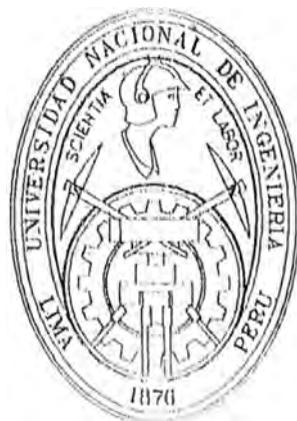


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA Y MANUFACTURERA



**MEJORAMIENTO DE UNA PLANTA DE
PROCESAMIENTO DE ALIMENTO BALANCEADO
UTILIZANDO TÉCNICAS DE AUTOMATIZACIÓN**

INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO QUÍMICO

POR LA MODALIDAD DE:
ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

PRESENTADO POR:
GUILIANA YONG WAN

LIMA – PERU

2002

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor el Ingeniero Emerson Collado por compartir sus conocimientos, por su apoyo y por hacer que este trabajo culmine con éxito.

Agradezco a mis padres por haberme dado educación y a mi esposo por su apoyo constante.

RESUMEN

Mediante las técnicas de automatización aprendidas en el Curso de Actualización de Conocimientos se propondrá una estrategia de control para disminuir la variación constante de temperatura en el Sistema de Almacenamiento de Grasas y una estrategia de control para regular la temperatura y la carga de alimentación del producto en el Sistema de Peletizado.

Se propone colocar un Controlador por Retroalimentación en modo PID para controlar la temperatura en el Sistema de Almacenamiento de Grasas, usando un sensor de temperatura del tipo de resistencia (PT 100) donde el controlador accionará una válvula electroneumática que permitirá o no el ingreso de vapor al tanque cada vez que la temperatura sea diferente al del Set Point. Esto mantendrá estable la temperatura, evitando así que la grasa se oxide con las constantes oscilaciones de temperatura.

Se propone colocar un dos Controladores por Retroalimentación en modo PID uno para controlar la temperatura en el Acondicionador de la Prensa y otro para controlar la velocidad del motor del alimentador al acondicionador. En el primer controlador si la temperatura es diferente al set point prefijado en el controlador se accionará la válvula electroneumática que permitirá o no el ingreso de vapor al sistema, y el segundo controlador variará la velocidad de carga al alimentador. Esto permitirá reducir los constantes atoros en el sistema, disminuir la presencia de productos quemados y permitirá alcanzar el objetivo principal de la técnica de peletizado, que es el de precocer y gelatinizar los almidones presentes en el alimento para que sea más digerible para el animal.

INDICE

	Pág.
Introducción	7
Capítulo I: PROCESO DE FABRICACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO	
1. Descripción del proceso	9
1.1. Historia de la Industria de Alimento Balanceado	9
1.2. Conceptos Básicos Nutrición Animal	10
1.3. Necesidades Nutritivas	12
1.3.1 Proteína y Aminoácidos	12
1.3.2 Energía	13
1.3.3 Otros nutrientes	15
a) Agua	15
b) Vitaminas y Minerales	16
c) Fibra	18
2. Ingredientes utilizados en Alimento Balanceado	18
2.1. Energéticos	18
2.1.1. Cereales	18
2.1.2. Aceites y Grasas	22
2.2. Proteicos	25
2.2.1. Origen Animal	25
2.2.2. Origen Vegetal	30
2.3. Proteicos y Energéticos	33
2.4. Subproductos Agroindustriales	35
2.4.1 Industria de Molienda de Arroz	35
2.4.2. Industria de la Molienda de Maíz	37
2.4.3. Industria de Molienda de Trigo	37
2.4.4. Industria Azucarera	38

2.4.5. Industria del Aceite	39
2.4.6. Industria Láctea	41
2.4.7. Industria de Cerveza	41
2.4.8. Industria de Fideo	42
2.4.9. Industria Galletera	42
2.4.10. Industria de Jugos	42
2.5. Forrajes	43
2.5.1. Alfalfa	43
2.5.2. Otros Forrajes	44
2.6. Complementos Minerales	44
2.7. Suplementos Vitamínicos y Oligoelementos	48
2.8. Aminoácidos Sintéticos	53
2.9. Aditivos	54
3. Factores Antinutricionales de los Ingredientes	60
4. Modo de Uso de Ingredientes	62
5. Calidad de un Alimento Balanceado	62
5.1. Calidad de los Ingredientes	65
5.1.1 Estándares Físicos y Organolépticos	65
5.1.2 Estándares Químicos	66
a) Análisis Típicos de las Grasas y Aceites	66
b) Análisis Típico de la Melaza	68
c) Análisis Típico de los Ingredientes Sólidos	68
5.2. Control de Calidad en Planta Alimento Balanceado	71
5.3. Proceso de Fabricación Alimento Balanceado	73
Capítulo II: DESCRIPCION DE SISTEMAS A MEJORAR	
1. Descripción de las Unidades a Mejorar	84
1.1 Sistema de Almacenamiento de Grasas	84
1.2 Sistema de Peletización	85
2. Condiciones de operación	88
2.1. Sistema de Almacenamiento de Grasas	88

2.2. Sistema de Peletización	88
Capítulo III: DESCRIPCION DE LOS INSTRUMENTOS DE CONTROL PROPUESTOS	89
1. Sistema de control propuesto en las unidades	89
1.1. Sistema de Almacenamiento de Grasas	89
1.2. Sistema de Peletización	89
2. Descripción del Sensor	92
2.1. Sensor de Temperatura	92
2.2 Tacómetro de Velocidad	98
3. Descripción del Controlador	100
3.1 Controlador por Retroalimentación en modo PID	100
4. Descripción del Elemento de Control Final	101
4.1. Variador de Velocidad	101
4.2. Válvula Electroneumática	104
Conclusiones y Recomendaciones	106
Bibliografía	107

**MEJORAMIENTO DE UNA PLANTA
DE PROCESAMIENTO
DE ALIMENTO BALANCEADO
UTILIZANDO TECNICAS DE AUTOMATIZACION**

INTRODUCCION

Mediante las técnicas de automatización aprendidas en el Curso de Actualización de Conocimientos se propondrá una estrategia de control para disminuir la variación constante de temperatura en el Sistema de Almacenamiento de Grasas y una estrategia de control para regular la temperatura y la carga de alimentación del producto en el Sistema de Peletizado.

