridoxal, piridoxamina y piridoxina, siendo el piridoxal fosfato (PLP) la coenzima funcional más relevante (McDonald et al., 2011).

Esta vitamina es indispensable en animales en crecimiento, gestación, lactancia o bajo condiciones de estrés fisiológico, ya que permite un uso eficiente de las proteínas y ayuda a mantener funciones neurológicas y sanguíneas saludables.

## Fuentes de vitamina B6 en la dieta animal

- Levaduras, salvado de trigo y maíz.
- Harinas de pescado, carne y soya.

- Leguminosas secas.
- Suplementos vitamínicos sintéticos en forma de piridoxina HCl.

En rumiantes adultos, la flora microbiana ruminal produce suficiente vitamina B6. Sin embargo, en animales jóvenes, aves, cerdos o peces, su suplementación es esencial (FEDNA, 2021).

#### 3.4.5.8 Vitamina B8-biotina

Esta vitamina interviene en el metabolismo de carbohidratos, proteínas y grasas. Se recomienda consumir unos 30mg diarios y está presente en hígado, yema de huevo, cereales integrales, patata y pescados.

Especialmente por su participación en el metabolismo energético y la salud de la piel, pezuñas y pelaje o plumaje. Aunque se necesita en pequeñas cantidades, su presencia es vital, ya que actúa como coenzima en reacciones carboxilantes, involucradas en la síntesis de ácidos grasos, gluconeogénesis y metabolismo de aminoácidos (McDonald et al., 2011).

En animales productivos, como aves, cerdos y rumiantes lecheros, la biotina es fundamental para mantener la integridad estructural del epitelio y los tejidos queratinizados, evitando lesiones en la piel, debilidad de las pezuñas o problemas de eclosión en huevos.

#### Fuentes de biotina en la alimentación animal

- Harinas de pescado, carne y sangre.
- Salvado de trigo, afrecho de arroz, levaduras.
- Forrajes frescos y subproductos fermentados.
- Premezclas vitamínicas (biotina sintética).

En rumiantes, la flora microbiana ruminal produce biotina, aunque en vacas de alta producción se ha observado que la suplementación mejora la calidad de las pezuñas y reduce la incidencia de cojeras (González, 2016).

#### 3.4.5.9 Vitamina B9-ácido fólico

Resulta esencial para los procesos biológicos de mantenimiento y reparación de células. Además, junto con la B12, contribuye a la formación de glóbulos rojos. Verduras y hortalizas, como las espinacas, el brócoli o la col, así como las legumbres y los frutos secos, son alimentos ricos en ácido fólico.

Es esencial para los animales debido a su participación en los procesos de formación de células nuevas, en especial glóbulos rojos y células del sistema inmunológico, así como en la síntesis del ADN y ARN. Su rol cobra una importancia especial en animales en crecimiento, hembras gestantes, y sistemas de producción intensiva, donde la regeneración celular es constante y acelerada (McDonald et al., 2011).

El ácido fólico actúa en forma de tetrahidrofolato (THF), su forma activa, que sirve como coenzima en la transferencia de grupos mono-carbonados, una función vital en múltiples rutas metabólicas del organismo (Mateos, 2015).

Fuentes naturales de ácido fólico

- Hojas verdes (alfalfa, espinaca, pasto fresco).
- Harinas de alfalfa deshidratada.
- Levadura de cerveza.
- Subproductos vegetales fermentados.
- Premezclas vitamínicas sintéticas (ácido pteroilglutámico).

En rumiantes adultos, la flora ruminal puede sintetizar cantidades suficientes, pero los terneros, corderos jóvenes, aves, cerdos y animales en producción intensiva necesitan una fuente externa fiable (FEDNA, 2021).

#### 3.4.5.10 Vitamina B12-cianocobalamina

La conocida B12 es esencial para la formación de glóbulos rojos, regeneración de tejidos y para el sistema nervioso. Se recomienda consumir unos 3mg al día. Se encuentra en los huevos, los productos lácteos, la carne roja o pescados como el salmón y la caballa.

Su papel en el metabolismo celular, la formación de glóbulos rojos, la síntesis de ADN y el funcionamiento del sistema nervioso. Lo que distingue a esta vitamina del resto del complejo B es que contiene cobalto en su estructura, un elemento mineral indispensable para su función (McDonald et al., 2011).

A diferencia de otras vitaminas hidrosolubles, la vitamina B12 se almacena en el hígado en cantidades significativas, pero su disponibilidad depende de la dieta, la especie animal y la presencia de una flora intestinal saludable o de suplementos adecuados.

#### Fuentes de vitamina B12

- Exclusivamente de origen microbiano o animal, como:
- Harinas de pescado, sangre o carne.
- Subproductos cárnicos.
- Levadura enriquecida.
- Premezclas sintéticas, fundamentales en animales monogástricos como cerdos y aves.

Es importante destacar que no se encuentra en alimentos de origen vegetal. En los rumiantes adultos, la flora ruminal puede sintetizar vitamina B12 solo si hay suficiente cobalto en la dieta (FEDNA, 2021).

#### 3.4.5.10 Vitamina C- ácido ascórbico

La vitamina C fortalece el sistema inmunitario, mejora la cicatrización de heridas y facilita la absorción de calcio y hierro. Se recomienda consumir unos 100mg al día y, como ya sabrás, esta vitamina puedes encontrarla en cítricos (naranja, mandarina, kiwi, etc.), pimiento, coliflor, brócoli y coles de Bruselas.

Es de gran relevancia en la nutrición animal por su papel como antioxidante, inmunoestimulante y cofactor enzimático. Aunque no todos los animales requieren su suplementación en la dieta, en muchas especies de interés zootécnico es clave para enfrentar el estrés, fortalecer la inmunidad y mantener funciones fisiológicas esenciales (McDonald et al., 2011).

Una característica notable es que algunos animales pueden sintetizarla en el hígado a partir de la glucosa, como los rumiantes y los cerdos. Sin embargo, aves, peces y humanos no tienen esta capacidad y dependen completamente del aporte dietético (Mateos, 2015).

#### Fuentes de vitamina C

- Frutas frescas (cítricos, papaya).
- Hortalizas (brócoli, espinaca, tomate).
- Alfalfa verde y forrajes recién cosechados.
- Premezclas vitamínicas sintéticas, especialmente en especies que no la sintetizan.

En la nutrición animal moderna, el ácido ascórbico sintético se utiliza con frecuencia en pollos de engorde, gallinas ponedoras, peces y animales en ambientes calurosos o de alta exigencia productiva (FEDNA, 2021).

### 3.4.6 Agua

El agua no es un nutriente. Sin embargo, tiene una función importante de mantener vivos los organismos. El agua representa aproximadamente el 60-70% del peso corporal del animal (en el recién nacido se estima que es el 80%). Es una sustancia importante, debido a que si el animal pierde un 10% de la misma puede producirse su muerte. El agua está presente en el cuerpo de los animales, proporcionando nutrientes, metabolitos y residuos que, estando disueltos, pueden llegar a cualquier parte del organismo que lo necesite, también está involucrado en el metabolismo de las sustancias. Por otra parte, sirve para mantener la temperatura corporal constante a través de los diferentes mecanismos (conducción, evapotranspiración, salivación, jadeo, respiración, sudoración, etc). Por lo tanto, es necesario proporcionar suficiente agua limpia a los animales, (Frandsen, 2016).

Todos los procesos fisiológicos digestión, absorción, circulación, excreción, regulación de temperatura, crecimiento y reproducción dependen directa o indirectamente del agua. Su presencia es tan fundamental que los animales pueden sobrevivir más tiempo sin alimento que sin agua (McDonald et al., 2011).

### 3.4.7 Trastornos metabólicos

Las enfermedades metabólicas se presentan cuando se altera el equilibrio entre el aporte nutricional de la dieta y los requerimientos del animal, ya sea por deficiencia o por sobrepasar los límites fisiológicos normales, incidiendo en el desempeño productivo y reproductivo del animal, (Rivera Gaona, 2020).

La manera de poder afrontar este aspecto es mediante el suministro durante todo el año de alimentos conservados y almacenados, de una composición

y calidad uniforme, tipo ensilajes, heno, henolaje. Esto cobra especial sentido si se considera que la alimentación representa alrededor del 60% de los costos variables de una explotación lechera, (Rivera Gaona, 2020).

#### 3.4.7.1 Enfermedades metabólicas de los bovinos

- Hipocalcemia-fiebre de leche

Es una de las más comunes de las enfermedades metabólicas. Se presenta por el descenso brusco de las concentraciones de Calcio (CA) y Fósforo (P) en la sangre debido a su traslado a la glándula mamaria para la producción de calostro y a la baja movilización desde el tejido óseo, para compensar esta disminución. Cuando las concentraciones de Ca en el tracto digestivo disminuyen, se secreta parathormona (PTH) en la glándula paratiroides, se estimula la síntesis del metabolito activo de la vitamina D y la absorción de calcio intestinal. El magnesio juega un papel fundamental en el metabolismo del calcio, ya que es un intermediario clave en la resorción ósea de calcio en respuesta a la PTH, (Rivera Gaona, 2020).

En la Hipocalcemia se observa intensa depresión, apatía, cabeza doblada sobre el cuerpo, temperatura baja (hipotermia), pupila normal o dilatada, cola flácida, pérdida del reflejo anal. Es de resaltar que un 30% de las vacas tratadas por Hipocalcemia, no se levantan hasta después de 24 horas, aun después de dos tratamientos. La mayoría está echada, despierta, atenta, come y bebe moderadamente. La frecuencia cardíaca entre 80 y 100 por minuto, respiración normal o ligeramente agitada, defecación normal o con moco, (Rivera Gaona, 2020).

- Hipomagnesemia

Se produce por la disminución de la concentración plasmática de Magnesio (Mg), es debida a una menor ingesta de magnesio a través de la alimentación. A diferencia de lo que ocurre con el Ca, las concentraciones plasmáticas de Mg no tienen ningún mecanismo de regulación hormonal. Más aún, el pool de Mg de disponibilidad inmediata para suplir las variaciones de la concentración plasmática es mínimo. Por lo tanto, las concentraciones plasmáticas de Mg están determinadas esencialmente por la absorción de Mg en el tracto gastrointestinal, principalmente en rumen y omaso, a través de mecanismos activos que son afectados negativamente por diferentes factores entre los cuales cabe mencionar la inducción de diarrea cuando el pasto es tierno y succulento, el pH ruminal y el desbalance en la relación Sodio-Potasio (Na:K) ruminal asociado a un elevado contenido de Potasio (K) en los forrajes (> 2% MS). Por tanto, el mantenimiento de la concentración de Mg depende del suministro diario en la dieta. El requerimiento diario de magnesio es de 30 g para adultos y 6 a 7 g para terneros. En la Hipomagnesemia se aprecia excitación, temblores y tetania, (Rivera Gaona, 2020).

- Hipofosfatemia

Se debe a contenidos de Fósforo bajos en la dieta, los cuales son insuficientes para los requerimientos de mantenimiento del organismo. El Fósforo (P) participa en el metabolismo y absorción de la glucosa, metabolismo de las proteínas, contribuye al mantenimiento del equilibrio ácido-básico en la sangre. Además, hace parte de la composición de la membrana celular. El P reacciona con Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Mo, Cd, Al y Pb. La absorción del Fósforo en el intestino se

lleva a cabo mediante contracorriente de concentración en presencia de Ca, siendo Sodio dependiente y está íntimamente ligada a la del Ca. La excreción de P se produce en el tracto gastrointestinal y el riñón, siendo este último el regulador de la concentración de P en la sangre, regido por la parathormona la cual bloquea la reabsorción del P cuando éste aumenta con relación al Ca en la sangre, (Rivera Gaona, 2020)

- Acetonemia-cetosis

Ocurre como resultado de un aumento de la concentración de cuerpos cetónicos en el plasma sanguíneo, la orina y la leche. Las principales fuentes de energía en el animal son los ácidos acéticos, butírico y propiónico producidos por la fermentación del pasto. El ácido propiónico es el principal precursor de carbohidratos y el único con propiedades anticetogénicas. Cuando se presenta una ingestión calórica inadecuada y un desequilibrio de las sustancias anticetogénicas, se produce inminentemente la Cetosis, que es otra de las enfermedades metabólicas con gran presencia en los hatos lecheros. Los ácidos grasos almacenados en la grasa corporal son transformados en dióxido de carbono para el suministro de energía o parcialmente oxidados en cuerpos cetónicos y acetona, (Rivera Gaona, 2020).

Poco después del parto hay un aumento marcado de la necesidad de glucosa, ácidos grasos y amino- ácidos para la producción de leche. Cuando las vacas se encuentran en un BEN severo, se moviliza mucho tejido graso para suplir estas necesidades, sin embargo, y debido a la gran demanda de glucosa, esta grasa corporal no puede ser convertida en energía a través de los mecanismos metabólicos corrientes, por lo que se presenta una alta acumulación de cuerpos cetónicos, dando origen a la Acetonemia. Por ello al menos el 50% de las vacas entran en

un período temporal de Cetosis subclínica en el primer mes de lactancia. Esto permite el mantenimiento de la glucosa sanguínea, a pesar del incremento de la demanda de glucosa circulante ocasionando solo una breve caída alrededor de las primeras dos semanas posparto, (Rivera Gaona, 2020).

- Síndrome de la vaca gorda

Se presenta en aquellas hembras que llegan con sobrepeso al momento del parto, por un exceso en la ingestión de energía (concentrados, ensilaje de maíz) y engrasamiento excesivo, debido a un período seco largo y sobrealimentación o preparaciones para ferias de exposición. Estas vacas “demasiado gordas” son más susceptibles de padecer los trastornos metabólicos enumerados anteriormente. Asociada a la pérdida de regulación de los procesos fisiológicos metabólicos, hormonales y nutricionales durante el periparto, debido a la reducción del consumo de nutrientes esenciales, se presenta una inmunosupresión orgánica, debida a la incapacidad de regulación asociada al estrés metabólico de los cambios fisiológicos, hormonales que enfrenta la vaca en este período. Lo que produce a su vez una mayor incidencia de afecciones infecciosas como retención de placenta, metritis, mastitis, complicando el cuadro de salud del animal, (Rivera Gaona, 2020).

#### 3.4.7.2 Enfermedades metabólicas de los pollos

- Raquitismo

El raquitismo está causado por una deficiencia o desequilibrio del calcio, Vitamina D3. La enfermedad sucede cuando existe un desequilibrio de estos nutrientes o si la dieta es deficiente en cualquiera de ellos. Algunos medicamentos y las toxinas de hongos también

pueden causar el raquitismo. La condición resulta en huesos suaves, que a menudo se doblan, por lo que de esta manera se restringe la capacidad del ave de ponerse de pie y caminar, (Dunkley, 2012). El raquitismo se puede prevenir o tratar si la condición se diagnostica a tiempo. Para que suceda la calcificación normal del hueso, el calcio y el fósforo se deben suministrar en cantidades adecuadas y también se necesitan suministrar en la relación correcta uno al otro (2:1). Si hay demasiado o muy poco de estos minerales, puede dar como resultado el raquitismo. La vitamina D3 es importante porque regula la absorción del calcio, (Dunkley, 2012).

- Fatiga de jaula

La fatiga de jaula (CLF, por sus siglas en inglés) se observó por primera vez a mediados del siglo XX, poco después de que los productores de ponedoras empezaron a alojar a las gallinas de postura en jaulas. Aunque las dietas de gallinas ponedoras están formuladas específicamente para ser completas desde el punto de vista de la nutrición, la fatiga de la ponedora enjaulada se describe como una enfermedad nutricional, además de que es una causa importante de muerte en gallinas ponedoras alojadas en jaulas. Esta condición por lo general sucede en aves alrededor del pico de producción de huevo, la cual puede también relacionarse con la osteoporosis, una condición que hace que se hagan quebradizos los huesos, (Dunkley, 2012).

Las aves que sufren de CLF van a perder el control de las patas y se van a recostar de lado. Generalmente no existe la pérdida en la producción de huevo ni de la calidad del cascarón o del interior del huevo. Algunos huesos se pueden fracturar y algunos se rompen cuando se manipula a las aves. Debido a que la condición es más prevalente en las gallinas en

jaulas que las que están en corrales en el suelo, el ejercicio puede desempeñar un papel importante en la prevención y tratamiento de esta condición. Las gallinas se van a recuperar si se cambian de las jaulas y se les permite caminar normalmente en el piso, (Dunkley, 2012).

