

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO EN QUIMICA

“Importancia del fósforo en la nutrición animal. Valoración de materias primas e insumos de origen animal y vegetal”

Presentado por
LEONARDO FABIÀN PEDEHONTÁA

DIRECTORA
Lic. GLADIS ESTER SCOLES

CO-DIRECTORA
Lic. SILVIA HAYDEE PATTACINI

SANTA ROSA (LA PAMPA)
ARGENTINA

2010

PREFACIO

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Licenciado en Química de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, bajo la dirección de la Lic. Gladis Ester Scoles y la codirección de la Lic. Silvia Haydée Pattacini

Leonardo Fabiàn PEDEHONTÁA

Departamento de Química.

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

RESUMEN

El Fósforo es un mineral esencial para el metabolismo del organismo animal donde juega un papel muy importante en el desarrollo y mantenimiento de las estructuras óseas. Es un componente del ATP y de los ácidos nucleicos y forma parte de los fosfolípidos que integran y dan flexibilidad a las membranas celulares. El nivel de P varía no sólo entre fuentes sino también dentro de cada fuente. En materias primas de origen vegetal el contenido en P depende del tipo de suelo, variedad cultivada, estado de maduración, condiciones de cultivos y climatológicas. En los productos de origen animal el nivel de P varía en función del contenido en huesos y, por tanto es inferior pero más constante en los subproductos derivados de la sangre y de la leche. El nivel de P en los suplementos depende de múltiple factores como son: el material de origen, procesos de fabricación y grado de hidratación.

El objetivo de este trabajo es revisar la información disponible y analizar químicamente algunas materias primas e insumos para conocer los contenidos de fósforo y así contribuir al mejor conocimiento de las necesidades y el uso por el animal de las distintas fuentes alimenticias existentes en la región semiárida pampeana.

SUMMARY

The phosphorus is an essential mineral for the animal organism's metabolism where it play a role very important in development and maintenance of the osseous structures. Is a component of the ATP and the nucleic acids and it is a part of the phospholipid that integrate and that give flexibility to the cell membranes. The level of P varies not only between sources but also within each source. The contents in P depend of the soli type, cultivated variety, status of maturation, conditions of cultivations, climatological, etc, in raw materials of vegetable original. The level of P varies in terms of the contents in bones in the products of animal origin and, therefore it is inferior but more constant in the by-products derived from the blood and milk. The level of P in the supplements of P depends of multiple factors including: the material of origin, processes of manufacture and grade of hydration.

The objective of this work is to check the available information and chemically analyzed some raw materials and sources to know the contents of phosphorus and and thereby contribute to better understanding of the needs and use for the animal of the different nutritious existent sources in semiarid region pampeana.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
1.1NUTRICIÓN ANIMAL.....	2
1.1.1- Definición.....	2
1.1.2 ¿Qué es un alimento balanceado?.....	3
1.1.3 ¿Qué clases de alimentos balanceados se conocen actualmente en el mercado?.....	4
1.2 VALORACIÓN NUTRITIVA DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS.....	4
1.2.1 Funciones de los alimentos.....	5
1.2.2 Elaboración de alimentos balanceados.....	7
1.2.3 Alimentos más comunes, principales características.....	10
1.3 - LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO.....	29
1.3.1.- Contenido de fósforo de los alimentos.....	29
1.3.1.1.-.- Naturaleza del fósforo.....	30
1.3.1.2.- Acido Fítico.....	31
1.3.1.3.- Estructura química y propiedades.....	32
1.3.1.4.-Distribución, localización y contenido.....	33
1.3.2.- Efectos en la biodisponibilidad mineral.....	33
1.3.3.- NUTRIENTES: EFECTOS SOBRE LA NUTRICION.....	35
1.4.- CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS.....	38
1.4.1.- Preparación de la muestra.....	39
1.4.2.-Análisis Proximal.....	41
1.4.2.1.Humedad.....	41
1.4.2.2.- Determinación de Humedad.....	41
1.4.2.3.- Análisis de Proteínas.....	43
1.4.2.4.- Determinación de la grasa: métodos de extracción directa con disolventes.....	45
1.4.2.5.- Fibra cruda.....	45
1.4.2.6.- Fibra Dietética.....	46

1.4.2.7.- Cenizas.....	46
2. OBJETIVOS.....	48
3. MATERIALES Y METODOS.....	50
3.1.- Preparación de la muestra.....	51
3.2.- Materia Seca MS: (Humedad).....	51
3.3.- Cenizas.....	52
3.4.- Proteína bruta.....	52
3.5.- Extracto etéreo: (Materia grasa).....	52
3.6.-Fibra cruda.....	53
3.7.- Determinación de calcio, magnesio y fósforo.....	53
3.7.1.- Determinación de Calcio con EDTA.....	54
3.7.2.- Determinación de Calcio y Magnesio con EDTA.....	54
3.7.3.- Determinación de Fósforo.....	54
3.7.3.1.- Preparación de Curva de calibrado.....	54
3.7.3.2.- Desarrollo del color y medida de la absorbancia...	55
4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	56
4.1.- RESULTADOS Y DISCUSION.....	57
4.2.- CONCLUSIONES.....	59
5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	60

Capítulo 1. INTRODUCCION



1.1 NUTRICIÓN ANIMAL.

1.1.1- Definición:

La nutrición animal, es una ciencia aplicada, que estudia los requerimientos nutricionales de mantenimiento y producción en los diferentes estados fisiológicos de especies de importancia zootécnica-económica. No obstante, también estudia todo lo relacionado a requerimientos de especies animales ornamentales, mascotas y animales que de algún modo interesen al hombre por otras cuestiones; además de fuentes de alimentación, como lo son las especies pilíferas, palomas mensajeras, piscicultura ornamental, deportes y zootécnica entre otras.

En tanto la producción animal es la aplicación de los principios de las ciencias básicas a aspectos de producción, económicos y medioambientales de la producción de animales, que se destinan a la elaboración de alimentos de alto valor biológico para humanos, animales de compañía o mascotas y de recreación.

También contribuye a la salud pública, mediante la producción de alimentos inocuos que satisfacen las necesidades nutricionales de las personas.

Para Gentry y col. (2001) [1], los sistemas pecuarios sustentables son esenciales para preservar, proteger y mejorar el ambiente. La concientización en cuestiones de alimentar adecuadamente, bienestar animal y el interés por aprovechar las oportunidades de conocer los requerimientos nutricionales, para que, a partir de estos, se formulen dietas al mínimo costo económico, contribuyen a incrementar el creciente interés en los sistemas de producción sustentables con mínimo impacto negativo al ambiente. Por tal, el bienestar animal es una condición ideal, resultado de la aplicación de normas específicas, adecuadas y posibles, sobre los sistemas y procesos involucrados a lo largo de toda la cadena productiva, que permiten a los animales vivir en las mejores condiciones posibles, sin padecer sufrimientos físicos o psicológicos innecesarios. Para todos los animales y en especial para aquellos cuyo destino será servir de fuente de alimentos al hombre, se intensifica el compromiso ético de brindarles a lo largo de su vida productiva las mejores condiciones posibles de hábitat, sanidad, manejo, alimentación y cuidados en general. [1].

El estudio de la Nutrición Animal comprende tres principales factores: (a) los alimentos, (b) los animales y (c) los productos obtenidos de los mismos. La obtención de un producto animal implica que un alimento se ha transformado en producto (tejido animal) a través del metabolismo animal. Es decir, el alimento es el elemento que se

transforma; el animal, el transformador y el producto, el resultado de esa transformación.

Cuando un animal ingiere alimentos, aporta a su organismo todos los elementos indispensables para la vida: energía, proteínas, minerales, vitaminas y agua; los cuales se transforman a través del animal en productos, a través de reacciones bioquímicas que ocurren en los procesos metabólicos celulares.

La producción de un animal depende de:

- 1- La capacidad del animal para producir.
- 2- La capacidad del alimento para provocar una determinada producción.

A su vez, la capacidad de un animal para producir depende de:

- a- La especie animal (bovinos, caprinos, ovinos, porcinos, etc.).
- b- La capacidad genética (Genética y Mejoramiento Animal).
- c- El estado fisiológico (Animal).
- d- La sanidad (Sanidad Animal).
- e- El ambiente (Ecología Agropecuaria, relación planta- animal).

La capacidad del alimento de generar una determinada producción, está vinculada la cantidad de alimento que se produzca y a la eficiencia con que se lo utilice [2].

1.1.2.- ¿Qué es un alimento balanceado?

Un alimento puede ser definido como cualquier componente de la ración diaria que consume un animal que provee nutrientes de alto valor biológico.

Un alimento balanceado es un producto que contribuye a mejorar la nutrición del animal porque favorece el desarrollo, mantenimiento y reproducción del mismo. Son mezclas homogéneas de varios ingredientes nutricionales, formulados como ración en cantidades y proporciones adecuadas para satisfacer en lo posible todas las necesidades

nutricionales de una especie animal en un estado fisiológico determinado durante un periodo de 24 hs.

La “ración” es la cantidad de alimento consumido en un día. La “dieta” constituye la mezcla de esos ingredientes que aportan nutrientes de alto valor biológico para que se metabolicen en tejido animal. De acuerdo al tipo de dieta se determinará la ración diaria a suministrar. Dietas muy energéticas implican raciones menores en unidad de peso que aquellas que contienen elevadas proporciones en fibra bruta.

1.1.3.- ¿Qué clases de alimentos balanceados se conocen actualmente en el mercado?.

Los alimentos balanceados que se conocen en el mercado son:

Alimento completo: cumple con todos los requerimientos diarios de la especie en un estado fisiológico determinado (crecimiento, desarrollo, acabado, gestación, lactancia, reproducción).

Aditivo Alimentario: cubre una necesidad específica.

Alimento compuesto: mezcla de ingredientes o materias primas, suministrados por vía oral.

Alimento con medicamento: producto nutritivo con medicación que actúa como promotor de crecimiento. También atenúa los problemas sanitarios, en especial parasitosis, deficiencias nutricionales, mejoramiento del tránsito intestinal y composición de la microflora ruminal y digestiva en general.

Concentrados energéticos: Especialmente compuestos por ingredientes que aportan mucha energía como almidón y celulosa.

Concentrados proteicos: harinas de origen vegetal, animal y marino.

Concentrados vitamínicos-minerales: Mezclas que están compuestas por oligoelementos, vitaminas solubles y liposolubles. En ocasiones se adicionan aminoácidos sintéticos, promotores de crecimientos, probióticos y grasas [3].

1.2.- VALORACIÓN NUTRITIVA DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS.

La mayoría de los alimentos proporcionan uno o varios nutrientes y pueden incluirse también ingredientes para brindar volumen, reducir la oxidación de nutrientes que se oxidan con facilidad, proveer sabor u otros factores relacionados con la aceptabilidad sin servir estrictamente como fuente de nutrientes.

1.2.1.- Funciones de los alimentos.

El alimento que reciben los animales es utilizado con propósitos diversos y su uso exacto varía según la especie, la edad y la productividad del animal. En todos los casos, cierta parte del alimento sirve para mantener las funciones corporales al margen de cualquier producción útil. Esto se conoce como necesidad de mantenimiento. Los individuos jóvenes en crecimiento necesitan principios nutritivos adecuados para la formación de tejido muscular y óseo; los animales en terminación requieren el aporte de alimentos energéticos para la acumulación de grasa; las hembras en gestación tienen necesidad de alimentos apropiados para el desarrollo de sus fetos, y después del parto, para la producción de leche; mientras que los animales para trabajo los emplean para obtener la energía que destinan al trabajo, y otros para la producción de huevos y lana como en aves de postura y ovinos.

- Necesidades de mantenimiento

Puede definirse como una ración adecuada para evitar la pérdida o aumento de tejido corporal cuando no hay producción. Los requerimientos para el mantenimiento son las cantidades de nutrientes, necesarias para adquirir tal estado de equilibrio. El animal adulto requiere calor para mantener la temperatura corporal, suficiente energía para asegurar la continuidad de las funciones orgánicas y para ejecutar movimientos mínimos, y una pequeña cantidad de proteínas, vitaminas y minerales para la reparación de los tejidos.