Se propone una estrategia de Control por Retroalimentación en modo PID para regular la temperatura en el Sistema de Almacenamiento de Grasas, esta nos permitirá mantener estable la temperatura en los tanques de almacenamiento de Grasas durante el proceso, evitando que las constantes oscilaciones de temperatura durante el almacenamiento deterioren (oxiden) la Grasa con rapidez, causando una pérdida económica para la compañía debido a que no se puede utilizar una grasa oxidada en los alimentos por causar problemas de palatabilidad y toxicidad en los animales.

La estrategia de control propuesto para el Sistema de Peletizado es colocar dos controladores por Retroalimentación en modo PID, uno para regular la temperatura del Acondicionador y otro para regular la carga necesaria de alimentación a la prensa para la fabricación de cada tipo de alimento, dependiendo del contenido de almidón, fibra, carbohidratos, etc. Se regula la temperatura mediante el ingreso adecuado de vapor al Acondicionador y se regula la carga al alimentador variando la velocidad del motor del alimentador. El adecuado control evita los constantes atoros en el sistema, productos quemados y permite alcanzar

el objetivo principal de la técnica de peletizado que es el de precocer y gelatinizar los almidones presentes en el alimento para que sea más digerible para el animal.

CAPITULO I

PROCESO DE FABRICACION DE ALIMENTO

BALANCEADO

1. DESCRIPCION DEL PROCESO

1.1. HISTORIA DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTO BALANCEADO

En nuestro país, la industria de alimentos balanceados para animales de consumo humano, se inicia en el año 1934. A fines de los años cincuenta e inicios de los sesenta, se establecen las primeras plantas para la producción de alimentos balanceados, como son: Nicolini (Nicovita), Purina, Compañía Molinera Santa Rosa (Vitaovo), etc., a consecuencia de la demanda generada por un creciente número de granjas, principalmente en el departamento de Lima. Esto se realizó en forma modesta, siendo nuestro país uno de los pioneros en esta parte del continente. Como apoyo, se fundó el Comité de Alimentos Balanceados y Productos Pecuarios en 1966, el cual organizó cursos invitando a técnicos y profesionales calificados de USA, Inglaterra, Argentina y Uruguay.

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, etc.

En la actualidad, la fabricación de alimentos balanceados emplea equipos mecánicos de alta tecnología como mezcladoras de premezclas, peletizadoras, dosificadores volumétricos y equipos de mezclado de alta eficiencia. También se hace uso de computadoras para los cálculos, bastante laboriosos, en la composición de mezclas.

1.2. CONCEPTOS BASICOS SOBRE NUTRICION ANIMAL

El objetivo de la alimentación de los animales es determinar la combinación óptima de los ingredientes disponibles para formar raciones que cumplan unas determinadas condiciones; estas condiciones suelen ser diferentes dependiendo del animal de que se trate. Así, en el caso de animales de producción es fundamental que la ración proporcione al animal todos los nutrientes que necesita para conseguir un máximo rendimiento productivo, en cuanto a cantidad y calidad de los productos, su costo sea lo más bajo posible y prevenga la aparición de trastornos digestivos o metabólicos. En el caso de mascotas no suele ser especialmente importante el costo de la alimentación, por lo que el objetivo básico de la ración es la prevención (y a veces el tratamiento) de trastornos para conseguir la mayor longevidad y bienestar del animal.

La combinación óptima de ingredientes permite obtener una ración equilibrada en nutrientes, esta ración equilibrada es denominada Alimento Balanceado. Estos niveles deben satisfacer las necesidades metabólicas diarias de mantenimiento, desarrollo, crecimiento y/o reproducción del animal sin causar toxicidad o interferencia en la absorción adecuada de un nutriente, debe promover la función inmunológica y un aspecto cada vez más importante a considerar en la formulación de raciones es el impacto medioambiental de las heces y la orina (en particular la excreción de nitrógeno y fósforo). La contaminación del medio ambiente puede ser por una sobrealimentación, por lixiviación de nutrientes, contenido excesivo de nutrientes en la dieta y baja digestibilidad de los nutrientes.

El balance de los nutrientes en una ración es uno de los puntos más importantes en una explotación ganadera no sólo para lograr el máximo rendimiento de sus animales sino porque el costo de la alimentación representa un valor alto dentro de los gastos totales, por ejemplo:

Piscifactorías	35%
Leche de vacuno	50%
Carne de Vacuno	55%
Carne de conejo	60%
Huevos	60%
Carne de pollo	70%
Carne de cerdo	75%

Una alimentación incorrecta es causa de trastornos que inciden en el bienestar, la salud y la productividad de los animales. La alimentación determina en buena medida la calidad de los productos ganaderos.

A pesar de que la alimentación de los animales es una práctica tan antigua como la domesticación, su desarrollo como ciencia es relativamente reciente. Hasta finales del siglo XIX la ganadería era una producción prácticamente de autoconsumo o muy dependiente de los pequeños mercados locales, actividad complementaria de la agricultura y muy poco intensificada, estando la alimentación del ganado basada en pastos comunales y residuos de la cosecha, de la cocina y de la huerta.

