

VALORACIÓN NUTRITIVA DE LOS ALIMENTOS Y FORMULACIÓN DE DIETAS

Jorge Parsi, Leopoldo Godio, Raúl Miazzo, Roberto Maffioli, Alberto Echevarría y Pedro Provensal. 2001.
Cursos de Producción Animal, FAV UNRC.

www.produccion-animal.com.ar

Volver a: [manejo del alimento](#) > [Curso P.B.C.](#)

1.- ALIMENTOS MAS COMUNES; PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Forrajes	Frescos	Pasturas perennes	Gramíneas	C3
				C4
		Anuales	Leguminosas	Templadas
				Tropicales
	Conservados	Henos		
		Silajes		
		Henolajes		
	Rastrojos			
	Diferidos			
	Concentrados	Granos	Cereales	
Oleaginosas				
Grasas y aceites				
Nitrógeno no proteico				
Subproductos de la agroindustria	Origen vegetal	Industria aceitera		
		Industria molinera		
		Industria frutihortícola		
		Industria azucarera		
		Industria cervecera		
		Industria vitivinícola		
		Industria de la golosina y panadería		
	Industria maderera y papelera			
	Origen animal	Industrias lácteas		
		Industria pesquera		
Industria frigorífica				
Industria avícola				
Suplementos minerales				
Suplementos vitamínicos				
Aditivos	Buffer			
	Antibióticos			
	Saborizantes			
	Antioxidantes y conservantes			

Un alimento puede ser definido como cualquier componente de la ración que provee nutrientes. La mayoría de los alimentos proporcionan uno o varios nutrientes y pueden incluirse también ingredientes para proporcionar volumen, reducir la oxidación de nutrientes que se oxidan con facilidad, proporcionar sabor u otros factores relacionados con la aceptabilidad sin servir estrictamente como fuente de nutrientes.

1.- 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 físico-química. 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 (ligno-hemicelulósicos) que dificultan la acción enzimática.

El contenido proteico, mineral y vitamínico es variable dentro y entre especies.

En forma general y desde el punto de vista de la calidad pueden abarcar un rango amplio que va desde una buena fuente de nutrientes como las gramíneas y leguminosas jóvenes y ensilajes de alta calidad a recursos de escaso valor como las pajas, rastrojos, etc.

El valor nutricional de los groseros se puede aumentar con una correcta suplementación.

Dentro de este grupo podemos distinguir los siguientes subgrupos:

1.1. Pasturas frescas

1.2. Conservados

1.3. Pajas, rastrojos y diferidos.

1.1. 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.

Las gramíneas (5.000 especies) se dividen en gramíneas de clima templado cuya estación de crecimiento es en primavera y otoño (C3) y las de clima cálido que crecen activamente en el verano (C4).

En las C4 los primeros productos estables de la fotosíntesis son compuestos de 4 carbonos, mientras que en las C3 son compuestos de 3 carbonos.

Las plantas C4 son más eficientes desde el punto de vista fotosintético, producen una gran acumulación de peso seco, generalmente tienen bajo valor nutritivo y se han adaptado a regiones tropicales.

Las plantas C3 corresponden a las pasturas de clima templado, maduran a una tasa menor disminuyendo su calidad más lentamente. Como ejemplos podemos citar: ryegrass, pasto ovinillo, agropiro, pasto llorón, etc.

Las leguminosas miembros de la familia Leguminosae (14.000) especies, son usadas también en pastoreo, aunque las cultivadas comprenden un pequeño grupo, siendo la alfalfa (*Medicago sativa*) y algunos tréboles (*Trifolium* sp) las leguminosas más utilizadas.

La fibra, especialmente en los tallos, está altamente lignificada.

Algunas leguminosas tienden a causar timpanismo, que es un alteración provocada por una retención de gas en el rumen debido a la formación de espuma estable que impide la eructación.

En general los constituyentes químicos de las plantas pueden ser divididos en componentes estructurales de la pared celular (**FDN**) (lignina, hemicelulosa, celulosa y sílice) (cuadro 7-1) y el contenido celular (**CC**) soluble (cuadro 7-2) (azúcares, almidón, fructosanos, ácidos orgánicos y fracciones nitrogenadas).

Cuadro 7-1.- Hemicelulosa, celulosa y lignina en la pared celular de los forrajes

Forraje	Pared celular (% MS)	Hemicelulosa (% MS)	Celulosa (% MS)	Lignina (% MS)
Leguminosas				
Alfalfa	51	11	29	11
Trébol rojo	66	17	39	10
Gramíneas C3				
Cebadilla	64	26	32	5
Pasto ovinillo	55	25	25	4
Festuca	54	23	26	4
Gramíneas C4				
Cencrus	66	35	24	5
Bermuda	76	39	29	6
Pangola	68	26	33	8
Guinea	66	24	33	5

Cuadro 7-2.- Contenido de carbohidratos de diferentes alimentos (% de la MS).

Digestibilidad carbohidratos	Azúcares	Fructosanos	Almidón	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina (% PC)
	Completa	Alta	Alta	Variable	Variable	Nula
Gramíneas						
Tropicales	5	0	1-5	30-40	30-40	8-12
Templadas	10	1-25	0	20-40	15-25	5-7
Leguminosas						
Alfalfa	5-15	0	1-7	20-35	8-10	15-20
Granos						
Cereales	NS	0	80	2-5	7-15	---

En las plantas jóvenes, el citoplasma compone una importante proporción de la materia seca (MS) siendo la pared celular (PC) menos importante. A medida que el forraje madura, diversos factores interactúan, disminuye el citoplasma aumentando los carbohidratos estructurales y la lignificación de los mismos. Esto se produce por un aumento relativo de los tallos los cuales poseen mas lignina que las hojas.

La cantidad de lignina (L) es el factor mas critico que afecta a la digestibilidad (Dig.) encontrándose junto al sílice (Si) en cantidades variables en la PC, siendo la calidad afectada en forma primordial por la reducción de la Dig. y tasa de digestión, lo cual se refleja en un menor consumo voluntario.

El nitrógeno esta en el citoplasma aunque hay algo en la PC; la mayor fracción de nitrógeno no proteico se encuentra en las plantas que tienen altos tenores de nitrógeno (N) total y las plantas jóvenes de activo crecimiento variando entre 12 y 40 %.

El porcentaje de proteína bruta es afectado por distintos factores: especie, estado fenológico, parte de la planta, nivel de fertilidad del suelo; su tendencia es decreciente hacia la madurez oscilando entre 10 y 30 %.

Con respecto a la fracción del extracto etéreo (EE), sus valores medios son de 2 % en Leguminosas y 3 % en Gramíneas.

La Vit. A es producida por el hígado a partir de los carotenoides de la planta que tienen valor como pro-vitamina, siendo el B-caroteno el más importante. Su tenor es mayor en las plantas jóvenes y decrece hacia la madurez. La cantidad presente en las plantas verdes es adecuada para cubrir las necesidades de animales en pastoreo.

La Vit. D no se encuentra en los tejidos verdes. A la muerte de la célula o en el secado parcial que ocurre a la madurez, algunos esteroides (precursores de la Vit. D) desarrollan dicha vitaminas por acción de los rayos ultravioletas. El producto de la reacción es la Vit. D₂ o calciferol. O sea que los forrajes cortados y secados al sol contienen actividad vitamínica D, la cual es promovida por factores tales como: grado de exposición a los rayos ultravioletas, intensidad y método de secado, condiciones de almacenaje y duración del mismo.

La Vit. E se encuentra en las plantas verdes y pertenece a los tocoferoles. La cantidad más importante se encuentra en las hojas, especialmente en la floración.

En general las plantas verdes son fuentes de mediano a alto aporte de vitaminas hidrosolubles.

En general las leguminosas poseen mayores tenores proteicos, Ca, Mg, S y frecuentemente Cu que las gramíneas, pero tienen tenores menores de pared celular y de Mn, Zn, Na y K. También poseen una mayor concentración de Mo, antagonista del Cu.

El contenido mineral de las gramíneas varía con la especie y la fertilidad del suelo. Son adecuadas en Ca, Mg y K aunque pueden ser deficientes en P. En elementos vestigiales las especies forrajeras tienen niveles inferiores a los considerados como adecuados para los rumiantes.

En comparación con las gramíneas, las leguminosas presentan concentraciones elevadas de Ca, Mg, S y con frecuencia Cu (ver: Bavera, 2000, cap. III).

Cuadro 7-3.- Efecto del estado de madurez de pasto Llorón cv Ermelo sobre la Dig., CMS, CMSD y aumento de peso diario

Estado de madurez del pasto llorón	Dig. (%)	PB (%)	PD (%)	CMS (kg/día)	CMSD (kg/día)	Aumento de peso (kg/día)
Octubre	74,5	8,36	6,23	7,25	5,40	1,10
Diciembre	68,7	7,17	4,93	6,70	4,60	0,91
Febrero	63,0	5,97	3,75	5,87	3,70	0,43
Abril	57,3	4,76	2,73	5,24	3,00	0,02
Mayo	54,4	4,16	2,26	4,60	2,50	-----

FACTORES QUE MODIFICAN LA COMPOSICIÓN

Temperatura

Su efecto es uniforme en todas las especies estudiadas (Van Soest,1994). Una regresión obtenida por Denium (1976) mostró una disminución de 0,5 unidades de Dig. por cada grado C de aumento de la temperatura

La menor Dig. a temperaturas elevadas es debido a que la T promueve una mayor lignificación de la pared celular.

Luz y duración del día

El efecto de la luz, la fuente de energía para las plantas, tiene una influencia directa sobre el metabolismo a través de la fotosíntesis. La eficiencia es baja, ya que solamente entre el 1-3 % de la luz total que la planta recepta se fija en los procesos fotosintéticos.

Fertilización

La fertilización Nitrogenada tiene el mayor efecto sobre la composición de la planta, aumenta el % de N y la producción.

Suelo:

Las plantas cultivadas en diferentes suelos, tienen un diferente balance de elementos minerales, lo que influye en su crecimiento y composición. Los suelos viejos (con mucho uso) agotan los elementos solubles y se tornan ácidos y ricos en óxido de hierro y aluminio que pueden ser tóxicos para la planta. Este proceso se acelera en regiones húmedas y calientes.

Defoliación y enfermedades:

La pérdida física de las hojas, tallos o ambos, es el principal estrés que obliga a la planta a movilizar las reservas para producir nuevas hojas a fin de recuperar su capacidad fotosintética. El efecto de la defoliación sobre la calidad es siempre positivo, debido a que retarda el desarrollo y la lignificación.

Desde el punto de vista de la planta, la pérdida de tejido, cualquiera sea su origen (segadora, animal, fuego, insectos, etc.) tiene un impacto similar, aunque en el caso de herbívoros más pequeños, estos tienen mayor selectividad.

Edad y Madurez:

El estado de crecimiento en términos de desarrollo de la planta es un medio común de describir la calidad del forraje.