Aún cuando el animal permanezca inmóvil, siempre consume cierta cantidad de combustible, y la menor cantidad que le permite subsistir, se denomina necesidad de mantenimiento basal. El animal consume cerca del 9% más de combustible cuando está de pie que cuando está echado, y esta necesidad es mayor si efectúa algún movimiento. En consecuencia, por razones económicas, conviene que el ganado en terminación coma y descanse todo lo posible; incluso en condiciones óptimas, cerca de la mitad del alimento se destina a satisfacer las necesidades de mantenimiento.

- Necesidades de crecimiento

El crecimiento es el aumento de tamaño de los músculos, huesos, órganos internos y otras partes del cuerpo. Este se debe tanto a la hiperplasia, (aumento del número de células), como a la hipertrofia, (aumento en el tamaño de cada célula).

El crecimiento es la base de la producción animal. Los bovinos, ovinos y porcinos jóvenes no tendrán ganancias económicas de peso sino se los cría para un desarrollo vigoroso.

Del mismo modo, las hembras que se destinan a reproducción sufren una considerable merma de su productividad si no son criadas adecuadamente. Tampoco se puede esperar un rendimiento de leche muy satisfactorio en las vacas que no se desarrollaron bien cuando eran vaquillonas. Los caballos de tiro y las mulas no desempeñan el trabajo máximo de su capacidad y los caballos de carrera no alcanzan la velocidad y la resistencia que se desea, si algún factor adverso entorpeció el proceso de desarrollo.

- Necesidades de terminación

La terminación consiste en una acumulación de grasa, especialmente en la cavidad abdominal y en los tejidos conectivos situados debajo de la piel y entre los músculos. Si bien la composición de las raciones para terminación suele ser la misma que para las raciones de mantenimiento, se debe suministrar en cantidades mayores. En los animales adultos se suele obtener un estado más satisfactorio mediante el aumento de la proporción de alimentos, ricos en hidratos de carbono y lípidos, suministrando mayor cantidad de granos. Cualquier excedente de proteínas también puede servir para la producción de grasa, pero los alimentos de este tipo suelen ser más costosos y no se emplean por razones económicas. En la terminación de animales adultos se requiere una cantidad muy pequeña de proteínas, minerales y vitaminas por encima de las necesidades de mantenimiento. En el caso de los animales jóvenes, en cambio, es esencial que se suministren esos principios nutritivos en cantidades considerables y que se realice el aporte adicional de hidratos de carbono y grasas.

- Necesidades nutricionales en Reproducción y Lactancia.

La reproducción regular y normal constituye la base de las ganancias en cualquier establecimiento productivo. Los fracasos de la reproducción obedecen a muchas causas, pero la mayoría de los hombres de ciencia coinciden en que uno de los factores principales es la nutrición inadecuada. En todas las especies, la mayor parte del crecimiento fetal se produce en el último tercio de la preñez, de modo que los requerimientos para reproducción adquieren gran importancia en este periodo. La ración de la hembra preñada tiene que aportar suficientes cantidades de proteínas, minerales y vitaminas.

En las hembras de todas las especies, las necesidades nutritivas para una producción lechera moderada a intensa son mucho más rigurosas que los requerimientos para la preñez. La incidencia de la nutrición en la lactancia es bastante importante, porque la madre debe producir leche en condiciones tales que cumplan requisitos de

cantidad de proteínas, grasa y otros minerales, como también anticuerpos con los cuales protegen a sus crías provistas en el calostro.

También se sabe que la ración ejerce una poderosa influencia sobre la producción de los espermatozoides y sobre la calidad del esperma. El engorde excesivo puede conducir incluso a la esterilidad temporal o permanente en machos y hembras. Además existen pruebas de que la fertilidad máxima de los sementales es obtenida cuando se les proporciona una ración bien equilibrada y abundante ejercicio [4].

1.2.2 Elaboración de alimentos balanceados.

En la elaboración de alimentos balanceados para animales, uno de los problemas más comunes para el nutricionista, que quiere formular con materias primas nuevas, es conocer la composición nutricional de las mismas para así determinar el nivel mínimo o máximo de inclusión y no afectar la calidad nutritiva de la dieta.

El problema que existe es que en cada país o región a cada ingrediente se le da un nombre distinto, que no nos indica que tipo de constituyentes lo forman y a qué procesamiento fue sometido. Esta situación es muy común con subproductos agroindustriales de origen vegetal y en algunos casos también de origen animal. Un ejemplo típico es el nombre que se le asigna en los diferentes países a los subproductos de arroz y trigo

Ej. Variación en el nombre de un mismo subproducto del arroz.

Nombre del producto.

-Semolina -Afrecho

-Pulidoras -Pulido

-Harinilla -Arrocillo

-Polvillo -Afrechillo

De acuerdo a la definición que da la FAO [5], el subproducto de cereales que se obtiene de la molienda es aquel formado por las capas aleurónicas, la capa interna del pericarpio, las partes de material almidonoso y otros diferentes componentes. Esta definición se complica por la expresión "los otros componentes", lo cual pueden ser semillas de malas hierbas, granos partidos, cascarilla o carbonato de calcio entre otros.

Todos estos componentes influenciarán en la composición nutricional del producto, su nivel de incorporación en la dieta y los rendimientos productivos de los animales.

Para solucionar esos problemas fue necesario desarrollar sistemas de clasificación de ingredientes que permitan al usuario clasificarlos de acuerdo a los atributos nutricionales más importantes sin ambigüedades y que la información particular de un ingrediente, se pueda comparar con otras muestras del mismo con un error mínimo. Harris et al. (1980a) [6] establecieron que para el desarrollo de un sistema preciso de identificación, se deben tomar en cuenta todos los factores que afectan el valor nutritivo de los alimentos como son: el genotipo de la planta o animal, las condiciones ambientales durante el crecimiento, el estado de madurez a la cosecha o matanza, el método de cosecha, preservación o procesamiento del ingrediente, y el número de cosechas en la etapa de crecimiento.

Existe un sistema internacional de clasificación de los alimentos que empezó a desarrollarse en 1972 en la reunión anual de la Sociedad Americana de Ciencia Animal donde se acordó establecer un nombre, número y una descripción internacional para cada ingrediente de uso animal; esto con el fin de que toda la información presentada por la Red Internacional de Centros de Información de Alimentos para Animales (INFIC) y las publicaciones presentadas en el "Journal of Animal Science" adopten el mismo procedimiento [6], [7].

En este sistema se estableció un nombre internacional para cada ingrediente, y a cada ingrediente se le asignó un número internacional (IFN) que está identificado por un número de 5 dígitos. Este número es lo que une a la descripción internacional de cada alimento, al nombre internacional del alimento, al nombre del alimento por país y a la información biológica y química de una base de datos.

A este número internacional (IFN) le anticipa un dígito que representa el número de la clase de alimento. Este número representa 8 categorías que son:

1. Forrajes secos y materiales fibrosos
2. Pastos, leguminosas y forrajes frescos
3. Ensilajes
4. Alimentos energéticos
5. Suplementos proteicos
6. Suplementos minerales
7. Suplementos de vitaminas
8. Aditivos

El número de ingredientes utilizados para la alimentación del ganado en diferentes países es muy elevado. Por otra parte, existe una considerable variabilidad

tanto de su composición química como de su valor nutritivo, como consecuencia de factores ligados a su producción o a su procesado. En la práctica, sin embargo, cada país recurre a la utilización de una gama más limitada de materias primas. Esta situación justifica la elaboración de Tablas nacionales de composición nutricional de referencia adaptadas a las especificidades de cada sistema de producción. Para la estimación del valor nutritivo de cada ingrediente se ha recurrido en lo posible a datos obtenidos en Centros de Investigación españoles. Existen sin embargo todavía carencias importantes en algunos aspectos esenciales que, a la espera de nuevos datos, se han completado usando diversas fuentes. Las más utilizadas han sido las Tablas holandesas (CVB Veevoedertabel, 1998) [8]., las francesas (INRA, 1989) [9] , las USA (NRC, 1984, 1988, 1989, 1994, 1998) [10] , así como las españolas FEDNA (2003) [11] en cuya elaboración participaron numerosos técnicos del Sector.

1.2.3.- Alimentos más comunes, principales características.

En el cuadro 1 se puede observar la clasificación de los alimentos mas comunes utilizados para la elaboración de alimentos balanceados.

Cuadro1-

CLASIFICACION DE LOS ALIMENTOS

Forrajes	Frescos	Pasturas perennes	Gramíneas	C3
				C4
		Anuales	Leguminosas	Templadas
				Tropicales
	Conservados	Gramíneas		
		Leguminosas		
		Henos		
		Silajes		
	Rastrojos		Henolajes	
	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			

A continuación se describen algunas características de los alimentos mencionados en el Cuadro 1.

I.- Forrajes.

Son productos de origen vegetal llamados también voluminosos o groseros porque tienen bajo peso por unidad de volumen. La mayoría de los forrajes incluidos en esta categoría tienen altos tenores de fibra bruta (FB), más del 18 %. El valor nutricional de los forrajes se puede aumentar con una correcta suplementación.

Dentro de este grupo podemos distinguir los siguientes subgrupos:

I.I.- 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.

I.II.- Conservados:.

- Henos.

Son los forrajes deshidratados naturalmente 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.

- Ensilaje.

Es el material producido por una fermentación anaeróbica controlada con elevado porcentaje de humedad. Hay producción de ácidos orgánicos, especialmente el ácido láctico, por bacterias que crecen en medio anaeróbico. 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.

I.III.- Pajas, rastrojos y diferidos.

Son los residuos de cosechas disponibles de los cultivos anuales. Se caracterizan por poseer: bajo % PB (Proteína Bruta) la cual tiene baja digestibilidad y altos tenores de carbohidratos estructurales muy lignificados. 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 bajo tenor de PB que es inadecuado para mantener una normal actividad microbiana en el rumen.

II. - Concentrados.

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 (Materia seca) 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.

II.I.- Granos de cereales.

Son producidos por las gramíneas, siendo su composición menos variable que los forrajes. Algunos factores la modifican: fertilidad del suelo, fertilización, variedad, clima, etc.

El contenido en PB es del 8 al 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 para los monogástricos.

Los cereales deben suministrarse molidos 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 del trigo que se recomienda un mayor tamaño de partícula (850 a 1800 micrones) [12].

-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.

Los maíces blancos y amarillos son similares en su composición, con la excepción del maíz amarillo que 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 [13].

-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 [14]. 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.

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 disponibilidad de aminoácidos del sorgo respecto del maíz no son significativas.

Algunas variedades de sorgo resultaron muy poco palatable para los cerdos, lo que puede ser debido a su riqueza de tanino,

-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 se debe 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

-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 [15].

Cuando se dispone de avena a un precio económico, suele incluirse en dietas destinadas para cerdas en gestación, con una sustitución de hasta la mitad de los cereales en la

ración. La avena provee de fibra (10 - 15 %) que puede ser especialmente útil para las cerdas, cuando el ejercicio es limitado.

-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.

-Centeno.

El grano de centeno no es tan palatable como otros granos y para mejorar los resultados productivos se debe combinar con otros más palatables. Se puede 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 considerada también como agente causal de bajos rendimientos, además de causar problemas reproductivos y abortos al ser consumido por cerdas en gestación.

Es también muy poco utilizado en aves, dado que contiene compuestos tóxicos como aglucanos y N-alquilresorcinol, necesitándose de complejos enzimáticos para su incorporación, generalmente en pequeños porcentajes, en las raciones.

II.II.-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 [16].

La proteína de la soja integral, como la de las harinas, es de excelente calidad para los monogástricos ya que posee un buen balance de aminoácidos.

-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.

II.III.- Grasas y aceites.

Se considera como una muy buena fuente de energía.

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 poli insaturados, 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 volatilidad 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.

II.IV.- Nitrógeno no proteico.

El compuesto NNP (nitrógeno no proteico) más importante es la urea. Además de éste, existen otros compuestos 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.

La urea es algo perfectamente natural para los rumiantes, a las bacterias del rumen le es indiferente si el NH_3 que se transforma en proteínas procede de proteínas naturales o de los compuestos NNP.

III.- Subproductos de la agroindustria origen y composición química de los productos agroindustriales.

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.

III.I.- 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.

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

III.I.I.- 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.

- 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 [17].

Según Musfeldt (1984) [18] 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) [19], 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 hay 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 demasiado alta como para usarlos en la alimentación porcina. Sin embargo, una cierta cantidad de leche en polvo es usada en los cerdos destetados precozmente, en dietas de preiniciación e iniciación , donde tiene un gran valor nutricional [17].