Hasta principios de este siglo se tenían sólo vaguísimas ideas sobre el contenido en nutrientes de los alimentos y la utilización digestiva y metabólica de estos nutrientes; el desarrollo del conocimiento de estos dos aspectos ha permitido llegar a la situación actual de aplicación generalizada de programas informáticos para la formulación de raciones. El valor nutritivo de los alimentos no viene determinado por su composición química, sino por los nutrientes que se digieren y absorben.

1.3. NECESIDADES NUTRITIVAS

1.3.1. Proteína y Aminoácidos

Uno de los nutrientes principales son 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., por lo tanto, es esencial para el desarrollo y mantenimiento del animal. 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.

Las proteínas están constituidas por Aminoácidos, estos pueden ser esenciales o no esenciales, las esenciales son las que el animal necesita para su desarrollo pero su cuerpo no las puede producir, por lo que es necesario proveerlo en el alimento. Los aminoácidos esenciales son la metionina, lisina, arginina, histidina, treonina, triptófano, fenilalanina, glicina, leucina, isoleucina, valina.

Los aminoácidos son necesarios para formar la actina y la miosina del músculo, y las proteínas del tejido conjuntivo (sobre todo colágeno); una deficiencia proteica durante el engorde provoca una menor formación de músculo, y por lo tanto una mayor deposición de grasa y un menor crecimiento.

La mejora genética ha permitido la obtención de estirpes con carcazas cada vez más magras, lo que significa cada vez mayores necesidades proteicas para sostener esta deposición muscular. Además, las necesidades proteicas son mayores al aumentar la relación músculo/grasa depositada; por lo tanto, las necesidades de aminoácidos por kilo de peso ganado disminuyen desde el nacimiento hasta la madurez, esto es, el porcentaje de proteína que se incluye en

las raciones de los animales jóvenes es mayor que el de las raciones de animales al final del engorde. Al utilizar proteína de bajo valor biológico se limita la síntesis proteica, lo que provoca que parte de los aminoácidos se desaminen y las cadenas carbonadas se almacenen en forma de grasa saturada. La utilización de raciones poco energéticas provoca que parte de los aminoácidos se empleen como sustrato energético, limitándose la síntesis proteica.

Aunque la cifra de proteína bruta sigue siendo útil debido a que la digestibilidad de la proteína de los alimentos que normalmente se suministran a los animales monogástricos es elevada (en torno al 80-85%), esta digestibilidad puede afectarse por varios motivos (p.e. taninos, antiproteasas, etc.). Por este motivo, actualmente se tiende a expresar el valor proteico de los alimentos según la digestibilidad real ó biodisponibilidad de sus aminoácidos, y en particular, la biodisponibilidad de lisina, metionina, triptófano y treonina, que suelen ser los aminoácidos esenciales que más frecuentemente limitan la síntesis proteica. La proteína neta que aportan los alimentos se refiere a la cantidad de aminoácidos disponibles para la síntesis proteica, una vez descontados los aminoácidos desaminados; el valor de la proteína neta es aproximadamente el 65% de la proteína biodisponible.

1.3.2 Energía

Otro nutriente importante es la energía que debemos proveer al animal diariamente para que pueda producir las oxidaciones bioquímicas adecuadas de digestión y absorción de nutrientes en el cuerpo del animal y mantener el calor adecuado, para que el animal subsista a las variaciones de temperatura del medio ambiente.

Al aumentar la ingestión de alimento hay más energía disponible en el organismo del animal, y por tanto se favorece tanto el crecimiento muscular como el engrasamiento, ya que el exceso de energía ingerida respecto a los gastos de

mantenimiento permite una mayor formación de tejido muscular y de tejido adiposo. Si el aporte energético es muy escaso, no se llegan a cubrir las necesidades de mantenimiento, entonces el animal adelgaza. Si la ingestión de alimento es abundante, el exceso de energía ingerido permite formar, además de tejido muscular, tejido graso, aumentando por tanto la velocidad de crecimiento; aunque se obtienen carcazas más grasas, se consiguen mayores pesos. Sin embargo, en este tramo empeora el índice de conversión, ya que la formación de grasa es más cara que la formación de músculo.

La energía bruta (EB) contenida en los alimentos no es aprovechada en su totalidad por el organismo; una parte de la energía ingerida se pierde debido a la incompleta digestión de los alimentos. Se denomina energía digestible (ED) a la diferencia entre la energía bruta ingerida y la energía bruta contenida en las heces. El principal factor que afecta a la digestibilidad de la energía es el contenido de fibra en los alimentos. Durante las fermentaciones intestinales se produce una pequeña cantidad de gases (principalmente metano); aunque las pérdidas energéticas en forma de metano son despreciables en general en los monogástricos, pueden ser importantes en el caso de los monogástricos herbívoros. Se denomina energía metabolizable (EM) a la diferencia entre la energía digestible y la energía bruta contenida en los gases y la orina. Obviamente, la energía metabolizable que aportan los alimentos de los monogástricos depende en buena medida de la intensidad de las desaminaciones. Se denomina energía neta (EN) ó biodisponible a la diferencia entre la energía metabolizable y el extracalor producido en el metabolismo orgánico. La energía neta que aportan los alimentos depende por lo tanto de la producción de extracalor, que a su vez depende del tipo de nutrientes de la ración, y del tipo de producción (cantidad de proteína, grasa y lactosa sintetizada).

Debido a que las pérdidas de extracalor son relativamente similares para los diferentes alimentos utilizados en la alimentación de monogástricos, y a que los métodos utilizados para determinar la energía neta que aportan los alimentos

tienen cierto grado de complejidad, no se suele determinar la energía neta de los alimentos de monogástricos. No obstante, existe actualmente una tendencia a alimentar a los monogástricos en base a la energía neta de los alimentos (como se hace con los rumiantes).