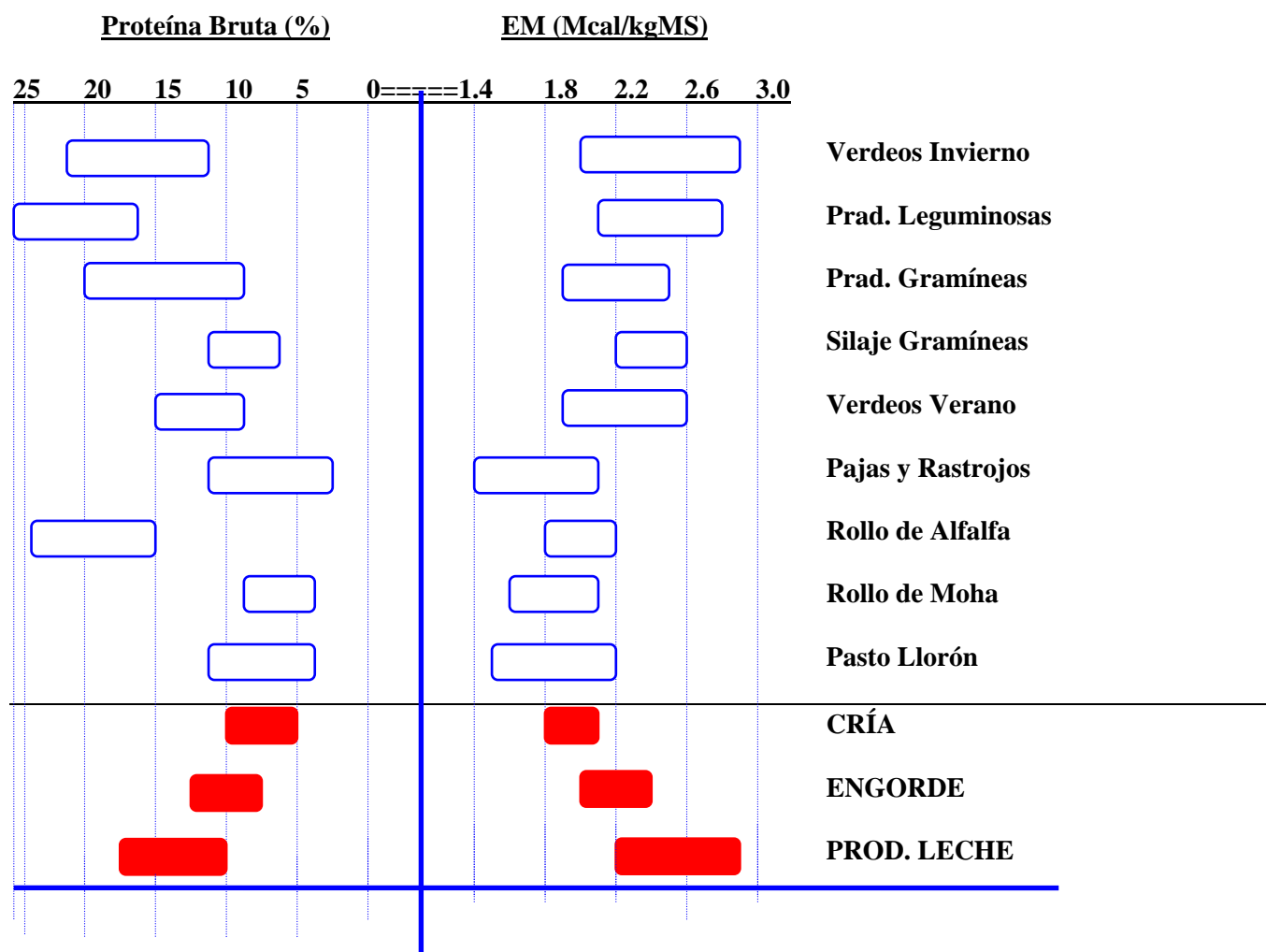
La madurez significa desarrollo morfológico, que culmina en la aparición del ciclo reproductivo. Esta secuencia en las plantas depende de signos tales como: duración del día (fotoperíodo) o temperatura.

La edad se define como el tiempo transcurrido después del rebrote o corte. Las pasturas que permanecen en estado vegetativo pueden describirse solo en términos de edad y altura.

Cuadro 7-4.- Composición nutricional de algunas pasturas

Alimento	MS %	PB % MS	Dig. % MS	ME Mcal/kg MS	Ca % MS	P % MS
Alfalfa e.v.t.	20.9	21.2	62.5	2.25	2.26	0.35
Festuca	2.0	17.6	68.6	2.47	0.76	0.48
Sorgo sudan f.i.	28.3	11.9	64.0	2.31	0.43	0.17
Maíz f.m.	31.0	9.8	62.6	2.26	0.33	0.14
Pasto Llorón	28.0	10.6	62.0	2.24	0.27	0.24

CONCENTRACIÓN ENERGÉTICA Y PROTEICA DE DISTINTOS FORRAJES



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 digeribles/ha.

El estado de madurez del forraje al corte tiene una gran influencia sobre su calidad (cuadro 7-5).

Cuadro 7-5.- Producción de EM y PD en alfalfa cortada a 4 estados de madurez.

	Pre-yema floral	Yema floral	1/10 de floración	Media floración
MS (kg/ha)	13.260	16.430	19.130	19.260
EM (Mcal/kg MS)	2.35	2.15	2.04	1.95
EM (Mcal/ha)	31.161	35.324	40.025	37.557
PD (%)	21.04	17.74	15.01	13.33
PD (kg/ha)	2.790	2.915	2.873	2.567
Dig. (%)	65.13	59.59	56.54	54.05

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.

Otras pérdidas son las causadas por la actividad enzimática y oxidación de los tejidos, cuando la planta se están secando.

La lluvia es considerada el factor incontrolable más detrimental. Cuando el forraje se está secando una lluvia puede causar hasta un 40 % de pérdida en la MS, 20 % de N, 30 % de P, etc.

El color y la presencia de hojas, presencia de mohos, son características a evaluar previas al análisis de laboratorio.

El heno de moha ha tenido una amplia difusión en los últimos años. A los efectos de conocer su calidad fue analizado por nuestro laboratorio (cuadro 7-6). Dicha experiencia permitió concluir de que a los fines de lograr mayor calidad debería anticiparse la cosecha.

Ensilaje:

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 aeróbios.

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.

La temperatura óptima de fermentación está en el rango de 27 a 35° C. Una temperatura excesiva es el problema del ensilaje con baja humedad que no puede ser compactado, dificultando la eliminación de O₂. Cuando el contenido de humedad es demasiado alto trae aparejado la aparición de Clostridium lo que ocasiona cantidades elevadas de ác. butírico e hidrólisis de las proteínas con formación de aminas que tienen un efecto sobre la palatabilidad. El contenido de MS del 25 al 35 % es el más adecuado, estando asociado al consumo por parte del animal.

En un ensayo realizado para determinar los factores que afectan el consumo de silaje en bovinos, observaron que el contenido de MS del forraje que se ensila y el proceso de fermentación resultante son factores muy importantes que inciden en el consumo ulterior de silaje por los animales. En el caso del % de MS, encontraron una correlación lineal y positiva respecto al consumo.

Un buen ensilaje debe estar libre de hongos y de olor a amoníaco o ácido butírico, de coloración verde no siendo deseables los marrones o negros.

El ensilaje de maíz es el más difundido en los lugares donde es posible el cultivo de esta gramínea. Correctamente realizado es un producto de contenido energético moderado aunque el contenido de proteína suele ser bajo.

Cuadro 6.- Composición nutricional de algunos conservados

Alimento	MS. %	PB. % MS	Dig. % MS	E.M. Mcal/kg MS	Ca % MS	P % MS
Henos						
Alfalfa	85.1	16.2	57.1	2.06	1.40	0.19
Moha	92.5	7.2	63.7	2.29	0.46	0.23
Silaje						
Maíz	27.9	8.4	68.2	2.46	0.28	0.21
Sorgo	29.4	7.3	56.3	2.03	0.25	0.18

El ensilaje de sorgo tiene un valor nutritivo inferior al del maíz. Esto se debe a un menor contenido de azúcares de los tallos y porque las semillas son pequeñas y atraviesan intactas el tracto gastrointestinal si no han sido rotas durante el ensilado.

Ensilajes.

El silo bolsa ha adquirido una creciente popularidad como practica 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.

1.3. 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.

Cuadro 7-7.- Composición nutricional de algunas pajas, rastrojos y diferidos

Alimento	MS. %	PB. % MS	Dig. % MS	E.M. 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 P. Ilorón	88.0	4.9	46.0	1.65	0.32	0.19

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.

2. CONCENTRADOS: GRANOS, OLEAGINOSAS. GRANOS PROCESADOS. NITRÓGENO NO PROTEICO

Son los que se adicionan para aumentar el consumo de energía o la densidad de la ración. Se incluyen en esta denominación los alimentos con alta concentración energética por unidad de MS y con menos de 20 % de PB. Comprende esta clasificación los granos, subproductos de molinería, grasas, aceites y otros disponibles en menor cantidad y restringidos a determinadas áreas geográficas.

2.1 GRANOS DE CEREALES

Son producidos por las gramíneas, siendo su composición menos variables 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 endosperma 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 .

Cuadro 7-8.- Digestibilidad de algunos cereales para vacunos y cerdos.

	Bovinos	Cerdos
Cebada	81	81
Maíz	84	86
Sorgo	78	86
Avena	68	67

Los cereales deben suministrarse molido y su tamaño de partículas aconsejada, para un mejor desempeño productivo, esta comprendida entre 600-800 micrones, pudiendo ser de 500 micrones para cerdos posdestete. Esto es válido para la mayoría de los cereales, excepto para el caso de trigo que se recomienda una mayor tamaño de partícula (850 a 1800 micrones). (Goodband y col., 1995)

Cuadro 7-9.- **Valores de alimentación relativos de los granos para cerdos** (Cunha; 1983).

Granos	Valor relativo (comparado con el maíz al que se le asigna un valor de 100, como promedio)
Maíz	100
Trigo	100 - 105
Cebada	90
Sorgo granífero	95 - 97
Triticale	95
Avena	80 - 90
Centeno	85 - 90
Mijo	93

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 endosperma 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).

Se han descubiertos varios genes mutantes en maíz, uno de los cuales, el opaque-2 es de gran interés a causa de su mayor nivel de lisina y triptófano.

Maíz	Zeína (%)	Glutelina (%)	Lisina (% aproximado)
Común	41 al 52	17 al 28	0,22
Opaque-2	16	42	0,40

Numerosos estudios sobre los factores que influyen en la calidad de la proteína del maíz indican que tanto el ambiente como la variedad ejercen una influencia significativa sobre el contenido de lisina. Se ha demostrado también que los fertilizantes nitrogenados aumentan el contenido de proteína y reducen su calidad, lo que se debe a un incremento de la fracción de zeína.

Los maíces blancos y amarillos son similares en su composición, con la excepción de que el maíz amarillo es rico en carotenos (xantofilas), un precursor de la vitamina A, de gran importancia en nuestro país donde el consumidor exige un elevado grado de pigmentación tanto en el pollo como en el huevo. El contenido de carotenos puede reducirse hasta un 30 % cuando se almacena (North y Bell, 1993).

Sorgo

El sorgo en grano, al igual que el maíz, es un excelente alimento para los cerdos cuando es suplementado de forma adecuada y se consume de manera correcta. No es muy palatable para las aves y además carece de xantofilas lo que hace que se incluya en bajos porcentajes (10 al 30 %) en las dietas de parrilleros y ponedoras, aunque estos porcentajes pueden elevarse cuando la ración es peletizada (Buxadé Carbó, 1985). Posee un promedio de un 11 % de proteína bruta y puede oscilar desde un 8 % hasta más del 16 %, como resultado de diferencias entre variedades y por los efectos ambientales durante su crecimiento. Varios experimentos realizados en cerdos y en ratas han demostrado que la lisina es el aminoácido limitante, seguido por la treonina.

Cuando se quiso determinar el valor nutricional del sorgo y compararlo con el maíz, en dietas para cerdos, Knabe observó que el sorgo, con bajo tenor de taninos, tiene un 95 % del valor alimenticio del maíz, tanto para cerdos en crecimiento como en terminación. Se pudo concluir que los cerdos que consumieron sorgo, durante la etapa de terminación, crecieron 1 % más lento, consumieron un 4 % más de alimento y empeoraron en un 5 % su eficiencia alimenticia, si se lo comparaba con el maíz.

Se puede decir que el sorgo tiene menos proteína digestible que el maíz, cuando es evaluado en el total del tracto digestivo de los cerdos, determinándose que esa menor energía digestible es de alrededor de un 5 % respecto al maíz. Como conclusión más importante, se podría decir, que las diferencias existentes entre la digestibilidad o disponibilidad de aminoácidos del sorgo respecto del maíz no son significativas (Knabe).

Algunas variedades de sorgo resultaron muy poco palatable para los cerdos, lo que puede ser debido a su riqueza de tanino, siendo comúnmente llamados "sorgos antipájaros".

En un ensayo, realizado en el INTA de Pergamino, se comparó sorgos que tenían 0,27 % y 1,21 % de tanino y se demostró que no existían diferencias en los cerdos en cuanto a la velocidad de crecimiento y la conversión alimenticia (Nardiello y col, 1980).

Almond y col (1979) cuando compararon sorgos que tenían un 0,4 % (color amarillo) y 2,5 % (color marrón) de tanino, encontraron diferencias significativas siendo mejores los aumentos diarios y las conversiones alimenticias en aquellos sorgos que tenían menos tanino (aprox. un 10 %).