- Síndrome del hígado graso

El síndrome del hígado graso es uno de los trastornos metabólicos más importantes que se observan durante los periodos de alta producción en las gallinas ponedoras. El primer signo de esta enfermedad es un incremento en la mortalidad de la parvada. Hay varios factores que pueden causar un aumento en la acumulación de grasa en los hepatocitos, entre los que incluyen una alta producción de huevo, toxinas, desequilibrios nutricionales, consumo excesivo de dietas altas en energía, deficiencia de nutrientes que movilizan la grasa del hígado (agentes lipotrópicos), desequilibrios endócrinos y componentes genéticos. El síndrome del hígado graso en pollos es el resultado de una acumulación excesiva de grasas cuando el transporte de lipoproteínas se trastorna. El hígado es el principal sitio de la síntesis de lípidos en las especies aviarias, el cual es muy activo en las hembras adultas que están produciendo huevos, (Dunkley, 2012).

El síndrome del hígado graso sin grasa excesiva está relacionado con micotoxinas en el alimento. Un hígado graso va a contener alrededor del 55 por ciento de grasa, en contraposición con un hígado normal que tiene 36 por ciento de grasa. La muerte generalmente ocurre por la ruptura del hígado junto con fuertes hemorragias. El síndrome del hígado graso se da en aves que están en un balance energético positivo (esto es, una sobreoferta de energía) por lo que se puede usar el monitoreo del peso corporal para diagnosticar la enfermedad. La

modificación de la dieta se puede usar para prevenir o tratar este síndrome, (Dunkley, 2012).

### **3.5 Clasificación y características de los alimentos**

Los alimentos que se utilizan en la alimentación del ganado se dividen en:

- Alimentos voluminosos, (forrajes, pastos, subproductos del procesamiento de productos agrícolas).
- Alimentos concentrados, que pueden ser proteicos o energéticos y los aditivos nutricionales y no nutricionales.

#### **3.5.1 Alimentos Voluminosos.**

Son los pastos, forrajes y residuos agrícolas como bagazo de caña de azúcar y paja de arroz, por lo general son voluminosos, poco digestibles y tienen pocos nutrientes. Sin embargo, cuando los pastos son jóvenes su digestibilidad y valor nutritivo en materia seca son altos. Después de espigar y florecer, aumentan gradualmente los componentes digeribles y no digeribles como lignina, y disminuye el valor nutritivo de tallos y hojas de pastos; almacenándose los nutrientes en el fruto de las plantas. (INATEC, 2016)

- Forrajes.

Son productos de origen vegetal llamados también voluminosos o groseros porque tienen bajo peso por unidad de volumen. Esta clasificación incluye productos de gran variabilidad fisicoquímica. La mayoría de los forrajes incluidos en esta categoría tienen altos tenores de fibra bruta (FB), más del 18 %. La pared celular tiene una composición variable, pero contiene cantidades apreciables de lignina (L), celulosa, hemicelulosa, pectina, sílice y otros componentes en cantidades menores. La lignina está asociada

estrechamente a los carbohidratos de la pared con los que forma complejos que dificultan la acción enzimática. Se puede dividir en:

- Pasturas Frescas.

Son el alimento natural de los herbívoros en pastoreo, base de la ganadería de nuestro país. Se dividen en especies: naturales y cultivadas, anuales y perennes, siendo las familias más importantes: gramíneas y leguminosas. (Parsi, y otros, 2001)

*Tabla 4 Composición nutricional de algunos pastos*

<b>Alimento</b>	<b>MS%</b>	<b>PB%MS</b>	<b>Dig%MS</b>	<b>ME Mcal/kg MS</b>	<b>CA%MS</b>	<b>P%MS</b>
<b>Alfalfa</b>	20,9	21,2	62,5	2,25	2,26	0,35
<b>Festuca</b>	2,0	17,6	68,6	2,47	0,76	0,48
<b>Sorgo Sudan</b>	28,3	11,9	64,0	2,31	0,43	0,17
<b>Maíz</b>	31,0	9,8	62,6	2,26	0,33	0,14
<b>Pasto Llorón</b>	28,0	10,6	62,0	2,24	0,27	0,24

Fuente: (Parsi, y otros, 2001)

### 3.5.1.2 Conservados.

- Henos.

Son los forrajes deshidratados naturalmente (curado al sol) o en forma artificial para lograr su conservación y ser usados en momentos de escasez de alimento o de suplementación estratégica. Según su presentación física se denominan fardos o rollos. El objetivo de la henificación es cosechar el cultivo al estado óptimo de madurez que provea la máxima producción de nutrientes digestibles/ha. (Parsi, y otros, 2001)

Para obtener un buen heno el contenido de humedad debe ser reducido al 20%, para facilitar el almacenaje sin pérdida de calidad. Otros factores que contribuyen a su calidad son: madurez del cultivo, método de henificación, condiciones climáticas durante la cosecha. Las pérdidas que ocurren son físicas, pérdida de hojas o recuperación incompleta del forraje cosechado. (Parsi, y otros, 2001)

- Ensilajes.

Es el material producido por una fermentación anaeróbica controlada con elevado porcentaje de humedad. Hay producción de ácidos orgánicos, especialmente el ác. láctico, por bacterias que crecen en medio anaeróbico. Muchos factores intervienen en la realización de un ensilaje palatable de alto valor nutritivo:

- 1.- % MS del forraje antes de ser colocado en el silo.
- 2.- Composición en el momento del corte.
- 3.- Actividad de las enzimas de la planta.
- 4.- Presencia de aire.
- 5.- Tipo de microorganismos presentes y su desarrollo.
- 6.- Producción de ácidos y bases orgánicos.
- 7.- Acidez apropiada.

Inicialmente cuando se coloca el forraje en el silo los microorganismos dominantes son aerobios. Se requiere la compactación del material en el silo para reducir la cantidad de oxígeno y favorecer una buena fermentación. En 4 días habrá cientos de millones de bacterias lácticas por gramo de ensilaje. Las bacterias metabolizan los carbohidratos solubles produciendo secuencialmente distintos ácidos, los que reducirán el pH a 4-4.2, punto en el cual la acidez inhibirá otras fermentaciones. El nivel de ácido láctico en un ensilaje bien preservado está alrededor del 8 %. La calidad del producto

final estará dada por el nivel de humedad y la temperatura durante la fermentación. Los cambios químicos que tienen lugar inmediatamente después del corte son los mismos que para el heno, siendo el resultado de la actividad aeróbica de las enzimas de la planta. El producto final difiere del material original por la presencia de una cantidad considerablemente de ácidos orgánicos y menor cantidad de proteínas, ya que las mismas han sido hidrolizadas, lo que provoca un elevado tenor de nitrógeno soluble. Además, el caroteno es bien preservado y contiene la misma cantidad de fibra y minerales. Los azúcares son el sustrato más disponible para la fermentación. En gramíneas jóvenes los azúcares totales, incluyendo los fructosanos, son bajos, pero tienden a aumentar cuando la planta madura, alcanzando el pico cerca de floración. El punto de máximo contenido de azúcares es el ideal para realizar el corte. El silo bolsa ha adquirido una creciente popularidad como práctica de conservación. Se hace presionando el forraje a 600-700 Psi dependiendo del tipo, para llenar una bolsa horizontal de polietileno. Debe ser consumido dentro del año. (Parsi, y otros, 2001)

*Tabla 5 Composición nutricional de algunos conservados*

Alimento	MS%	PB%MS	Dig%MS	ME Mcal/kg MS	CA%MS	P%MS
<b>Henos</b>						
<b>Alfalfa</b>	85,1	16,2	57,01	2,06	1,40	0,19
<b>Moha</b>	92,5	7,2	63,7	2,29	0,43	0,26
<b>Ensilajes</b>						
<b>Maíz</b>	27,9	8,4	68,2	2,46	0,28	0,21
<b>Sorgo</b>	29,4	7,3	56,3	2,03	0,25	0,18

*Fuente: (Parsi, y otros, 2001)*

- Pajas, Rastrojos y Diferidos.

Gran cantidad de residuos de cosechas están disponibles especialmente de los cultivos anuales. En forma general se caracterizan por poseer: bajos % PB la cual tiene baja Dig., altos tenores de carbohidratos estructurales muy lignificados. Habiendo estado expuestos en forma continua a la acción del sol y las lluvias, el producto resultante posee escaso valor energético, mineral y vitamínico. Su uso fundamental es con rumiantes, siendo la limitación el tenor de PB que es inadecuado para mantener una normal actividad microbiana en el rumen.

- Rastrojo de maíz.

Se ha estimado que el 40 % del valor energético de la planta permanece en el campo después de la cosecha. El método de recuperarlo es el pastoreo directo, siendo la cantidad de este residuo aprovechada por el ganado de alrededor del 25 %. Está formado por 54 % de tallos, 12 % de hojas, 21 % de marlo y 13 % de chala (cubierta de la espiga) siendo ésta la parte más digestible.

- Rastrojo de sorgo.

La planta de sorgo es la única que no muere a la madurez fisiológica y continúa fotosintetizando hasta las heladas. El residuo remanente a la cosecha de semilla permanece verde, su nivel proteico y la Dig. de la MS son mayores que para los otros residuos.

- Pajas de granos finos.

Poseen bajo valor nutricional debido al alto porcentaje de lignina, lo que afecta la Dig. y el consumo. La paja de trigo es la de menor valor siendo algo superior la de cebada. Con respecto a la de avena, puede cubrir los

requerimientos de mantenimiento, pero tiene poco valor para animales en crecimiento y lactancia.

- Chala de maní.

El maní es una leguminosa de ciclo estival cultivada como oleaginosa. El residuo de la cosecha (chala) es un interesante recurso para la alimentación del ganado de manera que se acondiciona en parvas o fardos para su posterior utilización durante el invierno. Contiene un tenor de PB de 8 %, dependiendo su calidad de la forma de recolección, almacenaje y porcentaje de los distintos componentes (hojas-tallos, corona, raíces y frutos). El grano de maní se usa en gran medida para consumo humano, por lo que se remueve la piel (testa). Ésta contiene alrededor de 17 % de PB y 26 % de EE lo que hace posible su uso como ingrediente para raciones de cerdos. Aunque el Análisis Proximal indica que la piel de maní puede ser un buen componente de la ración para cerdos en terminación, las investigaciones demuestran que tiene un efecto detrimental sobre la performance cuando se usa para reemplazar solamente el 10 % de maíz, posiblemente a causa de su alto contenido en tanino.

- Residuo de soja.

Está compuesto de 30 % de vainas y de los tallos prácticamente no se colectan las hojas. Las vainas tienen menor contenido de PC (53 %) y L que los tallos y mayores tenores de PB (12 %). Los tallos tienen alrededor del 20 % de L y por lo tanto muy baja Dig.

- Pasturas diferidas.

Son las que completan su ciclo sin haber sido aprovechadas. Se usan para proveer alimento en períodos de escasez de forraje. Por encontrarse

al final de su estado fenológico tienen: alto contenido de PC y bajo porcentaje de PB, característica similar a los rastrojos. (Parsi, y otros, 2001)

*Tabla 6 Composición nutricional de algunas pajas, rastrojos y diferidos*

Alimento	MS%	PB%MS	Dig%MS	ME Mcal/kg MS	CA%MS	P%MS
Paja de Trigo	90,1	3,6	44,1	1,59	0,17	0,08
Rastrojo de Maíz	85,0	6,6	44,9	1,62	0,57	0,10
Rastrojo de Soja	88,9	4,8	41,7	1,50	0,82	0,18
Diferido de Pasto Llorón	88,0	4,9	46,0	1,65	0,32	0,19

*Fuente: (Parsi, y otros, 2001)*

### **3.6 Alimentos concentrados**

Se denominan así porque tienen gran cantidad de elementos nutritivos en relación con su peso. Aquí se incluyen todos los granos de cereales y sus harinas (maíz, cebada, trigo, avena, sorgo, centeno, etc.), los granos de leguminosas, las tortas o harinas de oleaginosas y los propios granos de oleaginosas (soja, girasol, etc.) y todos los piensos compuestos. Son prácticamente los mismos alimentos que por lo general consumen los humanos, pero transformados para su uso en ganadería. (Caravaca, 2006)

Estos alimentos se utilizan de forma común en el racionamiento de animales monogástricos (cerdos, gallinas, etc.) y para complementar las dietas forrajeras de rumiantes altamente productores (ovejas, cabras y vacas, normalmente de leche). Tienen un bajo contenido en humedad y se conservan bastante bien. En comparación con los alimentos groseros tienen muy bajo contenido en fibra. Atendiendo a su contenido general de nutrientes, y a qué tipo de nutriente predomina en los mismos (lo que está

muy ligado a la composición nutritiva). (Caravaca, 2006) Se pueden clasificar en:

### **3.6.1 Alimentos energéticos**

Los alimentos energéticos son aquellos que aportan principalmente carbohidratos y/o lípidos, con bajo contenido de proteína (menos del 20 %), y se utilizan para cubrir los requerimientos energéticos diarios de los animales. Son esenciales para el mantenimiento, el crecimiento, la producción de leche, carne y huevos, así como para actividades reproductivas y metabólicas (Mateos, 2015).

La cantidad de energía que aportan estos alimentos es comparativamente mayor que la cantidad de proteína.

Su inclusión en las dietas permite un mejor aprovechamiento del resto de nutrientes, ya que la energía es el motor que activa todo el metabolismo. Una dieta deficiente en energía puede provocar pérdida de peso, baja productividad e incluso problemas de salud.

### **3.6.2 Alimentos proteicos**

Los alimentos proteicos son una pieza clave en la nutrición animal, ya que aportan los elementos estructurales fundamentales para el crecimiento, el desarrollo, la reproducción y la producción eficiente de carne, leche, huevos u otros productos. Se caracterizan por contener un alto porcentaje de proteína bruta (generalmente más del 20 % en base seca) y son la fuente primaria de aminoácidos esenciales, los cuales los animales no pueden sintetizar por sí mismos y deben obtener a través de la dieta (McDonald et al., 2011).

La fracción de proteína predomina sobre la fracción energética.

A diferencia de los alimentos energéticos, cuya función principal es abastecer al organismo de calorías, los alimentos proteicos tienen un rol constructivo: son los bloques de construcción de músculos, enzimas, hormonas, piel, plumas y órganos.

### **3.6.3 Alimentos equilibrados**

En la producción animal moderna, los alimentos equilibrados representan una herramienta fundamental para garantizar una nutrición completa, precisa y adaptada a las necesidades de cada especie, edad y fase productiva. Se trata de mezclas homogéneas de ingredientes energéticos, proteicos, vitaminas, minerales y aditivos, formuladas con base científica para cubrir todos los requerimientos nutricionales del animal (Mateos, 2015).

Generalmente son piensos compuestos destinados a la producción. Por regla general son mezclas de concentrados que han sido diseñadas para que el animal no necesite de otros alimentos ya que satisfacen todos los requerimientos de éstos. En rumiantes esta definición no sería del todo correcta, ya que además necesitan una base forrajera.

Un alimento equilibrado no es solo una combinación de materias primas; es el resultado de un diseño nutricional técnico, en el que se ajustan las proporciones exactas de cada nutriente para optimizar el crecimiento, la salud, la conversión alimenticia y la productividad.

### **3.6.4 Alimentos minerales y correctores**

No contienen energía o proteína, pero aportan los minerales necesarios para equilibrar los minerales en las distintas dietas del ganado. Se pueden incluir aquí otros productos que contienen vitaminas o aminoácidos esenciales que permiten corregir las deficiencias que de estos nutrientes puedan existir en

las raciones. Por lo general se suelen comercializar conjuntamente este tipo de productos en forma de los conocidos correctores minero-vitamínicos (CMV), de elevado precio, que se incluyen en las raciones en proporciones muy bajas.

A la hora de clasificar cualquier alimento sería necesario utilizar esta doble clasificación. Así hablaríamos de concentrados energéticos con un alto contenido de almidón e hidratos de carbono solubles (granos de cereales); concentrados proteicos, con alto contenido en proteína asimilable por los animales como los granos de leguminosas (habas, veza), los granos de oleaginosas (soja, colza) y sus derivados (harina de soja, torta de algodón); henos proteicos (heno de alfalfa, heno de bersim); subproductos energéticos como la pulpa de remolacha; etc. (Caravaca, 2006)

### **3.6.5 Granos de Cereales**

Son producidos por las gramíneas, siendo su composición menos variable que los forrajes. Algunos factores la modifican: fertilidad del suelo, fertilización, variedad, clima, etc. El contenido en PB es de 8 a 12 %, aunque algunos suelen tener valores mayores. Del 85 al 90 % del N está en forma de proteína, pero su solubilidad y contenido varía entre cereales. La mayoría son deficientes en aminoácidos esenciales (aae) para los monogástricos. Además, y en forma general, los cereales proporcionan entre 2.700 a 3.700 kcal. de energía digestible (ED), 2 – 7 % de extracto etéreo (EE) y 2 – 12 % de fibra (FB). El contenido de EE es variable, estando presente en el embrión de la semilla.