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

- Leche descremada.

Es el producto obtenido por desecación de leche de vaca desnatada, bien por pulverización en una corriente de aire caliente (procedimiento Spray), o por secado sobre cilindros. La leche Spray se considera de mejor calidad por requerir menos tiempo de secado a altas temperaturas (20 segundos) y por dar lugar a una granulometría más fina y uniforme. Es importante tener en cuenta que la leche descremada destinada a piensos es previamente desnaturalizada con el objeto de evitar fraudes. Para ello, se le añade entre un 10 y un 15% de otras materias de origen animal (pescado) y/o vegetal (colza, alfalfa, almidón), lo que debe considerarse en la valoración del producto final.

El valor nutritivo de la leche descremada está ligado a su palatabilidad y a la calidad de su proteína. Contiene un 33-36% de PB, de la cual un 80% corresponde a

caseína y el 20% restante a proteínas del suero (albúminas, globulinas, lactoferrina y lactoperoxidasa). Las proteínas lácteas son altamente digeribles en todas las especies y tienen una elevada concentración en todos los aminoácidos esenciales. Los niveles de lisina y metionina por unidad de proteína, son algo superiores en la caseína que en las proteínas del suero.

II.I.II.- 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, que 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 [20] 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) y b) contenido alto de aceites, 7 al 13 %, aunque se retira una cierta cantidad durante el procesamiento (ej: sardina, arenque)..

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

III.I.III.- 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.

- 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**.

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

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.

Una harina de carne genuina debe mantener 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 de carbonato de calcio, que a la vez puede ser detectado por el aumento de las cenizas insolubles en ácido clorhídrico.

Limites de tolerancia medios:

Harina de carne 60-65 % de **PB**..... Calcio 5 a 7 %..... Fósforo 2,5 a 3,5 %

Harina de carne 40-45 %: de **PB**..... Calcio 11 a 13 %..... Fósforo 5,5 a 6,5 %

- 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. 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 [17].

El contenido de humedad de la harina de sangre debe ser del 10 - 12 % aproximadamente.

-Plasma animal.

Es un subproducto de matadero originariamente obtenido a partir de sangre de cerdo. La mayoría se obtiene utilizando mezclas de plasma porcino con plasma de ganado vacuno en proporciones variables.

Para la fabricación del plasma, la sangre se recoge en forma aséptica, se almacena a una temperatura de 3-5°C y se le añaden anticoagulantes (generalmente citrato sódico). El plasma se separa por centrifugación, previo filtrado, posteriormente se deseca. El producto final es un polvo de color blanco cremoso de naturaleza higroscópica con propiedades emulsionantes. La composición del producto final es, pues, variable en función de la materia prima original y del tipo de procesamiento utilizado.

Su uso en alimentación animal es muy reciente y a pesar del alto valor biológico de su proteína, su empleo es restringido por su alto precio.

El plasma porcino es una fuente proteica comparable por su calidad a la leche descremada y superior a la harina de sangre. La razón es que contiene casi exclusivamente proteínas plasmáticas (albúminas y globulinas en un 95%) cuya digestibilidad es superior a la de las proteínas intracelulares (principalmente hemoglobina). Su contenido en lisina y treonina es muy elevado, pero es deficitario en metionina, aminoácidos azufrados e isoleucina.

- Hemoglobina.

La hemoglobina es un subproducto de la industria de la sangre resultante de la extracción del plasma. Generalmente se deseca por el procedimiento Spray. Es un polvo oscuro de alto valor biológico utilizado por su alta palatabilidad y capacidad de absorción de agua.

Su contenido en proteína es elevado (superior al 90%) siendo particularmente rico en lisina y valina. Sin embargo presenta una baja concentración en aminoácidos azufrados e isoleucina. El producto final es pobre en calcio y fósforo, pero tiene elevados niveles de hierro fácilmente absorbible.

Recientemente se ha recomendado su uso en piensos de lechones por su alta palatabilidad y valor biológico.

- Harina de plumas hidrolizada.

La harina de plumas es un concentrado proteico (81-86% PB) muy rico en α -queratina, al igual que el pelo o la lana. Esta proteína se caracteriza por su fuerte estructura secundaria y terciaria, con una elevada proporción de puentes disulfuro entre residuos de cistina. Debido a su concentración en aminoácidos con grupos hidrofóbicos (fenilalanina, isoleucina, valina y alanina), su solubilidad en agua es muy baja. Como consecuencia, y pese a la ausencia de factores antinutritivos, la α -queratina en estado

natural es muy poco digestible (< 5%), como se demuestra por la presencia de bolas de pelo en el aparato digestivo de los animales.

Sin embargo, mediante un procesado adecuado, la harina de plumas puede convertirse en un concentrado proteico palatable y altamente digestible (hasta el 82% en rumiantes).

Una limitación al uso de la harina de plumas hidrolizada en alimentación animal es su desequilibrio en aminoácidos esenciales. Tiene una concentración muy elevada en cistina y alta en treonina y arginina, pero es deficitaria en metionina, lisina, triptófano e histidina.

III.IV.- Industria avícola.

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 sólo a rumiantes.

- Harinas de subproductos avícolas.

Incluye a diferentes subproductos de la industria frigorífica como son las plantas de faenamiento de aves. Contiene entre 55 a 60 % de proteínas 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.

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, 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 [13].

III.II.- 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. Es un producto rico en proteína de más de 40 % de PB, un alto % de

Nitrógeno está presente como proteína verdadera (95 %) la cual es de digestibilidad alta y moderado a bueno valor biológico, aunque menor que la buenas fuentes de origen animal.

III.II. I.- 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.

- Harina de maní.

Es un subproducto de la extracción de aceite de maní. Es variable en cuanto al porcentaje de aceite y de proteína, lo que depende del método de extracción que se emplee, al igual que en la soja. Cuando se trata de un expeler o torta de maní (5 - 7 % de grasa) se enrancia al almacenarlo en condiciones cálidas y húmedas.

- 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 descortadas hasta el 30-35 % cuando se incluye mucha cáscara.

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.

- 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 [14].

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.

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.

III.II.II.- Industrias molineras.

La fabricación de la harina de cereales para uso humano da origen a varios subproductos utilizables para la alimentación animal.

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.

III.II.III.- 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.

III.II.IV.- 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.

III.II.V.- Industria cervecera.

Proviene de la fabricación de la cerveza, 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.

II.II.VI.- Industria vitivinícola.

La 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.

III.II.VII.- 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.

III.II.VIII.- Industria papelera y maderera.

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

IV- 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.

Con excepción del calcio y el fósforo el resto de los minerales, en general, se agregan a la dieta a través del núcleo vitamínico-mineral, con la excepción del cloro y el sodio que es adicionado a través de la sal común [21].

V.I.- Breve descripción de algunas fuentes de Ca y P.

-Harina de hueso.

En general las provenientes de la industria frigorífica contienen 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 [13].

-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.

-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.

V.- Suplementos vitamínicos.

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

La carencia total o parcial de una o más vitaminas ocasiona múltiples trastornos metabólicos, que se reflejan en disminución del rendimiento de todo tipo, retrasos en el crecimiento, trastornos en la reproducción y diversas enfermedades.

VI.- Aditivos.

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

VI. I- 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.

VI.II- Antibióticos.

Son sustancias producidas por microorganismos, los cuales matan o inhiben el crecimiento de otros microorganismos.

Los antibióticos u otros agentes antibacterianos y combinaciones antimicrobianos son usados extensamente como aditivos para 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.

VI.III- Saborizantes.

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

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.

VI.IV-. 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.

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.

Las sustancias empleadas como antioxidantes son:

-Etoxiquina (ETQ) - Butilhidroxianisol (BHA)

-Butilhidroxitolueno (BHT) - Compuestos de ácido ascórbico (Vit. C).

VI.V- 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.

VI. VI.- 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.

VI.VII.- 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.

VI.VIII.- 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 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

VI.IX.-- 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.

Actualmente se han usado formulaciones a base de glucomananos esterificados derivados de pared celular de una cepa específica de levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

VI.X.- Control de amoníaco y malos olores.

Existen productos en el mercado que tienen la particularidad de controlar amoníaco y malos olores. Estos contienen glicocomponentes 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.

VI.XI.- Proteinatos de minerales traza.

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.

Esta forma de quelación debe producirse dentro del animal, para que los metales sean absorbidos y por ende reconocidos naturalmente por el animal.

1.3.- LOS MINERALES EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO

1.3.1. - Contenido de fósforo de los alimentos.

El contenido en P de las materias primas utilizadas en alimentación animal presenta un amplio rango de variación. En general, los forrajes de gramíneas tienen un contenido superior a los de leguminosas, y las semillas (granos de cereales, leguminosas y oleaginosas) mayor que los forrajes. Los subproductos del procesamiento de granos (salvados de trigo, gluten de maíz o harinas de oleaginosas) son especialmente ricos en P, mientras que tubérculos, raíces y bulbos son los más pobres. Los productos lácteos y las materias primas de origen animal que incluyen parte del esqueleto son los alimentos con mayores niveles de P.

El nivel de P varía no sólo entre fuentes sino también dentro de cada fuente. En materias primas de origen vegetal el contenido en P depende del tipo de suelo, variedad cultivada, estado de maduración, condiciones de cultivo, climatología, [22]. En los productos de origen animal (harinas de carne y hueso), el nivel de P varía en función del contenido en huesos y, por tanto, es inferior pero más constante en los subproductos derivados de la sangre o de la leche [23]. El nivel de P en los suplementos minerales

depende de múltiples factores como son el material de origen (biológico o no biológico), proceso de fabricación y el grado de hidratación [24].

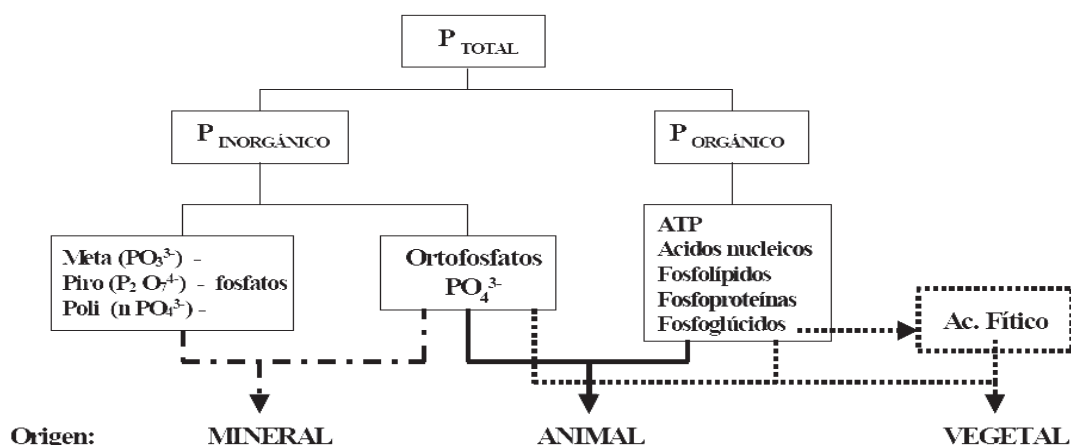
1.3.1.1.-.- Naturaleza del fósforo.

El P contenido en las materias primas se encuentra bien en forma inorgánica, principalmente como ortofosfatos (PO_4^{3-}), bien en forma orgánica en las moléculas tales como ATP, ácidos nucleicos, fosfolípidos, fosfoproteínas y fosfoglúcidos. La hidrólisis del P orgánico en el tracto gastrointestinal libera PO_4^{3-} , que es la única forma en que el animal puede absorber y utilizar el P [25]. En los ingredientes vegetales el P orgánico representa la fracción mayoritaria, siendo el ácido fítico el fosfoglúcido más abundante. En torno a un 60-80% del P total contenido en los granos y sus subproductos se encuentra como parte del ácido fítico y sus sales, generalmente como fitatos de Ca, K y Mg [22]. Por el contrario, en los alimentos de origen animal predomina el P inorgánico que se encuentra en forma de ortofosfatos en solución, en el medio celular y mayoritariamente como fosfatos de calcio en los tejidos óseos y en la leche. Alrededor del 80-85% del P presente en el organismo animal se localiza en el esqueleto como fosfato cálcico $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ e hidroxiapatita $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ y el 15-20% restante se encuentra como P orgánico en los tejidos musculares, nerviosos y, especialmente en los glóbulos rojos. La sangre contiene entre 35 y 45 mg de P/100 ml localizado en su mayor parte en el interior de las células, ya que la fracción plasmática sólo posee entre 4,5 y 6 mg P/100 ml en adultos y entre 6 y 9 mg P/100 ml en animales jóvenes [23].