Por otra parte, McLeod (1974) considera que el tanino reduce la digestibilidad de la proteína por inhibición de la acción de las enzimas digestivas y mediante la formación de complejos con la proteína dietética en el tracto gastrointestinal, haciéndola resistente a la degradación enzimática.

Noland y col (1976) encontraron que los cerdos en crecimiento, alimentados a voluntad con dietas que tenían sorgos antipájaros, crecieron un 7 % más lento y requirieron un 15 % más de alimento hasta el sacrificio que aquellos alimentados con otras variedades de sorgos.

Estos sorgos "antipájaros" producen una depresión en el crecimiento de pollos parrilleros y yemas moteadas en ponedoras comerciales.

En trece ensayos realizados en cerdos en crecimiento administrando sorgos con bajo y alto tanino, Knabe observó que cuando se incorporaban a la dieta sorgos con alto contenido, redujeron la ganancia diaria en un 3 %, aumentaron el consumo de alimento en un 2 % y desmejoraron su eficiencia alimenticia en un 6 %.

Todos los sorgos graníferos, incluso los de granos amarillos, son deficientes en carotenos.

Cebada

Los granos de cebada contienen más proteína total y niveles superiores de lisina, triptófano y aminoácidos sulfurados (metionina y cistina) que el maíz. Es inferior su valor nutritivo para cerdos en crecimiento y terminación que el maíz, a pesar de su mayor contenido de proteína. Esto es debido a su mayor contenido de fibra bruta y a la incapacidad del cerdo para consumir suficiente cantidad de energía para alcanzar una ganancia máxima y eficiente. La eliminación de la vaina de la cebada, mediante un proceso conocido como "perlado", mejora su valor nutritivo. Este proceso reduce eficazmente el contenido de fibra y aumenta el de la energía digestible.

También para aves, cuando se utiliza el grano como tal, es un alimento mediocre, más aún cuando se incluye en un alto porcentaje en dietas de los parrilleros. En este caso se ven afectados tanto el incremento diario de peso como la conversión alimenticia. Estos inconvenientes son menores en las pollitas de cría y reproductores, que son menos sensibles (North y Bell, 1993)

Para su inclusión en dietas de parrilleros es necesario la complementación con enzimas, entre ellas las Beta-glucanasas, para aumentar la utilización de los betaglucanos y así disminuir el problema de camas húmedas.

Avena

El grano de avena entera contiene aproximadamente una tercera parte de cáscara, lo que hace que sea muy rica en fibra y pobre en energía digestible para el cerdo. Por lo tanto, no es muy recomendable como fuente de energía para cerdos en crecimiento.

Cuando el contenido de avena de la dieta alcanza un 40 % disminuyen las ganancias diarias de peso de los cerdos en crecimiento, así como desmejora la conversión alimenticia (Jensen y col, 1959).

Jensen y col (1959) establecieron que la reducción en el crecimiento se debe a la porción de cáscara de la avena, que diluye la energía utilizable de la ración y disminuye el consumo de alimento. Por otra parte, la avena sin vaina posee un valor similar al maíz para cerdos en crecimiento.

Cuando se dispone de avena a un precio económico, suele incluirse en dietas destinadas para cerdas en gestación, con una sustitución hasta la mitad de los cereales de la ración. La avena provee de fibra (10 - 15 %) que puede ser especialmente útil para las cerdas, cuando el ejercicio es limitado.

La avena protege a los cerdos en crecimiento de las úlceras gástricas, efecto protector se atribuye a una fracción soluble en alcohol que existe en la cáscara.

Suele emplearse como grano entero (11 % de proteína) en las aves de cría que están sometidas a alimentación restringida. Se la puede usar descortada (16 a 19 % de proteína), lo que sería muy interesante pero no es frecuente por razones económicas. Normalmente y debido al alto costo de su energía en relación al maíz, no se la puede utilizar en dietas para pollos de engorde, que requieren alto contenido energético, pero sí en los alimentos de crecimiento, postura y reproductores (North y Bell, 1993).

Trigo

El trigo puede tener hasta un 5 % más de valor nutritivo que el maíz. Es similar como fuente energética y es superior en cuanto a calidad y cantidad de proteína, además de ser más palatable. Sin embargo, generalmente es demasiado costoso para suministrárselo a los cerdos, ya que se produce primariamente para consumo humano, excepto el trigo de baja calidad o deteriorado que no es muy útil para este fin.

Para conseguir las máximas performance productivas en cerdos, el grano de trigo debe ser molido grueso, siendo el tamaño de partículas ideal entre 850 - 1.800 micrones. Esto difiere del tamaño de partículas ideales para

otros cereales que se encuentran aproximadamente entre los 600- 700 micrones. Así Seerley y col (1988) recomiendan un diámetro geométrico medio de 850 micrones o mayor para cerdos de posdestete hasta los 55 kg y de 1.800 micrones para cerdos en terminación. Esto está corroborado por Goodband y col (1995) quienes recomiendan que el trigo debe ser molido más grueso que otros cereales y que las mejores performance se consiguen con tamaños de partículas entre 800 - 900 micrones. Hale y Tomphson (1986) han encontrado que las partículas de trigo que tienen mejores conversiones de alimento para cerdos en terminación son de un diámetro de 2.300 micrones. Por el contrario, el molido muy fino puede ocasionar trastornos gástricos debido a que la harina es muy pastosa.

En aves, si se tritura finamente y se agrega en grandes cantidades puede empastarse en sus picos, llegando a producir necrosis en los mismos, problema que desaparece cuando se muele más grueso o se peletiza la ración (Buxadé Carbó, 1985).

El grano de trigo está compuesto por un 85 % de endosperma, 13 % de envoltura y 2 % de germen.

Centeno

El grano de centeno no es tan palatable como otros granos y para mejorar los resultados productivos se deberá combinar con otros más palatables. Se podría utilizar en raciones para cerdos en cantidades que no superen el 10 - 20 % de la mezcla de granos.

La presencia del cornezuelo (*Claviceps purpúrea*) en los granos de centeno ha sido considerado también como agente causal de bajos rendimientos, además de causar problemas reproductivos y abortos al ser consumido por cerdas en gestación.

Nordskog y Clark (1945) informaron que proporciones de 0,10 a 1 % de cornezuelo en las raciones de las cerdas ya provocaban agalactia y pérdidas de cerditos al parto, aunque no determinaron abortos.

Según Wieringa (1967), el centeno contiene una sustancia liposoluble inhibidora de crecimiento (mezcla del 5 n-alquil resorcinol y una cantidad menor de 5 n-alquenil resorcinol).

Es también muy poco utilizado en aves, dado que contiene compuestos tóxicos como β -glucanos y N-alquilresorcinol, necesitando de complejos enzimáticos para su incorporación, generalmente en pequeños porcentajes, en las raciones. Sin estos tratamientos el centeno tiene la propiedad de producir un efecto laxante produciendo evacuaciones pegajosas que mojan la cama y se adhieren a las patas de las aves (North y Bell, 1993 y Scott et al, 1973).

2.2. GRANOS DE OLEAGINOSAS

Poroto de soja

La soja 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 soja requiere tratamiento con calor, para destruir los inhibidores de crecimiento presentes en la misma.

Debido a que el valor nutritivo, tanto de la semilla de soja cocida como de la harina de soja es excelente, la decisión de utilizar cualquiera de estos productos dependerá fundamentalmente del valor económico (Buitrago y col, 1978).

La semilla integral contiene alrededor del 18 % GB y el 38 % PB y en comparación con las harinas es un producto de mayor valor energético y menor valor proteico. Aporta unas 4.500 kcal/kg ED y este mayor valor energético, que se obtiene en raciones con soja integral, es la principal explicación para una mejor eficiencia alimenticia que se observa en cerdos en crecimiento y terminación alimentados con este tipo de raciones (Buitrago, 1978).

El aceite de la semilla de soja contiene gran cantidad de ácidos grasos insaturados (especialmente linoleico), lo que influye en la grasa de depósito del cerdo. Las reses, en general, tienen menos firmeza, un mayor índice de iodo (mayor contenido de ácidos grasos no saturados) y grasa de consistencia blanda.

La proteína de la soja integral, como la de las harinas, es de excelente calidad para los monogástricos. Posee un buen balance de aminoácidos, con excepción de la metionina que es el primer aminoácido limitante.

La soja, suministrada cruda o sin tratar, contiene muchas sustancias interrelacionadas que causan diferentes respuestas biológicas y fisiológicas en varias especies de animales, incluido el hombre, pero no afecta a los rumiantes.

La soja cruda inhibe el crecimiento, baja la disponibilidad de la EM y la absorción de grasa, reduce la digestibilidad de la proteína, causa hipertrofia de páncreas, estimula una hiper e hiposecreción de enzimas pancreáticas y reduce la disponibilidad de aminoácidos, vitaminas y minerales (Rackis, 1974). Todos estos efectos dependen de la especie de animal; por ejemplo, en pollos jóvenes y adultos, pavos y ratas, la soja cruda produce hipertrofia de páncreas e hipersecreción de enzimas pancreáticas. En cambio en cerdos y terneros provoca una reducción de secreción pancreática, pero no hipertrofia (Gorriil y Nicholson, 1971).

Los mecanismos que provocan la disminución del crecimiento, al suministrar soja cruda, no se conocen con exactitud. Se han mencionado distintos factores antinutritivos, entre ellos: **inhibidores de la tripsina (IT), hemoaglutininas, saponinas, isoflavonas** y otras. Se ha estimado que el inhibidor de la tripsina es responsable de un 40 % de la disminución del crecimiento en las ratas y también de un 40 % de la hipertrofia del páncreas (Lierner, 1979). Además de los factores antinutritivos citados, parece ser que la proteína nativa sin desnaturalizar de la soja, es refractiva en sí misma al ataque enzimático, a menos que sea desnaturalizada por el calor. Esta resistencia a la digestión por la tripsina parece estar relacionada con la hipertrofia de páncreas, mediante la formación de un complejo tripsina-proteína de la dieta.

En el reino vegetal están ampliamente distribuidas ciertas proteínas que tienen la propiedad de aglutinar los glóbulos rojos. Lierner (1953) aisló fitohemoaglutinina de la soja e informó que ella puede producir un 25 % de la inhibición del crecimiento en ratas causado por la soja sin tratar. La hemoaglutinina de la soja, como el IT, pueden ser destruidas por un adecuado tratamiento **con calor**. Por otra parte, las hemoaglutininas **no son** una causa tan importante del bajo valor nutritivo de la soja cruda (Lierner, 1979).

La soja contiene aproximadamente el 0,5 % de saponinas. A pesar que las saponinas de algunos vegetales tienen propiedades antinutricionales, las aisladas de la harina de soja no afectan a los pollos, aún cuando se suministran a niveles tres veces mayores que los encontrados en dietas que contienen harina de soja. Por ello, no pueden ser consideradas como factores antinutricionales de la soja (Rackis, 1974).

Los principales compuestos fenólicos de la soja son las isoflavonas genisteína y daidzeína, que se encuentran en bajo %, a tal punto que para encontrar algún efecto de estos compuestos la harina soja debería ser el único constituyente de la dieta.

Existen diversos métodos para procesar la semilla de soja, entre ellos tratamientos con calor húmedo o calor seco. Entre los sistemas más usados se pueden citar la simple cocción en agua, por vapor caliente, calentamiento con rayos infrarrojos y la extrusión (combinación de presión y calor) (Buitrago y col, 1978).

En la mayoría de los procesos la temperatura que produce mejores resultados, en términos de rendimiento, es de 120 - 150° C. Temperaturas superiores o inferiores ocasionan disminución en el rendimiento y menores coeficientes de digestibilidad. El tiempo de duración del calentamiento no debe ser más de 2 a 3 minutos, ni menos de un minuto, con las temperaturas indicadas, en la superficie del grano. Cuando las temperaturas sean inferiores (100 - 120° C) el tiempo de cocción debe prolongarse hasta 4 - 5 minutos. Cuando la semilla se cocina en agua (100° C a nivel del mar) se requiere mayor tiempo de cocción, generalmente 10 - 15 minutos. Después de la cocción puede secarse al sol, constituyendo un método simple de tratamiento, pero se hace engorroso cuando se deba tratar grandes cantidades (Buitrago y col, 1978).

Otro método de tratamiento es la torrefacción (tostado seco).