Los carbohidratos, especialmente el almidón, se encuentran en el endospermo en forma de gránulos. Con respecto a minerales, presentan niveles bajos de Ca y aunque el contenido de P es elevado, la mayor parte está como ácido fítico que tiene baja disponibilidad para monogástricos.

Son fuentes razonables de Vit. E, pero contienen cantidades escasas de Vit. D y del grupo B. A excepción del maíz amarillo, son de poco valor en caroteno. Como regla general son altamente digestibles (cuadro 7-8). El valor energético del maíz es considerado como standard, asignándosele un valor de 100, por su bajo contenido en FB. (Parsi, y otros, 2001)

*Tabla 7 Digestibilidad de cereales en bovinos y cerdos*

	<b>Bovinos</b>	<b>Cerdos</b>
<b>Cebada</b>	81	81
<b>Maíz</b>	84	86
<b>Sorgo</b>	78	86
<b>Avena</b>	68	67

*Fuente: (Parsi, y otros, 2001)*

### 3.6.5.1 Maíz

El valor energético del maíz es alto en relación con otros cereales utilizados en alimentación animal. El bajo contenido de fibra y la alta concentración de almidón hacen que el nivel de energía sea superior a otros cereales. La proteína en el endospermo y el germen está constituida por cuatro fracciones: zeína, glutelina, fracción soluble en ácido y fracción residual. La fracción zeína representa alrededor del 50 % de la proteína total en la mayoría de las variedades de maíz, siendo responsable de la baja calidad de la proteína, debido a la deficiencia que presenta en los aminoácidos lisina y triptófano. En comparación, la glutelina, contiene niveles más altos de todos los aminoácidos (excepto metionina, isoleucina, leucina y fenilalanina). (Parsi, y otros, 2001)

Tabla 8 Análisis proximal del maíz duro amarillo

Proximal	Valores
Humedad	13,35%
Materia seca	86,65%
Proteína	8,8%
Grasa	3,7%
Fibra	2,1%
Cenizas	1,5%
Energía	3649 kcal/kg

Fuente: (Chachapoya Rivas, 2014)

### 3.6.5.2 Sorgo

Para el ganado, el sorgo tiene muchas ventajas, aunque parecido al maíz como composición, tiene un valor energético superior. Tanto el contenido de almidón, que es fuente de energía, como la tasa de proteína son equivalentes o incluso superiores al maíz y comparables con el trigo.

En la alimentación animal se debe tener en cuenta la cantidad de taninos que contiene el sorgo, ya que estos son factores anti nutricionales. Según el contenido de taninos condensados podemos clasificar los sorgos graníferos en dos grupos:

- ✓ Sin taninos condensados: sorgos rojos y blancos.
- ✓ Con taninos condensados: sorgos marrones y café. (Ionita, 2022)

Para la alimentación de los cerdos, en la formulación de la dieta se pueden utilizar las variedades de sorgo con una cantidad baja o nula de taninos condensados. Estas variedades, por su valor nutricional y energético, pueden incluso reemplazar el maíz en la dieta.

Al contrario, las variedades de sorgo que contienen taninos condensados, aunque son más resistentes a hongos y poseen mejor conservación, no son recomendados en dietas para monogástricos, teniendo muchos inconvenientes a nivel nutricional. Para las aves, las nuevas variedades de sorgo sin taninos pueden ser utilizados en hasta un 70% en las raciones de pollos de engorde y gallinas ponedoras y el 55% en las raciones de pavo en las que se sustituye el maíz. En cuanto a los rumiantes, al igual que el maíz, el sorgo brinda un alto potencial de producción de forraje de buena calidad, tanto por el aporte de proteína para recrias, como el valor energético para engorde. También se puede utilizar el sorgo para reemplazar la mandioca en la dieta de los peces. (Ionita, 2022)

*Tabla 9 Análisis proximal del sorgo*

<b>PROXIMAL</b>	<b>VALORES</b>
<b>Humedad</b>	13,7%
<b>Proteínas</b>	10,7%
<b>M. Grasa</b>	4,5%
<b>Fibra</b>	1,5-3,5%
<b>Carbohidratos</b>	70-90%
<b>Lípidos</b>	2,4-6,5%
<b>Energía</b>	3845 kcal/kg

*Fuente: (Ionita, 2022)*

### 3.6.5.3 Cebada

La cebada se considera un grano medianamente energético, bajo en almidón y alto en fibra. En cuanto a los niveles de proteína, la cebada es similar al trigo y superior al maíz, el nivel de este nutriente puede variar entre el 9% y el 13%.

Es una excelente fuente de vitaminas del grupo B (tiamina, riboflavina, piridoxina, ácido pantoténico) y de niacina. La cebada tiene un alto contenido en fibra, superior al del maíz y el trigo, lo que se traduce en un menor valor nutricional para las especies sensibles al contenido en fibra. La cebada es uno de los cereales más utilizados en la alimentación de las vacas lecheras y del ganado. Debido a su alta digestibilidad ruminal, la cebada tiene altos valores de energía metabolizable para los rumiantes. (Velp, 2021)

*Tabla 10. Análisis proximal de la cebada*

<b>PROXIMAL</b>	<b>VALORES</b>
<b>Humedad</b>	12%
<b>Proteínas</b>	10%
<b>Cenizas</b>	2,5%
<b>Fibra</b>	6%
<b>M. Seca</b>	90%
<b>Energía</b>	3540 kcal/kg

*Fuente: (BGA, 2019)*

#### 3.6.5.4 Avena

La avena contiene mucho menos almidón que el maíz, el trigo y la cebada. Esto, sumado a su alto contenido de fibra y lignina, reduce notablemente su valor energético. Es rica en pentosanos y  $\beta$ -glucanos. Estos polímeros, como ya explicamos en la cebada, incrementan la viscosidad intestinal, causando problemas digestivos en monogástricos, por eso es necesaria la suplementación del pienso destinado a estas especies con las enzimas apropiadas. La avena posee mayor contenido de lisina que el sorgo y el maíz, pero su alto contenido en fibra limita su inclusión en dietas para monogástricos. También por su alto contenido de fibra al igual que pasa con la cebada, éstos cereales son recomendables para utilizar en piensos para cerdas gestantes, vacas de leche, conejos y caballos, si su precio lo justifica.

La avena no debe exceder el 30% de inclusión en el pienso de terminación de cerdos, (Bertsch, 2019)

*Tabla 11. Análisis proximal de la avena.*

<b>PROXIMAL</b>	<b>VALORES</b>
<b>Humedad</b>	10%
<b>Proteínas</b>	10%
<b>Cenizas</b>	3,4%
<b>Fibra</b>	11%
<b>M. Seca</b>	90%
<b>Energía</b>	3610 kcal/kg

*Fuente: (BGA, 2019)*

#### 3.6.5.5 Trigo

El trigo es uno de los cereales con más contenido proteico que hay disponibles para alimentación animal, siendo superior al maíz. Además, posee un alto valor de energía con 3,0 a 3,5 Mcal EM (Mega calorías de Energía Metabolizable), lo cual constituye una fuente energética importante en alimentación animal. El almidón, que es un polisacárido digerible, constituye el carbohidrato más abundante del trigo. Por otro lado, se recomienda que el trigo tenga valores de humedad por debajo del 14% para evitar problemas relacionados con digestibilidad y contaminación por hongos productores de micotoxinas. La cantidad de lípidos del trigo se caracteriza por tener valor bajo comparado con el maíz, lo cual se reporta como una ventaja ya que reduce su enranciamiento. Además, el salvado de trigo se caracteriza por incrementar la palatabilidad de los piensos en los cuales se agrega como materia prima. El trigo presenta valores altos de fibra con 11%, superiores comparados con el maíz. Esta porción de fibra contiene entre 4-5% de pentosanos y 0,5-1% de  $\beta$ -glucanos que pueden aprovecharse

si la dieta es complementada con productos multienzimáticos como Alquerzim, (Cuéllar, 2021).

*Tabla 12. Análisis proximal del trigo*

<b>PROXIMAL</b>	<b>VALORES</b>
<b>Humedad</b>	11,6-12%
<b>Proteínas</b>	9,9-16,6%
<b>Cenizas</b>	5,7-6,5%
<b>Fibra Total</b>	35,7-53,4%
<b>Lípidos</b>	5-6,3%
<b>Energía</b>	3230 kcal/kg

*Fuente: (Cuéllar, 2021)*

#### 3.6.5.6 Centeno

El grano está compuesto por alrededor de un 12% de pericarpio (capas externa e interna), un 11% de capa de aleurona, un 4% de germen y un 73% de endospermo. Tradicionalmente, su limitación principal como cereal para alimentación animal ha sido la presencia de alcaloides muy estables asociados a la contaminación por cornezuelo producido por el hongo *Claviceps purpurea*, aunque actualmente existen variedades mejoradas resistentes al hongo. El grano de centeno es rico en lisina, aunque por su contenido limitado en proteína respecto a otros cereales típicamente energéticos como el trigo, el porcentaje total de lisina termina siendo muy similar. Por el contrario, es desbalanceado en aminoácidos azufrados ya que su concentración es un 5-8 % inferior al trigo. Por último, la inclusión de centeno en las dietas para porcino puede mejorar la eficiencia del proceso de fabricación y la calidad del gránulo, ya que la capacidad de retención de agua de las fracciones fibrosas solubles que contiene facilita el proceso de granulación. (Solá, Centeno: Valor Nutricional, 2021)

*Tabla 13. Análisis proximal del centeno.*

PROXIMAL	VALORES
Extracto Etéreo	1,7%
Proteínas	12,6%
Cenizas	1,6%
Fibra	2,8%
M. Seca	88%
Energía	3380 kcal/kg

*Fuente: (BGA, 2019)*

### 3.6.6 Granos de oleaginosas

#### 3.6.6.1 Torta de Soya

Conocida también como pasta o harina de soya, la torta de soya es el subproducto del procesamiento del grano de soya. Tiene un alto contenido de proteína y le aporta aminoácidos esenciales al ganado bovino. La soya se puede utilizar en la alimentación animal bajo dos formas principales: como semilla integral, antes de ser procesada, o como harina, subproducto resultante de la extracción del aceite de la semilla. Para ser utilizada eficientemente por los monogástricos, la semilla de soya requiere tratamiento con calor, para destruir los inhibidores de crecimiento presentes en la misma. Dentro de la formulación se ocupa entre el 15-30% en la dieta y es apreciado por su elevado contenido proteico que alcanza un 48%. Debido a que el valor nutritivo, tanto de la semilla de soya cocida como de la harina de soya es excelente, la decisión de utilizar cualquiera de estos productos dependerá fundamentalmente del valor económico. La torta de soya aporta aminoácidos como lisina, metionina y treonina. Estos son muy importantes en la dieta de vacas lecheras, porque influyen en la cantidad de leche producida y en su composición. Estudios realizados en ganado lechero

demonstraron que la torta de soya también presenta valores de energía. El 98% del aporte proteico se absorbe y degrada por el rumen y solo un 2% es indigestible. (Notiagro, 2020)

Tabla 14. Análisis proximal de la torta de soya

PROXIMAL	VALORES
<b>Humedad</b>	8,8%
<b>M. Seca</b>	91,2%
<b>Proteína</b>	43,7%
<b>Grasa</b>	2%
<b>Fibra</b>	3,5%
<b>Cenizas</b>	6,4%
<b>Energía</b>	3460 kcal/kg

Fuente: (Chachapoya, 2014)

3.6.6.2 Semilla de Algodón  
 La semilla de algodón tiene la distinción de ser muy palatable, además presenta una alta concentración de energía, ya que tiene

un promedio de 17% de Grasa, un 25% de proteína cruda y un 29% de fibra de alta digestibilidad, que difícilmente se encuentran en otro alimento. La semilla entera de algodón es un alimento interesante por su contenido en proteína, pero sobre todo por contener también una alta concentración energética relacionada ésta con su muy elevado porcentaje de grasa. El mismo, a la vez de representar una ventaja, debe ser muy tenido en cuenta ya que, existen límites de inclusión para este tipo de alimentos en las dietas.

En los rumiantes, debido a las características de digestión tan particulares que componen este género, las grasas y aceites se comportan de una manera totalmente diferente a lo que lo hacen en los monogástricos. A modo de ejemplo, la semilla de algodón entera no debe ser incluida en las dietas en una proporción mayor al 0,5% del peso vivo (no confundir con proporción en la dieta) de los animales que se están racionando.

Además, en rumiantes los ácidos grasos insaturados (la semilla de algodón es rica en ácidos grasos insaturados, especialmente oleico y linoleico), especialmente aquellos poliinsaturados, pueden a causa de su tensión superficial, alterar la permeabilidad de las células bacterianas, llevando

consigo a una inhibición del proceso fermentativo del rumen. (Miproma, 2020).

*Tabla 15. Análisis proximal de la semilla de algodón.*

PROXIMAL	VALORES
Humedad	8%
Proteína	20,4%
Extracto Etéreo	18,4%
Fibra Bruta	25,4%
Cenizas	3,8%
Energía	1440-3180 kcal/kg. En este caso depende la edad y el tipo de animal (Monogástrico o Poligástrico).

*Fuente: (Miproma, 2020)*

### **3.6.7 Subproductos del procesamiento de productos agrícolas.**

De la producción y procesamiento de los alimentos por el hombre se originan numerosos subproductos y residuos que pueden y deben ser destinados a la alimentación animal. Un número importante de los mismos tienen características nutritivas diferentes según el origen y el tipo de proceso industrial. En general presentan la particularidad de ser muy concentrados en uno o más nutrientes (proteínas, lípidos) por lo que se deben analizar cuidadosamente para poder combinarlos en forma correcta, con otros alimentos en dietas equilibradas. (Parsi, y otros, 2001)

#### **3.6.7.1 Subproductos de origen animal**

Estos son derivados de tres industrias: lechera, frigorífica y pesquera. En términos generales son alimentos que contienen proteínas de alta calidad con un excelente balance de aminoácidos y muy ricos en minerales y vitaminas. Con excepción de los proveniente de la industria lechera, las

proteínas son de baja degradabilidad ruminal (denominadas baiipás). Para la utilización de este grupo deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones.

- Los subproductos de origen animal normalmente contienen importantes cantidades de grasa y son muy propensos a sufrir procesos de oxidación y rancidez.
- Deben ser procesados y almacenados adecuadamente para impedir el crecimiento de microorganismos.
- En general son más caros que los subproductos de origen vegetal. (Parsi, y otros, 2001)

#### 3.6.7.2 Industrias Lácteas

De los procesos industriales de la leche se obtiene una amplia variedad de productos para el consumo humano y animal. En líneas generales los subproductos de esta industria son de alta calidad en proteínas y aminoácidos, lactosa (azúcar de leche), minerales y vitaminas. El suero, ya sea de queso o de manteca, es uno de los subproductos de mayor volumen y es usado en nuestro país en la producción intensiva de cerdos y en menor medida en la crianza artificial de terneros de tambo.

Existen antecedentes de su uso en la suplementación de vacas lecheras y de novillos en pastoreo. El contenido de materia seca (MS) de los distintos sueros normalmente no excede el 7 %, lo cual dificulta su uso en función del volumen a manejar, restringiendo el mismo a aquellos establecimientos cercanos a las industrias lácteas. Además del suero existen otros subproductos como la albúmina, la caseína, el barrido de la leche en polvo, distintos tipos de sueros tratados (condensados, secos, hidrolizados y fermentados), etc. En general se recomienda que este tipo de subproducto no supere un 25 % del consumo total de MS, siendo la principal limitante

en la alimentación de rumiantes el costo relativo de estos alimentos. (Parsi, y otros, 2001).

### 3.6.7.3 Suero Lácteo:

Los sustitutos lecheros en la alimentación de terneros pueden reducir los costos de crianza hasta el 50% de la leche que consume el ternero. El suministro del alimento puede realizarse en forma de papilla (suero lácteo y pienso, relación 1-1,5 en peso) o en forma líquida directamente.