Las fuentes minerales de P más utilizadas en alimentación animal son los ortofosfatos de Na, Ca, K, NH_4 y sus combinaciones. Las diversas fuentes de P pueden contener cantidades variables de meta- [$(\text{PO}_3)^{3-}$] y piro- [$(\text{P}_2\text{O}_7)^{4-}$] fosfatos en función de las temperaturas alcanzadas durante el proceso de obtención [26]. Otros fosfatos minerales de menor importancia práctica por su baja disponibilidad en monogástricos, son los fosfatos de roca, los metafosfatos de Na, K y Ca, los pirofosfatos de Na y Ca y los polifosfatos [$n(\text{PO}_4)^{3-}$] de Na y NH_4 .

La figura 1 muestra la distribución de las dos formas del P (orgánico e inorgánico) en los ingredientes utilizados en alimentación animal.

Figura 1.- Naturaleza del P contenido en las materias primas



La determinación analítica mediante la metodología del AOAC (1990) [27] incluye ambas fracciones de P. El contenido en P inorgánico se puede determinar por el método de Pons y Guthrie (1946) [28], mientras que el P fítico mediante diversos métodos basados en técnicas colorimétricas [29] o cromatográficas [30]. El P orgánico se estima por diferencia entre el P total y el P inorgánico.

Desde el punto de vista práctico se admite que la disponibilidad del P inorgánico y del P orgánico no fítico es similar y cercana al 100% (rango 80-100%). Por el contrario, se considera que el P fítico no puede ser utilizado por los animales monogástricos (aves y cerdos) asignándole un valor de 0, y se asume que el contenido en P fítico de todas las materias primas de origen vegetal es del 70% del P total [31], [32].

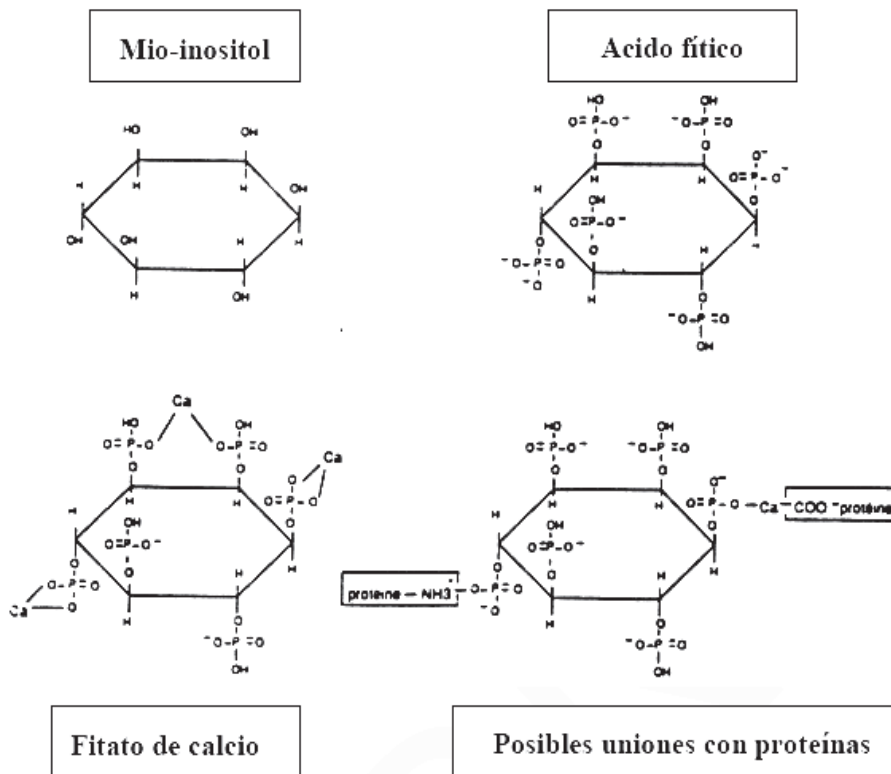
1.3.1.2.- Acido Fítico.

El ácido fítico (AF) y sus sales constituyen la principal forma de almacenamiento de fósforo (P) en semillas de cereales y leguminosas. Sin embargo, en esta forma el P permanece no disponible para el hombre y animales monogástricos, debido a que éstos no están provistos de suficiente actividad de fosfatasas endógenas (fitasas) que sean capaces de liberar el grupo fosfato de la estructura del fitato. El AF es además un compuesto con actividad antinutricional, debido a su capacidad de formar complejos insolubles con minerales y proteínas convirtiéndolos en no asimilables por el organismo bajo condiciones fisiológicas.

1.3.1.3.- Estructura química y propiedades.

La estructura del AF es una molécula con seis grupos ortofosfato (InsP6), de nombre químico *myo-inositol* 1, 2, 3, 4, 5, 6 - *hexakis* (dihidrógeno fosfato) . Según esta estructura, el AF, a pH neutro y al pH que normalmente presentan los alimentos, es una molécula cargada negativamente y por tanto muy reactiva, por lo que presenta una elevada capacidad para formar complejos o unirse a moléculas cargadas positivamente como cationes o proteínas. La interacción del AF con las proteínas es pH-dependiente, mientras que con los cationes la interacción es debida exclusivamente a sus numerosos grupos fosfato; éstos pueden unirse bien a un sólo grupo fosfato, a dos grupos fosfato de una misma molécula o a grupos fosfato de distintas moléculas de AF . En la semilla el AF se encuentra como una mezcla de sales con varios cationes como K, Mg, Ca, Mn, Zn y Fe; dando lugar al término “fitina” se ha empleado para designar una mezcla de sales de Ca y Mg del AF.

Figura 2.- Estructura química del mioinositol, ácido fítico y fitatos (Sauveur, 1989) [33].



La "insolubilidad" del AF es la principal causa de su comportamiento antinutricional y de sus propiedades fisicoquímicas. Sin embargo, es importante considerar que la solubilidad de las sales del AF varía con el pH, ya que el grado de protonación de los grupos fosfato que no se han unido a los metales está en función de dicho parámetro. Aparentemente, en la semilla el AF se encuentra como sales relativamente solubles de Na o K más que como fitina insoluble. Las sales de Ca y Mg son solubles a pH bajos e insolubles a pH elevados, por lo tanto a pH fisiológico serían insolubles, de ahí el descenso de la biodisponibilidad mineral. En general, las sales hidrogenadas y monovalentes del AF son solubles en agua, mientras que las sales metálicas divalentes y trivalentes son bastante insolubles. El grado de interacción entre AF y proteínas es dependiente de la carga neta de la proteína, de su conformación y de las interacciones con minerales a un pH dado. La formación de complejos entre AF y proteínas no sólo afecta a la solubilidad y propiedades funcionales de las mismas, sino que también tiene una gran influencia en la biodisponibilidad mineral.

1.3.1.4.-Distribución, localización y contenido.

El AF se encuentra ampliamente distribuido en el reino vegetal. En la mayoría de las plantas una gran proporción de fosforo del 80% está presente en forma de fitato, especialmente en aquellas semillas en las que el AF se encuentra en concentraciones elevadas, desde 1-7%. Así, en las semillas de cereales, oleaginosas y leguminosas los niveles de AF son elevados y constituyen el mayor porcentaje (60- 82%) del P total; varias raíces y tubérculos presentan cantidades moderadas de AF, siendo el P fítico el 21-25% del total, mientras que en verduras las cantidades de AF encontradas son muy pequeñas.

1.3.2.- Efectos en la biodisponibilidad mineral.

Por su estructura altamente reactiva, el AF es un excelente agente quelante presentando gran afinidad por todos los elementos trazas polivalentes y minerales como Cu^{2+} , Co^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$, Mg^{2+} y Ca^{2+} . La mayor parte de los estudios realizados sobre la interacción entre el fitato y los minerales ponen de manifiesto la existencia de una relación inversa entre la absorción de estos micronutrientes y el AF, aunque existen grandes diferencias en el comportamiento individual de cada elemento mineral.

-Calcio.

Estudios realizados en ratas dan resultados contradictorios: algunos de ellos indican la existencia de un efecto inhibitor del AF en la absorción de Ca, mientras en otros no se obtiene efecto significativo alguno. Por otra parte se ha sugerido que las ratas no pueden ser consideradas como un buen modelo para la absorción de Ca debido a la actividad fitasa de su mucosa intestinal Lonnerdal *et al.* [34] han indicado que el efecto inhibitor del fitato depende del grado de fosforilización del inositol, cuando es elevado (5 ó 6 fosfatos) la absorción del Ca y Zn es inhibida significativamente, sin embargo a niveles de fosforilización menor este efecto no se observa. La solubilidad de los complejos formados depende también de la razón fitato-Ca; así la solubilidad del complejo fitato-Ca, es extremadamente baja a razón 1/8, pero a otras es alta. Cuando el Ca está presente en concentraciones elevadas se forman complejos con 5 ó 6 cationes por molécula de fitato ($[Ca]_5$ -fitato o $[Ca]_6$ -fitato). También pueden existir otros complejos que incluyen de uno a 4 cationes unidos a una molécula de fitato, dependiendo de la concentración de Ca presente; los complejos hexa-, penta-, tetra-, y tricalcio son insolubles mientras que los complejos mono y di calcio son solubles. No obstante, la absorción del Ca de los complejos solubles fitato-Ca es muy pobre, ya-que no sufren transporte pasivo en el intestino debido a la alta carga de estas moléculas. Por último, los complejos insolubles fitato-calcio son también considerados como los principales responsables de la reducción de la biodisponibilidad de otros minerales como Fe y Zn, a través de la unión de éstos al complejo fitato-Ca para formar un complejo aún menos soluble.

-Hierro.

Debido al importante contenido de Fe de los cereales, la mayoría de los estudios sobre la interacción entre el AF y este mineral se han realizado con el pan integral, que al mismo tiempo vehiculiza el AF presente en la cubierta de la semilla. A la hora de evaluar los resultados de dichos estudios es importante tener en cuenta la adición de Ca, ya que estudios sobre el balance de nutrientes tanto *in vivo* como en investigaciones *in vitro* sugieren que la adición de calcio reduce la hidrólisis del AF, como consecuencia de que elevadas concentraciones de dicho mineral impiden la acción de las fitasas.

-Zinc.

Numerosas investigaciones en animales de experimentación demuestran que el AF contenido en los alimentos reduce la biodisponibilidad del Zn. Los InsP6 y InsP5 son las formas de AF que ejercen este efecto, mientras que los fitatos con menor grado de fosforilación ejercen un bajo o nulo efecto en la absorción del Zn. El contenido de Ca en la dieta es de vital importancia en el efecto negativo del AF sobre el Zn. Un aumento de la concentración de Ca en dietas que contienen Zn y fitato supone una reducción de la biodisponibilidad del Zn debido a la formación de complejos insolubles Ca-fitato-Zn. A valores de la razón fitato-Ca/Zn mayores de 22, la utilización de Zn queda comprometida.

1.3.3.- NUTRIENTES: EFECTOS SOBRE LA NUTRICION

Con el forraje, el animal incorpora a su organismo los nutrientes: energía, proteína, minerales, vitaminas y agua. El animal tiene requerimientos fijos para lograr una determinada producción. Si alguno de ellos falta o se encuentra en cantidad insuficiente, no se alcanza la producción deseada. El nutriente faltante se transforma así en el factor limitante. El camino lógico en esta situación es, suplementar el nutriente que limita la producción en la cantidad necesaria.

Algunos elementos minerales resultan esenciales para el crecimiento, conservación, reproducción y funcionamiento de los tejidos corporales. Son precisamente cantidades y proporciones mínimas para equilibrar las pérdidas corporales que se están produciendo constantemente, de modo que un consumo inferior al normal de dichos minerales puede provocar graves trastornos metabólicos y funcionales.