Semilla de algodón

La semilla de algodón (*Gossypium sp.*) crece en zonas calurosas. La proteína es baja en cistina, metionina y lisina. Es palatable para rumiantes y se usa en la alimentación de la vaca lechera

Su uso requiere ciertas precauciones porque contiene un pigmento amarillo, gossipol, el cual es relativamente tóxico. Otro problema que puede presentar es la toxicidad por aflatoxinas, debiendo tener cuidado en su conservación, evitando que adquiera mucha humedad que provoca la proliferación de hongos.

2.3. GRASAS Y ACEITES

Se considera como una muy buena fuente de energía (aproximadamente 9.000/9500 kcal/kg de ED.)

La distinción entre grasas y aceites se basa en las características físicas. Si el producto es sólido, a temperatura ambiente, suele denominarse grasa, si es líquido se llama aceite. Los aceites son ricos en ácidos grasos polinsaturados, especialmente ácido linoleico, mientras las grasas son ricas en ácidos grasos saturados.

Las grasas y los aceites son agregados para incrementar el contenido energético de la ración, disminuir la pulverulencia y favorecer la palatabilidad.

Los inconvenientes que presentan el uso de grasa y aceites es que se oxidan con mucha facilidad, por lo que se aconseja estabilizarla, previo a su uso, mediante la adición de un antioxidante. Su uso en monogástricos puede modificar la grasa corporal ya que se deposita la grasa dietaria sin cambios. Otro inconveniente es que dificulta el proceso de mezclado de la ración.

Los niveles de utilización pueden ir desde un 2 al 10 % de la ración de lechones destetados precozmente (comúnmente entre 3 al 5 %), al igual que en las raciones para aves.

2.4. NITRÓGENO NO PROTEICO

El compuesto NNP (nitrógeno no proteico) más importante es la urea. Es un producto blanco, finamente granular, de un tamaño de un mm, con un 46 % aproximadamente de nitrógeno. Además de éste, existen también los siguientes compuesto nitrogenados no proteicos: biuret, fosfato de urea e isobutilidendiurea. Al utilizar nitrógeno no proteico se aprovecha el hecho de que, gracias a las bacterias que tienen en el rumen, los rumiantes pueden formar proteínas a partir de este compuesto de nitrógeno no proteico.

Efecto y dosificación:

Suponiendo que existen suficientes hidratos de carbono de fácil digestión (almidón, azúcar), 100 g de urea pueden producir 287 g de proteína bruta.

Una vaca lechera con un rendimiento de hasta 20 kg diarios, puede cubrir por este sistema un 20 % de sus necesidades proteicas. Cuando se trata de vacas sin o con poca producción de leche o de animales de engorde se puede suministrar hasta un 1/3 de las proteínas necesarias por medio de urea. Como porcentaje de la ración no superar el 1 % aproximadamente.

Lo importante es que las fuentes de proteínas que representa la urea es algo perfectamente natural para los rumiantes: a las bacterias del rumen le es indiferente si el NH_3 que transforma en proteínas procede de proteínas naturales o de los compuestos NNP.

3. SUBPRODUCTOS DE LA AGROINDUSTRIA

ORIGEN Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

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.

3.1. SUBPRODUCTOS DE ORIGEN ANIMAL

- Industrias lácteas
- Industria Pesquera
- Industrias Frigoríficas
- Industria Avícola

3.2. SUBPRODUCTOS DE ORIGEN VEGETAL

- Industria Aceitera
- Industria Molinera
- Industria Frutihortícola.
- Industria Azucarera
- Industria Cervecera
- Industria Vitivinícola.
- Industria de Golosinas y panadería.
- Industria maderera y papelera.

3.1. 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 by-pass).

Para la utilización de este grupo deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Los subproductos de origen animal normalmente contienen importantes cantidades de grasa y son muy propensos a sufrir procesos de oxidación y rancidez.
- b) Deben ser procesados y almacenados adecuadamente para impedir el crecimiento de m.o.

c) En general son más caros que los subproductos de origen vegetal.

3.1.1. 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 el principal limitante en la alimentación de rumiantes el costo relativo de estos alimentos.

Suero lácteo

En forma muy generalizada se puede representar la leche integral de la siguiente manera (Owen, 1978):

PROTEÍNAS : caseína, lactoalbúminas, lactoglobulinas.
 CARBOHIDRATOSlactosa.
 GRASA
 AGUA
 VITAMINAS
 MINERALES:calcio, fósforo, microminerales.

Al cuajar la leche integral para fabricar queso, se produce una separación de ciertas fracciones y una aglutinación de otras.

Leche integral	
Queso	Suero
Agua (poca)	CINa (adicionado)
Caseína	Agua (la mayor parte)
Grasa	Grasa (muy poca)
Vitaminas liposolubles	Lactoalbúminas
Minerales (Ca, P, microminerales)	Lactoglobulinas
	Minerales (mayor parte, excepto Ca)
	Vitaminas hidrosolubles

Una vez ingresada la leche en la fabrica es pasterizado o no, según el tipo de queso, y se vierte en tachos de elaboración, llevándose a 32° C aproximadamente, se le agregan los fermentos lácticos y espontáneos y posteriormente el cuajo. Se produce la coagulación, se corta la cuajada y se cocina a temperatura de 40 - 50° C para los quesos de pasta blanda y del orden de 50° C para los de pasta dura. Se deja reposar la masa para que se asiente y se saca de la tina. **Lo que queda como residuo es el suero**, que antes de ser usado por los cerdos es descremado por centrifugación, conociéndose este producto como **suero ácido de queso o suero verde** (Soulages, 1979).

Además se conocen otros tipos de sueros denominados “**suero blanco**” y “**suero de manteca**”. El suero blanco proviene de la leche desnatada. Tiene muy poca grasa, pero es muy rico en proteínas ya que contiene toda la caseína, además de las proteínas que contiene el suero verde.

El suero de manteca tiene el mismo valor nutritivo que el suero blanco, suero o leche desnatada, pero es más diluido ya que arrastra toda el agua del lavado de la manteca.

Por su alto contenido de agua (93 - 94 %) el suero fresco es un **alimento diluido** y esto constituye su mayor desventaja junto con su alto contenido en lactosa (66 al 70 % de la MS).

Los cerdos al ser provistos de bebederos automáticos ajustan espontáneamente la relación entre alimento seco consumido y agua a unos 2,8 litros de agua por kilo de ración seca, siendo esto muy inferior a los 15 litros por kilo de materia seca, que es la dilución aproximada de los lactosueros (Fevrier, 1979). Por otra parte **la capacidad de digerir la lactosa disminuye con la edad**, provocando **diarreas** cuando se suministra en grandes cantidades a animales de mayor edad.

La lactosa afecta además a la digestión de la celulosa, que es realizada por la flora celulolítica a un pH cercano a la neutralidad. Al producirse ácido láctico, a partir de la lactosa, se inhibe el desarrollo de la flora celulolítica en beneficio de la flora láctica. Por esta razón, en cerdos que reciben grandes cantidades de suero (lactosa) no deben usarse niveles grandes de celulosa en el alimento complementario.

La proteína del suero tiene un valor biológico más bien alto y por consiguiente la energía y no la proteína es el factor limitante cuando se utiliza el suero en la alimentación de cerdos. El equilibrio de aminoácidos esenciales presente en los lactosueros, se caracteriza por su riqueza en lisina (1 % MS). En cambio son relativamente deficientes en aminoácidos azufrados, notablemente en metionina (Fevrier, 1979). Pese al valor proteico de los sueros, estos precisan un suplemento o complementación proteica.

Para maximizar el beneficio del uso del suero en un programa de alimentación porcina, este debe ser suministrado en **grandes cantidades** sobre largos períodos de tiempo. Esto concuerda con la necesidad de eliminar grandes cantidades de suero que existe en esta industria.

En nuestro país, el suero de queso se suministra, en general, a cerdos en terminación (50 - 60 kg o más) en los denominados **invernaderos**. El suero se suministra generalmente ad-libitum, en largos bebederos. Se suele suministrar diariamente una cantidad variable de alimento complementario a base de cereales, suplementos proteicos y otros nutrientes. En estas condiciones de utilización, el objetivo es lograr un alto consumo de suero compatible con un aumento diario de peso razonable y una buena conversión alimenticia para el concentrado. La necesidad del alimento complementario surge de las características del suero.

La terminación de cerdos con suero se realiza, en general, en la proximidad de las plantas industrializadoras de leche y, en algunos casos, el suero es conducido por cañerías directamente de las mismas a las instalaciones de engorde. Al suero se le asigna un valor económico bajo y se trata más bien de eliminarlo a través de los cerdos que actúan como verdadera "cloaca". El suero tiene un alto BOD (demanda biológica de oxígeno) y es un contaminante y factor de polución muy fuerte cuando se vierte en ríos, cursos de agua, etc.

La cantidad exacta o más conveniente del alimento suplementario dependerá de cada circunstancia comercial. Lo más correcto sería realizar pequeñas experiencias con distintos niveles, evaluando los resultados económicos en cada caso en particular. Sin embargo, existen algunos trabajos que dan una orientación general en este sentido. Así Lerner y Nardiello (1964), ensayaron el suero de queso con lotes de cerdos de 14 animales cada uno. Cinco lotes comenzaron la experiencia con 31 kg de peso promedio por animal y el sexto inició el ensayo con 58 kg de peso. La ración balanceada estaba formada por maíz, trigo, harina de pescado (10 %), harina de carne y hueso (10 %). Se finalizó la experiencia cuando los cerdos llegaban a 90 kg de peso vivo promedio por lote.

Tabla 1.- Resultados productivos con diferentes cantidades de suero y raciones

Lote	Alimentación y peso inicial	A.D. g/día	Conversión		Consumo día		Espesor grasa dorsal promedio (cm)
			Ración	Suero	Ración kg/día	Suero l/día	
1	Suero voluntad, 31 kg peso inicial	1	-	-	-	-	-
2	Suero voluntad, más maíz voluntad, 58 kg peso inicial	873	2,75	27,08	2,40	23,67	3,83
3	Suero voluntad, más ración voluntad, 31 kg peso inicial	791	2,89	20,91	2,28	16,55	3,78
4	Suero voluntad, más 1 kg ración/día, 31 kg peso inicial	650	1,54	24,17	1,0	15,7	3,2
5	Suero voluntad, más 0,8 kg ración/día, 31 kg peso inicial	622	1,28	47,26	0,8	29,4	3,07
6	Suero voluntad, más 0,5 kg ración/día, 31 kg peso inicial	681	0,79	44,9	0,5	29,5	3,17

De acuerdo a los resultados, presentados en la tabla 7-1, si el suero es un alimento de bajo costo, nos interesará una buena conversión de la ración y un alto consumo de suero, aún a costa de una conversión pobre de éste. En esta situación, los tratamientos 5 o 6 (0,8 a 0,5 kg/día de ración) parecen constituir la mejor alternativa. Si por el contrario, el suero tuviera un alto costo y nos interesara un aumento diario máximo, se podrían utilizar niveles altos de suplementación con una disminución en el consumo de suero, una mejor conversión del mismo y una desmejora en la conversión de la ración.

El lote 1 se debió suspender a los 40 kg de peso vivo por síntomas de carencias, prolapso de recto, etc.

Cortamira e Isern (1984) obtuvieron resultados similares, alimentando con suero ad-libitum más diferentes cantidades de ración del 16 % PB, a cerdos desde los 68 kg. de peso vivo hasta 113 kg. Utilizaron 0,7 kg/día (T1); 1 kg/día (T2) y 1,5 kg/día (T3) de ración. El máximo aumento diario se alcanzó en el T3 (785,5 g/día). La reducción de alimento correspondiente a T1 significó una disminución de la velocidad de crecimiento del 19,6 %

($P > 0,05$). En cambio el T2 no afectó a la velocidad de crecimiento estimulando el consumo de suero en un 34 % ($P > 0,05$). De acuerdo a estos resultados, si se quiere mantener un alto aumento de peso con un consumo de suero elevado, la mejor alternativa sería T2.

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 (Cunha, 1977).

Según Musfeldt (1984) se logran máximos aumentos de peso, en destete a 21 días, usando hasta un 25 % de suero en polvo en las dietas de preiniciación. Por otra parte Manners y Stevens. (1972), encontraron 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.

Leche en polvo

Constituye un excelente alimento. El valor de los productos lácteos para la alimentación humana es demasiada 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 (Cunha, 1977).