1.3.3 Otros nutrientes

Como complemento a los dos nutrientes mencionados está el agua, las vitaminas y los minerales y la fibra.

a) Agua

El agua es otro de los nutrientes esenciales para la vida del animal, y el que se precisa en mayor cantidad y con mayor frecuencia; constituye el 90% del peso del embrión, el 80% del recién nacido, y el 60% del peso corporal de los animales adultos. El agua se encuentra en el cuerpo de los animales bajo tres formas diferentes: agua intracelular (65% del agua total), agua intercelular (25%), y sangre (10%). Respecto a los productos, la leche contiene casi un 90% de agua, el huevo casi el 70%, y el 50-60% del aumento de peso de los animales es agua.

El agua es el medio de absorción, transporte y eliminación de nutrientes, y el medio donde ocurren los procesos enzimáticos. Además, el agua participa en la termoregulación evitando cambios bruscos de temperatura a nivel celular ya que absorbe el calor producido en el metabolismo de los nutrientes, evaporándose fácilmente a través de los pulmones y, en algunas especies, a través de la piel (las aves, perros y gatos no sudan, y los cerdos sudan poco).

El organismo necesita compensar el agua contenida en las producciones, la pérdida en la orina y heces, y la evaporada a través de los pulmones y la piel. Por otra parte, los estados diarreicos pueden dar lugar a una deshidratación; de hecho

la causa real de la muerte por diarreas de animales jóvenes no es en muchos casos la infección en sí, sino la consiguiente deshidratación.

El agua se obtiene a partir de:

El agua contenida en los alimentos: en el caso de los monogástricos los alimentos suelen ser secos, por lo que aportan solamente alrededor del 5% de las necesidades del animal. No obstante, los animales alimentados con forrajes verdes pueden obtener el 75-100% de sus necesidades de agua a partir de estos alimentos.

El agua producida en el metabolismo de los nutrientes: esta agua puede aportar hasta el 20% de las necesidades del animal.

El agua de bebida.

La cantidad de agua ingerida por los animales en mantenimiento suele ser 2-3 veces la cantidad de materia seca ingerida; no obstante, durante las épocas calurosas y durante la lactación se ingieren cantidades mucho mayores de agua. La forma de cubrir las necesidades de agua consiste, sencillamente, en que los animales tengan libre acceso a los bebederos. Los animales disminuyen la ingestión de agua cuando está demasiado fría ($<10\text{ }^{\circ}\text{C}$) ó caliente ($>25\text{ }^{\circ}\text{C}$), cuando no está limpia, y cuando presenta olores ó sabores anormales por contaminación con materia orgánica, con compuestos químicos (nitritos ó nitratos, pesticidas, minerales tóxicos), ó con microorganismos. Respecto a la salinidad del agua, un contenido superior a 2.5 g de sales por litro comienza a provocar problemas de rechazos y diarreas en animales sensibles, y el agua con un contenido superior a 7 g de sales por litro no debe ser suministrada a ninguna especie animal.

b) Vitaminas y Minerales

El contenido de los alimentos en minerales y vitaminas es bastante variable, dependiendo de las condiciones de cultivo y obtención de los alimentos, así como de las condiciones de almacenamiento (son frecuentes las oxidaciones y

degradación de las vitaminas por efecto de la luz, temperatura y humedad); además, su biodisponibilidad está determinada por las interacciones que ocurren a nivel intestinal (p.e. un exceso de potasio reduce la absorción intestinal de magnesio, la vitamina D favorece la absorción intestinal de calcio, etc.). Sin embargo, los minerales y las vitaminas han perdido en gran medida su interés práctico en la alimentación de los animales al ser añadidos sistemáticamente en los suplementos vitamínico-minerales, por lo que en la práctica es raro que se presenten trastornos debido a la carencia de estos nutrientes (además, los animales suelen poseer reservas orgánicas de la mayoría de estos nutrientes).

Los minerales constituyen un 4-5% del peso del animal; más del 80% de los minerales del organismo están en el esqueleto. Según la cantidad que el organismo requiere, los minerales se clasifican en macrominerales (calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro, magnesio y azufre) que se necesitan en cantidad apreciable, y microminerales u oligoelementos (hierro, cobre, zinc, manganeso, molibdeno, yodo, fluor, cobalto y selenio) que se necesitan en muy pequeña cantidad.

Las vitaminas se clasifican en dos grupos:

Las vitaminas liposolubles son la vitamina A, la vitamina D, la vitamina E y la vitamina K; estas vitaminas se almacenan en la grasa del hígado y del tejido adiposo ó se excretan por la bilis. Las vitaminas liposolubles están relacionadas con el mantenimiento y funcionamiento de los tejidos (piel, huesos, sangre, músculos, etc.); estas vitaminas no son sintetizadas por el organismo animal, excepto la vitamina K, ni por la flora intestinal ó ruminal.

Las vitaminas hidrosolubles son las vitaminas del grupo B (vitamina B₁ ó tiamina, B₂ ó riboflavina, B₃ ó niacina ó ácido nicotínico, B₅ ó ácido pantoténico, B₆ ó piridoxina, biotina, ácido fólico, colina, B₁₂, ácido para-amino-benzoico ó PABA, inositol) y la vitamina C ó ácido ascórbico. Estas vitaminas no se almacenan en el organismo en cantidades apreciables y el exceso ingerido se excreta en la orina (pudiendo provocar cálculos urinarios, en particular el exceso de vitamina C). Las vitaminas hidrosolubles participan

en sistemas enzimáticos; aunque el metabolismo animal no puede sintetizar vitaminas hidrosolubles (excepto la vitamina C, que puede ser sintetizada por la mayoría de las especies animales), la flora intestinal y ruminal sí puede sintetizar cantidades más ó menos importantes de estas vitaminas.

c) Fibra

Las raciones de los animales deben contener una cierta cantidad de carbohidratos estructurales (fibra) para permitir una correcta funcionalidad intestinal (en particular en el caso de los monogástricos herbívoros) y del rumen. Mientras que el exceso de fibra está asociado a una peor digestibilidad de los alimentos, el déficit de fibra está relacionado con los trastornos ruminales en rumiantes, el estreñimiento de las cerdas gestantes, la enteritis de los conejos, el cólico de los caballos, y el bajo contenido graso de la leche.