En cerdos destetados, entre 33 y 75 días de edad, se logran ganancias significativas en el peso final y la ganancia promedio diaria. La presentación del alimento en forma de papilla proporciona ventajas frente a dietas, además que de forma líquida o semilíquida se evitan alteraciones morfológicas en la mucosa intestinal propias del destete.

El lactosuero líquido puede mezclarse con residuos de molinería, se recomiendan 15 litros en la fase de levante y 21 litros en la fase de ceba. Cuando se reemplazan fuentes proteicas, como la harina de soya o pescado, con lactosuero líquido en un 50%, disminuyen la ganancia de peso en cerdos. Pero en verracos en fase de crecimiento, puede sustituir entre 40 y 50 % el consumo de concentrado. (Ganadero, [www.contextoganadero.com](http://www.contextoganadero.com), 2021)

*Tabla 16. Composición del suero lácteo dulce y ácido.*

Componente	Suero Dulce	Suero Ácido
Agua	93-94%	94-95%
Gravedad Específica (kg/l)	1,026	1,024-1,025
Grasa	0,8%	0%
Proteína	0,9%	0,9%
Lactosa	4,5-5%	3,8-4,4%
Ácido Láctico	0%	0,8%
Minerales	0,5-0,7%	0,7-0,8%
pH	5,8-6,6	4,5-5

*Fuente: (Chachapoya, 2014)*

#### 3.6.7.4 Suero en Polvo

Es utilizado en las dietas destinadas a lechones destetados precozmente. Contiene del 65-70 % de lactosa, 17 % de PB, 1,5 % de calcio, 1 % de fósforo y 1,2 % de lisina. También se logran máximos aumentos de peso, en destete a 21 días, usando hasta un 25 % de suero en polvo en las dietas de preiniciación. Se encuentra que el nivel de lactasa en el cerdo cae rápidamente desde el nacimiento a las 2 semanas de edad y luego continúa cayendo a una velocidad menor hasta las 8 semanas de edad. Después de esta edad hubo pequeños cambios en el nivel de esta enzima en el cerdo. Esta información es interesante, en cuanto al periodo óptimo de utilización del suero en polvo debido a su alto contenido de lactosa, por lo que sería conveniente incluirlo en dietas de preiniciación y de iniciación. (DEC, 2017).

Tabla 17. Composición del suero en polvo.

PROXIMAL	VALORES
Humedad	3,5-5%
Proteína	11-14,5%
Grasas	1-1,5%
Lactosa	63-75%
Cenizas	8,2-8,8%

*Fuente: (DEC, 2017)*

### 3.6.7.5 Leche en Polvo

Constituye un excelente alimento. El valor de los productos lácteos para la alimentación humana es demasiado alta como para usarlos en la alimentación porcina. Sin embargo, una cierta cantidad de leche en polvo es usada en los cerdos destetados precozmente, en dietas de preiniciación e iniciación, donde tiene un gran valor nutricional. La leche entera en polvo tiene un alto valor energético (5500 kcal/kg) dado por el contenido de grasa (31%) y por el alto contenido de lactosa, azúcar de la leche que es bien asimilada por los lechones lactantes y los recién destetados.

El contenido de proteína es alto (26 % sobre la MS), con buen balance de aminoácidos. La única diferencia importante entre la leche entera y la desnatada, ambas en polvo, es que a ésta última se le ha extraído la mayor parte de la grasa y de las vitaminas liposolubles. En los alimentos de preiniciación se utilizan niveles elevados de leche en polvo (25 - 40 %) y niveles más bajos (10 %) en las dietas de iniciación. (Parsi, y otros, 2001)

Tabla 18. Composición de la leche en polvo

PROXIMAL	VALORES
Humedad	2-4,5%
Proteína	24,5-27%
Grasa	26-40%
Lactosa	36-38,5%
Cenizas	5,5-6,5%
Energía	5500 kcal/kg

Fuente: (Parsi, y otros, 2001)

#### 3.6.7.6 Industria Pesquera

Los subproductos de esta industria consisten en los deshechos del procesamiento de pescados, juntamente con otras especies marinas. Estos alimentos son una fuente muy rica de nutrientes, principalmente proteínas, minerales y vitaminas. Los más comúnmente utilizados son las harinas (con o sin extracción de aceite) y el soluble de pescado.

En rumiantes el uso de las harinas se restringe a animales de muy alto mérito genético, siendo considerada como una excelente fuente de proteína no degradable, además de vitaminas y minerales. El contenido proteico puede variar entre 400 y 700 g/kg, dependiendo del tipo de pescado del cual se obtuvo. Desde un punto de vista nutricional, la incorporación de harina de pescado en la dieta de rumiantes se debe realizar a partir de un correcto balance de las fracciones degradables y no degradables de la proteína y en función del requerimiento de los animales.

Su uso masivo generalmente está limitado por el precio. El soluble de pescado es un condensado, semisólido, obtenido por evaporación del

líquido remanente en el procesado del pescado. Tiene un contenido proteico de alrededor de 300 g/kg. (Parsi, y otros, 2001).

#### 3.6.7.7 Harina de Pescado

En la alimentación animal, es muy importante cuidar la aportación de proteínas. Una forma de suministrárselas es utilizando harina de pescado. Esta harina se hace triturando y desecando pescados enteros o restos de pescados de buena calidad desechados por la industria transformadora. Una vez triturado, el pescado se cuece a un mínimo de 100°C. Después se prensa y se centrifuga, para retirar aceites. Por último, se seca, para eliminar la mayor cantidad posible de humedad.

La harina de pescado se hace generalmente del pescado azul, rico en grasas. Sin embargo, un porcentaje de la harina se produce a partir de desechos de pescado blanco, como la merluza o el bacalao, siempre que su contenido en aceites sea bajo. Para los animales, la harina de pescado es un nutriente muy valioso. Les aporta una gran concentración de proteínas de alta calidad. Además, al estar hecho con pescados ricos en grasas, también aporta ácidos grasos omega-3, DHA y EPA.

Gracias a las proteínas (especialmente al triptófano, a la lisina o la cisteína) los animales desarrollan mejor su organismo (sobre todo, los tejidos musculares). También se crían más fuertes, ágiles y saludables. Por su parte, las grasas saludables contribuyen a que el animal tenga un mejor estado general de salud. Con beneficios claros sobre la circulación sanguínea y tonificación cardíaca. La harina de pescado es fuente de minerales, resulta especialmente, rica en fósforo y también contiene calcio y altos niveles de vitaminas (sobre todo, A, B, B12 y D). Por tanto, constituye un alimento equilibrado y de alto rendimiento energético para los animales.

Con estas cualidades, se explica fácilmente lo extendido que está su uso en la cría de todo tipo de animales. Por ejemplo, en las ganaderías de vacas lecheras, contribuye a incrementar la producción de leche hasta en dos litros diarios por vaca. Además de mejorar su contenido en proteínas. En el caso de las ovejas, se ha demostrado que mejora su fertilidad; mientras que, en los cerdos, estimula su crecimiento. Por tanto, con la harina de pescado estamos ante un ingrediente fundamental para equilibrar y enriquecer las dietas de los animales, tanto de los que se crían para la producción de alimentos. (Disglobal, 2018)

Usos:

- Es utilizada como alimento para aves ponedoras, cerdos, rumiantes, vacas lecheras, ganado vacuno, ovino y acuicultura (cultivo de peces, reptiles, anfibios, crustáceos, moluscos, plantas y algas destinados para alimentos).
- Incrementa la productividad, en el caso de las vacas, la harina de pescado aumenta la producción de leche y a su vez disminuye la grasa de esta lo que es importante para las personas que consumen este producto lácteo.
- En los cerdos, mejora la conversión del alimento, incrementa la resistencia a las enfermedades y la composición de la grasa en la carne.
- Además, que una de la mayoría de los alimentos de los peces tiene como materia prima la harina de pescado, la cantidad de harina que hay que añadir dependerá, como es lógico, de la composición de los otros ingredientes de la ración.
- Como término medio, el 10% es una proporción corriente en los piensos iniciales para los pollos, 8% en las raciones de acabado de las aves de corral, y 5-6% en las raciones para ponedoras. Para los

cerdos, una proporción corriente es, aproximadamente, del 7%. (Slideshare, 2012)

*Tabla 19. Análisis proximal de la harina de pescado*

PROXIMAL	VALORES
Humedad	14%
Proteína	60-72%
Extracto Etéreo	0,5-15%
Cenizas	10-20%
M. Seca	80-90%
Energía Bruta	4530 kcal/kg

*Fuente: (Slideshare, 2012)*

#### 3.6.7.8 Industria Frigorífica

Dentro de este grupo se encuentran las harinas de carne con y sin hueso, harina de plumas, (de baja degradabilidad ruminal) harina de huesos y las grasas y aceites. La utilización de las harinas de carne y de hueso de origen bovino y ovino, fueron prohibidos en su uso para rumiantes, pues, aunque en Argentina no existe la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB) o “enfermedad de la vaca loca”, la medida se tomó como una lógica prevención.

Las harinas de sangre y plasma están indicadas para raciones de vacas lecheras de alta producción. Son alimentos de escasa palatabilidad por lo que su incorporación en la dieta debe ser gradual. Las grasas y aceites son fuentes concentradas de energía. Su inclusión en más del 9 % puede comprometer la digestión de la fibra y el consumo.

Las grasas son agregadas para incrementar el contenido energético de la ración, aumentar la densidad, disminuir la pulverulencia y favorecer la palatabilidad. Un inconveniente es que se oxidan con facilidad. En monogástrico la adición de grasas puede modificar la grasa corporal ya que

depositan las grasas dietarias sin cambio. En aves puede suministrarse de 2 a 5 %. (Parsi, y otros, 2001).

#### 3.6.7.9 Harina de Carne:

La harina de carne se basa en una de las formas más antiguas de conservar la carne: el secado. Este método se usaba comúnmente entre los humanos antes de que se inventaran los refrigeradores y congeladores. Todos los ingredientes de la harina de carne provienen de mataderos de animales destinados a alimentos para humanos; no se incluyen los animales enfermos o muertos (no sacrificados).

Una buena harina de carne a base de pollo tampoco contiene picos, patas ni plumas. Algunos alimentos contienen una cantidad limitada de huesos; en este caso, se definen como harinas de carne y huesos en lugar de harinas de carne solamente. Dado que el calcio que proporcionan los huesos, entre otros, es un componente importante en la dieta de los animales, puede ser beneficioso que estos ingredientes se incluyan en sus alimentos, en cantidades limitadas.

Cuando los restos de carne se procesan en harina de carne, se deshidratan (secan puramente) y muelen hasta obtener una harina fina. Como esto se hace poco después de que el animal ha sido sacrificado, la carne está bien conservada y puede ayudar a garantizar un alimento para animales bueno y saludable hasta la fecha de caducidad. (Petfood, 2021).

*Ilustración 18 Harina de carne*



*Fuente: (Petfood, 2021)*

#### 3.6.7.10 Harina de Carne y Huesos

La harina de carne y huesos porcinos es una fuente natural de proteínas y minerales, que incluyen calcio y fósforo, que se utiliza como ingrediente en la industria alimentos para mascotas, peces, aves y otras especies no rumiantes. (Fasa, 2022)

La harina de carne y huesos es un producto con alto contenido de lisina (aminoácido esencial), fuente de vitaminas del grupo B, contiene minerales como el zinc, magnesio, sodio, cloro y en mayor cantidad el calcio y fósforo. Se emplea principalmente como fuente proteica, (la principal función de estas es intervenir en la formación de los músculos); se usa en la alimentación de aves, porcinos, mascotas entre otros.

Se compone principalmente de ingredientes como subproductos cárnicos provenientes de las especies (bovinos, porcinos, aves y caprinos) no aptos para consumo humano. El producto debe ser almacenado en un lugar seco, fresco y a temperatura ambiente. Vence 6 meses luego de la fecha de fabricación. Su envasado debe ser en sacos polipropileno y granel. (Minibruno.com, 2023).

Tabla 20. Especificaciones químicas de la harina de carne y huesos.

Especificaciones Químicas del Producto	
Granulometría	< 1% retenido en Tamiz N° 7
Humedad	Máximo 6,0 %
Proteína Cruda	Mínimo 46 %
Grasa Cruda	Máximo 15 %
Cenizas Totales	Máximo 32 %
Acidez Oleica	Máximo 15 %
Índice de Peróxido	Máximo 20meq O <sub>2</sub> /kg
Digestibilidad	Mínimo 88 %
Sulfito-Reductores	Máximo 2 * 10 UFC/g
Especificaciones Microbiológicas del Producto	
Salmonella en 25 g	Ausente

Fuente: (Minibruno.com, 2023)

#### 3.6.7.11 Harina de Sangre:

La harina de sangre es de considerable interés como componentes de dietas animales debido a su alto contenido proteico. Sus valores oscilan entre 70-85 % de PB y es pobre en calcio y fósforo. El aminoácido limitante es la isoleucina. Debido a su desbalance de aminoácidos y baja digestibilidad es mejor utilizarla en niveles del 1 al 4 % en combinación con suplementos proteicos de alta calidad.

El contenido de humedad de la harina de sangre debe ser del 10 - 12 % aproximadamente; si es mayor se calienta y forma tortas e incluso fermenta al almacenarla. Si es menor aparece una harina negra al destruirse el color rojo. El método de procesamiento afecta la calidad de las harinas de sangre.

La calidad nutricional de la harina de sangre puede estar relacionada con el daño sufrido por la fracción proteica durante el procesamiento, que resulta en una disminución de la disponibilidad de aminoácidos. El método de calentamiento en recipientes de doble pared y circulación de vapor produjo harina con un contenido del 21, 43 y 18 % menor en promedio de lisina, cistina y metionina que el método de aerosol (similar al usado para secar leche), en que la sangre fue evaporada hasta 40-45 % de sólidos al vacío a baja temperatura (49° C), pulverizando luego el material dentro de una corriente de aire caliente (316° C), completando el secado. (Parsi, y otros, 2001)

*Tabla 21. Análisis proximal de la harina de sangre.*

COMPONENTE	VALORES
Humedad	8%
Proteína Bruta	87%
Extracto Etéreo	0,8%
Almidón	0,0%
Fibra Bruta	0,0%
Cenizas	3,5%
Azúcares	0,0%
Energía (Rumiantes, porcinos, aves, conejos)	(3100, 3410, 3150, 3590) kcal/kg

*Fuente: (FEDNA, Gluten de Maiz 60, 2022)*

### 3.6.7.12 Industria Avícola

En la actualidad se ha difundido el uso de la “cama de pollo”, conjunto de fecas y orina de aves, más restos de alimentos, plumas, huevos y materiales absorbentes. Son materiales de bajo valor energético y alto valor en proteínas, fibra y minerales. La proteína se presenta con una alta proporción de nitrógeno no proteico, por lo que se destina solo a rumiantes.

Existen diferencias en la composición de estos residuos, por lo que es necesario un análisis químico previo a su utilización, siendo la determinación de cenizas y proteína bruta de especial interés, en el caso del primero para controlar posible contaminación con tierra. En animales de carne estos podrían participar hasta en un 30 %. En ganado lechero no debiera sobrepasar de un 25 %. Es importante considerar que este material puede presentar algunos elementos no deseables como ser distintas sustancias químicas (antibióticos, etc.). Además, contaminación por distintos microorganismos. (Parsi, y otros, 2001)

#### 3.6.4.13 Harina de Subproductos Avícolas:

El rendimiento del procesamiento del pollo es de aproximadamente del 75 %, queriendo decir que 500 g de cada 2 Kg de ave, pueden ser clasificados como desperdicio del procesamiento. Afortunadamente, ha sido posible desarrollar sistemas de reciclaje para cocinar estos subproductos de origen animal y reciclarlos en alimentos para animales.

La harina de subproductos avícolas es claro está, un ingrediente muy valioso, siendo este alto en proteína y energía metabolizable. Sin embargo, en muchas compañías los subproductos del procesamiento de aves no son tratados con el respeto que merecen. Por ejemplo, los subproductos de la incubadora pueden ser añadidos a la harina con la teoría de que las cáscaras de huevos, los pollos mal formados, etc. contienen nutrientes y pueden ser incluidos en la harina de los subproductos. De igual manera, grasa flotante de las aguas que salen de las plantas de procesamiento es ocasionalmente añadida a la harina.

No hay nada de malo en añadir estos productos, si son frescos y no han comenzado a ranciarse y no tienen una extensa descomposición bacteriana. Sin embargo, el uso de harina de subproductos avícolas como residuo adicional para todos los residuos orgánicos de la planta de procesamiento,

de la incubadora, etc., puede ocasionar variaciones extraordinarias en los niveles de nutrición. Obviamente algunas harinas tendrán niveles más altos que otras. Sin embargo, lo que no se reconoce es que la variación reduce el valor económico de las mejores muestras de harina de subproductos de la industria avícola.