Los animales tienen deficiencias minerales y la respuesta a ¿Cómo prevenirlas? es con suplementación. Pero para implementar una buena suplementación mineral es imprescindible establecer cuándo, cómo y con qué suplementar. Cuando existe la certeza de que los animales presentan deficiencias, se impone un diagnóstico de situación. Para conocer en qué condiciones está el animal, se requiere de análisis de sangre, del pasto, del agua que consumen y alimentos, a partir de allí, si se ha detectado una deficiencia, entramos a la etapa de suplementación.

Cuando el animal presenta deficiencias minerales, los suplementos de mezclas minerales de consumo voluntario se constituyen como trascendentes para suministrar en forma simultánea, micro y macrominerales. Entre los primeros son indispensables el

cobre, zinc, selenio, manganeso, yodo y cobalto y entre los segundos, calcio, fósforo, magnesio, sodio y potasio.

El beneficio de una suplementación que incluya los distintos minerales en forma simultánea, está en atacar las deficiencias y, lograr beneficios indirectos como es la proliferación de microorganismos a nivel ruminal que degradan fibra y en consecuencia, aumenta la capacidad en digerir más kilos de pasto por día. Los suplementos minerales sirven como alimentación estratégica durante la época seca, resultando en un mejoramiento de la ganancia de peso vivo o en casos extremos en una reducción de pérdida de peso. También para suplir elementos nutritivos fundamentales, mejorando la eficiencia de uso del forraje aún cuando no haya escasez de alimento. En animales, el aspecto nutricional es determinante en la productividad, por lo que importa el uso de recursos locales para la reducción de los costos. En rumiantes, el uso de harinas multinutricionales constituye un suplemento económico que complementa el uso de los pastos, leguminosas y subproductos provenientes de la agroindustria.

Una correcta estrategia de suplementación es la que aporta, en calidad y cantidad al animal los elementos que no le brindan las forrajeras del momento, para satisfacer sus requerimientos de producción en los diferentes estados fisiológicos (gestación, parto, lactancia).

La deficiencia en fósforo es la más frecuente, y generalmente grave en el ganado vacuno constituyendo un problema regional. En tanto las deficiencias en calcio no lo constituye, porque la mayoría de las especies vegetales poseen en sus hojas y tallos concentraciones de calcio más elevadas que las de fósforo, los suelos deficientes en calcio son menos frecuentes que los deficientes en fósforo y en los vegetales no disminuyen los niveles de calcio con la maduración como ocurre con los de fósforo. Si bien todas las deficiencias son importantes, la de calcio y magnesio constituyen en casos puntuales, las más severas en determinados estados fisiológicos y en presencia de oferta de pastos pobres en energía y minerales.

Una deficiencia, tanto de calcio como de fósforo, si es suficientemente prolongada determina anomalías en huesos y dientes, disminución del apetito, del crecimiento y de la eficiencia del alimento utilizado; aparecen anomalías del apetito tales como, consumo de toscas, lamen palos, entre otras; también desciende la fertilidad y la producción de leche.

La hipocalcemia y la hipomagnesemia puede verse notablemente influenciada por ingerir bajas cantidades de calcio, magnesio y de vitamina D.

En cuanto a los requerimientos de fósforo, estos se hacen indispensables en lugares con suelos y pastos deficientes en el mineral. Es importante que la cantidad de fósforo sea la adecuada en la ración para facilitar la absorción de calcio. En general es relevante también, establecer las ofertas de fósforo disponible que presenta la ración. Es imprescindible tenerlo en cuenta en etapas fisiológicas de altos requerimientos (lactación y crecimiento), pues la faltante de la dieta es aportado, por los tejidos constituidos con calcio y fósforo (huesos). También la falta de fósforo disminuye la actividad metabólica celular.

Se recomienda utilizar alimentos con adecuadas proporciones de calcio y fósforo para obtener máximos rendimientos en lactancia y crecimiento.

Las deficiencias de fósforo y calcio que presentan los animales pueden prevenirse o corregirse mediante el tratamiento directo del animal a través de suplementos. El sistema más barato y sencillo es suministrarle sales de fósforo y de calcio en comederos y mediante consumo voluntario que experimenta variaciones considerables en los diversos animales y en las diferentes estaciones del año.

Los suplementos minerales que pueden adicionarse a los rodeos en la región pampeana deben estar provistos de acuerdo a circunstancias fisiológicas, en calcio especialmente, magnesio, fósforo, otros elementos como sales de cobre y hierro y una cantidad suficiente de microminerales, además del aporte equilibrado de sodio y potasio. Estos suplementos se preparan con excipientes que también aportan energía y en ocasiones proteína.

Los suplementos minerales están compuestos por ceniza de hueso, monofosfato dicalcio, conchilla, sales de sodio y potasio, óxido de magnesio, sulfato de cobre y núcleos de microminerales y vitaminas, presentados en harinas para lamer, para evitar el síndrome de la vaca caída e hipomagnesemia, además de estabilizar la oferta de micronutrientes y vitaminas al incluirles núcleos vitamínicos–minerales. Estos suplementos también son correctores de deficiencias en sodio, potasio, hierro y cobre. Estos suplementos se completan para su correcta formulación con excipientes energéticos (maíz y afrechillo).

En caso que la oferta fibrosa de la época (pastos secos, cultivos diferidos o aportes de rollo y fardos) posea muy bajo contenido proteico es indispensable el agregado de urea como fuente de nitrógeno no proteico. Este especial aporte se establece para cada caso en particular.

1.4.- CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS.

En la industria de los alimentos balanceados, el análisis juega un papel importante en el establecimiento y mantenimiento de la calidad de los mismos, así como también en los controles de las autoridades a niveles nacional e internacional. Los alimentos procesados son producidos dentro de los estándares prescritos por los fabricantes, establecidos también para cumplir con requisitos legales y con otros reconocidos como convenientes.

La estandarización del proceso se hace en cada una de las siguientes etapas: en la granja, la materia prima, el proceso mismo y finalmente el producto elaborado y su almacenamiento. Esto ha necesitado el desarrollo de técnicas adecuadas para el análisis y controles rápidos, que pretenden reemplazar métodos subjetivos para evaluar cualidades organolépticas mediante procedimientos más objetivos. El conocimiento de los mínimos constituyentes de los alimentos ha mejorado mucho, particularmente por la aplicación de técnicas más modernas de separación, identificación y medición [35].

Esta nueva industria estimuló el cultivo del maíz amarillo duro, del sorgo granífero y de la alfalfa. Asimismo, el empleo de harina de pescado, pasta de algodón, melaza de caña de azúcar, harina de huesos, carbonato de calcio y otros componentes como vitaminas, micronutrientes minerales, antibióticos, entre otros. En la actualidad, la fabricación de alimentos balanceados emplea equipos mecánicos de alta tecnología como mezcladoras de premix, peletizadoras, dosadores volumétricos y equipos de mezclado de alta eficiencia.

Los concentrados proteicos abarcan una amplia variedad de materia prima: la harina de soja (contiene 44 - 50 %), harina de la semilla de algodón (38 - 41 %), los granos secos de cervecería - que no son otra cosa que la cebada maltera ya procesada - (posee 20 % de proteínas, bajo contenido de energía y poca fibra).

En muchos laboratorios de análisis alimentario, la mayor parte del trabajo de rutina se refiere a métodos de análisis y al estudio de aditivos y contaminantes. Los principales componentes de interés son humedad, grasa, proteínas, cenizas, fibra, y carbohidratos aprovechables y no aprovechables y minerales.

En la práctica, los métodos de análisis pueden variar, de acuerdo al alimento que se examina.. Así, las proteínas pueden calcularse a partir del nitrógeno total determinado por el método de Kjeldahl, usando un factor arbitrario, el cual, debido a las proporciones diferentes de los aminoácidos presentes, varía de acuerdo al alimento del

que se trata. La fibra y ceniza son términos analíticos que no representan un componente preciso o grupo de componentes del alimento original, pero si el mismo procedimiento estándar se aplica en cada ocasión al mismo alimento, los resultados proporcionan una adecuada base de interpretación.

El valor de los resultados de un análisis químico sobre una muestra de laboratorio bien preparada dependerá de que tan representativa sea la muestra del lote, serie, paquete de un alimento en particular del cual fue tomada y de la clase de información química que se necesita.

Los productos comestibles y los ingredientes de alimentos son materiales en realidad heterogéneos, por lo que es difícil obtener una sola muestra absolutamente representativa para el análisis de laboratorio. El problema puede ser disminuido seleccionando, ya sea al azar o en forma planeada, varias muestras del lote. Estas muestras pueden ser analizadas individualmente para obtener resultados de los cuales puede calcularse la composición media del lote, o en ciertos casos las muestras se mezclan para dar una sola, que debe ser representativa, de la cual se toma una sub muestra para el análisis de laboratorio.

Debido a las dificultades prácticas y a los aspectos económicos de un muestreo completamente estadístico y la variación natural en la composición de los productos alimenticios, el análisis de alimentos a menudo se efectúa sobre muestras escogidas al azar.

1.4.1.- Preparación de la muestra.

A fin de obtener resultados analíticos precisos, la muestra de laboratorio debe ser tan homogénea como sea posible dentro de los límites del método analítico usado, para que los análisis duplicados coincidan lo más posible. El método de homogeneización dependerá del tipo de alimento que se está analizando. Se dispone de varios aparatos electromecánicos para reducir el tamaño de partículas de los alimentos y para mezclar íntimamente los productos alimentarios. Los picadores de carne, ralladores, mezcladores, homogeneizadores para alimentos secos, húmedos o mojados y los variados tipos de molinos para polvos, son piezas indispensables del equipo de un laboratorio alimentario. Todos los instrumentos mecánicos producen calor, por lo que se debe tener sumo cuidado de no alterar la composición de la muestra, por la pérdida de humedad debida al sobrecalentamiento del equipo. Los alimentos secos necesitan

reducirse a polvo grueso por medio de un molino mecánico y después mezclarse íntimamente con una cuchara o espátula.

Los alimentos sólidos húmedos, por ejemplo, los productos cárnicos, son homogeneizados mejor moliéndolos que picándolos. Los alimentos fluidos son emulsionados mejor en una licuadora. Los aceites y grasas son preparados con facilidad por calentamiento suave y mezclado.

Para que un material pueda ser utilizado en el laboratorio de análisis deberá ser preparado de manera apropiada, esto con el fin de que los resultados obtenidos sean representativos del total y puedan ser utilizados de manera confiable para la formulación del alimento o para la valoración del mismo, para lo cual se hacen las siguientes recomendaciones:

- a. La cantidad de material debe ser adecuada para realizar todos los análisis necesarios; debe ser una muestra homogénea y representativa.
- b. El manejo de la muestra debe ser cuidadoso para evitar cualquier cambio o contaminación.
- c. La muestra deberá molerse finamente, tamizarse y mezclarse homogéneamente. Esta operación debe hacerse rápidamente y con la mínima exposición al medio ambiente. Se debe evitar el sobrecalentamiento durante el molido, por lo cual materiales sensibles al calor deberán ser molidos a mano. Antes de usar el molino se debe asegurar que está perfectamente limpio.
- d. Si la muestra contiene mucha humedad y la preparación del material no puede hacerse sin cambios significativos en ésta, hay que determinar la humedad antes y después de la preparación.
- e. Se recomienda un examen físico macro y microscópico para detectar la presencia de materiales contaminantes.
- f. Mezclar la muestra perfectamente y divídala en dos partes iguales. De ser necesario se debe hacer un molido preliminar para facilitar esta operación. Almacenar una de las partes en un frasco hermético, limpio y seco; la otra parte será usada en los análisis y su tamaño deberá ser adecuado para la totalidad de las pruebas requeridas.
- g. Al menos que el método de análisis indique lo contrario, los materiales serán molidos de inmediato y pasados por una malla de 1 mm^2 ; mezclar perfectamente la muestra tamizada y almacénela en un recipiente hermético. Antes de tomar material para cada análisis mezclar nuevamente.

- h. Al menos que se señale lo contrario, las muestras húmedas deberán secarse para su molido y tamizado, siguiendo las indicaciones del punto anterior.
- i. Las muestras líquidas y semilíquidas deberán conservarse en frascos tapados y mezclarse perfectamente antes de su análisis.
- j. Los materiales deberán conservarse en refrigeración o a temperaturas que eviten cambios en su composición. Muestras para análisis de vitaminas u otras sustancias sensibles a la luz se colocarán en recipientes de vidrio color ámbar.

1.4.2.-Análisis Proximal.