La leche entera en polvo tiene un alto valor energético (5.500 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.

Este alimento es de muy poco uso en la avicultura Argentina.

3.1.2.INDUSTRIA PESQUERA

Los subproductos de esta industria consisten en los deshechos del procesamiento de pescados, conjuntamente 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.

Harina de pescado

Las harinas de pescado son básicamente de dos tipos (Pond y Maner, 1974): aquellas fabricadas con residuos procedentes de la alimentación humana y las preparadas con pescados enteros, capturados normalmente para esa finalidad. La segunda categoría es la más frecuente y pueden existir dos tipos generales: a) con poco aceite (2 al 6 %), clasificado como pescado blanco (ej: bacalao, peces demersales) y b) contenido alto de aceites, 7 al 13 %, aunque se retira una cierta cantidad durante el procesamiento (ej: sardina, arenque menhaden, etc).

La harina de pescado consta, en esencia, de peces molturados y deshidratados, la mayor parte del aceite que contienen puede eliminarse antes de la deshidratación ya que el aceite es un producto valioso. Para preparar una harina de pescado, razonablemente estable en condiciones normales de almacenamiento, el contenido de humedad debe reducirse a un 10 % aproximadamente. Si la harina contiene el 15 % o más de agua es posible que se enmohezca. La estabilidad obliga a reducir el contenido de grasa a un 10 % aproximadamente, e incluso una harina con este nivel de grasa puede enranciarse durante el almacenamiento. Con niveles más altos de grasa puede producirse calentamiento e incluso la combustión.

Las harinas de pescados, cuando son de buena calidad, constituyen un excelente suplemento proteico, con una buena disponibilidad y digestibilidad en sus aminoácidos.

La harina de pescado puede provocar un olor y sabor a pescado muy marcado en la carne de los cerdos y de las aves, inclusive en el huevo. Esto dependerá del % y del tipo de harina incluida en la dieta. Se sabe que este problema se debe a la grasa en la harina de pescado y los ácidos grasos poliinsaturados que juegan un rol decisivo en la producción de las carnes impregnadas (Buxadé Carbó, 1985).

En general, las harinas de pescado se utilizan en las dietas de los cerdos a niveles más bien bajos (2 al 5 %), no sólo por el peligro de impregnación en la fase final de terminación sino por el costo, siendo este y su disponibilidad los principales limitantes para la inclusión de harina de pescado en las dietas porcinas.

3.1.3. 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 por el Servicio Nacional de Sanidad Animal, pues aunque en la Argentina no existe la Encefalopatía Espongiforme Bovina 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 %.

Harina de carne y harina de carne y hueso

Es el residuo finamente molido, cocido y deshidratado procedente de los tejidos animales con la exclusión de pelo, pezuñas, cuernos, piel, sangre y contenido del tracto intestinal.

Se obtiene como subproducto de la industria frigorífica, pudiendo ser de origen bovino, porcino, equino o mezclas.

El tipo de harina depende de la cantidad de huesos incluidos. Así se las clasifica en:

- 60 - 65 % PB.
- 50 - 55 % PB.
- 40 - 45 % PB.

La harina 40 - 45 % de PB se denominan harina de carne y hueso, por ser mayor el contenido de huesos. En EE.UU. se denominan como harina de carne y hueso aquellas que tienen más de 4,4 % de fósforo.

Se acepta, en términos generales, que las harinas de carne del 60-65 % PB son de mayor calidad proteica que las de 45-45 % de PB.

A mayor contenido de huesos aumenta el nivel de calcio y fósforo y de cenizas totales disminuyendo el contenido de proteínas.

Los aminoácidos limitantes son el triptófano y la metionina. A veces puede ser la isoleucina. El orden de limitación depende de los componentes (tejidos) incluidos en la harina.

En nuestro país se utilizan extensamente en la alimentación de monogástricos, pero **no deberían constituir la única fuente de suplemento proteico**. Cuando se utilizan niveles muy altos de harina de carne y hueso (esto debe evitarse), los aportes de calcio pueden llegar a 1,5 al 2 % lo que puede dificultar la absorción del cinc, por lo que se debe cuidar el nivel de este micromineral, sobre todo en dietas para cerdos (puede producirse paraqueratosis por deficiencia de cinc). Por otra parte, se ha demostrado que las harinas de carne y hueso son inferiores como suplementos proteicos en dietas de ratas y cerdos que las harinas de pescado o de soja (Peo y Hudman, 1962; Beames y Sewell, 1969).

Numerosas investigaciones sugieren que las causas más probables de la performance reducida de las harinas de carne y hueso, como único suplemento proteico para cerdos, son una **baja disponibilidad de aminoácidos y un pobre balance de los mismos** (Kennedy y col, 1974).

Generalmente la harina de carne no forma parte de las dietas habituales de las aves, pero cuando se necesita aumentar la eficiencia de la ración se puede incluir entre un 5 a 10 %. En cambio, la harina de carne y hueso es un integrante común en la ración para aves y puede usarse hasta un 10 % (North y Bell, 1993).

En Argentina se usa sin ningún inconveniente en aves y cerdos, aún cuando en otros países se prohibió su uso por el problema de la vaca loca. Tengamos en cuenta que la Argentina está libre de EBS, que es productora y exportadora de harinas de carne y que por lo tanto, no la importa y no corre el riesgo de hacerlo de países con EBS confirmada o no.

A pesar de la definición específica de las harinas de carne y hueso y de carne aparecen **amplias variaciones en su calidad, uniformidad y grado de putrefacción**. Esto se debe a la variabilidad en los componentes o tipos de tejidos incluidos en su fabricación, método de procesamiento (temperatura, etc.). La calidad se ve afectada intensamente por el grado de dilución de la proteína muscular con tendones y huesos (Atkinson y Carpenter, 1970). También se ve afectada por la cantidad de grasa, vísceras, sangre, piel y contenido gástrico que se hallan en la harina (Runnels, 1968). El contenido de colágeno afecta la calidad de la proteína de estas harinas y es de suma importancia para lo animales monogástricos. El colágeno tiene niveles muy altos de glicina, prolina y arginina pero tiene niveles muy bajos de triptófano y de aminoácidos azufrados (metionina-cistina) lo que podría causar un mayor desbalance de aminoácidos de estas harinas. Por ello, se ha sugerido que el contenido de hidroxiprolina (Lampitt. y col, 1952; Eastoe y Lone, 1960) podría ser usado como índice de calidad de estas harinas, o sea menor contenido de hidroxiprolina mejor repuesta en los animales.

El método de preparación es tan importante como la dilución del tejido muscular con huesos y tendones para determinar la calidad final de las harinas (Atkinson y Crapenter, 1970). La preparación a temperatura elevada provoca la destrucción de la cistina y, posiblemente, de otros aminoácidos azufrados, además de reducir la disponibilidad de lisina al fijar su grupo épsilon amino.

Control de calidad de las harinas de carne

a. Análisis de características organolépticas.

Color: deberá ser marrón a marrón achocolatado. El color muy oscuro denota exceso de cocción y por consiguiente desnaturalización de proteína. La de equino es más clara.

Olor: fresco, agradable, característico del producto (sui generis). La de equino tiene un olor diferente característico a jabón de lavar. La presencia de olor rancio indica la separación de ácidos grasos libres y peróxidos que oxidan y destruyen vitaminas especialmente la E. Además los peróxidos son tóxicos de por sí. La presencia de olor amoniacal, a podrido, indica un verdadero peligro por la acción indirecta de cadaverinas y ptomaínas, ambos tóxicos que según su concentración pueden ocasionar desde una baja de producción a un cuadro de alta mortalidad.

Tamizaje: consiste en hacer pasar una muestra a través de las mallas de un tamiz de diferentes números. De esta manera, se separan las fracciones de diferentes grados de molienda y luego con la ayuda de un microscopio se pueden observar la presencia de pelos, plumas, cuernos, pezuñas y otros productos de adulteración.

Separación con tetracloruros: este método que separa componentes de acuerdo a densidad, permite obtener las fracciones constitutivas del producto separados en tres capas:

- a) la inferior; constituida por minerales (huesos).
- b) la media, con la parte soluble, grasa y proteínas.
- c) la sobrenadante, cuero, pelos, plumas y otros productos.

b. Análisis químico.

Proteínas: constituye la base de comercialización. Se expresa como PB; también se suele determinar PD. Lo más conveniente sería realizar un análisis de aminoácidos y en el caso de lisina determinar lisina disponible, pero debe tenerse en cuenta que estos análisis son costosos y complejos.

Grasas: el contenido de grasa aumenta el valor energético del producto, pero como generalmente no van estabilizadas, se oxidan, pierden palatabilidad, aumentan la rancidez, y dan origen a peróxidos que destruyen las vitaminas liposolubles. Por ello que un exceso de grasa (más del 12 %) debe desecharse, sobre todo en verano.

Cenizas totales: indica la riqueza en minerales provenientes sobre todo de la fracción ósea del producto. Como determinación complementaria es útil conocer la cantidad de cenizas insolubles en ácido clorhídrico (arena). Como es de suponer, cuanto más bajo es el porcentaje de proteínas, más alto es el contenido de cenizas. Los límites de tolerancia medios son:

Harina de carne 60-65 % de PB 22 %
 Harina de carne 40-45 % de PB..... 42 %

Humedad: un producto demasiado húmedo puede alterarse fácilmente y dar origen a la proliferación de bacterias y mohos peligrosos para la salud animal. Por el contrario, un producto demasiado seco puede ser indicio de un calentamiento excesivo y eventualmente tener parte de sus proteínas desnaturalizadas. Los límites de tolerancia son para todos los tipos de 6 al 9 %.

Calcio y fósforo: una harina de carne genuina mantiene la relación Ca:P de 2:1, lo que es un índice que estos minerales provienen del hueso. Una alteración de esta relación supone un agregado extraño (carbonato de calcio) que a la vez puede ser detectado por el aumento de las cenizas insolubles en ácido clorhídrico.

Límites de tolerancia medios:

Harina de carne 60-65 %: Calcio 5 a 7 %
 Fósforo 2,5 a 3,5 %
Harina de carne 40-45 %: Calcio 11 a 13 %
 Fósforo 5,5 a 6,5 %

Fibra: prácticamente no debe estar presente. Un contenido algo elevado puede ser debido a la inclusión del contenido gastrointestinal de vísceras de matadero o eventualmente algún agregado fraudulento de algún vegetal. Límite de tolerancia máxima 2 %.

Determinaciones complementarias:

Urea. Límite de tolerancia máxima 0,5 %.

Acidez: (expresada en ácido oleico) máxima 3 % (sobre la materia grasa).

Índice de peróxidos: máximo 5 % (sobre materia grasa).

Nitrógeno amoniacal: máximo 0,3 % (ref. en nitrógeno).

c. Análisis bacteriológico.

Destinado a conocer la carga bacteriana de coliformes para evaluar la posibilidad de contaminación fecal y la consiguiente presencia de salmonelas.

Límites máximos: Carga total: 100.000 gérmenes por gramo.

Coliformes: 100 por gramo.

Prohibición de uso en rumiantes:

Resolución 611/96 del Servicio Nacional de Sanidad Animal (SENASA):

La Gerencia de Aprobación de Productos Alimenticios y Farmacológicos propuso a través del expediente 4.13/95 la creación de normas que permitieran mejorar los controles sobre los elementos minerales de origen animal, que se administran a los bovinos y ovinos.

Dado que existen extensas zonas ganaderas del país donde es necesario adicionar a la ración de los animales en pastoreo elementos ricos en calcio y fósforo, una de las principales fuentes de estos elementos, accesible económicamente, provienen del procesamiento de huesos de los animales rumiantes (ver: Bavera, 2000, cap. V y IX).

Sin embargo, debido a la imperiosa necesidad de mantener libre al país de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (BSE), se hace imprescindible que los productos utilizados como suplementos minerales se ajusten para su uso a las normas internacionales. Es decir, que la ceniza de hueso cumpla con las recomendaciones internacionales y se considere un producto seguro de aporte mineral.

Para ello el Administrador General del Servicio Nacional de Sanidad Animal en base a estas consideraciones y a las resoluciones números 1067 del 22 de Septiembre de 1994 y 252 del 12 de Mayo de 1995, ha resuelto:

Artículo 1º.- Prohíbese en todo el Territorio Nacional, la administración con fines alimenticios o suplementarios de proteínas cuyo origen sea de animales rumiantes (harinas de hueso, harinas de carnes, harinas de carne y hueso, hueso digestado molido, harina de órganos y cualquier otro producto que las contenga) a los animales rumiantes; ya sea como único ingrediente o mezclada con otros productos.