2. INGREDIENTES UTILIZADOS EN ALIMENTO BALANCEADO

Los ingredientes utilizados en la formulación de una ración están clasificados de la siguiente manera:

2.1. Energéticos

Son aquellos que su principal función es aportar energía (calorías) a la ración, dentro de este rubro se encuentran:

2.1.1. Cereales

Dentro de este rubro se encuentran el Maíz, Arroz, Trigo, Sorgo, Cebada, Avena.

Los cereales contienen mucho almidón (en general un 50-60%) y muy poca fibra (menos del 5%, excepto la avena y algunas variedades de cebada), por lo que son utilizados como ingredientes energéticos; en los cereales es muy útil determinar el peso específico (gramos/litro) ya que pesos específicos bajos indican granos de baja calidad con exceso de fibra y bajo contenido de almidón. El contenido proteico de los cereales es bajo (alrededor del 10%); aunque el 85-90% es proteína verdadera, se trata de proteína con un bajo contenido en lisina, metionina y triptófano. En general, los cereales contienen poca grasa (menos del 5%).

Los cereales poseen un bajo contenido en minerales, y además existe un importante desequilibrio entre el contenido en calcio y en fósforo (contienen 3-4 veces más fósforo que calcio, mientras que las necesidades de los animales son, en general, el doble de calcio que de fósforo); no obstante, más del 50% del fósforo está en forma de fitatos, que son mal digeridos por los monogástricos. Respecto a las vitaminas, los cereales contienen cantidades apreciables de vitamina E, pero son deficitarios en carotenos (excepto el maíz amarillo) y en vitamina D. Además, aportan muy poca biotina (lipomovilizador), lo que explica en parte que las raciones con una elevada inclusión de cereales estén relacionadas con la aparición de hígado graso en las ponedoras.

El maíz (ver figura 1-a) es el ingrediente más utilizado en la alimentación de los monogástricos, debido a su elevada concentración energética (alto contenido en almidón, relativamente alto contenido en grasa, bajo contenido en fibra). El maíz, convenientemente complementado con materias primas proteicas, aminoácidos esenciales, minerales y suplementos vitamínico-minerales se emplea sin límite de inclusión en la mayoría de las raciones de monogástricos. No obstante, durante el periodo final de engorde, la inclusión de maíz se suele limitar a un 50% debido por una parte a que las xantófilas colorean la carne, y por tener un contenido relativamente importante de grasa insaturada, provocando la formación de grasa blanda en las carcazas.

INGREDIENTES ENERGETICOS CEREALES

Figura 1



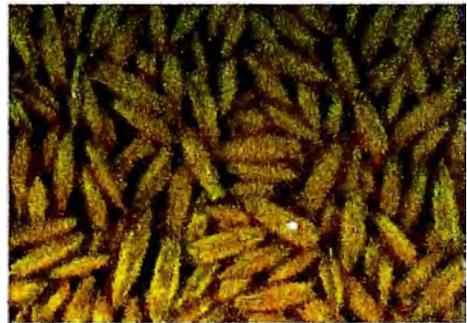
a) Maíz



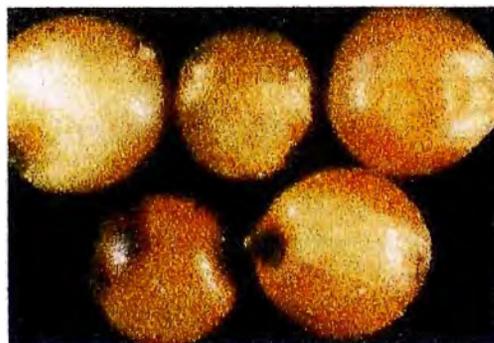
b) Cebada



c) Trigo



d) Avena



e) Sorgo

Finalmente, es importante tener presente que el maíz recién cosechado tiene un alto contenido en humedad (20-30%) por lo que se debe secar para alcanzar un contenido en humedad inferior al 15%; la mala conservación da lugar al enmohecimiento de los granos debido al desarrollo de hongos que son productores de micotoxinas (principalmente aflatoxinas producidas por *Aspergillus flavus*).

La cebada de dos carreras ó cervecera es algo más energética que la de seis carreras ó caballar (ver figura 1-b), siendo la composición química de la cebada bastante heterogénea. Normalmente las cebadas de mejor calidad son utilizadas por la industria cervecera, dejando las de peor calidad (de seis carreras) para las fábricas de alimento. La cebada se ha utilizado poco en las raciones de los monogástricos no herbívoros debido a que su concentración energética es relativamente baja (alrededor de un 85% de la del maíz, debido a su menor contenido en almidón y en grasa, y mayor contenido en fibra). Tradicionalmente la inclusión de cebada se limitaba a un 20-30% de la ración de los animales en engorde, ya que contiene β -glucanos que reducen su digestibilidad; no obstante, el desarrollo de β -glucanasas por las industrias de aditivos ha permitido que la inclusión de cebada en las raciones de los monogástricos no herbívoros se pueda aumentar hasta niveles incluso superiores al 50% de la ración. Finalmente, el bajo contenido en grasa de la cebada evita la acumulación de cantidades importantes de grasa insaturada en las carcazas; por lo que se utiliza bastante en las raciones de acabado de los monogástricos en sustitución de parte del maíz.