Los análisis comprendidos dentro de este grupo, también conocido como análisis proximales de Weende, se aplican en primer lugar a los materiales que se usarán para formular una dieta como fuente de proteína o de energía y a los alimentos terminados, como un control para verificar que cumplan con las especificaciones o requerimientos establecidos durante la formulación. Estos análisis nos indicarán el contenido de humedad, proteína cruda (nitrógeno total), fibra cruda, lípidos crudos, cenizas.

1.4.2.1.- Humedad.

El agua se encuentra en los alimentos en tres formas: como agua de combinación, como agua adsorbida y en forma libre, aumentando el volumen. El agua de combinación está unida en alguna forma química como agua de cristalización o como hidratos. El agua adsorbida está asociada físicamente como una monocapa sobre la superficie de los constituyentes de los alimentos. El agua libre es aquella que es fundamentalmente un constituyente separado, con facilidad se pierde por evaporación o por secado. Dado que la mayor parte de los alimentos son mezclas heterogéneas de varias sustancias, pueden contener cantidades variables de agua de los tres tipos.

1.4.2.2.- Determinación de humedad.

Hay muchos métodos para la determinación del contenido de humedad de los alimentos, variando en su complicación de acuerdo a los tres tipos de agua y a menudo hay una correlación pobre entre los resultados obtenidos. Sin embargo, la generalidad de los métodos da resultados reproducibles, si las instrucciones empíricas se siguen con

fidelidad y pueden ser satisfactorios para uso práctico. Los métodos pueden ser clasificados como por secado, destilación, por métodos químicos e instrumentales.

a) Métodos por secado.

Estos incluyen las mediciones de la pérdida de peso debida a la evaporación de agua a la temperatura de ebullición o cerca de ella. Aunque tales métodos son usados frecuentemente debido a que dan resultados exactos cuando se consideran sobre una base relativa, el resultado obtenido puede no ser una medición verdadera del contenido de agua de la muestra. Por ejemplo, los aceites volátiles pueden perderse a temperatura de secado de 100°C. En algunos alimentos (por ejemplo, cereales) solamente una parte del agua que contienen se pierde a esta temperatura. El resto (agua combinada o adsorbida) es difícil de eliminar y parece estar asociada a las proteínas presentes. La proporción de agua libre perdida aumenta al elevar la temperatura, por lo que es importante comparar únicamente los resultados obtenidos cuando se usan las mismas condiciones de secado. Además, si es posible que se efectúe alguna descomposición, como sucede en los alimentos que tienen una proporción elevada de azúcares, es aconsejable usar una temperatura de secado más baja, por ejemplo, 70°C y aplicar vacío. En la fabricación de alimentos se pueden utilizar procedimientos rápidos para determinar humedad usando estufas, desecadoras especiales que trabajan a temperaturas altas. Algunas estufas tienen lámparas secadoras de radiación infrarroja y tienen además una balanza de lectura directa. Los hornos de microondas pueden utilizarse para la determinación de humedad en el laboratorio en forma rápida.

b) Métodos de destilación.

Estos métodos incluyen la destilación del producto alimenticio con un disolvente inmisible que tiene un elevado punto de ebullición y una densidad menor que la del agua, por ejemplo, tolueno, heptano y xileno. El agua que se destila cae debajo del disolvente condensado en un recipiente graduado, en el cual se puede medir el volumen de la fase acuosa. Se debe empujar dentro del condensador un largo alambre o "gendarme", hasta cerca del tubo de salida que facilite el escurrimiento de cualquier cantidad de agua que pueda destilar hasta el tubo graduado. Aunque los resultados bajos son comunes en el método de destilación, éste tiene la ventaja que una vez que se ha

montado el aparato necesita poca atención y que cualesquier aceites volátiles que destilen, no son medidos, dado que quedan atrapados en el disolvente inmisible.

c) Métodos instrumentales.

Se han aplicado una amplia diversidad de métodos instrumentales basados en principios físicos o fisicoquímicos, para la determinación de la humedad. Muchos de ellos han sido desarrollados para obtener resultados rápidos de un número elevado de muestras del mismo tipo, por ejemplo, en las comprobaciones que el control de calidad requiere en la línea de producción de alimentos elaborados. Originalmente se utilizaron instrumentos basados en la resistencia eléctrica, la frecuencia y las propiedades dieléctricas; otros más recientes incluyen la RMN, la reflectancia al infrarrojo cercano y microondas.

1.4.2.3.-Análisis de proteínas.

Entre todos los compuestos químicos, las proteínas deben considerarse ciertamente como los más importantes, puesto que son las sustancias de la vida. Las proteínas constituyen gran parte del cuerpo animal; lo mantienen como unidad y lo hacen funcionar. Se las encuentra en toda célula viva. Ellas son el material principal de la piel, los músculos, tendones, nervios y la sangre; de enzimas, anticuerpos y muchas hormonas. Las proteínas son necesarias para la formación y renovación de los tejidos. Los organismos que están en período de crecimiento necesitan un adecuado suministro de proteínas para su aumento de peso. Los organismos adultos que tienen su peso estabilizado están en equilibrio dinámico, en el que sus proteínas se degradan y se regeneran continuamente, aunque su composición permanece constante. Para ello debe existir en la dieta un suministro regular y continuo de proteínas.

- Procedimiento de Kjeldahl.

Aunque se ha modificado durante años, el procedimiento básico de Kjeldahl mantiene aún su posición como la técnica más fidedigna para la determinación de nitrógeno orgánico. En consecuencia, es incluido entre los métodos oficiales estatuidos y es aprobado por las organizaciones internacionales. Además, los resultados obtenidos mediante el método de Kjeldahl se usan para calibrar los métodos físicos y los automáticos. Se emplean muchos catalizadores. Se ha considerado que el más efectivo

es el mercurio en forma de óxido mercúrico; así como el selenio, que es casi tan efectivo como aquél, pero ambos tienen riesgos tóxicos y problemas para desecharlos. Además, el mercurio forma complejos con el amoníaco en el líquido de digestión que requieren la adición de tiosulfato de sodio para romper esos complejos y liberar el amoníaco. También se ha conseguido reducir el tiempo de digestión por adición de sulfato de sodio o de potasio que elevan la temperatura de digestión. Tradicionalmente, el amoníaco liberado del líquido de digestión se destila a una cantidad de ácido diluido normal, que finalmente es titulado con álcali normal para dar el contenido en nitrógeno orgánico en la muestra. Ahora es más popular destilarlo a una solución de ácido bórico al 4 % y titular directamente al amoníaco con ácido sulfúrico normal.

-Factores de conversión de nitrógeno a proteína cruda.

La determinación de nitrógeno total por los procedimientos normales de Kjeldahl no incluyen la forma de nitrógeno inorgánico, por ejemplo, los nitritos y nitratos. Sin embargo, los métodos radioquímicos pueden detectar y medir el nitrógeno en todas las formas de combinación. En ciertos alimentos es alto el nitrógeno no proteínico (pescado, frutas y legumbres), pero los factores usados comúnmente (Cuadro 2) para convertir nitrógeno en proteína cruda están basados en el contenido promedio de nitrógeno en las proteínas contenidas en ciertos alimentos en particular. FAO/WHO (1973) [36] recomendaron incluir los siguientes factores:

Cuadro 2. Factores de conversión de Nitrógeno a Proteína Cruda

Trigo integral	6,31
Trigo entero, harina fina y común	5,70
Salvado	6,31
Arroz	5,95
Cebada, avena, centeno	5,83
Maíz	6,25
Soja	5,71
Leche y productos lácteos	6,38
Gelatina	5,55
Aceites y grasas	6,38
Todos los otros alimentos	6,25

1.4.2.4.-Determinación de la grasa: métodos de extracción directa con disolventes.

El contenido en lípidos libres, los cuales consisten fundamentalmente de grasas neutras (triglicéridos) y de ácidos grasos libres, se puede determinar en forma conveniente en los alimentos por extracción del material seco y reducido a polvo con una fracción ligera del petróleo o con éter dietílico en un aparato de extracción continua. Se dispone de éstos en numerosos diseños, pero básicamente son de dos tipos. El tipo Bolton o Bailey-Walker da una extracción continua debido al goteo del disolvente que se condensa sobre la muestra contenida en un dedal que es un filtro poroso, alrededor del cual pasa el vapor caliente del disolvente. El tipo Soxhlet da una extracción intermitente con un exceso de disolvente reciente condensado. La eficiencia de estos métodos depende tanto del pre-tratamiento de la muestra como de la selección del disolvente. Se encontró que el uso de varios disolventes sobre la harina de pescado aumentó el material extraído cuando aumenta la polaridad del disolvente de 9 % usando éter de petróleo cambiando a hexano, heptano, éter dietílico, disulfuro de carbono, ciclohexano, benceno, cloruro de metileno, tricloroetileno, cloroformo y acetona hasta casi el 16 % con dioxano. Un procedimiento útil para la extracción de grasas de alimentos húmedos y semisólidos, que impiden el desecado inicial, es mezclar la muestra con sulfato de calcio, sulfato de sodio anhidro o con vermiculita. Cuando la muestra se hace pulverulenta y seca, se transfiere a un cartucho de Soxhlet en un aparato de extracción.

1.4.2.5.- Fibra cruda.

"Fibra cruda" es el residuo orgánico combustible e insoluble que queda después de que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Las condiciones más comunes son tratamientos sucesivos con petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido hirviendo, hidróxido de sodio diluido hirviendo, ácido clorhídrico diluido, alcohol y éter. Este tratamiento empírico proporciona la fibra cruda que consiste principalmente del contenido en celulosa además de lignina y hemicelulosas contenidas en la muestra. Las cantidades de estas sustancias en la fibra cruda pueden variar con las condiciones que se emplean, por lo que para obtener resultados consistentes deben seguirse procedimientos estandarizados con rigidez. Es difícil definir la fibra con precisión. Al terminar debe

asociarse estrictamente con indigestibilidad. La fibra debería considerarse como una unidad biológica y no como una unidad química. La pared celular de las plantas tiene una estructura compleja compuesta de celulosa y hemicelulosa, pectina, algo de proteína, sustancias nitrogenadas lignificadas, ceras, cutina y componentes minerales. Este material se divide a su vez en sustancias insolubles de la matriz, que incluyen lignina, celulosa y hemicelulosa, y las más solubles como pectina, ceras y proteína, que se pueda extraer. La pared celular de las células vegetales, contiene la mayor parte del material resistente a las enzimas del tracto gastrointestinal de los mamíferos. Aunque este material pueda digerirse parcialmente por la microflora intestinal, raramente la digestión es total. La fibra también le da las propiedades físicas a los alimentos, y generalmente baja la densidad calórica de los alimentos.

1.4.2.5.- Fibra dietética.

El papel de la fibra indigerible o alimento o forraje indigesto en la dieta en el mantenimiento de salud, es ahora considerado tan importante nutricionalmente como los niveles de nutrimentos absorbibles en los alimentos. Los métodos empíricos para determinar el contenido en fibra cruda son de uso limitado porque los resultados pueden representar tan poco como 1/7 de la fibra dietética total de ciertos alimentos. La fibra dietética puede ser definida como: todos los componentes de los alimentos que no son rotos por las enzimas del conducto alimentario para formar compuestos de masa molecular menor, capaces de ser absorbidos al torrente sanguíneo. Estos incluyen hemicelulosas, sustancias pépticas, gomas, mucílagos, celulosa, lignina y polisacáridos tecnológicamente modificados tales como la carboximetilcelulosa. Debe hacerse notar que algunas de estas sustancias no tienen estructura fibrosa y son solubles. Se han desarrollado diferentes métodos para la estimación de la fibra dietética. Dado que no es posible determinar los componentes complejos individualmente de la fibra dietética, los métodos de uso práctico representan un compromiso entre la separación completa y su determinación, por lo que se hace una aproximación empírica de fibra cruda.

1.4.2.6 Cenizas.

Se denomina así a la materia inorgánica que forma parte constituyente de los alimentos (sales minerales). Las cenizas permanecen como residuo luego de la calcinación de la materia orgánica del alimento. La calcinación debe efectuarse a una

temperatura adecuada, que sea lo suficientemente alta como para que la materia orgánica se destruya totalmente, pero tenemos que observar que la temperatura no sea excesiva para evitar que los compuestos inorgánicos sufran alteración (fusión, descomposición, volatilización o cambio de estructura). Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de los compuestos orgánicos e inorgánicos. Es muy difícil determinar como se presentan en los alimentos, la incineración pasa a destruir toda la materia orgánica, cambia su naturaleza, las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos, o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros. Algunos elementos como el azufre y los halógenos pueden no ser completamente retenidos en las cenizas, pudiéndose volatilizar.