Para demostrar, asumamos que una planta procesadora avícola, produce cuatro tandas de harina avícola al día. La mayoría de las tandas tienen una composición relativamente consistente, pero ocasionalmente, debido a la grasa flotante, subproductos de la incubadora, residuos de una máquina deshuesadora, etc., una de las tandas es producida con baja proteína y alta ceniza. El nutricionista deberá considerar el impacto de dar de comer un ingrediente tan variable. Como una de las cuatro tandas estará baja en proteína, el probablemente disminuirá el valor utilizado en la formulación para prevenir la deficiencia proteica.

De igual manera, Calcio y Fósforo elevado de la cuarta tanda, no tiene valor, porque los niveles minerales de las otras tandas son relativamente bajos. Así, al producir harina de subproductos avícolas, con una variación considerable, las compañías avícolas incurren en una pérdida económica considerable, o de manera más precisa, pierden la oportunidad de maximizar la ganancia del subproducto. Una estrategia para tratar con esta situación es hacer las primeras tandas del día lo más uniforme posible. La tanda final, además de las plumas, vísceras, etc., puede contener puede contener todos los subproductos misceláneos que normalmente entran en la harina. Las primeras tres tandas se consideran como un ingrediente y el nutricionista podrá maximizar su valor. La cuarta tanda, con una composición que es muy diferente a la primeras tres, puede ser utilizada por la compañía como un ingrediente completamente aparte, o vendida a los

productores independientes. En cualquiera de los casos, al reducir la variación, la ganancia total ciertamente aumentará. (Agrobit, 2007)

*Tabla 22. Porcentaje de digestibilidad de las harinas de subproducto avícola*

Aminoácido	Pollo	Pavo
Arg	93,2	91,2
Ser	85,2	85
His	1,38	83,4
Ile	1,40	86,6
Leu	1,42	87,3
Lis	1,40	89,3
Met	1,42	89,3
Cis	93,2	78,1
Fen	85,2	86,8
Tir	1,38	85,5
Tre	1,40	87,3
Trp	1,42	94,8
Val	1,40	85,2
Asp	1,42	82
Glu	1,38	87,5
Pro	1,40	85,1
Ala	1,42	87
Promedio	1,40	86,5

*Fuente: (Avipecuaria, 2021)*

### 3.6.7.13 Harina de Plumas:

La harina de plumas está constituida de las plumas molidas e hidrolizadas del procesamiento de pollos y pavos. Generalmente, se considera que la harina de plumas es baja en digestibilidad y que tiene un mal equilibrio de aminoácidos, de tal forma que no se usa mucho en la industria avícola. Por lo general, tiene un precio económico, y normalmente se usa de 1 a 3% del alimento. Se pueden alimentar niveles más altos cuando se usan formulaciones cuidadosas. El uso de la harina de plumas en aves ha

demostrado ser eficaz en estudios antiguos, cuando se tomaba en cuenta el equilibrio de aminoácidos, siempre y cuando fuera bajo el nivel de inclusión total.

Los datos más recientes indican que la harina de plumas es una excelente fuente de varios aminoácidos, particularmente la cistina, y aunque la cantidad total de la proteína es baja, la harina de plumas a menudo puede ahorrar el uso de metionina sintética. En la tabla 6 se muestran las digestibilidades de aminoácidos de un ejemplo de harina de plumas para pollos y pavos. La adición de harina de plumas de 4 a 6 % a las dietas de pavos, fue la inclusión máxima que no afecta negativamente el desempeño, especialmente cuando estaba en combinación con otros subproductos. Una tasa establecida de inclusión resulta en un aumento de la proporción de la proteína total que proviene de la harina de plumas, conforme disminuían los niveles de proteína en alimentos para pavos. (Avipecuaria, 2021)

*Ilustración 19 Harina de plumas*



*Fuente: (Avipecuaria, 2021)*

Tabla 23. Digestibilidad de aminoácidos de la harina de plumas

Aminoácido	Pollo	Pavo
Arg	84,2	89,5
Ser	76,4	89,3
His	84,2	74,4
Ile	82,3	86,8
Leu	76,8	85
Lis	73,3	76,2
Met	77,5	80,3
Cis	58,8	86,8
Fen	79,6	85,8
Tir	79,8	85,9
Tre	72,9	84,9
Trp	77	87,4
Val	77,5	85,3
Asp	58	74
Glu	71,8	82,4
Pro	63,1	88,5
Ala	72,3	80
Promedio	73,6	83,7

Fuente: (Avipecuaria, 2021)

### 3.6.7.15 Subproductos de origen vegetal

Del procesamiento para la obtención de aceites vegetales se obtienen residuos ricos en proteína. Estos residuos se presentan normalmente en el comercio en forma de pellets o de harinas. Su valor alimenticio varía según la composición del grano del cual proceden. El método de extracción por solvente deja un producto rico en proteína de más del 40 % de PB, un alto % de N está presente como proteína verdadera (95 %) la cual es de digestibilidad alta y moderado a bueno valor biológico, aunque menor que las buenas fuentes de origen animal.

La mayoría son bajas en metionina y cistina teniendo variables tenores de lisina generalmente bajos. La más utilizada es la harina de soja y es a su vez

la de mayor calidad, el poroto de soja (*Glycine max*) contiene alrededor de 21 % de aceite el cual es removido por extracción por solvente. En el procesamiento se incrementa el VB de la proteína. Algunas de ellas poseen factores anti nutricionales como el gossipol, en algodón, que es un pigmento amarillo relativamente tóxico para monogástricos. Especialmente provoca una deficiente calidad en los huevos. (Parsi, y otros, 2001)

#### 3.6.7.16 Industria Aceitera.

- Harina de Soja:

La harina de soja se considera el “estándar de oro” entre las fuentes de proteínas utilizadas en la industria de alimentos para animales. Tiene un excelente perfil de aminoácidos que complementa a los cereales en la formulación de la dieta. La harina de soja puede ser obtenida a partir de ser frijoles descascarados o frijoles con cáscara. La harina de soja descascarada tiene una mayor composición de proteína cruda y energía metabolizable que la harina de soja producida a partir de semillas de soja con cáscara. El contenido de proteína bruta varió de 45,2 al 50,6% con lisina expresada como un porcentaje de proteína cruda que oscila entre el 5,51 y el 6,26%.

Los aminoácidos provenientes de fuentes de proteínas intactas no se digieren ni se absorben en su totalidad. La formulación de dietas sobre la base de aminoácidos digeribles está aumentando para lograr dietas más precisas, equilibradas y con menos desperdicios eliminados al medio ambiente. La digestibilidad de los aminoácidos se calcula multiplicando el total de los aminoácidos por un coeficiente de digestibilidad. (Nutrinews, 2021)

Tabla 24. Análisis proximal de la harina de soja

COMPONENTE	VALORES
Humedad	7,8%
Proteína	6,75%
Grasa	24,87%
Cenizas	4,47%
Fibra	42,82%
Energía Metabolizable de Crecimiento Según Normas NRC	3294 kcal/kg

Fuente: (Neira, 2021)

- Harina de Girasol:

Es el subproducto de la extracción de aceite de las semillas de girasol. El contenido de proteína puede variar de acuerdo con la cantidad de cáscara de la semilla que se incluya, desde un 46 % para las harinas decorticadas hasta el 30-35 % cuando se incluye mucha cáscara. La harina de girasol es pobre en lisina y puede contener grandes cantidades de fibra. Estas características hacen que no deban emplearse como único suplemento proteico.

La mejor utilización de la harina de girasol se logra combinándola con suplementos proteicos ricos en lisina disponible, como harina de soja, harina de pescado o harinas de carne de buena calidad. Por otra parte, es preferible usar la harina de girasol en cerdos con pesos superiores a 34 - 45 kg vivos o en reproductores. En aves resulta interesante su uso en ponedoras y en los reproductores. Las normas de calidad de CAFAB para la harina de girasol, son las siguientes:

Caracteres organolépticos:

- Color: grisáceo
- Olor: característico del producto libre de rancidez y de restos de solventes.
- Índice de conservación: Índice de peróxido (máximo) 5 % sobre la materia grasa Acidez (en ac. Oleico, máximo) 3 % sobre la materia grasa. (Parsi, y otros, 2001)

Tabla 25. Valor nutricional de la harina de girasol.

COMPONENTE	VALORES
M. Seca	87,9-90,4%
Proteína Bruta	30,7-39,9%
Extracto Etéreo	2,9-3,1%
Almidón	2-2,1%
Fibra Bruta	18,4-23,4%
Digestibilidad Proteína Bruta	81-83%
Energía Metabolizable de Crecimiento Según Normas NRC	1801-2569 kcal/kg

Fuente: (Solá, Harina de Girasol, 2021)

- Gluten de Maíz:

Es un subproducto de la industrialización del maíz y hay dos tipos en el mercado. Si bien son fuentes proteicas su utilización, en aves, es para aportar color a la yema de huevo o a la piel del pollo, dado que nuestro

consumidor asocia el mayor color amarillo con el origen del producto, creyendo que es de campo.

- **Gluten Meal:** aquí se ha eliminado la porción de salvado de la semilla de maíz y se caracteriza por su gran capacidad de producir color amarillo en los productos avícolas. Contiene entre 50 - 60 % de proteína.
- **Gluten Feed:** este surge de extraerse del maíz el almidón y germen (aceite). Tiene menor contenido proteico, 22 %, y más fibra, ya que contiene el salvado de la semilla. (Parsi, y otros, 2001)

*Tabla 26. Composición del gluten de maíz*

<b>COMPONENTE</b>	<b>VALORES</b>
Humedad	10,4%
Proteína Bruta	60%
Extracto Etéreo	2,7%
Almidón	17%
Fibra Bruta	1,7%
Cenizas	1,7%
Azúcares	0,7%
Energía (Rumiantes, porcinos, aves, conejos, caballos)	(3075, 3730, 3610, 4200, 4325) kcal/kg

*Fuente: (FEDNA, Gluten de Maiz 60, 2022)*

### 3.6.7.17 Industrias Molineras

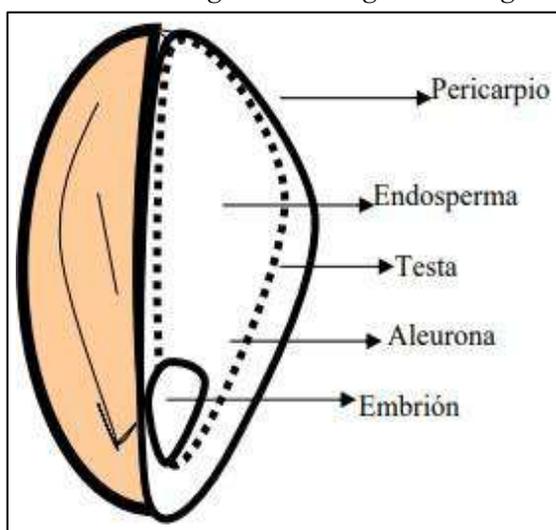
La fabricación de la harina de cereales para uso humano da origen a varios subproductos utilizables para la alimentación animal. El proceso de fabricación consiste en separar el endospermo de las envolturas externas, aleurona y germen. La fracción más externa se denomina salvado;

inmediatamente por debajo se halla la capa de aleurona, mientras que el germen, ubicado en la base de la semilla, es rico en energía y minerales.

Debajo de la capa de aleurona y constituyendo la mayor parte de la semilla se encuentra el endospermo formado por almidón. La molienda busca separar la mayor parte o cantidad de almidón y gluten, tratando de eliminar las fracciones del germen, aleurona y salvado. Debido a los distintos grados en que se produce esta separación los subproductos contienen una amplia variación de fibra bruta. (Parsi, y otros, 2001). El método aceptado para distinguir los subproductos se basa en el tenor de fibra y los clasifica en:

- 1.- Salvado, afrecho tiene + de 9,5 % de fibra bruta.
- 2.- Moyuelo, afrechillo o harinillas, semita, rebacillo tiene hasta 9,5 % de fibra bruta.
- 3.- Harinilla de 2da., harina baja, germen tiene hasta 4 % de fibra bruta.

*Ilustración 20 Sección longitudinal del grano de trigo*



*Fuente: (Parsi, y otros, 2001)*

El salvado es el más fibroso de los subproductos y tiene un ligero efecto laxante para los cerdos, pudiendo usarse como preventivo de constipación en cerdas pre y posparto.

*Tabla 27. Composición de los subproductos de la molienda de trigo*

<b>SUBPRODUCTOS</b>	<b>PROTEÍNA (%)</b>	<b>FIBRA (%)</b>
Afrecho	16,9	9,6
Afrechillo	18,7	7,7
Rebacillo	17,2	7,2
Semita	16,9	7,1
Harinilla II	16,1	2,9
Germen	31,1	2,6

*Fuente: (Parsi, y otros, 2001)*

El salvado tiene un escaso valor como aporte de energía (1900 kcal EM/kg); no obstante, se incluyen, en valores elevados, en las raciones de pollitas de reemplazo que no precisan un gran aporte energético o incluso se desea



### 3.6.7.19 Industria Azucarera.

- Melaza de Caña de Azúcar:

La melaza o miel de caña es un producto líquido y espeso derivado de la caña de azúcar. Su aspecto es semejante a de la miel, presenta un color parduzco muy oscuro. El sabor es dulce con un pequeño regusto amargo. La melaza de caña tiene hasta un °Brix normal de 79,5 y pesa 1,39 kg por litro. La melaza se la utiliza en la alimentación como saborizante, aunque no es prudente incluir cantidades excesivas en la dieta debido a su efecto laxante. (Chachapoya, 2014)

La melaza es el mayor subproducto de la producción de la caña de azúcar. Aproximadamente de 25 a 50 kg de melaza se obtienen de 100 kg de azúcar refinada. Una característica es la gran variabilidad del producto obtenido. Es esencialmente una fuente de energía con un contenido de hidratos de carbono de 50 - 60 %, el tenor de PB es del 3 %, oscilando el porcentaje de ceniza entre 8 y 10 %, la que está formada por K, Ca, Cl y sales de sulfato. Además, es una buena fuente de microminerales, pero con moderado a bajo tenor vitamínico.

Es muy usada para rumiantes y de alta palatabilidad; en cerdos no debe sobrepasar de 15 a 25 % de la ración porque puede provocar trastornos digestivos y diarreas. El efecto laxante lo produce el aumento de la presión osmótica producida por la alta concentración de K. La melaza es muy palatable y es considerada como una excelente fuente de energía. Es un buen saborizante y puede ser utilizada como vehículo de la urea (y proveedor de hidratos de carbono fácilmente digestibles), minerales y vitaminas. Los niveles de inclusión oscilan entre 3 –15 %. (Parsi, y otros, 2001)

Tabla 28. Análisis bromatológico de la melaza de caña.

COMPONENTE	VALORES
Humedad	32,5%
M. Seca	67,5%
Proteína	3,7%
Grasa	0,3%
Fibra	0,0%
Cenizas	11,3%
Energía	2263 kcal/kg

Fuente: (Chachapoya, 2014)

#### 3.6.7.19 Bagazo de Caña de Azúcar:

El bagazo consiste en un residuo de cañas prensadas, remanentes de la extracción de los jugos azucarados. Es un producto de alto contenido de FDN y de baja digestibilidad, alrededor del 25 %. No debería ser incluido en más de 10 %. (Parsi, y otros, 2001)

Tabla 29. Análisis del bagazo de caña.