Artículo 2º.- Exceptuase de la prohibición a que se hace referencia en el artículo anterior a las proteínas lácteas, producidas por los rumiantes.

Artículo 3º.- Autorízase, para suplemento de la alimentación de rumiantes, como aporte de minerales (fósforo y calcio) de origen animal, a la ceniza de hueso proveniente de animales rumiantes.

Artículo 4º.- La ceniza de hueso que se cita en el artículo 3º se deberá obtener sometiendo a los mismos a una temperatura no inferior a SEISCIENTOS GRADOS CENTÍGRADOS (600° C), durante un período no menor de UNA (1) hora, debiéndose constatar la ausencia de proteínas.

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 (Cunha, 1977).

El contenido de humedad de la harina de sangre debe ser del 10 - 12 % aproximadamente; si es mayor se cae 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. Kratzer y Green (1957) dan evidencias que la calidad nutricional de la harina de sangre puede estar relacionada con el daño sufrido por la fracción pro-

teica durante el procesamiento, que resulta en una disminución de la disponibilidad de aminoácidos. Así Kramer y col (1978) encontraron que 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 spray (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.

3.1.4. 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.

Harinas de subproductos avícolas.

Incluye a diferentes subproductos de la industria frigorífica (plantas de faenamiento de aves). Por lo general son deshidratados e incluyen cabezas, patas, intestinos, etc. Contiene entre 55 a 60 % de proteína y, salvo que se extraiga, alrededor de 12 % de grasas. Normalmente se utiliza entre 1 a 2 % en las dietas de aves.

La harina de plumas es otro subproducto que puede contener más de un 70 % de proteína, de la cual el 75 % debe ser digestible. Normalmente se hidroliza y aporta abundante cistina pero es deficiente en metionina, triptófano y lisina; por ello no debe reemplazar más de un 10 % de la harina de soja.

También se considera como subproducto de la industria avícola a los restos de las plantas de incubación, considerado como un conglomerado seco, cocido y triturado de cascarones, huevos fértiles y de pollitos no nacidos. Además incluye pollitos de segunda o los pollitos machos cuando se sexan las pollitas destinadas a posturas. Es un producto altamente variable respecto a su composición, pudiendo tener entre 22 a 32 % de proteína, 17 a 20 % de calcio y 10 a 18 % de grasa, entre otros (North y Bell, 1993).

3.2. 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 de 40 % de PB, un alto % de N esta 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 antinutricionales como el gossipol, en algodón, que es un pigmento amarillo relativamente tóxico para monogástricos. Especialmente provoca una deficiente calidad en los huevos.

3.2.1. INDUSTRIAS ACEITERA

Harina de soja.

La harina o torta de soja es un subproducto que surge de la extracción del aceite del poroto. Esta extracción puede realizarse por tres métodos: Por **prensado** (prensa hidráulica o prensa continua a tornillo); por **solventes** y una combinación de ambos métodos o sea **presión previa – solventes**.

El método de prensado emplea el calor y la presión mecánica para extraer el aceite, dejando un producto (**expeller o torta**) con mayor contenido de aceite (4 - 8 %). En la actualidad es un método poco usado debido al elevado % de aceite que queda en la torta.

En la extracción con solventes, los aceites y las grasas son retirados con solventes orgánicos, generalmente hexano. Este proceso se realiza a baja temperatura; por ello debe someterse al producto a un proceso de tostado o calentamiento moderado para destruir los inhibidores de crecimiento. El producto resultante se denomina **harina de extracción** y tiene un bajo nivel de aceite (alrededor del 1 %).

El sistema presión-solvente utiliza primero la extracción por calor y presión mecánica y luego una extracción con solvente, siendo un método bastante usado en nuestro país.

Además, en el mercado se puede encontrar la **harina de soja de solvente (descascarada)** que es un producto que se obtiene a través de métodos especiales y tiene un mayor aporte proteico (50 %), menor fibra ya que se descascara (no más de 3,3 %) y mayor energía que la harina de soja común. Sería una muy buena fuente para conformar dietas de broilers que requieren aportes importantes de energía (Buxadé Carbó, 1985).

Al referirnos a la semilla integral de soja, se ha hecho referencia a los inhibidores de crecimiento de la soja cruda. Lo allí explicado es aplicable también a la harina de soja. Las condiciones óptimas de calentamiento pueden ser algo distintas que para la soja entera, pero en general, el calentamiento excesivo disminuye el valor nutritivo prefiriéndose el calor húmedo.

En nuestro país la CAFAB (Cámara Argentina de Fabricantes de Alimentos Balanceados) utiliza el **índice de actividad ureásica** para evaluar el grado de tostación de la soja (Cardona, J.). Esta prueba permite medir la ureasa residual a través de cambios en el pH (Buitrago y col, 1978). Debe estar comprendido entre 0,08 y 0,20. Un valor de 0,05 por ej., indica una cocción exagerada con la consiguiente pérdida de valor biológico y/o disponibilidad.

En cuanto al color que debe tener la harina de soja es marrón claro a marrón oscuro; no es deseable un color marrón oscuro que indica sobrecalentamiento, y un olor característico del producto, libre de rancidez y de restos de solventes.

La proteína de la harina de soja posee un buen equilibrio de aminoácidos, siendo la **metionina el primer aminoácido limitante**, siguiendo la lisina y la treonina (Cunha, 1977).

Harina de maní.

Es un subproducto de la extracción de aceite de maní. Es variable en cuanto al % de aceite y proteína, lo que depende del método de extracción que se emplee, al igual que la soja. Cuando se trata de un expeler o torta de maní (5 - 7 %) se enrancia al almacenarla en condiciones cálidas y húmedas. Además, contenidos muy altos en aceite pueden producir grasa blanda en los cerdos y con mayor impacto cuando los cerdos consumen maní entero (comúnmente de los rastrojos) produciendo una res que no son aptas para los chacinados. La producción de grasas blandas se debe a los ácidos grasos insaturados del aceite de maní, que tienen bajo punto de fusión y se deposita como tales en los cerdos. Toma un tiempo considerable “endurecer” la grasa de los cerdos que han sido alimentados con maní entero por un cierto período. Puede necesitarse una ganancia de peso 3 - 3,5 veces o más con una dieta “endurecedora” o normal, comparada con la ganancia realizada con maní, para lograr una res firme. Así, una ganancia de 20 kg. de peso vivo sobre maní requiere de 60-70 kg de ganancia posterior con una dieta “endurecedora”. Para eliminar reses blandas, los cerdos no deberían alimentarse con maní entero después de los 34 - 39 kg vivos (Cunha, 1977).

El uso de la harina de maní, extraída por solvente o por prensado-solvente (1 al 2,5 % de grasa) no produce reses blandas y además no tiene gran riesgo de enranciamiento.

El maní, al igual que la soja, posee inhibidores de crecimiento que se destruyen con el calor, preferentemente húmedo. El procedimiento de extracción del aceite “desactivan” los factores antitripsina.

La cantidad de cáscara que se incluya en la harina afecta a su calidad.

El harina de maní tiene un bajo contenido **de lisina. Este es el primer aminoácido limitante**, seguido por la metionina. **No debe constituir el único suplemento proteico** en dietas basadas con cereales. En la práctica las deficiencias de aminoácidos de las dietas a base de cereales-harina de maní se corrigen agregando otras fuentes, tales como harina de soja, de pescado, de carne y de sangre.

Las normas de CAFAB. para la harina de maní son las siguientes:

Caracteres organolépticos:

Color: marrón claro a pardo grisáceo.

Olor: libre de rancidez y resto de solventes.

Índice de conservación:

Índice de peróxido (máximo) 5 % sobre la grasa

Acidez (en ac. Oleico, máximo) 3 % sobre la grasa

La harina de maní, al igual que otros alimentos, puede contener cantidades tóxicas de **aflatoxinas**, que son producidas por el hongo *Aspergillus flavus*, entre otros, ampliamente distribuido en el suelo. Bajo condiciones favorables de sustrato y de medio, este hongo produce cantidades apreciables de toxinas en el término de una semana y, una vez que ellas son producidas (aflatoxinas), son **muy estables**, no siendo inactivadas por el calor o por cualquier otro tratamiento a que el material sea sujeto durante su manufactura (Dunne y Leman, 1975).

Los individuos jóvenes de todas las especies son más sensibles a la aflatoxina.

La presencia de aflatoxina en el alimento ha sido estudiado por Keyl y col (1970) quienes suministraron dosis medidas de aflatoxinas a los cerdos por 12 días y no encontraron evidencias de efectos tóxicos a niveles de 223

ppb (partes por billón) o menos. Dinamarca permitía la importación de productos de maní que contengan hasta 100 ppb de aflatoxina (Krogh y Hald, 1969).

Actualmente existen en el mercado productos adsorbentes, que se incluyen en las dietas de porcinos y aves, que impiden que las toxinas sean absorbidas a nivel intestinal, evitando trastornos productivos y de salud en animales que pueden llegar a consumir alimentos contaminados.

Harina de girasol.

Es el subproducto de la extracción de aceite de las semillas de girasol.

El contenido de proteína puede variar de acuerdo a la cantidad de cáscara de la semilla que se incluya, desde un 46 % para las harinas descortizadas 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

Pueden existir situaciones en que resulte de interés utilizar semillas enteras de girasol en la alimentación de cerdos. Los cerdos en crecimiento y terminación pueden utilizar el 10 % de semilla entera de girasol, molida en una dieta completa, sin consecuencia para el crecimiento; pero cuando la dieta contenía el 26 % de semilla entera se afecta la ganancia diaria (Dinussen y col, 1980; 1981). Sin embargo, el área de mayor interés para el uso de semilla entera de girasol es en la alimentación de cerdas al final de la gestación y en la lactancia. Las semillas enteras de girasol contienen un 40-50 % o más de aceite, por lo que pueden usarse como un forma simple de incorporar grasa a las raciones, cuando en el campo no se dispone de equipos complejos para ello. El agregado de grasa a raciones de cerdas desde el día 109 de preñez hasta los 21 días de lactancia, produjo aumento en la producción de leche con un mayor contenido de lípidos (Coffey y col, 1982).

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 del 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 (Buxade Carbo, 1985).

1. **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.
2. **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.

3.2.2. 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 endosperma de las envolturas externas, aleurona y germen.

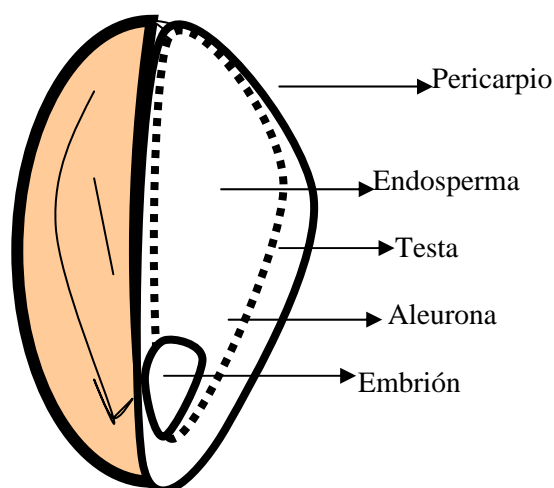


Figura 1.- Sección longitudinal del grano de trigo

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 endosperma 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.

El método aceptado para distinguir los subproductos se basa en el tenor de fibra y los clasifica en:

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

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.

Composición de proteína y fibra de los subproductos de la molienda de trigo
(Morrison, 1965)

Subproductos	Proteína (%)	Fibra (%)
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

El salvado tiene un escaso valor como aporte de energía (1.900 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 limitarlo. También se agregan en dietas de ponedoras, en plena producción, para favorecer la evacuación intestinal y así mejorar el estado general de estas aves que deben producir en forma intensiva (Buxadé Carbó, 1987).

3.2.3. INDUSTRIA FRUTIHORTÍCOLA

Estos residuos pueden tener tres orígenes :

- a) desechos en la clasificación por calidad.
- b) residuos dejados en el campo.
- c) residuos del enlatado y producción de jugos.

Debido a su gran variabilidad no es posible hacer consideraciones generales.