El trigo (ver figura 1-c) que se utiliza en alimentación animal es el trigo blando, ya que prácticamente todo el trigo duro se utiliza para obtener sémola para la industria del fideo. El valor energético del trigo es ligeramente inferior al del maíz (alrededor del 95% el del maíz), pero contiene más proteína que el maíz, existiendo variedades de trigo con un contenido proteico en torno al 20%. El trigo, aunque se utiliza poco en alimentación animal, puede sustituir totalmente al maíz en las raciones de los monogástricos; no obstante, contiene cantidades variables de pentosanos que (además de ser indigestibles) le dan un aspecto muy

pulverulento, por lo que es conveniente granular las raciones con un alto contenido de trigo; de hecho, la inclusión de trigo en las raciones favorece la consistencia del gránulo. Finalmente, el trigo contiene poca grasa, lo que evita la acumulación de grasa insaturada en las carcazas cuando se incluyen cantidades altas de trigo en las raciones de acabado de los animales.

El resto de cereales (avena (ver figura 1-d), sorgo (ver figura 1-e) ó arroz) se utilizan menos en la alimentación de los monogástricos, no obstante algunas variedades de estos cereales tienen un valor nutritivo muy interesante y de hecho son muy utilizados en otras zonas del mundo, ó para algunas especies en concreto (p.e. avena en raciones de caballos).

2.1.2. Aceites y Grasas

Se encuentran clasificados en el rubro de Aceites: Aceite de Soya, Aceite de Palma, Aceite de Pescado, Aceites Acidulados. Y dentro del rubro de las Grasas: el Aceite hidrogenado de Pescado, las Margarinas, las Mantecas, y el Sebo.

Hasta hace poco tiempo la grasa solamente se utilizaba en raciones de iniciación, en los alimentos para pollos y en reemplazantes lácteos; sin embargo, cada vez se utiliza más debido a que su elevado contenido energético (aporta 2.25 veces más energía que los carbohidratos) facilita la elaboración de raciones de alta concentración energética. Además, la suplementación con grasa supone un aporte extra de ácidos grasos esenciales y de vitaminas liposolubles. Por otra parte, la grasa reduce la polvareda de los alimentos con presentación en harina, lubrica el equipo, reduce la separación de partículas y mejora físicamente el alimento. Mejora la palatabilidad, su metabolismo es muy eficaz (produce poco calor, por lo que las raciones para épocas de calor contienen bastante grasa) ayudando a controlar el estrés calórico. Finalmente, la grasa posee un efecto extracalórico que consiste en que reduce la velocidad del tránsito digestivo de la ración, lo que mejora la digestibilidad y la absorción del resto de los nutrientes, de tal manera

que el aporte de energía neta de las raciones con un contenido moderado de grasa (aproximadamente un 5%) es superior del que cabría esperar por simple aditividad del contenido energético de los ingredientes de la ración.

La mayor parte de la grasa utilizada en nutrición animal procede de subproductos de matadero: sebo de rumiantes, manteca de cerdo y grasa de ave; también se utilizan subproductos del refinado de aceites vegetales (oleínas, que son ricas en ácido linoleico). Los aceites vegetales y los aceites de pescado son demasiado caros para ser incluidos en las raciones, por lo que solamente se utilizan para elaborar algunos tipos de lactoreemplazantes y raciones de destete.

Los aceites son líquidos a temperatura ambiente (tienen bajo punto de fusión) y las grasas son sólidas. El estado físico de las grasas depende de la longitud de la cadena y del grado de saturación de sus ácidos. El sebo de rumiantes tiene un elevado contenido en ácidos grasos saturados de cadena larga, por lo que son sólidas, mientras que las oleínas tienen un alto contenido en ácidos grasos insaturados, por lo que son líquidas; la manteca de cerdo y la grasa de ave tienen un contenido intermedio en ácidos grasos insaturados (Ver Cuadro N° 1).

Las grasas que contienen ácidos grasos insaturados no son estables. Los dobles enlaces en los ácidos grasos insaturados tienden a sufrir enranciamiento oxidativo con la formación de radicales libres y peróxidos destruyendo así la grasa, las vitaminas A, D y E. Este proceso es acelerado por el calor y la exposición al aire, y es también catalizado por ciertos metales en especial el cobre. Es por este motivo que se debe adicionar antioxidantes para impedir su enranciamiento oxidativo y darle un mayor tiempo de vida útil.

Cuadro N°1: VALOR NUTRITIVO DE LAS GRASAS

	Acidos grasos	
	Saturados	Insaturados
Oleínas	15%	85%
Grasa de ave	35%	65%
Manteca de cerdo	40%	60%
Sebo de rumiante	50%	50%

Aunque los aceites vegetales tienen un 80% de ácidos grasos libres no presentan problemas digestivos; sin embargo, es recomendable que los sebos no contengan más de un 15% de ácidos grasos libres (son ácidos grasos saturados de cadena larga), ya que son mal digeridos y tienen mal sabor.

La relación entre el contenido de las grasas en ácidos grasos saturados e insaturados tiene un cierto interés nutricional debido a los siguientes hechos:

La digestibilidad de los ácidos grasos insaturados es mayor que la de los saturados (los animales jóvenes digieren particularmente mal la grasa saturada debido a que segregan poca bilis); por este motivo, el aporte energético de las oleínas es mayor que el de la grasa de matadero.

Los ácidos grasos insaturados son particularmente propensos a la oxidación; en todo caso, las grasas deben estar estabilizadas con un antioxidante que permita almacenamientos de al menos un año, y su utilización debe estar precedida por un control del grado de oxidación.

Los ácidos grasos insaturados depositados en la carcaza dan lugar a carcazas con grasa blanda (que llega a chorrear a temperatura ambiente), fácilmente enranciable y con sabores anormales.

Por estos motivos, aunque en las raciones de iniciación de los animales jóvenes es preferible incluir grasas insaturadas debido a su mayor digestibilidad, durante el periodo final del engorde de monogástricos no es recomendable suministrar raciones con un contenido elevado de ácidos grasos insaturados, ya

que se acumulan en la carcaza; en caso de incorporar grasas insaturadas durante la etapa final del engorde, la adición de vitamina E mejora la resistencia a la oxidación de la grasa de las carcazas y reduce la incidencia de los sabores anormales.