COMPONENTE	VALORES
Carbohidratos	25,8%
M. Seca	86,26%
Proteína	3,0%
Grasa	1,2%
Fibra Cruda	38,02%
Cenizas	7,3%

Fuente: (Sánchez G. , 2021)

#### 3.6.7.21 Industria Cervecera

Proviene de la fabricación de la cerveza y son los más comunes la hez de malta (seca y húmeda) y los granos de destilería, principalmente cebada mezclada con maíz. Estos subproductos son en general muy palatables,

ricos en proteína con una degradabilidad intermedia. Debieran participar en un 20 % de la ración. (Parsi, y otros, 2001)

#### 3.6.7.22 Industria Vitivinícola

La pomasa o pulpa de uva es el residuo de la producción de vinos o jugos. Está compuesta por tallos, semillas, pulpa y hollejo. Es un recurso de baja calidad, alto en fibra y de un elevado contenido en tanino. (Parsi, y otros, 2001)

#### 3.6.7.23 Industria de Golosinas y Panadería

Consisten en combinaciones de distintos productos como pan, galletas, galletitas, tortas, harinas, masas, etc. Son alimentos de alta concentración de energía digestible, la cual se deriva de almidón, sacarosa y grasas de alta calidad. Es bien utilizado por los cerdos y también en raciones para lecheras. Debido a su alta tasa de fermentación su inclusión no debería superar el 20 % de la dieta. (Parsi, y otros, 2001)

#### 3.6.7.24 Industria Papelera y Maderera

Son considerado alimento de muy baja calidad, por lo que no se aconseja su inclusión en animales de altos requerimientos. (Parsi, y otros, 2001)

### **3.6.8 Otros residuos de materias primas**

#### 3.6.8.1 Afrechillo de trigo

Los subproductos de la comercialización e industrialización de los cereales y oleaginosas constituyen una fuente importante de nutrientes para satisfacer las necesidades de la alimentación animal de altos requerimientos. Actualmente son fuentes indispensables para «balancear» las dietas de vacas lecheras de alta producción o novillos en engorde intensivo, y también para la alimentación de cerdos, principalmente cuando se utiliza como base forrajera de las raciones. Desde el punto de vista nutricional el afrechillo de trigo puede definirse como un alimento de tipo energético-proteico, con

valores intermedios tanto de energía como proteínas. Es obtenido desde la parte exterior del grano de trigo, es el resultado luego de quitar la harina durante la molienda. El valor proteico, proviene tanto del «germen» de la semilla como de las cubiertas del grano. (Irigoyen, 2022).

*Tabla 30. Análisis del afrechillo de trigo*

<b>COMPONENTE</b>	<b>VALORES</b>
Humedad	12,9%
M. Seca	87,1%
Proteína	12,1%
Grasa	3,3%
Fibra	18,4%
Cenizas	6,0%
Energía	3409 kcal/kg

*Fuente: (Chachapoya, 2014)*

### 3.6.8.2 Polvillo de Arroz

El polvillo de arroz es el resultado del pulimento en la obtención del arroz para alimentación humana. En nuestro país es de alta disponibilidad, conocido también como harina de arroz. Contiene pequeñas cantidades de grano enteros más pericardio y más el germen.

Debido a su alto contenido de grasa cruda no debe ser almacenada por mucho tiempo. Se obtiene un 8% de polvillo en el proceso de obtención de arroz blanco. Contenido Proteína Cruda presenta un 12%. Alto contenido de Fibra cruda de 1,6 Mcal/Kg. (Agroandres.com, 2023)

Tabla 31. Análisis del polvillo de arroz.

COMPONENTE	VALORES
Humedad	10,9%
M. Seca	89,1%
Proteína	9,5%
Grasa	11,5%
Fibra	26,8%
Cenizas	13,8%
Energía	3345 kcal/kg

Fuente: (Chachapoya, 2014)

### 3.6.8.3 Aceite Crudo de Palma Africana

El aceite de palma es una grasa sólida a temperatura ambiente, con alto contenido en ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. El uso de aceite de palma se recomienda por las siguientes razones:

Su uso en raciones adecuadas no interfiere funcionalidad ruminal ni repercute negativamente en la digestibilidad de la fibra ni en la reducción del porcentaje de grasa en leche.

- Proporciona un alto contenido energético, sobre todo en épocas de déficit de energía.
- A niveles adecuados, influye positivamente en la producción de leche. Incluso también aumenta el porcentaje de grasa en el lácteo.
- La relación calidad-precio lo hacen una alternativa accesible y económica para diseñar dietas de alta densidad energética.
- Es un producto estable por su bajo nivel de insaturados.
- Algunos estudios señalan que, con una cantidad suficiente de lípidos, mejora significativamente la fertilidad y las pérdidas embrionarias.

No se puede usar más del 5 % en el total de la dieta. La partícula de grasa, que se llama micela, envuelve las partículas de pasto, e impide que las

bacterias las ataquen, lo que daña la digestión de la fibra. (Ganadero, El aceite de palma como fuente energética para rumiantes, 2016)

*Ilustración 22 Aceite crudo de palma africana*



*Fuente: (Ganadero, El aceite de palma como fuente energética para rumiantes, 2016)*

### **3.6.9 Aditivos**

#### **3.6.9.1 Buffers**

Se utilizan para ayudar a mantener el pH ruminal dentro de los rangos deseados. Dentro de los más comunes el bicarbonato de sodio, sesquicarbonato de sodio y óxido de magnesio. Las dietas a heno o con grandes cantidades de forrajes no necesitan buffers. En dietas donde se requiere altos niveles de energía y la misma es suministrada por carbohidratos fermentecibles, la fermentación ruminal cambia hacia mayor proporción de propiónico y menor proporción de acético; esto produce una reducción la relación molar acetato: propionato a 2,5 o menos; en esa situación los buffers ayudan a mantener el pH ruminal por arriba de 6,0. (Parsi, y otros, 2001)

### 3.6.9.2 Antibióticos

Son sustancias producidas por microorganismos, los cuales matan o inhiben el crecimiento de otros microorganismos. “Agentes bacterianos” son sustancias sintéticas, los cuales matan o inhiben el crecimiento de microorganismos. “Agentes antifúngicos” son sustancias naturales o sintéticas, los cuales inhiben el crecimiento de hongos. Un “Agente antimicrobiano” es un término colectivo para las tres clases antes mencionadas. Los antibióticos u otros agentes antibacterianos y combinaciones antimicrobianos son usados extensamente como aditivos por el ganado y la industria avícola. Todos los antibióticos usados comercialmente para promover el crecimiento son producidos por procesos de fermentación usando hongos o bacterias.

Los antibióticos usados con el propósito de promover el crecimiento son consumidos a niveles de una fracción de un gramo a 50 g o más/tonelada de ración. Las mezclas de 2-3 antibióticos son frecuentemente usados. Ellos son utilizados en alimentos para pollos, cerdos, terneros, vacas lecheras, bovino de carne y pilíferos. Los antibióticos fueron reconocidos en un comienzo como mejoradores del crecimiento y la eficiencia alimenticia, lo cual fue atribuido al control de enfermedades infecciosas en el intestino o el cuerpo. Estudios posteriores mostraron que los antibióticos fueron también efectivos en mejorar el crecimiento en cerdos sanos cuando se comparó con cerdos de crecimiento normal. (Parsi, y otros, 2001)

### 3.6.9.3 Saborizantes

Son aditivos para normalizar o mejorar el sabor o el olor de los alimentos, facilitando así el consumo de estos. En los métodos antiguos de explotación y alimentación no se tenía en cuenta el sabor de los piensos. Conforme se

iban perfeccionando los métodos de explotación y se llegaba, entre otras cosas, al desarrollo actual de los piensos compuestos, empezó a preocupar también el sabor de los alimentos suministrados a los animales. Por no poderse determinar experimentalmente ni definir con exactitud el gusto de los animales, es imposible aplicarles los métodos científicos utilizados generalmente. No obstante, con el transcurso del tiempo se han obtenido datos muy interesantes por vía empírica. Se ha podido establecer, por ejemplo, que el gusto de los animales no coincide en absoluto con el de las personas, ni en lo que se refiere a sus tendencias ni a su intensidad.

También se ha podido comprobar que las preferencias difieren entre las distintas especies e incluso entre los animales de una misma especie, pero de edades diferentes. En consecuencia, se necesitan sabores y aromas especiales para cada especie y edad. Por motivos de rentabilidad e idoneidad para determinados tipos de pienso, se han establecido algunos criterios fundamentales. Por ejemplo, el empleo de saborizantes resulta especialmente interesante en el pienso para lechones, en los sustitutos de leche para terneros, en el pienso de las vacas lecheras y en los suplementos minerales.

Los saborizantes se utilizan también con éxito en la alimentación de caballos, conejos, perros, gatos, peces, aves e incluso en la de animales no domésticos. Una gran parte de las sustancias básicas de los sabores se fabrica industrialmente. Sería injusto calificar de ‘artificiales’ o “no naturales” a estos productos de fabricación industrial, que son idénticos a los productos naturales que imitan. El saborizante para piensos más importante y con mayor frecuencia utilizado es la melaza, un subproducto de la industria azucarera. Sin embargo, por motivos técnicos y nutricionales está limitada su aplicación, por lo que su empleo no permite resolver todos los problemas de sabor.

Se necesitan, por tanto, otros sabores de fabricación industrial. Las sustancias siguientes son un ejemplo de la naturalidad de los sabores aromas utilizados: vainillina (principio aromático de la vainilla), aldehído cinámico (contenido en la corteza de la canela), aldehído anísico (en las semillas de anís), eugenol (en la esencia de clavos de olor) y el gran número de ésteres de frutas, contenidos en todas nuestras frutas, pero que también se pueden producir industrialmente. Naturalmente, la condición previa para la eficacia de un saborizante de piensos es que resulte agradable para la especie animal a la que está destinado. También es importante que el sabor mantenga una determinada estabilidad mientras el pienso está almacenado, sin volatilizarse poco tiempo después.

Los saborizantes y aromas proporcionan sabor y olor normalizado a los piensos compuestos, de forma que estos siguen sabiendo y oliendo igual, aunque se modifique su composición. Con ello se consigue que los animales consuman más cantidad y que su crecimiento sea uniforme. Si el alimento tiene un sabor agradable se puede adelantar el destete de los lechones y resulta también más fácil que pasen al pienso normal si éste continúa teniendo el mismo olor agradable. La programación lineal de los piensos compuestos a causa de las frecuentes fluctuaciones de los precios de las materias primas hace que cambien los sabores al modificarse la composición, lo que podría determinar, sin los saborizantes, una disminución de la ingesta. Por otra parte, los piensos de sabor desagradable, (como, por ejemplo, la paja tratada) se pueden aprovechar gracias al empleo de saborizantes. También se consigue así un mejor aprovechamiento de otros subproductos de la industria alimentaria. (Parsi, y otros, 2001)

#### 3.6.9.4 Antioxidantes y Conservantes

En la producción y el almacenamiento de alimentos balanceados existe el peligro de que se oxiden importantes componentes debido al oxígeno del

aire. Resultan afectadas en primer lugar las grasas, así como los subproductos de origen animal, carotenoides y vitaminas liposolubles. El deterioro en estado avanzado se reconoce fácilmente por el penetrante olor que despiden los productos de descomposición de las grasas. Es preciso, por lo tanto, reducir los riesgos de oxidación para que no se produzcan pérdidas de sustancias nutritivas y activas. El peligro de oxidación es mayor para las grasas con alto contenido de ácidos grasos insaturados. (Parsi, y otros, 2001)

#### Aceleran el proceso de oxidación.

- Las temperaturas elevadas.
- Una superficie grande.
- La acción de la luz.
- La presencia de oligoelementos.

#### Sustancias empleadas.

- Etoxiquina (ETQ).
- Butilhidroxianisol (BHA).
- Butilhidroxitolueno (BHT).
- Compuestos de ácido ascórbico (Vit. C). (Parsi, y otros, 2001)

#### 3.6.9.5 Levaduras y Hongos

Estos microorganismos son producidos comercialmente para agregar en las raciones. Son aeróbicos por lo tanto de corta vida en rumen. El mecanismo de acción no es conocido, pero se hipotetiza que suministran factores de crecimiento que provocan un aumento en el número de bacterias celulíticas, aumentando como consecuencia la digestión ruminal de la fibra. (Parsi, y otros, 2001)

### 3.6.9.6 Enzimas

Las enzimas constituyen la clase de moléculas proteicas más numerosa y especializada. Catalizan millares de acciones químicas. Gran parte de la historia de la bioquímica es la historia de la investigación enzimática. La acción de las enzimas se utiliza desde hace milenios en procesos de producción y conservación de alimentos. Las enzimas son largas cadenas de aminoácidos ligados mediante enlaces peptídicos. Son catalizadores biológicos muy eficaces, presentes en todos en todos los sistemas biológicos. Aceleran en el organismo diversas reacciones químicas que en condiciones normales solo tendrían lugar muy lentamente o ni siquiera se producirían. Controlan los procesos metabólicos mediante los cuales los nutrientes se convierten en energía y fuente de elementos para nuevas estructuras celulares.

También participan en la descomposición de las sustancias alimenticias en compuestos más sencillos. Entre las enzimas más conocidas se encuentran la pepsina, tripsina y peptidasas, las cuales actúan en el aparato digestivo para descomponer las proteínas en aminoácidos; las lipasas que fragmentan grasas en glicerol y ácidos grasos y por último las amilasas que descomponen el almidón en azúcares sencillos. Las enzimas son muy específicas, lo que significa que cada enzima descompone o sintetiza un compuesto químico único. La enzima actúa como la llave y el sustrato como la cerradura. (Parsi, y otros, 2001)

### 3.6.10 Suplementos minerales

Los minerales en nutrición animal se obtienen a través del alimento. Por esta razón, se debe hacer un correcto balance del porcentaje de macro y microminerales que cada animal requiere. En rumiantes, los minerales se

obtienen a través de forrajes y el pienso. La cantidad de minerales presentes en estos forrajes es variable, por lo cual se debe suplementar de acuerdo con esta composición mineral. El tipo de pasto y el suelo cambian la composición de minerales suministrados en la dieta. (Cuéllar, 2021)

En aves y porcinos, los minerales se obtienen principalmente en el pienso ya que constituye su principal fuente de alimentación. Este pienso debe ser de gran calidad para asegurar un correcto balance de proteínas, grasas, carbohidratos y minerales. Además, existen sales disponibles que suplementan la dieta para asegurar que las aves y porcinos ingieran las cantidades recomendadas de minerales. (Cuéllar, 2021)

#### 3.6.10.1 Macrominerales

Los macrominerales son el grupo de elementos minerales que más necesitan los animales en su dieta para cumplir una infinidad de funciones fisiológicas. Las deficiencias de estos elementos causan diversas patologías o disfunciones que deben corregirse prontamente. Además, según la especie animal (ave, porcino o rumiante) los signos y efectos pueden variar. (Cuéllar, 2021)

- Calcio.

Es el macromineral más abundante en el cuerpo de los animales ya que constituye el material de estructuras como huesos y dientes. Además, cumple funciones celulares de gran importancia en múltiples órganos como corazón, intestino y músculos. La deficiencia de calcio se caracteriza porque los animales tienen descalcificación y raquitismo, predisponiéndolos a debilidad ósea, fracturas y en aves con baja de la postura. (Cuéllar, 2021)

- Fósforo.

El fósforo es un macromineral comúnmente asociado con el calcio, ya que se encuentran juntos en estructuras óseas. Además, el fósforo

está involucrado en un gran número de procesos metabólicos en los animales. La deficiencia de fósforo se asocia con problemas óseos, disminución del crecimiento y del apetito, y reducción en el rendimiento productivo. (Cuéllar, 2021)

- Potasio.

El potasio es el tercer macromineral más importante en los animales y es el catión (ion de carga positiva) más abundante a nivel intracelular. Cumple funciones importantes a nivel celular relacionadas con la generación de energía. La deficiencia de potasio se asocia con problemas musculares como debilidad o tetania, así como a cambios en los hábitos de consumo de alimento (pica). (Cuéllar, 2021)

- Magnesio.

El magnesio es un macromineral estrechamente relacionado con el calcio y el fósforo. Por esta razón, cerca del 70% de magnesio se ubica en las estructuras óseas y el resto en tejidos blandos. El magnesio cumple funciones importantes en la generación de energía. La deficiencia de magnesio puede generar problemas neuromusculares de forma aguda, caracterizados por incoordinación o convulsiones. (Cuéllar, 2021)

- Azufre.

El azufre es un macromineral cuya importancia radica en la formación de aminoácidos y algunas vitaminas. Las proteínas son moléculas indispensables para la vida constituidas por aminoácidos, y son el principio de la producción animal. En porcinos, broilers y rumiantes de carne la proteína es la base para la formación de músculo; en gallinas para la formación del huevo. La deficiencia de

azufre en la dieta lleva a trastornos en la formación de proteínas. Por ello, el rendimiento productivo se ve afectado significativamente en casos de deficiencia. (Cuéllar, 2021)

- Sodio-Cloro.

El sodio-cloro (NaCl) constituye la sal común o de cocina. Estos minerales regulan la cantidad de agua a nivel celular y corporal por lo cual intervienen en casi todos los procesos orgánicos. En nutrición animal es suplementada constantemente y su deficiencia no es común. Sin embargo, el exceso sí constituye un problema frecuente ya que genera intoxicación por sal, especialmente en porcinos y aves. Sin embargo, los rumiantes también pueden verse afectados. (Cuéllar, 2021).