Capítulo 2. OBJETIVOS



OBJETIVOS

A partir de los avances en genética y en biotecnología ha sido posible imaginar caminos alternativos de mejoramiento en alimentación animal dirigidos a que los vegetales en sí elaboren productos más nutritivos. De esta forma, la producción vegetal cambia el rumbo hacia cultivos con valor agregado. En tal sentido, distintos institutos de investigación del mundo están trabajando en obtener mejoras en la calidad y contenido de los nutrientes producidos en las plantas (ácidos grasos, proteínas, carbohidratos, vitaminas, antioxidantes y minerales), así como también mejoras en la digestibilidad de los alimentos (especialmente de las fibras y almidón) y mayor energía metabolizable (contenido de aceites) con disminución de factores antinutricionales. De esta forma, los procesos de nutrición y sistemas de producción animal, buscan suplementar las raciones animales de manera que alcancen las mejoras introducidas en los cultivos a través de la biotecnología.

El presente trabajo tiene como objetivos:

- Adquirir una formación adecuada en la búsqueda bibliográfica para realizar un trabajo experimental.
- Adquirir una formación adecuada en el análisis de alimentos balanceados
- Analizar químicamente materias primas e insumos para conocer el contenido de fósforo y otros nutrientes.
- Contribuir a posibilitar al mejor conocimiento de las necesidades y el uso por el animal de las distintas fuentes alimenticias existentes en la región semiárida pampeana.

Capítulo 3. MATERIALES Y METODOS



Las muestras analizadas fueron provistas por una empresa comercial. La experiencia se realizó en el Departamento de Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNLPam. De cada muestra analizada se obtuvieron tres repeticiones a fin de definir posteriormente el desvío estándar de cada valor centesimal obtenido.

Las determinaciones analíticas se realizaron de acuerdo a las técnicas sugeridas por FEDNA, las cuáles se corresponden con las determinaciones de la AOAC.

3.1.- Preparación de la muestra.

Se trabajó con catorce muestras, siendo seis muestras de origen animal y ocho muestras de origen vegetal la que se sometieron a molienda y posteriormente fueron tamizadas en tamiz de 16 mesh.

- harina de hueso
- Suero de queso
- hidrolizado de vísceras de aves
- leche en polvo de 2°
- ceniza de hueso
- harina de pescado
- maíz extruído
- soja extruída
- harina de girasol
- alfalfa deshidratada
- harina de soja.
- maíz
- cebada
- avena

3.2.- Materia Seca MS: (Humedad)

Para la determinación de este parámetro se colocaron 10 gramos de materia prima e insumos en cápsula de porcelana previamente tarada, que llevó a estufa a 100-105 °C durante 48 horas hasta peso constante.

Sustancia húmeda - sustancia seca = Humedad

Factor de humedad = $100 / 100 - H = 100 / \text{sustancia seca}$

% Materia seca = $\text{peso muestra seca} / \text{peso muestra total} \times 100$

% Humedad = $100 - \text{peso muestra seca} / \text{peso muestra total} \times 100$

3.3.- Cenizas:

Las cápsulas provenientes de la determinación de MS se llevaron a calcinación hasta cenizas blancas en una mufla a 400-500 °C durante cinco horas, se dejaron enfriar y se pesaron. Posteriormente en las cenizas se determinaron los siguientes minerales: calcio, magnesio y fósforo.

$$\% \text{ Cenizas} = \text{peso de la ceniza} \times 100 / \text{peso de la muestra}$$

3.4.- Proteína bruta:

La proteína bruta se obtiene a partir del contenido de nitrógeno total y se determina por el método micro-Kjeldahl.

El procedimiento comprende dos fases:

a. Digestión de la materia orgánica: se realizó la digestión de las muestras de 0,1 g del material con 1,25 g de catalizador mixto (24 g de sulfato de potasio + 1 g de óxido de mercurio amarillo) y 2,5 mL de ácido sulfúrico(c). Se calentaron aproximadamente 1 hora bajo campana hasta que el líquido quedó incoloro. Se dejó enfriar a temperatura ambiente.

b. Destilación y titulación: se realizó automáticamente en un equipo Tekator, para ello se prepararon los siguientes reactivos:

--Solución de hidróxido de sodio al 40 %

--Tiosulfato de sodio: 60 g por L de álcalis.

--Acido bórico: 100 g de ácido en 10 L de agua destilada, luego se agregó 100 mL de bromocresol (100 mg en 100 mL de metanol) y 70 mL de rojo de metilo (100 mg en 100 mL de metanol).

--Solución estándar de ácido clorhídrico 0,1 N.

$$\% \text{ Proteína} = \text{ml ácido HCl} \times \text{N HCL} \times 0,014 \times \text{factor} \times 100 / 0,1 \text{ g de muestra}$$

3.5.- Extracto etéreo: (Materia grasa)

Se pesaron 5 g del material a analizar en un cucurucho de papel de filtro y se colocó en un extractor Soxhlet conteniendo n-hexano hasta agotamiento (2 hs aproximadamente).

Luego el balón conteniendo el producto de la extracción se llevó a un roto-evaporador para destilar el hexano, se secó en estufa el residuo y se calculó la materia grasa por diferencia de pesada.

$$\% \text{ Materia Grasa} = \text{peso residuo} \times 100 / \text{peso de muestra}$$

3.6.-Fibra cruda:

La Fibra cruda Se determina sobre el material vegetal que queda de la determinación de la materia grasa.

Dicho material se colocó en un vaso de precipitado y se agregaron 200 mL de ácido sulfúrico 1,25 %, se tapó con vidrio de reloj y se llevó a ebullición durante 30 minutos.

Se filtró por succión, se lavó con agua caliente hasta reacción neutra. El residuo se volvió a un vaso de precipitado y se trató con 200 mL de hidróxido de potasio al 1,25 %, se tapó y se llevó a ebullición 30 minutos. Se filtró por succión, se lavó hasta reacción neutra con agua caliente, el residuo se secó en estufa, se pesó y se llevó a calcinación en mufla a 500-600 °C.

La determinación se realizó por diferencia de pesada.

$$\% \text{ Fibra Cruda: } \text{peso del residuo} \times 100 / \text{peso de la muestra.}$$

3.7.- Determinación de calcio, magnesio y fósforo

1- Preparación de la solución a partir de cenizas.

Se transfirieron cuantitativamente las cenizas a un vaso de precipitado de 100 mL, y se trataron con 5-10 mL de HCl 6 M, se desecaron cuidadosamente a temperatura moderada. Se agregaron 10 mL de HCl 3 M, se calentó hasta que la solución comenzó a hervir; posteriormente, se dejó enfriar y se filtró a través de papel de filtro Watman N° 1 o equivalente y se recolectó en un matraz volumétrico. Se lavó perfectamente el vaso de precipitado y el papel de filtro, se transfirieron al medio filtrante y se recogieron los lavados en el matraz. Se dejó enfriar, se diluyó y se enrasó el contenido del matraz.

3.7.1.- Determinación de Calcio con EDTA

Se colocaron 10 mL de muestra con 1 mL de NaOH 1N (para reducir el pH 12 a 13) y 0,1 a 0,2 g de indicador murexida para titular con EDTA hasta punto final.

$$\%Ca = \frac{cm^3 \text{ EDTA} \cdot N \text{ EDTA} \cdot 20 \text{ g/eq.Ca} \cdot 200 \text{ cm}^3}{100 \text{ g / cm}^3 \text{ muestra} \cdot 1000 \text{ cm}^3/1} \cdot 1 \text{ g de cenizas}$$

3.7.2.- Determinación de Calcio y Magnesio con EDTA

A 10 mL de muestra se le colocaron 1 mL de solución reguladora ($\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_3$ pH=10) y una pizca de indicador negro de eriocromo T..

Posteriormente se colocó el erlenmeyer a Baño María hasta que la solución adquirió una temperatura de 40-50 °C aproximadamente. Se tituló con EDTA hasta viraje del indicador.

$$\%Mg = \frac{cm^3 \text{ EDTA} \cdot N \text{ EDTA} \cdot 12 \text{ g/eq.Ca} \cdot 200 \text{ cm}^3}{100 \text{ g / cm}^3 \text{ muestra} \cdot 1000 \text{ cm}^3/1} \cdot 1 \text{ g}$$

3.7.3.- Determinación de Fósforo:

3.7.3.1.- Preparación de Curva de calibrado.

- Solución de heptamolibdato amónico. Se disolvió en agua caliente 100 g de heptamolibdato de amonio, tetrahidrato (NH_4) $\text{Mo}_7\text{O}_4\text{H}_2\text{O}$. Se añadió 10 ml de amoníaco, se trasvasó a un matraz aforado de 1000 ml, y una vez frío se completó con agua hasta el enrase.
- Solución de metavanadato amónico. Se disolvieron 2,35 g de metavanadato de amonio (NH_4VO_3) en un erlenmeyer de 500 ml con 400 ml de agua destilada caliente. Se añadió lentamente y agitando 20 ml de una solución que contiene 7 ml de ácido nítrico y 13 ml de agua destilada. Se llevó a matraz aforado de 1000 ml y, una vez frío, se enrazó con agua destilada.
- Solución de nitro-molibdo-vanadato. En matraz de litro aforado, se mezclaron 200 ml de solución de heptamolibdato de amonio con 200 ml de solución de metavanadato de amonio y 134 ml de ácido nítrico. Luego se completó con agua destilada hasta el enrase.

- Solución patrón de fósforo conteniendo 1 mg de fósforo por mililitro. Se disolvió en matraz aforado de litro 4,387 g de fosfato monopotásico (KHPO_4) (previamente desecado en estufa de 100°C hasta peso constante) en agua destilada y llevar a enrasar.

En matraz aforado de 100 ml y a partir de la solución patrón de fósforo se preparan soluciones conteniendo 0, 5, 10, 20, 30 y 40 microgramos de fósforo por mililitro.

Luego en seis erlenmeyer se tomaron con pipetas de doble enrase 10 ml de cada solución patrón de fósforo. Se añadió a cada uno de ellos, también con pipeta de doble enrase, 10 ml del reactivo de nitro-molibdovanadato, se agitó para homogeneizar y dejó en reposo diez minutos a 20°C .

Se efectuaron las lecturas fotométricas a 430 nm, empleando cubetas de 10 mm de paso de luz, utilizando la solución blanco de fósforo como solución de referencia.

Se representaron gráficamente las absorbancias obtenidas frente a los microgramos/mililitros o a los miligramos de fósforo existentes en cada lectura.

3.7.3.2.- Desarrollo del color y medida de la absorbancia.

A partir de la solución de cenizas se toma una alícuota de la muestra para conseguir una concentración de fósforo no superior a 40 microgramos/ml.

Se transfirieron 10 ml de esta solución a un erlenmeyer y se añadieron 10 ml del reactivo nitro-molibdovanadato. Las dos soluciones fueron tomadas con pipeta de dos enrases. Se mezclaron bien y se dejaron diez minutos en reposo. Se transfirió una alícuota a la celda y midió la absorbancia en el espectrofotómetro a 430 nm, usando como referencia una solución de 10 ml de solución blanco con 10 ml del reactivo nitro-molibdo-vanadato.

Se efectuó siempre un ensayo en blanco con los reactivos utilizados, siguiendo el mismo procedimiento experimental que se usó como referencia en cada lectura espectrofotométrica.

$$\% P = S \cdot C / G \cdot 10.000 \cdot A$$

Siendo:

G = Peso de la muestra en gramos.

C = Diluciones a que se llevaron las alícuotas en mililitros.

A = Alícuotas tomadas para las diluciones sucesivas en mililitros.

S = Microgramos/mililitros de fósforo medidos de la solución problema con relación a la curva de calibrado.

4.1.- RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 se observan los resultados analíticos promedios, expresados en g/100 g de materia seca de los insumos y materias primas comercializados en la región semiárida pampeana; resaltado en negrita, las diferencias más importante de las evaluaciones testeadas.