Con excepción del pellets de pulpa de citrus los alimentos derivados de la industria frutihortícola presentan una serie de problemas; como ser altos contenidos de agua y disponibilidad estacional. Por lo general se deben usar en el lugar de origen.

3.2.4. INDUSTRIA AZUCARERA

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 proveedro de hidratos de carbono fácilmente digestibles), minerales y vitaminas. Los niveles de inclusión oscilan entre 3 -15 %.

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 mas de 10 %.

3.2.5. 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. Deberían participar en un 20 % de la ración.

3.2.6. INDUSTRIA VITIVINÍCOLA

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

3.2.7. 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.

3.2.8. INDUSTRIA PAPELERA Y MADERERA

Son considerado alimento de muy baja calidad, por lo que no se aconseja su inclusión en animales de altos requerimientos.

4. SUPLEMENTOS MINERALES

Macrominerales

Requerimientos en mayor cantidad que los microminerales u oligoelementos.

Ellos son: Ca, P, Na, K, Cl, Mg y S.

Microminerales

Muchos de los oligoelementos son imprescindibles para el organismo, ya que constituyen parte integrante de ciertas sustancias orgánicas importantes (hormonas, enzimas y otras proteínas activas). Por lo tanto, pertenecen al grupo de factores indispensables de la alimentación. La insuficiencia de oligoelementos se refleja en síntomas característicos de carencia, como la anemia por falta de hierro.

Se ha demostrado claramente que el hierro, cobre, cobalto, manganeso, zinc, iodo, molibdeno y selenio son oligoelementos indispensables, es decir, esenciales para la vida.

4.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Los conceptos que a continuación se describen se refieren solamente al calcio y al fósforo. El resto de los minerales, en general, se agregan a la dieta a través del núcleo vitamínico-minerales, con la excepción del cloro y el sodio que es adicionado a través de la sal común (ver: Bavera, 2000).

Fuentes de calcio y fósforo (valores aproximados) (NRC, 1998)

Portador	% Ca	% P	Observaciones
Fuentes que aporta Ca y P			
Harina de huesos, tratada al vapor	29.5	12.5 (80-90)	
Fosfato dicálcico	20-24	18.5 (95-100)	
Fosfato monocálcico	17	21.1 (100)	
Fosfato de roca, defluorinado	32	18 (85-95)	Debería contener no mas de 1 parte de F por 100 partes de P.
Fuentes que aportan calcio			
Piedra caliza	35.8	-	Carbonatos y magnesio
Carbonato de calcio	38.5	-	
Sulfato de calcio, dihidratado	21.85	-	
Fuentes que aportan fósforo			
Fosfato de sodio, dibásico	-	21.15 (100)	
Fosfato monoamonio	-	24.2(100)	
Entre paréntesis, disponibilidad del fósforo			

La forma en que se encuentra el fósforo en la naturaleza tiene influencia sobre su utilización en los animales. En los **granos de cereales, harinas de las oleaginosas y los subproductos de ambos**, el fósforo se encuentra en gran parte como fitatos (60-75 %), de **muy baja disponibilidad**. El fósforo que contiene el trigo tiene mayor disponibilidad que otros cereales y esto se atribuye a la presencia natural en el grano de la enzima fitasa, llegando a valores de disponibilidad cercana al 50 %, muy alto si se compara con el maíz que tiene una disponibilidad de solamente 15 %. Actualmente existe un maíz de bajo ácido fítico (modificado por el gen mutante *lpa1*) que tiene un disponibilidad de un 77 %.

En contraste, el fósforo proveniente de fuente de origen animal tiene mayor disponibilidad alcanzando valores aproximados al 85 al 100 %, aunque presenta oscilaciones de acuerdo a la fuente (NRC, Swine, 1998).

4.2. BREVE DESCRIPCIÓN DE ALGUNAS FUENTES DE CA Y P

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. (North y Bell, 1993).

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 (North y Bell, 1993).

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 aragonita.

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.

5.- 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 si 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 vit. naturales y su efecto es equivalente a estas o incluso superior.

Importancia y función de algunas vitaminas

Denominación	Funciones biológicas	Síntomas carenciales
Liposolubles		
<u>Vitamina A</u> 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
<u>Vitamina D₃</u> 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.
<u>Vitamina E</u> Tocoferol	Control del metabolismo muscular, regulación del desarrollo y la función de las glándulas sexuales, efecto antioxidante	Esterilidad, tendencia a los abortos, amiotrofia
<u>Vitamina K</u> 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.
Hidrosolubles		
<u>Vitamina B1</u> 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.
<u>Vitamina B12</u> 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.

6.- ADITIVOS

Los aditivos son ingredientes que se incluyen generalmente en pequeñas cantidades para conseguir un propósito específico.

6.1. 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.

En ensayos experimentales, el bicarbonato de sodio ha sido el mas evaluado. Como conclusión de los ensayos realizados entre 1975 - 1985 con 2087 vacas se pudo determinar que por cada peso invertido se obtenían 2,30 y que además no debía superar el 1.0 % de la dieta.

6.2. 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 microor-

ganismos. “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.

6.3. SABORIZANTES

Son aditivos para normalizar o mejorar el sabor o el olor de los alimentos, facilitando así el consumo de los mismos.

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.

6.4. 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 sub-productos

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.

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).

6.5. 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 celulolíticas, aumentando como consecuencia la digestión ruminal de la fibra.

6.6. METIONINA ZINC

Es un complejo entre zinc y metionina. En algunas situaciones ha contribuido a reducir el recuento celular somático. Los beneficios mayores han sido sobre la salud podal, mejorando la estructura de la pezuña. Se sugiere administrarlo a razón de 200 a 400 mg por día.

6.7. IONÓFOROS

Se denomina así a ciertos compuestos que inducen el transporte de iones en membranas biológicas que normalmente no poseen esta actividad y para las cuales esta acción puede ser deletérea. En rumiantes, sin embargo el efecto de estos compuestos ha demostrado ser beneficioso, ya que provoca diversas alteraciones de la fermentación ruminal, que en suma mejoran la eficiencia de utilización del alimento.

Dentro de los ionóforos poliéteres carboxílicos, o simplemente ionóforos, se distinguen diferentes compuestos. Es importante tener presente que se han identificado más de 70 ionóforos, que se investigan activamente en cuanto a su valor como aditivos para rumiantes. El que más se destaca en este grupo es el monensín sódico, producido por una cepa de *Streptomyces cinamonensis*, que se ha usado ampliamente en los sistemas intensivos desde 1975. Más recientemente, Lasalocid, producido por *Streptomyces lasaliensis*. Luego tenemos otros como Salinomycin, producido por una línea de *Streptomyces albus*; Narasin que parece ser más potente que monensín; dos ionóforos conocidos como RO22-6924/004 y RO21-6447/009 y Lysocellin.

Su presentación en el mercado, habitualmente es en la forma de una premezcla, en que se indica la concentración del producto activo y que debe mezclarse con algún alimento molido para permitir el consumo preestablecido para los animales.

Modo de Acción:

Los ionóforos, actúan como mediadores en un intercambio catión-protón (o catión-catión) a través de membranas bimoleculares de tipo lipídico (célula o mitocondria). El ciclo de transporte comienza con la forma aniónica del ionóforo confinado a la interfase de la membrana, donde es estabilizado por la polaridad característica de la superficie de esta. En el caso de monensina es una sustancia lipofílica que atrapa preferentemente iones de Na⁺, facilitando su difusión a través de la membrana celular y alterando de este modo la actividad de la bomba Na-K de la membrana pericitoplasmática.

Cuando la monensina se inyecta en pollos ocurren numerosos efectos biológicos, posiblemente ocasionados por el desequilibrio Na/K; entre otros efectos se pueden citar: estimulación del músculo cardíaco, incremento del flujo sanguíneo, reducción de la resistencia periférica, alteración de la acción de la vasotocina y del transporte de aminoácidos. En aves se usa como coccidiostático. Su ingestión es mortal para equinos. Cuando se agrega como aditivo en la alimentación de rumiantes no es absorbido por el organismo y por lo tanto, solamente ejerce su efecto a nivel ruminal. En el rumen actúa en forma general, favoreciendo el desarrollo de comunidades de bacterias propionogénicas, disminuyendo el número de protozoarios, afectando negativamente la actividad bacteriana en general y por otra parte disminuyendo indirectamente la motilidad retículo ruminal.

Los efectos de la monensina sobre la microflora y fauna del rumen se traducen en cambios cuantitativos sustanciales en los productos finales de la digestión ruminal, afectando la proporción de los ácidos acéticos, propióni-

co, butírico y de otros ácidos grasos volátiles de cadena corta. Altera la producción de gas metano y dióxido de carbono, modificando el calor de fermentación y la energía disponible para el metabolismo bacteriano. A estos se le pueden agregar posibles efectos sobre la digestibilidad, tiempo de retención de sólidos y líquidos que producirán cambios en los sitios de digestión del alimento. Estos cambios producidos a nivel del tracto digestivo se traducen en una mayor eficiencia de conversión del alimento. Según el tipo de dieta puede mejorar la ganancia de peso con el mismo consumo de alimento, o mantener la ganancia de peso con un menor consumo.

Se habla de dosis de monensina solamente en animales que consumen una dieta de bajo contenido calórico (forrajes). Para estos animales el suministro diario de monensina está en el orden de los 150 a 200 mg/anim./día. Para animales alimentados con una dieta rica en energía no se habla de dosis, sino de concentración de monensina en la ración. Lo aconsejado varía entre 5 a 20 ppm (mg/kg) de monensina. Se ha observado un efecto negativo de la monensina sobre el consumo durante los primeros 5 a 7 días de su suministro. Lo aconsejable es comenzar con una dosis menor durante los primeros 20 días y luego incrementarlo. Esta caída en el consumo ha sido cuantificada, por diversos autores, variando desde 0 al 40 % del consumo de pre-suplementación.

En una revisión sobre 19 trabajos, la eficiencia de conversión de los animales tratados se incrementa en promedio el 10,6 % con respecto a los controles. Owens y Gill encontraron la misma ganancia diaria para el grupo control y tratamiento, y un menor consumo para los animales tratados, logrando por ende, una mayor eficiencia de conversión del alimento en producto animal.

La monensina posee una actividad bacteriana selectiva, pudiendo incrementar la eficiencia de utilización de la energía por el rumiante. Una alteración en la concentración de AGV puede explicar una parte de este mejoramiento en la eficiencia. Como beneficios adicionales se incluye: 1) ahorro de proteínas; 2) aumento de la energía digestible y 3) actividad coccidiostática. Consecuentemente, ciertos factores del animal y de la dieta pueden alterar el beneficio potencial de la monensina.

Interacción con implantes anabólicos

El uso de anabólicos de efecto hormonal es una práctica bastante común en los sistemas de engorde de bovinos. Los de uso más común son en base a zeranol, estradiol-progesterona o estradiol-testosterona, trembolona etc. Existe un efecto aditivo entre el implante y el ionóforo.

Los implantes constituyen una herramienta para mejorar la performance, rentabilidad y características de la carcasa, reemplazan o suplementan las hormonas existentes en el cuerpo del animal. Los implantes aumentan la habilidad del animal para utilizar los nutrientes que consume, modificando también la forma en que los nutrientes son utilizados, reorientándose los mismos a la deposición de proteína y tejido magro en detrimento de la deposición de grasa.

En EEUU antes de que cualquier implante pueda comercializarse, el fabricante debe probar ante la FDA (Food Drug Administration) que su producto es seguro y efectivo.

La investigación tiene que probar que el producto no deja residuos en los tejidos comestibles, que no es tóxico para el animal (tanto a corto como a largo plazo) y que no causa cáncer (tanto en el animal o animales que han sido implantados, como en las personas que consumen la carne de dichos animales). Están fabricados con materiales que se encuentran impregnados con principios activos los cuales son liberados de manera gradual, por un periodo de entre 100 a 200 días (dependiendo del implante). Los principios activos son hormonas sexuales, estrógenos, progesterona, testosterona o sus análogos o compuestos androgénicos conocidos como acetato de trembolona. Estos compuestos, en muy pequeñas dosis afectan la forma en que los animales crecen y utilizan el alimento. A pesar de las dudas científicas han demostrado ser seguros.