Normalmente no se incluye en las raciones más del 5% de grasa (excepto en las de peces, perros y gatos), ya que a niveles mayores aumentan los riesgos de enranciamiento y se empeora la consistencia del gránulo; no obstante, se pueden utilizar niveles de hasta el 10% de grasa (p.e. en raciones de pollos) aplicando directamente parte de la grasa sobre el gránulo ya formado (baño externo de grasa a los gránulos). Por otra parte, la extrusión permite la fabricación de raciones con altos niveles de grasa (más del 10%).

2.2. Proteicos

Son aquellos ingredientes que aportan principalmente proteína en la ración, pueden ser de

2.2.1. Origen animal :

Son aquellas fuentes proteicas derivadas de productos animales: Harina de Pescado, Harina de Carne, Harina de Plumas, Harina de Sangre, Harina de Víceras.

Los desechos de matadero y de la industria de la pesca, una vez desengrasados y esterilizados por calor, se pueden utilizar en forma de harinas de subproductos animales.

El contenido proteico de las harinas de subproductos animales es muy alto (55-80%), de una elevada calidad (son una fuente excelente de lisina, metionina y triptófano). Las harinas de subproductos animales están libres de fibra y, al estar normalmente desengrasadas, contienen alrededor del 5% de grasa. El contenido en

minerales es muy alto, con una buena relación calcio/fósforo, y no contienen fitatos; de hecho un inconveniente importante de estas harinas es que tienen mucho calcio, por lo que inclusiones superiores al 15% originan problemas de palatabilidad y pueden dar lugar a calcificaciones metastásicas. Finalmente, estas harinas tienen un alto contenido en vitaminas del grupo B.

Los principales inconvenientes de estos subproductos son:

Composición muy variable debido a las diferencias de composición de la materia prima original y a las diferencias en el proceso seguido por cada fabricante. Por otra parte, es relativamente fácil la adulteración de estas harinas con urea ó harina de plumas para aumentar el contenido nitrogenado.

Elevado contenido en humedad de los subproductos antes de su procesado los hace muy sensibles al deterioro por enzimas endógenos y por putrefacción microbiana que provoca pérdidas del valor nutritivo de los alimentos y puede producir toxinas letales. Los métodos más comunes de prevención del desarrollo microbiano son el secado por calor (estas harinas deben contener menos de un 10% de humedad) y el tratamiento con antifúngicos.

Otro inconveniente importante de estos subproductos es el peligro de transmitir enfermedades infecciosas a los animales si no han sido procesadas adecuadamente; por ejemplo, la principal fuente de infección de *Salmonella* es la harina de pescado mal procesada, y la transmisión de la *encefalopatía espongiiforme* se realiza a través de las harinas de carne.

La harina de pescado (ver figura 2-a) se puede obtener de peces enteros, o de los restos de pequeñas especies pelágicas utilizadas para obtener aceite (anchoa, arenque, sardina) o de conservas. Los principales problemas que presenta la harina de pescado son su variabilidad, muy superior a la de otros subproductos de origen animal (según se utilicen peces enteros ó subproductos de la industria conservera, y también según la intensidad de la extracción del aceite), el enranciamiento de los ácidos grasos poliinsaturados (deben llevar antioxidantes), su alto contenido

INGREDIENTES PROTEICOS ORIGEN ANIMAL

Figura 2



a) Harina de Pescado



b) Harina de Carne



c) Harina de Plumas

en sal (pueden provocar heces húmedas), la posible contaminación con microorganismos (en particular *Salmonella*) y su precio (estas harinas son caras).

En la figura 3 se puede observar un esquema sencillo de un Proceso de obtención de Aceite y Harina de Pescado.

En las raciones de los animales jóvenes ó en crecimiento se puede incluir hasta un 15% de harina de pescado; no obstante, en las raciones de ponedoras y de acabado de animales se limita su inclusión a un máximo del 5% de la ración, para evitar la aparición de olores y sabores a pescado (debido a los ácidos grasos insaturados) en los huevos y las carcazas; además, favorecen la aparición de carcazas con grasa blanda insaturada.

Las harinas de carne y hueso (ver figura 2-b) proceden de residuos de mataderos de mamíferos (hígado, pulmón, estómago, etc.); en la harina no entra el pelo, cuernos, pezuñas, piel, ni contenido gastrointestinal; desde 1998 está prohibido incluir en estas harinas los sesos, ojos, amígdalas, médula espinal y bazo de rumiantes, ya que estos órganos se consideran de alto riesgo en la transmisión de la *encefalopatía espongiiforme* (Vaca Loca). Si el contenido proteico de la harina es superior al 55% se denomina harina de carne, si contiene entre 40-55% es harina de carne y hueso, y si contiene menos del 40% de proteína se denomina harina de hueso. El material crudo es cocido, secado y molido para producir una harina cuya calidad es inversa a la cantidad de cartílago en los subproductos (el cartílago es muy deficiente en aminoácidos esenciales).

La harina de ave se fabrica con los desechos de los camales (cabeza, patas, menudillos, intestinos, etc.; las plumas no se incluyen) obtenidos en los mataderos de pollos; el contenido proteico es similar al de la harina de carne, aunque más variable. Las harinas de carne se pueden incluir hasta alcanzar un 10% de la ración de monogástricos, pero están prohibidas en las raciones de rumiantes.