### 3.6.10.2 Microminerales

Los microminerales son elementos que en comparación con los macrominerales se encuentran en menor cantidad. Sin embargo, también cumplen un gran número de funciones en la fisiología de los animales. Las funciones de los microminerales en principio son las mismas para los animales ya que constituyen procesos básicos para la vida de estos. (Cuéllar, 2021)

- Cobre

El cobre es un micromineral que compone varias enzimas que participan en procesos de oxidación-reducción tales como citocromo oxidasa o superóxido dismutasa. Estas enzimas regular procesos redox en tejidos con una alta tasa metabólica como el hígado. Además, también tiene un papel fundamental en el

funcionamiento de las células de la sangre, la pigmentación de la piel y la formación de huesos y nervios. (Cuéllar, 2021)

- Cobalto

El cobalto es un componente de la vitamina B12 (cianocobalamina) que interviene en la formación de células rojas de la sangre y en funciones de las células nerviosas. En rumiantes la deficiencia es rara ya que las bacterias presentes a nivel ruminal producen la vitamina B12. En porcinos ocurre algo similar, pero con bacterias ubicadas a nivel intestinal. (Cuéllar, 2021)

- Yodo

El yodo es el micromineral que compone las hormonas de la tiroides Tiroxina y triyodotiroxina. Estas hormonas cumplen un papel esencial en el desarrollo y metabolismo de los animales ya que regulan dichos procesos. La deficiencia de yodo causa un aumento en el tamaño de la glándula (bocio). A nivel funcional, la mayoría de los procesos metabólicos de los animales se ven alterados. (Cuéllar, 2021)

- Hierro

El hierro tiene funciones relacionadas con la respiración ya que constituye moléculas sanguíneas que transportan los gases respiratorios. Además, compone un número importante de enzimas como catalasas, oxidasas, deshidrogenasas, entre otras. La deficiencia de hierro en nutrición animal puede relacionarse con trastornos sanguíneos que dificultan todos los procesos corporales,

causando anemia, debilidad, menor rendimiento productivo. (Cuéllar, 2021)

- Selenio

El selenio es un componente de la enzima glutatión peroxidasa que protege los tejidos y membranas contra el estrés oxidativo. Además, el selenio es un micromineral importante en la absorción y función de la vitamina E. (Cuéllar, 2021)

- Zinc

El zinc o cinc es un micromineral que compone un gran número de enzimas en forma de cofactor. Por esto, participa en procesos metabólicos relacionados con lípidos, carbohidratos y proteínas. La deficiencia de zinc se ha asociado con afectación del sistema inmune y del sistema reproductivo en rumiantes machos. (Cuéllar, 2021)

- Manganeso.

El manganeso es un micromineral que participa en el funcionamiento de enzimas relacionadas con el ciclo de Krebs, así como en la formación de hueso y células sanguíneas, el metabolismo de carbohidratos. (Cuéllar, 2021)

- Cromo.

El cromo hace parte del factor de tolerancia para la glucosa (GTF) y es un cofactor de la hormona insulina. Esta hormona trabaja en el metabolismo de los carbohidratos a través del transporte de glucosa, una molécula básica generadora de energía a nivel celular. (Cuéllar, 2021)

### 3.6.10.3 Recomendaciones para la Suplementación Mineral

Los minerales son componentes de la dieta que deben administrarse de forma controlada, periódica y cuidadosa. Los requerimientos de minerales pueden variar según la especie animal, así como la raza, dieta, región y tipo de producción.

- Utilizar fuentes de sales diseñadas correctamente para cada especie animal, por lo cual no se debe usar sal industrial o de cocina
- El suplemento mineral debe ser palatable para que los animales lo consuman y estar balanceado adecuadamente según los requerimientos
- La presentación de los minerales debe ser según las recomendaciones del fabricante, evitando que el producto esté húmedo, compactado o contaminado con hongos
- La suplementación de minerales puede hacerse según análisis de suelo y dieta para ajustarse a las necesidades, así como establecer un precio razonable. Esto evitará excesos de minerales en la dieta que pueden resultar tóxicos.
- En nutrición animal la administración de minerales debe hacerse con rigurosidad según la etapa de producción y características del lote, haciendo ajustes constantemente.
- El balance de los minerales es fundamental ya que el exceso de algunos de ellos provoca la incapacidad de absorber otros o bloquear su funcionalidad. (Cuéllar, 2021)

### 3.6.11 Fuentes de calcio y fósforo.

#### 3.6.11.1 Harina de Hueso

En general las provenientes de la industria frigorífica contiene un 31 % de calcio y 14,5 % de fósforo. Si bien se utilizan en todas las dietas de aves,

para ponedoras y reproductoras es fundamental para poder alcanzar los requerimientos de calcio que se necesitan durante el período de puesta de este tipo de aves.

#### 3.6.11.2 Fosfato Dicálcico

Proviene de la roca fosfórica o del huevo después de un proceso especial. Puede contener buena cantidad de flúor, gran parte del mismo debe ser eliminado antes de incorporarse en las dietas de aves. En general contiene alrededor de 18 % de fósforo y 23 % de calcio. Otra forma de proveer fósforo a una dieta de aves es como roca fosfórica desfluorada; en este caso debe contener no más de una parte de flúor para cada 100 de fósforo.

#### 3.6.11.3 Carbonato Cálcico

Normalmente se puede usar piedra caliza conteniendo entre 35 a 38 % de calcio; en general es pobre en flúor. Otra forma de muy buen aporte de calcio es utilizando aragonito.

#### 3.6.11.4 Conchilla Molida.

Es una de las fuentes de aporte de calcio más utilizada por su bajo costo, conteniendo un 94 % de carbonato de calcio y aportando 38 % de calcio. (Parsi, y otros, 2001)

### 3.6.12 Suplementos vitamínicos

Las vitaminas son sustancias orgánicas imprescindibles para la evolución normal de los procesos vitales en el organismo animal. Son necesarias para mantener la salud y la capacidad de rendimiento. Por regla general, el organismo animal no puede sintetizar por sí mismo las vitaminas. Se hace una distinción entre vitaminas liposolubles e hidrosolubles.

La carencia total o parcial de una o más vitaminas ocasiona múltiples trastornos metabólicos, que se reflejan en disminución del rendimiento de todo tipo, retrasos en el crecimiento, trastornos en la reproducción y diversas enfermedades. Las vitaminas utilizadas como suplemento se fabrican sin excepción industrialmente por procesos químicos y microbiológicos. Estas vitaminas industriales tienen la misma composición que las vitaminas naturales y su efecto es equivalente a estas o incluso superior. (Parsi, y otros, 2001)

*Tabla 32. Importancia y función de algunas vitaminas.*

<b>Denominación</b>	<b>Funciones Biológicas</b>	<b>Síntomas Carenciales</b>
<b>LIPOSOLUBLES</b>		
Vitamina A Axeroftol Retinol	Regeneración y protección de la piel y las mucosas. Síntesis de la púrpura visual y regulación del crecimiento.	Alteraciones patológicas de la piel y las mucosas, trastornos de la fertilidad, depresión del crecimiento.
Vitamina D3 Colecalciferol	De gran importancia en el metabolismo del Ca y P.	Trastorno del metabolismo del Ca y del P, reblandecimiento y deformación de los huesos, raquitismo poca estabilidad de la cáscara de los huevos.
Vitamina E Tocoferol	Control del metabolismo muscular, regulación del desarrollo y la función de las glándulas sexuales, efecto antioxidante.	Esterilidad, tendencia a los abortos, amiotrofia.
Vitamina K Menadiona Menaftona	Importante para la coagulación de la sangre.	Aumento de tiempo de coagulación de la sangre, incluso en pequeñas heridas se rompen los vasos sanguíneos y se producen hemorragias.
<b>HIDROSOLUBLES</b>		
Vitamina B1 Aneurina Tiamina	Regulación del metabolismo de los HCO, importante para la función normal del tejido nervioso y músculo cardíaco.	Depresión del crecimiento, mal desarrollo, trastornos del sistema nervioso, pérdida del apetito.
Vitamina B12 Cobalamina Cianocobalamina	Imprescindible para la formación normal de la sangre, el crecimiento y el metabolismo de las proteínas.	Producción insuficiente de carne, trastornos del crecimiento, anemia, pobre utilización de los alimentos.

*Fuente: (Parsi, y otros, 2001)*



## Bibliografía

- Agroandres.com. (2023). *agroandres.com.ec*. Obtenido de agroandres.com.ec:  
<https://agroandres.com.ec/producto-agropecuario/otros/polvillo-de-arroz/>
- Agrobit. (2007). *agrobit.com*. Obtenido de agrobit.com:  
[https://agrobit.com/info\\_tecnica/alternativos/avicultura/al\\_000007av.htm](https://agrobit.com/info_tecnica/alternativos/avicultura/al_000007av.htm)
- Avipecuaria. (27 de Septiembre de 2021). *actualidadavipecuaria.com*. Obtenido de  
[actualidadavipecuaria.com:  
https://actualidadavipecuaria.com/subproductos-de-origen-animal-en-la-nutricion-avicola/](https://actualidadavipecuaria.com/subproductos-de-origen-animal-en-la-nutricion-avicola/)
- Beltrán, A. (9 de noviembre de 2017). *Ateuves*. Recuperado el 28 de febrero de 2023, de <https://ateuves.es/particularidades-del-sistema-digestivo-de-los-conejos/>
- Bertsch, G. (06 de Noviembre de 2019). Cereales alternativos en alimentación animal. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/cereales-alternativos-en-alimentacion-animal/>
- BGA. (2019). *Aportes de los granos y subproductos a los requerimientos nutricionales de las diferentes especies animales*. Buenos Aires. Obtenido de <http://bibliotecadigital.bolsadecereales.com.ar/greenstone/collect/pubper/Partes/Numero%20estadistico%201980/Numero%20estadistico%201980-03.pdf>
- Campillo, S. (17 de febrero de 2019). *Vitónica*. Recuperado el 1 de marzo de 2023, de <https://www.vitonica.com/alimentos/grasas-proteinas-carbohidratos-funciones-nutrientes-nuestro-organismo>
- Caravaca Rodríguez, F. (2006). *Introducción a la alimentación y racionamiento animal*. Sevilla.
- Caravaca, F. (2006). INTRODUCCIÓN A LA ALIMENTACIÓN Y RACIONAMIENTO ANIMAL. Sevilla, España. Obtenido de [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Bases\\_para\\_la\\_Alimentaci%C3%B3n\\_Animal.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Bases_para_la_Alimentaci%C3%B3n_Animal.pdf)
- Carbajal Azcona, A. (2017). *Manual de Nutrición y Dietética*. Madrid.
- Castillo González, Burrola Barraza, Dominguez Viveros, & Chavez Martinez. (2014). Microorganismos y fermentación ruminal. (3).

- Castro, H. (2002). Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. . *Institute Brigham Young University Provo. Utah, US,* , pág. 14.
- Chachapoya Rivas, D. L. (2014). *Producción de alimentos balanceados en una planta procesadora en el cantón Cevallos*. Quito.
- Chachapoya, D. (2014). *Producción de Alimentos Balanceados en una Planta Procesadora de Cevallos*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/CD-5974.pdf
- Cheval, E. (9 de marzo de 2016). *Sunshine tour*. Recuperado el 28 de febrero de 2023, de <https://www.ecuestre.es/app/elles-a-cheval/ecuestre/el-sistema-digestivo-del-caballo-parte-i#:~:text=El%20aparato%20digestivo%20del%20caballo,colon%20grande%20y%20el%20recto>.
- Comercio. (03 de Marzo de 2016). *www.elcomercio.com*. Obtenido de [www.elcomercio.com: https://www.elcomercio.com/narices-frias/beneficios-balanceado-comidacasa-alimentacion-mascotas.html](https://www.elcomercio.com/narices-frias/beneficios-balanceado-comidacasa-alimentacion-mascotas.html)
- Cuéllar, J. (24 de Noviembre de 2021). Importancia del trigo en la alimentación y producción animal. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/importancia-del-trigo-en-la-alimentacion-y-produccion-animal/#:~:text=El%20trigo%20es%20uno%20de%20los%20cereales%20con%20m%C3%A1s%20contenido,energ%C3%A9tica%20importante%20en%20alimentaci%C3%B3n%20animal>.
- DEC. (2017). *www.thinkusadairy.org*. Obtenido de [www.thinkusadairy.org: https://www.thinkusadairy.org/es/inicio/productos-lacteos-estadounidenses/ingredientes-y-proteina-de-suero-lacteo/categorias-de-suero-lacteo/suero-lacteo-dulce-en-polvo](https://www.thinkusadairy.org/es/inicio/productos-lacteos-estadounidenses/ingredientes-y-proteina-de-suero-lacteo/categorias-de-suero-lacteo/suero-lacteo-dulce-en-polvo)
- Disglobal. (20 de Febrero de 2018). *disglobal.es*. Obtenido de [disglobal.es: https://disglobal.es/harina-pescado-importancia-la-alimentacion-animal/](https://disglobal.es/harina-pescado-importancia-la-alimentacion-animal/)
- Domanski, Giorda, & Feresin. (2017). *Composición y calidad del grano de sorgo*. Madrid: INTA Manfredi. Obtenido de [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/42-calidad\\_y\\_composicion\\_del\\_grano\\_de\\_sorgo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/42-calidad_y_composicion_del_grano_de_sorgo.pdf)
- Dunkley, C. (9 de agosto de 2012). *El sitio avícola*. Recuperado el 2 de marzo de 2023, de <https://www.elsitioavicola.com/articles/1807/enfermedades-nutricionales-importantes-de-las-ponedoras/>

- Editorial, E. (03 de enero de 2008). *Enfemenino*. Recuperado el 24 de febrero de 2023, de <https://www.enfemenino.com/cocina-internacional/tipos-de-harina-s483046.html>
- Fasa. (10 de Marzo de 2022). *www.fasa.ind.br*. Obtenido de [www.fasa.ind.br](http://www.fasa.ind.br/produto/farinha-de-carne-e-ossos-40-45-pb/?lang=es): <https://www.fasa.ind.br/produto/farinha-de-carne-e-ossos-40-45-pb/?lang=es>
- FEDNA. (2012). *Harina de plumas hidrolizada*. España.
- FEDNA. (2022). *www.fundacionfedna.org*. Obtenido de [www.fundacionfedna.org](http://www.fundacionfedna.org): [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/gluten-de-ma%C3%ADz-60](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/gluten-de-ma%C3%ADz-60)
- Finck, A. (2021). *Fertilizantes y fertilización*. México: Reverté.
- Flavia. (27 de febrero de 2018). *Guia de jardinería*. Recuperado el 2023, de <https://www.guiadejardineria.com/como-hacer-harina-de-huesos-en-casa/>
- Frandsen. (2016). *Manual del protagonista nutrición animal*. Guayaquil.
- Gamiz, G. (17 de octubre de 2019). *EquiPlus*. Recuperado el 28 de febrero de 2023, de <http://blogelraid.com/sistema-digestivo-del-caballo/>
- Ganadería. (2019). *Agrobit*. Recuperado el 2023, de [https://agrobit.com/info\\_tecnica/ganaderia/prod\\_lechera/ga000003pr.htm](https://agrobit.com/info_tecnica/ganaderia/prod_lechera/ga000003pr.htm)
- Ganadero, C. (27 de Septiembre de 2016). *www.contextoganadero.com*. Obtenido de [www.contextoganadero.com](https://www.contextoganadero.com): <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/el-aceite-de-palma-como-fuente-energetica-para-rumiantes>
- Ganadero, C. (31 de Mayo de 2021). *www.contextoganadero.com*. Obtenido de [www.contextoganadero.com](https://www.contextoganadero.com): <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/4-formas-de-usar-el-lactosuero-liquido-en-la-alimentacion-de-sus-animales#:~:text=El%20lactosuero%20%C3%ADquido%20como%20a ditivo,de%20los%20nutrientes%20del%20ensilaje>.
- Garces. (10 de junio de 2015). *El sitio porcino*. Recuperado el 2023, de <https://www.elsitioporcino.com/articulos/2613/sistema-digestivo-porcino/#:~:text=El%20sistema%20digestivo%20del%20cerdo,y%20termina%20en%20el%20recto>.
- Gayá, V. (08 de junio de 2022). *Alimente*. Recuperado el 24 de febrero de 2022, de [https://www.alimente.elconfidencial.com/consumo/2022-06-08/tipos-de-harinas-distintos-trigo\\_2120775/](https://www.alimente.elconfidencial.com/consumo/2022-06-08/tipos-de-harinas-distintos-trigo_2120775/)