La conveniencia de utilizarlos depende del ganado con que se está trabajando, edad, frame, sexo, peso, días en alimentación, tasa proyectada de ganancia e historia del implante.

6.8. 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

6.9.- SECUESTRANTES DE TOXINAS

La contaminación por micotoxinas es una preocupación global en los cultivos durante cosecha, almacenaje, mezcla y entrega.

Tradicionalmente se usaron productos conteniendo arcillas, silicatos y tierras de diatomeas para secuestrar micotoxinas en el alimento. Estos tipos de productos secuestran pocas micotoxinas y se tienen que aplicar en altas dosis para que sean efectivos. Adicionalmente tienen la tendencia de secuestrar minerales y otros nutrientes importantes. Últimamente se han usado formulaciones a base de glucomananos esterificados derivados de pared celular de una cepa específica de levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

Este tiene una superficie molecular lo suficientemente grande para secuestrar diferentes tipos de toxinas. La gran superficie de contacto permite una adsorción significativa de micotoxinas y esto se observa en la mejora de la salud y el desarrollo del animal.

Esto tiene la capacidad de secuestro de aflatoxina y secuestro significativo de zearalenona, ocratoxina, citrinina y fumonisina. La característica de estos productos es que debe mantenerse activo a distintos niveles de pH intestinal y frente a distintas enzimas gástricas e intestinales.

6.10. CONTROL DE AMONÍACO Y MALOS OLORES.

Existen productos en el mercado que tienen la particularidad de controlar amoníaco y malos olores. Estos contienen glicocomponentes seleccionados de la *Yucca schidigera* los cuales se usan como aditivos en alimentos animales para capturar el amoníaco y otros gases nocivos que se liberan a partir de desechos animales.

Como se forma el amoníaco?

Las bacterias inician la descomposición de los desechos casi inmediatamente. El amoníaco se forma de la urea presente en la orina y las bacterias anaeróbicas fermentan los desechos sólidos con la formación de más amoníaco y otros compuestos orgánicos olorosos volátiles. Estos glicocomponentes son ricos en carbohidratos que capturan directamente el amoníaco

6.11. PROTEINATOS DE MINERALES TRAZA

Que es un mineral traza quelado?

Un quelato es un mineral traza el cual está químicamente ligado a un agente quelante llamado ligante. Los ligantes son una mezcla de aminoácidos y pequeños péptidos. La estructura resultante sujeta al mineral en un compuesto similar a un anillo y es eléctricamente neutra.

Cómo está formado el quelado? El ligamento quelado está formado por el ligamento de dos puntos del péptido/aminoácido al átomo del metal.

El agente quelante debe ser capaz de ligarse al metal por lo menos en más de un punto, de forma tal que el átomo de metal se vuelva parte de la estructura en forma de anillo antes mencionado. Los aminoácidos son agentes quelantes útiles porque ellos contienen al menos dos grupos funcionales (amino y carboxilo) que pueden formar la vital estructura en forma de anillo con el metal de transición

Por que quelar sales metálicas con aminoácidos?

Esta forma de quelación debe producirse dentro del animal, para que los metales sean absorbidos y por ende reconocidos naturalmente por el animal. Un buen ejemplo de esto es la quelación entre el hierro y la hemoglobina dentro del cuerpo ayudando al transporte de oxígeno. Los minerales para utilizar en forma de quelados son elementos traza, manganeso, hierro, cobalto, cobre y zinc. La finalidad de formar quelados de estos elementos nutricionalmente importante es incrementar la biodisponibilidad de estos minerales para el ganado y las aves.

GLOSARIO

Aditivos: Un ingrediente o combinación de ingredientes que se agrega a la mezcla de alimentos básica para satisfacer necesidades específicas.

Alimento: Material comestible que es consumido por los animales; contribuye a la energía y/o nutrientes de la dieta animal.

Antibióticos: Una clase de droga. Usualmente sintetizada por microorganismos que en concentración apropiada inhibe el crecimiento de otros microorganismos.

Balanceado: Término que puede ser aplicado a una dieta, ración o alimento que tiene todos los nutrientes requeridos en cantidades y proporciones adecuadas basados en recomendaciones para cada especie.

Block: (piedras) aglomeración de los ingredientes o las mezclas en una piedra.

Concentrado: Un alimento usado con otros para que mejore el balance nutritivo del total.

Deshidratación: proceso de extracción de la humedad por medio térmicos.

Dieta: Mezclas de ingredientes que incluye el agua que consumen los animales.

Diluyente: Sustancia que sirve para reducir las concentraciones en la ración.

Droga: Una sustancia que se usa en la cura, tratamiento y prevención de enfermedades en los animales.

Harina: ingrediente molido a un reducido tamaño de partícula.

Molienda: Reducción de tamaño de partícula.

Micro-ingrediente: materiales requeridos en pequeñas cantidades.

Procesamiento por calor: Método de preparación que usa elevadas temperaturas.

Ración: La cantidad total de alimento que es provista a un animal en el período de 24 hs.

Suplemento: Un ingrediente que se agrega a una ración para elevar la concentración de un nutriente.

BIBLIOGRAFÍA

- Almond, W. C., G. Smith y P. Savage. 1979. A comparison of two contrasting types of grain sorghum in the diet of growing pig. *Anim. Prod.* 29: 143-150.
- Atkinson, J. y K. Carpenter. 1970. *J. Sci. Fd. Agric.* 21: 366, 21: 373. En Pond, W. y J. Maner, 1974. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. ACRIBIA.
- Bavera, G. A. 2000. Suplementación mineral del bovino a pastoreo y referencias en engorde a corral. Ed. del autor, Río Cuarto, 15-108; 131-154.
- Beames, R. y J. Sewell. 1969. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 9: 482. En Kennedy J. J. et al. 1974. *Int. J. Agric. Res.* 13: 1-10.
- Buitrago, J.A., R. Portela e I. Jiménez. 1978. Semilla y torta (harina) de soja en alimentación de cerdos. 3° curso de Post Grado en Producción Porcina CIAT. Cali, Colombia.
- Buxadé Carbó, C. 1985. El Pollo de Carne. 4° Edición. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España.
- Buxadé Carbó, C. 1987. La Gallina Ponedora. 3° Edición. Ed. Mundi Prensa, Madrid., España.
- Cardona, J. Algunos conceptos sobre control de calidad en la Industria de alimentos balanceados.
- Coffey, M., R. Seerley y J. Mabry. 1982. *J. Anim. Sci.* 55: 1388. En Musfeldt R, 1984. Memorias 3° Jornadas de Actualización Porcina. (1984). UNRC.
- Cortamira, O. y S. Isern. 1984. Suero de queso con distintos niveles de alimentación suplementario para cerdos en engorde. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 1984 vol. 4(1): 32.
- Cunha, T. 1977. Swine feedina and nutrition. Academic Press.
- Cunha, T. 1983. Nutrición y alimentación de cerdos. Ed. Hemisferio Sur S.A.
- Dinusson, W., R. Harrold, J. Johnson y R. Zimprich. 1980, 1981. Sunflower seeds for swine, North Dakota Agr. Exp. Sta. *Anim. Sci. Ann. Rep.* 1980 and 1981. En Kepler, M.
- Dunne, H. y A. Leman. 1975. Diseases of Swine. 4° edition. Iowa. Academic Press.
- Eastoe, J. y J. Lone. 1960. *J. Sci. Fd.. Agric.* 11: 87. En Kennedy, J. J. et al., 1974. *Int. J. Agric. Res.* 13: 1-10.
- Fevrier, C. 1979. L'alimentacion au lactoserum obeit a de nouveaux principls. L'elevage porcin, 82: 35-42.
- Goodband, R., M. Tockach y J. Nilssen. 1995. The effects of diet particles size on animal performance. Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan, USA.
- Gorrill y Nicholson, 1971. *Can. J. Anim. Sci.* 51: 377. En Rackis, J., 1974. Biological and Physiological Factors in Soybeans. *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 51:161 A-173-A.
- Hale, O. y L. Thompson. 1986. Insluence of particle size of wheat on performance of finishing swine. *Nutritional Reports International.* Februaty 1986 33(2).
- Jensen, A., D. E. Becker y S. N. Terrill. 1959. *J. Anim. Sci.* 18: 703. En Pond y Maner.
- Kennedy, J., F. Aherne, D. Kelleher y P. Caffrey. 1974. An evaluation of the nutritive value of meat and bone meal. 1. Effects of level of meat and bone meal and collagen on pig and rat performance. In *J. Agric. Res.* 13: 1-10.
- Kramer, S., P. Waibel, B. Behrends y S. El Kandelgy. 1978. Amino acid in commercially produced blood meals. *J. Agric. Food. Chem.*, 26 (4): 979-981.
- Kratzer, F. y N. Green. 1957. *Poultry Sci.* 36: 562. En Kramer, S. L. et al., 1978. Ya citado.
- Krogh, P. y B. Hald. 1969. *Nord Veterinarmed,* 21: 398. En Dunne, H. y A. Leman, 1975. Ya citado.
- Lampitt, L., K. Baker y K. Brown. 1952. *J. Sci. Fd. Agric.* 3: 367. En Kennedy, J. J. et al., 1974. Ya citado.
- Lerner, J. y R. Nardiello. 1964. El suero en la alimentación del ganado porcino. Informe Técnico N° 28. INTA. E.E.A. Pergamino.
- Libal, G. y R. Wahlstrom. 1982. *J. Anim. Sci* 55 (5): 1082.
- Lierner, I. 1979. Significance for humans of biologically active factors for soybeans and other food legumes. *J. Am. Oil Chemists' Soc.* 56: 121-129.
- Lierner, I. 1953. *J. Nutr.* 49:527. En rackis, J. 1974. Citado.
- Manners, M. y J. Stevens. 1972. *Br. J. Nutr.* 28: 113., en Cunha, T. 1977. Ya citado.
- Mc. Leod., M. N. 1974. *Nutr.. Abstr. Rev.* 44: 803-815. En Almond, W. Smith, C., Savage, P. *Anim. Prod.* 1979. 29: 143-150.
- Morrison, F. 1965. Alimentos y alimentación del ganado. Ed. UTEHA, México.
- Musfeldt, R. 1984. Proteínas y energía en la alimentación porcina. Memorias 3era. Jornadas de Actualización Porcina. UNRC.

- Nardiello, R. A., C. E. Olsen, P. T. García y J. J. Casal. 1980. Efecto del nivel de tanino del sorgo sobre su utilización para cerdos en crecimiento y terminación. Resúmenes VII Reunión Científica-Técnica AAPA.
- Noland, P. R., Z. B. Johnson, R. Sharp y Campell. 1976. Arkansas Fr. Res. 25: 11-16. En Almond y otros, 1979.
- Nordkong, A. y R. Clark. 1945. Am. J. Vet. Res. 6: 107. En Pond y Maner, 1974.
- North, M.O. y D. D. Bell. 1993. Manual de Producción Avícola. 3ª Edición. Ed. El Manual Moderno, México.
- NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine. Tenth Revised Edition 1998. National Research Council. USA.
- Owen, A. 1978. Algunas anotaciones sobre el uso del suero de la leche en la alimentación del cerdo. Conferencia Curso de Porcinos del Centro Internacional Agrocultura Tropical. 1978. Cali. Colombia.
- Peo, E. y D. Hudman. 1962. J. Anim. Sci. 21: 787. En Kennedy, J. J. et al., 1974. et al. Ya citado.
- Pond, W., J. Maner. 1974. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. ACRIBIA.
- Rackis, J. 1974. Biological and Physiological factors in soybeans. J. Am. Oil Chemists' Soc. 51: 161. A-173-A.
- Runnels, T. P. 1968. Feedstuffs 40 (42): 27. En Pond W., Manner, J., 1974. Ya citado.
- Scott, M. L., M. C. Nesheim y R. J. Young. 1973. Alimentación de las Aves. 1ª Edición. Ed. Gea, Barcelona, España.
- Sherley, R., W. Vandergriff y O. Hale. 1988. J. Anim. Sci. 66: 2484.
- Soulages, C. 1979. Utilización del suero de queso en la alimentación de los cerdos. Boletín Técnico Informativo A.A. V. E. P. P. Nº 6: 13-27.
- Wieringa, G. 1967. Nutric. Abst. And Revs. 38:91. Nº 581. En Pond y Maner. 1976. Ya citado.

Volver a: [manejo del alimento](#) > [Curso P.B.C.](#)