El valor nutricional obtenido de las muestras de las materias primas analizadas, no se encuentran alejados de los que se registran en las tablas internacionales. Pero si es destacable expresar, que en algunas muestras de insumos locales existen apreciables diferencias en los contenidos de cenizas, aspecto que puede estar asociado a alteraciones en los insumos por agregado de arenas u otros aditivos de nula aptitud nutricional. Asimismo, los valores de calcio y fósforo de los insumos y los productos analizados, no siempre están en la relación óptima para que ambos sean metabolizados adecuadamente en los animales. No obstante, estos macro elementos son los más estables de las muestras analizadas en esta experiencia.

Los valores de proteína bruta también difieren en algunas muestras en relación a los referentes internacionales. Estos valores deben estar asociados a una correcta relación proteína-energía, que de mantenerse no implicarían un problema los desvíos obtenidos respecto a la media y a los datos registrados en tablas.

Los valores de extracto etéreo difieren en algunas muestras y para el caso de monogástricos, es absolutamente necesario no exceder los requerimientos de cada estado fisiológico porque, el exceso, es indigestible y cae la digestibilidad del insumo o el producto destinado a constituir esas raciones alimenticias. Del mismo modo es imprescindible contar con una relación adecuada de proteína y fibra en los alimentos destinados a conejos.

Cuadro 1: Valores promedios de composición química proximal de materias primas en base seca (g/100 g de muestra) \pm 1 Error Estándar.

Muestras	MS	H	C	PB	EE	FB	Ca	Mg	P
Harina de hueso	91,94 \pm 1,05	3,06 \pm 0,08	40,51 \pm 1,20	2,89 \pm 0,41	-	1,00 \pm 0,04	23,5 \pm 0,58	0,59 \pm 0,04	11,7 \pm 1,43
FEDNA 2003	96,0	3,00	71,0	2,00	-	-	24,8	0,64	12,4
Suero de queso	86,52 \pm 0,97	13,41 \pm 0,23	8,00 \pm 0,12	15,34 \pm 0,34	4,70 \pm 0,63	-	1,72 \pm 0,07	0,17 \pm 0,01	0,92 \pm 0,06
FEDNA 2003	87,00	11,50	11,9	9,10	0,9	-	1,60	0,14	0,89
Hidrolizado vísceras de	92,94 \pm	7,05 \pm	11,88 \pm	61,19 \pm	12,77 \pm	1,00 \pm	1,58 \pm	0,10 \pm	0,77 \pm

aves	1,09	0,19	0,95	1,76	1,03	0,02	0,06	0,01	0,06
FEDNA 2003	91,80	10,3	6,10	61,80	19,3	1,00	1,62	0,08	0,72
Leche en polvo 2°	92,02 ± 0,91	7,90 ± 0,04	6,58 ± 0,04	40,77 ± 1,17	8,00 ± 0,07	-	1,25 ± 0,04	0,16 ± 0,01	1,00 ± 0,09
FEDNA 2003	93	6,05	7,8	34,2	0,9	-	1,30	1,02	0,12
Ceniza de hueso	99,9 ± 0,87	0,14 ± 0,02	99,8 ± 0,90	2,17 ± 0,04	0,81 ± 0,19	-	38 ± 0,89	0,64 ± 0,05	18 ± 0,96
FEDNA 2003	98,00	0,16	99,00	1,78	0,69	-	35	0,59	19
Harina de pescado	93,98 ± 0,89	6,01 ± 0,02	24,43 ± 0,67	70,30 ± 0,77	8,02 ± 0,06	1,00 ± 0,07	5,10 ± 0,11	0,20 ± 0,01	3,03 ± 0,02
FEDNA 2003	94,00	7,00	15,5	66,6	9,70	1,00	3,80	0,20	2,60
Maíz extruido	88,96 ± 1,01	11,03 ± 0,09	1,29 ± 0,08	8,85 ± 0,03	3,60 ± 0,02	2,50 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,15 ± 0,02	0,31 ± 0,01
FEDNA 2003	89,01	10,5	1,30	7,80	3,60	2,50	0,02	0,12	0,27
Soja extruida	92,95 ± 0,88	7,04 ± 0,09	5,81 ± 0,04	47,37 ± 0,39	18,00 ± 0,12	5,60 ± 0,05	0,29 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,61 ± 0,05
FEDNA 2003	91,81	8,02	4,90	39,0	19,8	5,3	0,25	0,30	0,56
Alfalfa deshidratada	90,48 ± 1,08	9,51 ± 0,08	13,72 ± 0,12	21,64 ± 0,17	1,40 ± 0,03	39,10 ± 0,21	1,67 ± 0,02	0,18 ± 0,01	0,47 ± 0,05
FEDNA 2003	90,56	8,89	10,80	16,70	2,70	24,70	1,75	0,21	0,50
Harina de Girasol	91,17 ± 1,01	8,82 ± 0,09	10,30 ± 0,08	33,19 ± 0,28	3,30 ± 0,02	22,09 ± 0,16	0,55 ± 0,02	0,70 ± 0,03	1,08 ± 0,02
FEDNA 2003	87,00	11,2	7,00	32,10	1,60	21,4	0,30	0,50	0,95
Harina de Soja	91,90 ± 0,99	8,09 ± 0,07	15,75 ± 0,13	39,76 ± 0,18	1,60 ± 0,02	3,73 ± 0,05	0,27 ± 0,02	0,22 ± 0,03	0,71 ± 0,06
FEDNA 2003	92,00	12,1	6,20	44,00	1,70	5,60	0,29	0,28	0,64
Maíz	88,30 ± 0,96	11,69 ± 0,09	2,02 ± 0,01	8,61 ± 0,05	6,27 ± 0,03	2,25 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,16 ± 0,05	0,25 ± 0,07
FEDNA 2003	89,00	14,1	1,30	8,10	3,60	2,40	0,02	0,12	0,27
Cebada	89,68 ± 1,07	10,32 ± 0,13	2,59 ± 0,06	13,05 ± 0,11	3,73 ± 0,03	8,48 ± 0,07	0,10 ± 0,01	0,18 ± 0,02	0,40 ± 0,04
FEDNA 2003	88,97	9,80	2,20	11,30	1,80	6,00	0,06	0,13	0,37
Avena	90,36 ± 0,92	9,63 ± 0,17	1,80 ± 0,08	9,58 ± 0,06	1,41 ± 0,01	13,47 ± 0,12	0,11 ± 0,02	0,18 ± 0,01	0,32 ± 0,03
FEDNA 2003	89,09	10,40	2,90	10,5	4,90	10,05	0,07	0,14	0,33

4.2.- CONCLUSIONES

Es imprescindible seguir con estas experiencias de análisis zonales, en especial las que valoran macro nutrientes, que presentan valores muy distintos de acuerdo a la zona donde se han cultivado o industrializado los insumos constituyentes de los alimentos balanceados. En especial, se requiere conocer concentración de fósforo porque su deficiencia es puntual, en tanto el calcio, presenta una deficiencia más regional. Igualmente, las relaciones proteína-energía digestible, calcio-fósforo y contenido en fibra bruta, son las responsables de alcanzar parámetros productivos de eficiencia si se ajustan a los valores que registran las tablas de composición de nutrientes. Los alimentos constituyen en todos los procesos productivos de importancia económica-zootécnica el 70% del total de los costos operativos de la actividad. Cualquier deficiencia nutricional implica pérdidas económicas importantes. Es adecuado construir tablas locales para la formulación de raciones alimenticias que se ajusten adecuadamente a los requerimientos nutricionales de las especies animales en producción.

Capítulo 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- GENTRY, J. G. y col. 2001. II Conferencia Internacional Virtual sobre Qualidade da Carne Suína. 05 de novembro à 06 de dezembro de 2001.
- 2.- <http://www.gidesporc.com.ar/Fericerdo%202005/ARTRferi05.htm>.
- 3.- Boletín Alimentos Balanceados. 10/2006 Dirección Nacional de Alimentos www.alimentosargentinos.gov.ar
- 4.-Tecnología de alimentos balanceados para animales. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/co/deed.es>
5. - F.A.O, 1980.Fish feed teconology. ADCP/REP/80/11.395p
6. - HARRIS, L.E.; 1980. Feedstuffs. pp. 111-170.
- 7.- Clasificación de los ingredientes utilizados en la elaboración de alimentos balanceados para animales. Dr Carlos Campabadal Ph D.Centro de investigaciones en nutrición animal. Universidad de Costa Rica. Dr. Héctor Navarrou. Asociación americana de soya. Director de nutrición animal.
8. - CVB .1998. Veevoedertabel: Gegevens over chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van voedermiddelen). Centraal Veevoeder Bureau, Lelystad, Países Bajos
- 9.- INRA .1989. *Alimentation des animaux monogastriques*. 2nd. Ed. Institute National de la Recherche Agronomique, París
- 10.-NRC. 1998. *Nutrient requirements of swine*.10th revised ed. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C.
- 11.- FEDNA .2003. *Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos*. Eds. C. de Blas, G.G. Mateos y P.G. Rebollar. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid.
- 12.- GOODBAND, R., M. TOCKACH Y J. NILSSEN. 1995. The effects of diet particles size on animal performance. USDA (National Institute of food and Agriculture)

Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan, USA.
www.csrees.usda.gov/nea/food/food.cfm

13.- NORTH, M.O. Y D. D. BELL. 1993. Manual de Producción Avícola. 3º Edición. Ed. El Manual Moderno, México.

14.- BUXADÉ CARBÓ, C. 1985. El Pollo de Carne. 4º Edición. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España.

15.- JENSEN, A., D. E. BECKER Y S. N. TERRILL. 1959. J. Anim. Sci. 18: 703.

16.-BUITRAGO, J.A., R. PORTELA E I. JIMÉNEZ. 1978. Semilla y torta (harina) de soja en alimentación de cerdos. 3º curso de Post Grado en Producción Porcina CIAT. Cali, Colombia.

17.- CUNHA, T. 1977. Swine feedina and nutrition. Academic Press.

18.- MUSFELDT, R. 1984. Proteínas y energía en la alimentación porcina. Memorias 3era. Jornadas de Actualización Porcina. UNRC.

19.- MANNERS, M. Y J. STEVENS. 1972. Br. J. Nutr. 28: 113.

20.- POND, W., J. MANER. 1974. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. ACRIBIA.

21.- 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.

22.- RAVINDRAN, V., BRYDEN, W.L., y KORNEGAY, E.T. (1995) *Poultry Av. Biol. Rev.* 6: 125-143.

23.- McDOWELL, L.R. (1992) En: *Minerals in Animal and Human Nutrition*. Ed. L.R. McDowell. Academic Press, New York. pp: 27-77.

24.- MATEOS, G.G. y GARCÍA, M. (1998) En: *XIV Curso de Especialización FEDNA*. Eds. P. García, C.

- 25.- DE GROOTE, G. (1990) En: *VI Curso de Especialización FEDNA*. Madrid. 45 pp.
- 26.- AXE, D.E. (1993) *Macrominerals*. IMC-Agrico. Feed Ingredients Division, Mundelein. Illinois.
- 27.- AOAC (1990) *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. 15th Edition.
- 28.- PONS, W.A. Y GUTHRIE, J.D. (1946) *Ind. Engineer. Chem.* 18: 184-186.
- 29.- LATTA, M. y ESKIN, M. (1980) *J. Agric. Food Chem.* 28: 1313-1315
- 30.- SIMONS, P.C.M; VERSTEEGH, H.A.J, JONGBLOED, A.W.; KEMME,P.A., SLUMP, P.,BOS, K.D., WOLTERS, M.G.E., BENDEKER, R.F. Y VERSCHOOR, G.J. (1990) *Br. J.Nutr.* 64: 525-540.
- 31.- NELSON, T.S. (1967) *Poultry Sci.* 46: 862-871.
- 32.- P.G. REBOLLAR Y G.G. MATEOS. El fósforo en nutrición animal, necesidades, valoración de materias primas y mejora de la disponibilidad. 1999. XV Curso de Especialización FEDNA, Barcelona. .
- 33.- SAUVEUR, B. (1989) *INRA Prod. Anim.* 2: 343-351.
- 34.- Lonnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. *J. Nutr* 2000; 130: 1378S-83S.
- 35.- <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EpyuVuFAyZVydPbefh.php>
- 36.- www.fao.org/docrep/008/y4705e/y4705e12.htm