- Gélvez, L. (2021). *Mundo Pecuario*. Recuperado el 27 de febrero de 2021, de [https://mundo-pecuario.com/tema60/nutrientes\\_para\\_monogastricos/plumas\\_harina\\_hidrolozada\\_de-266.html](https://mundo-pecuario.com/tema60/nutrientes_para_monogastricos/plumas_harina_hidrolozada_de-266.html)
- Giral Pereira, J. (2019). *Ración Alimenticia* .
- Gonzalez, S. (2017). *Sistema digestivo animales poligastricos*.
- Gouldbourne Hernández, J., Castaño Concepción , R., & Chiroque Montalban, J. (15 de agosto de 2018). *Porcicultura*. Recuperado el 27 de febrero de 2023, de <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/harina-pescado-t42644.htm>
- Guerrero Marín, G. A. (2010). *Diseño de ingeniería básica de una planta para la elaboración de sangre deshidratada para alimentos balanceados*. Quito.
- Herbalife. (2020). [www.herbalife.com.pe](http://www.herbalife.com.pe). Obtenido de [www.herbalife.com.pe](http://www.herbalife.com.pe): <https://www.herbalife.com.pe/articulos/que-es-un-suplemento-alimenticio/>
- INATEC. (2016). *Manual del Protagonista: Nutrición Animal*. Jica. Obtenido de <https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>
- Ionita, E. (25 de Julio de 2022). El sorgo, un mercado en crecimiento. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/el-sorgo-un-mercado-en-crecimiento/>
- Irigoyen. (2022). [alimentosirigoyen.com.ar](http://alimentosirigoyen.com.ar). Obtenido de [alimentosirigoyen.com.ar](http://alimentosirigoyen.com.ar): <http://alimentosirigoyen.com.ar/afrechillo-de-trigo/#:~:text=El%20afrechillo%20de%20trigo%20representa,alimentaci%C3%B3n%20animal%20de%20altos%20requerimientos.>
- Izquierdo Hernández, A., Armenteros Borrell, M., Lancés Cotilla, L., & Martín González, I. (2004). *Alimentación Saludable*. Habana: v.20 n.1.
- Latham, M. (2002). *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Roma.
- León, N. (2019). *DESARROLLO DE LA FUNCIONALIDAD INTESTINAL, CON ÉNFASIS EN LA ACTIVIDAD AMILÁSICA DEL PÁNCREAS Y CRECIMIENTO ALOMÉTRICO DE LOS ÓRGANOS DIGESTIVOS, EN CUYES DESDE EL NACIMIENTO HASTA LAS 7 SEMANAS DE EDAD*. Loja-Ecuador.
- López. (2004). *Tecnología de mataderos* . Madrid: Mundi-Prensa.

- López, A. (2009). *de rechupete*. Recuperado el 24 de febrero de 2023, de <https://www.recetasderechupete.com/tipos-de-harina-clasificacion/25251/>
- Lorenzutti, & Aguilar, S. (2019). *Consideraciones anatómico-fisiológicas para el uso racional y prudente de fármacos en cabras*. Argentina.
- Madrid. (1999). *Aprovechamiento de los subproductos cárnicos*. España: Mundi-Prensa.
- Marín, Z. (2022). *Elementos de Nutrición Humana*. Madrid: Universidad Estatal a Distancia. Obtenido de [https://www.google.com/search?q=EUNED+lugar&sxsrf=AJOqlzXxaKX1iEQGTCLZizgIyBKEJGuObQ%3A1677251880505&ei=KNX4Y8O7Hs6GwbkPz8i-6AU&ved=0ahUKEwjD76SUuq79AhVOQzABHU-kD10Q4dUDCA8&uact=5&oq=EUNED+lugar&gs\\_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcnAQAzIFCCEQoAEyBQghEKABOgoIABBHENYEE](https://www.google.com/search?q=EUNED+lugar&sxsrf=AJOqlzXxaKX1iEQGTCLZizgIyBKEJGuObQ%3A1677251880505&ei=KNX4Y8O7Hs6GwbkPz8i-6AU&ved=0ahUKEwjD76SUuq79AhVOQzABHU-kD10Q4dUDCA8&uact=5&oq=EUNED+lugar&gs_lcp=Cgxnd3Mtd2l6LXNlcnAQAzIFCCEQoAEyBQghEKABOgoIABBHENYEE)
- Márquez, R. (02 de marzo de 2015). *Contexto ganadero*. Recuperado el 28 de febrero de 2023, de <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/el-rumen-motor-de-la-digestion-en-los-bovinos>
- Martínez Zazo, A. B., & Pedrón Giner, C. (2016). *Conceptos básicos en alimentación*. Segunda Edición.
- Marulanda. (29 de marzo de 2017). *Animales y biología*. Recuperado el 2023, de <https://animalesbiologia.com/aves/anatomia-de-las-aves/sistema-digestivo-de-las-aves>
- Mate, A. M. (3 de noviembre de 2014). *INTA*. Recuperado el 1 de marzo de 2023, de <https://inta.gob.ar/noticias/bacterias-y-arqueas-del-estomago-de-la-llama#:~:text=Aunque%20no%20es%20taxon%C3%B3micamente%20un,de%20bacterias%2C%20arqueas%20y%20protozoos.>
- Mesa Ciruelo, M., & Ortega Páez, E. (2014). *Vitaminas y minerales*.
- Minibruno.com. (28 de Febrero de 2023). *www.minibruno.com*. Obtenido de [www.minibruno.com: http://www.minibruno.com/es/index.php?option=com\\_content&view=article&id=64&Itemid=108](http://www.minibruno.com/es/index.php?option=com_content&view=article&id=64&Itemid=108)
- Miproma. (10 de Junio de 2020). *miproma.es*. Obtenido de [miproma.es: https://miproma.es/nutricion-animal-semillas-de-algodon/](https://miproma.es/nutricion-animal-semillas-de-algodon/)
- Moreno, S. (s.f.). *Selectos de bioquímica general*.
- Moreta Flores, C. R. (2018). *Efecto de dos tipos de sales minerales y determinación del incremento de peso en la crianza de cuyes*. Quito.

- Neira, A. (2021). *Análisis bromatológico de la harina de soya*. Machala: Universidad Técnica de Machala. Obtenido de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16978/1/E-12172\\_NEIRA%20QUEZADA%20ANGIE%20MISHEL.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16978/1/E-12172_NEIRA%20QUEZADA%20ANGIE%20MISHEL.pdf)
- Nonhebel, & Moss. (1979). *El sacado de sólidos en la industria química*. España: Reverté S.A.
- Notiagro. (07 de Enero de 2020). *www.agromundo.co*. Obtenido de [www.agromundo.co](http://www.agromundo.co): <https://www.agromundo.co/blog/torta-soya-fuente-proteina-ganado/>
- Nutrinews. (10 de Agosto de 2021). *nutrinews.com*. Obtenido de [nutrinews.com](http://nutrinews.com): <https://nutrinews.com/harina-de-soja-y-papel-en-la-alimentacion-animal/>
- Olán, O. L., López Romero, D., Kantun Tilan, L. A., Kantun Martínez, L. M., & Morales Ruíz, L. F. (2017). *Prezi*. Recuperado el 27 de febrero de 2023, de [https://prezi.com/\\_sn5kw5a1hcl/harina-de-sangre/](https://prezi.com/_sn5kw5a1hcl/harina-de-sangre/)
- Oliva, K. (2015). *es.scribd.com*. Obtenido de [es.scribd.com](http://es.scribd.com): <https://es.scribd.com/document/278581682/Que-Es-Un-Alimento-Balanceado#>
- Oliva, K. (05 de septiembre de 2015). *SCRIBD*. Recuperado el 24 de febrero de 2022, de <https://es.scribd.com/document/278581682/Que-Es-Un-Alimento-Balanceado#>
- Orr, A. (7 de enero de 2022). *FDA*. Recuperado el 1 de marzo de 2023, de <https://www.fda.gov/animal-veterinary/animal-health-literacy/como-comen-pasto-las-vacas#:~:text=Este%20proceso%20de%20tragar%2C%20regurgitar,directamente%20involucrado%20en%20la%20rumia.>
- Parsi, J., Godio, L., Miazzo, R., Maffioli, R., Echevarría, A., & Provencal, P. (2001). *VALORACIÓN NUTRITIVA DE LOS ALIMENTOS Y FORMULACIÓN DE DIETAS*. Obtenido de [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/16-valoracion\\_nutritiva\\_de\\_los\\_alimentos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf)
- Petfood. (05 de Abril de 2021). *allextruded.com*. Obtenido de [allextruded.com](http://allextruded.com): <https://allextruded.com/entrada/que-es-la-harina-de-carne-24475>
- Pigozzi, L. (2018). *Nutrición y sanidad animal*. Argentina.
- QuimiNet. (26 de agosto de 2020). *QN*. Recuperado el 2023, de <https://www.quiminet.com/articulos/harina-de-hueso-calcinado-en-que-se-puede-usar-4468600.htm>

- Quispe Valdez, R. F. (13 de febrero de 2010). *Engormix*. Recuperado el 24 de febrero de 2022, de <https://www.engormix.com/balanceados/foros/definicion-alimentos-balanceados-t303/#:~:text=Los%20ALIMENTOS%20BALANCEADOS%2C%20son%20mezclas,durante%20un%20periodo%20de%202024.>
- Requena Pelaéz, J. M. (2013). *Harinas y derivados, feculas y almidones*. España-Málaga.
- Rivera Gaona, M. G. (julio de 2020). *Bmeditores*. Recuperado el 2 de marzo de 2023, de <https://bmeditores.mx/ganaderia/principales-enfermedades-metabolicas/#:~:text=Las%20enfermedades%20metab%C3%B3licas%20se%20presentan,productivo%20y%20reproductivo%20del%20animal.>
- Roberts, A., & O'Brien, M. (2003). *Nutricéuticos*.
- Rodríguez Riccheri, P. (s.f.). *Sol natural*. Recuperado el 2022, de <https://solnatural.bio/recipe/conoce-los-pseudocereales-y-descubre-porque-están-tan-de-moda>
- Rojo Salvador, & González Martínez. (2013). *Estómago de los rumiantes. Anatomías externa e interna. Surco gástrico. Posición y relaciones anatómicas*. Madrid.
- Saénz, R. A., Cama Gómez, J. M., & Rodríguez Gómez, J. (2018). *EcuRed*. Recuperado el 2023, de [https://www.ecured.cu/Sistema\\_digestivo\\_del\\_cerdo](https://www.ecured.cu/Sistema_digestivo_del_cerdo)
- Sánchez, G. (2021). *Uso del ensilaje de bagazo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) para mejorar la producción lechera de Bovinos en el trópico Ecuatoriano*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10349/E-UTB-FACIAG-MVZ-000065.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, M. (2019). *JardineríaOn*. Recuperado el 27 de febrero de 2023, de [https://www.jardineriaon.com/harina-de-huesos.html#Que\\_es](https://www.jardineriaon.com/harina-de-huesos.html#Que_es)
- Slideshare. (10 de Agosto de 2012). *es.slideshare.net*. Obtenido de es.slideshare.net: <https://es.slideshare.net/ticohm3858/analisis-proximal-o-weende-harina-de-pescado>
- Sola, D. (1 de octubre de 2020). *3tres3.com*. Recuperado el 27 de febrero de 2023, de [https://www.3tres3.com/articulos/harina-de-pescado\\_45369/](https://www.3tres3.com/articulos/harina-de-pescado_45369/)
- Solá, D. (25 de Octubre de 2021). Centeno: Valor Nutricional. Obtenido de [https://www.3tres3.com/latam/articulos/centeno\\_12609/](https://www.3tres3.com/latam/articulos/centeno_12609/)

- Solá, D. (26 de Julio de 2021). *www.3tres3.com*. Obtenido de *www.3tres3.com*:  
[https://www.3tres3.com/latam/articulos/harina-de-girasol\\_12570/](https://www.3tres3.com/latam/articulos/harina-de-girasol_12570/)
- Velasco, A. (11 de mayo de 2013). *Bitxos*. Recuperado el 28 de febrero de 2023,  
de <http://www.cvbitxos.com/2013/05/el-sistema-digestivo-de-los-conejos.html>
- Velp. (12 de Mayo de 2021). *www.velp.com*. Obtenido de *www.velp.com*:  
<https://www.velp.com/es-sa/how-to-determine-the-main-feed-parameters-for-barley-sample.aspx#:~:text=La%20cebada%20es%20uno%20de,energ%C3%A9tica%20metabolizable%20para%20los%20rumiantes.>
- Villagrasa, M. (13 de julio de 2018). *Ateuves*. Recuperado el 1 de marzo de 2023,  
de <https://ateuves.es/que-son-las-vitaminas-liposolubles/>



## **AUTORES**

### **Iván Patricio Salgado Tello**

Nació en Riobamba, Ecuador, en 1983. Es Ingeniero en Industrias Pecuarias y Magíster en Procesamiento de Alimentos. A lo largo de su carrera, ha trabajado en el sector público, desempeñándose como Técnico en el MAGAP y en el GADM de Pangua. Desde 2010, se ha dedicado a la docencia en instituciones como la Escuela Superior Politécnica del Ejército y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, destacándose en comisiones de evaluación y acreditación, además de ser Coordinador de Eventos Académicos Nacionales e Internacionales de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Ha sido parte del grupo de investigación SEALPRA – ESPOCH, dirigiendo proyectos de investigación. Actualmente, coordina el Proyecto de Vinculación “Banco de Alimentos Riobamba”. Con varias publicaciones en revistas indexadas y participaciones en congresos internacionales, ha recibido diversos premios, destacando su éxito como tutor en ferias de ciencia y tecnología. Además, es facilitador de cursos en la industria alimentaria y docente habilitado por el SENESCYT.



### **Luis Andrés Tello Flores**

Nació en Ambato, Ecuador, el 18 de enero de 1991. Realizó sus pasantías y tesis de pregrado en la Universidad Autónoma de Chihuahua, México, y obtuvo su título de Ingeniero Zootecnista el 24 de noviembre de 2017. Más tarde, completó una Maestría en Reproducción Animal, mención Bovinos, en la ESPOCH. Entre 2019 y 2025, trabajó como Técnico – Docente en el Laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Ciencias Pecuarias. Actualmente, es Profesor Ocasional a tiempo completo en la carrera de Zootecnia. Ha sido ponente en varios congresos internacionales y es miembro del grupo de investigación GINNAN, donde colabora en proyectos de vinculación e investigación. Ha asesorado numerosos trabajos de integración curricular y es autor de libros y artículos científicos, contribuyendo al desarrollo académico y científico de su campo.



### **Pablo Antonio Mancheno Neira**

Es un Ingeniero Zootecnista y Magíster en Economía y Administración Agrícola de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En el ámbito público, ha sido Coordinador Técnico Provincial del Proyecto de Erradicación de la Fiebre Aftosa (PEFA – AGROCALIDAD). Como docente, ha trabajado en la Unidad de Admisión y Nivelación (UAN – ESPOCH) y actualmente se desempeña como Técnico Docente 1 a cargo del Laboratorio de Reproducción Animal y Clínica Veterinaria en la Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP – ESPOCH). Además, participa como investigador en proyectos científicos que vinculan la academia con la sociedad, contribuyendo con su experiencia al avance de la ciencia y la educación. Su trabajo se enfoca en la formación de nuevos profesionales y el impulso de investigaciones que benefician a la comunidad.



### **Tatiana Elizabeth Sánchez Herrera**

Nacida en Ambato, Tungurahua, Ecuador, en 1987, obtuvo el grado de Ingeniera en Industrias Pecuarias en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) y un Magíster en Gestión de la Producción Agroindustrial en la Universidad Técnica de Ambato. Su experiencia profesional incluye trabajo en Industrias de Curtiembre, enfocándose en producción, control de calidad y Normas ISO 9001. Actualmente, es profesora en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, donde ha formado parte de la comisión de Evaluación y Acreditación de la Carrera y de la Comisión de Eventos Académicos Nacionales e Internacionales. También es miembro y coordinadora subrogante en proyectos de investigación del grupo SEALPRA, con varias publicaciones nacionales e internacionales. Además, tiene experiencia en actividades académicas relacionadas con la gestión y vinculación con la sociedad, contribuyendo al desarrollo académico y científico.







ISBN: 978-9942-51-458-5



9 789942 514585