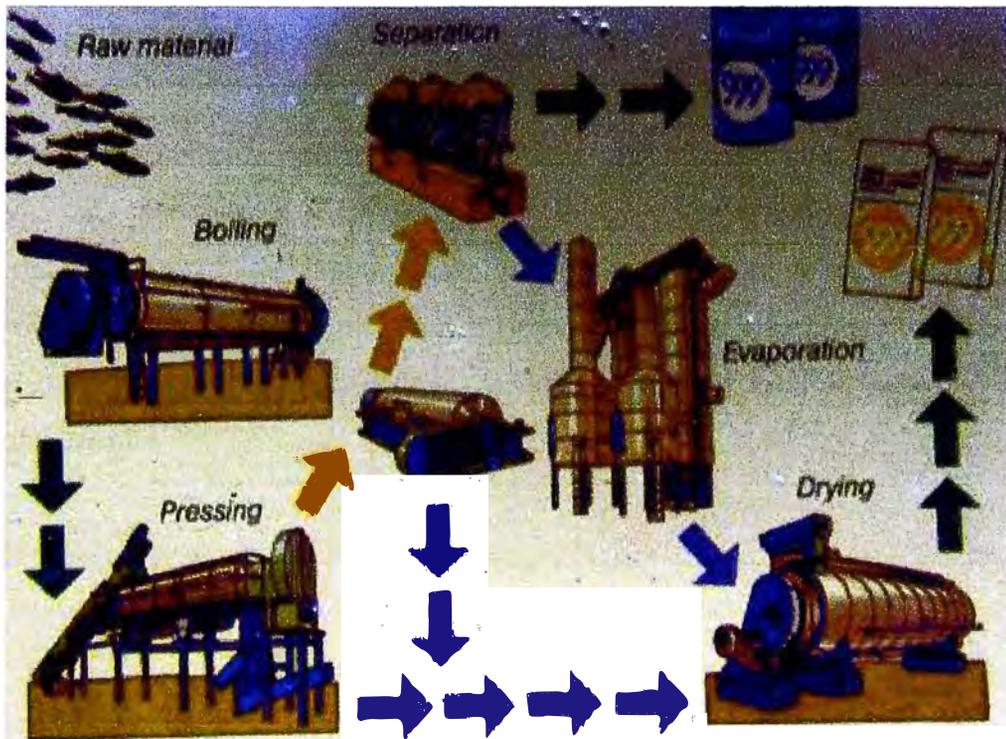


Figura 3
Esquema Proceso de Obtención de Aceite y
Harina de Pescado

Las harinas hidrolizadas de Plumas (ver figura 2-c) es el producto resultante del tratamiento bajo presión de las plumas limpias y no alteradas, procedentes de las aves sacrificadas y libre de aditivos y/o promotores. No menos del 80% de su contenido de proteína bruta debe consistir en proteína digestible. Este ingrediente se ha utilizado durante varios años en el alimento, pero debido a que es deficiente en metionina, lisina, histidina y triptófano se ha utilizado en cantidades limitadas.

La harina de sangre se obtiene exclusivamente de sangre de vacuno, es secada y molida; tiene un elevado contenido proteico (más del 85%) y bajo en ceniza, con una buena proporción de lisina, metionina y triptófano; tiene una baja palatabilidad.

2.2.2 Origen Vegetal

Son aquellas fuentes proteicas provenientes de los vegetales, dentro de este rubro se encuentran las Tortas provenientes de las semillas oleaginosas tales como Soya, Algodón y Girasol. En otros países existe la Harina de Maní, de Canola, Sésamo, etc.

Las tortas oleaginosas son el subproducto obtenido de la extracción del aceite de las semillas oleaginosas. La torta de soya es la principal materia prima proteica utilizada en la alimentación de los monogástricos; en mucho menor medida se utiliza la torta ó pasta de algodón y la torta de girasol descascarillado.

El aceite se extraía tradicionalmente por presión, que dejaba en las tortas un 3-5% de aceite, pero actualmente se tiende a extraerlo con disolventes orgánicos (en particular con hexano), que dejan en las tortas solamente un 1-2% de aceite. Es muy importante un correcto procesamiento de las semillas durante la extracción del aceite: si el procesado es suave no se destruyen los factores antinutritivos (antiproteasas de la soya), y si se produce una sobrecocción (torta muy tostada) se reduce la biodisponibilidad de los aminoácidos. Se debe realizar

un análisis de ureasa, lisina disponible, solubilidad en KOH diluido para determinar la calidad del lote.

El contenido proteico de las tortas oleaginosas es muy alto (35-50%), siendo el 95% proteína verdadera. La calidad de esta proteína es superior a la de los cereales; sin embargo, las tortas tienen un contenido relativamente bajo en metionina. El contenido energético de las tortas es solamente algo inferior al de los cereales cuando se utilizan en las raciones de monogástricos herbívoros ó cerdos adultos, pero su valor energético es un 25-30% inferior al del maíz cuando se utilizan en la alimentación de animales jóvenes ó aves debido a su bajo contenido en almidón (menos del 15%) y grasa, y a su relativamente alto contenido en fibra (5-10%). Finalmente, el contenido en calcio y en particular en fósforo de las tortas es superior al de los cereales; no obstante, la relación calcio/fósforo no está balanceada.

La torta de soya (ver figura 4-a) tiene un contenido proteico que varía entre 40-50%, según el porcentaje de cascarilla que contenga y la intensidad de extracción del aceite. La torta de soya se utiliza como estándar de las materias primas proteicas debido a su buen balance en aminoácidos esenciales. Un exceso de torta de soya en la ración puede dar lugar a heces húmedas por dos motivos: elevado contenido de potasio ó, lo que es más frecuente, exceso de proteína ingerida que se metaboliza y se excreta en forma de urea ó ácido úrico con mucha agua asociada.

La torta ó pasta de Algodón (ver figura 4-b) tiene un buen contenido proteico (35-42%). La semilla de algodón contiene el gossipol como factor antinutritivo, el cual es tóxico en monogástricos y en los rumiantes jóvenes causando la muerte, y produce decoloración de la yema, por lo que se adiciona en la ración máximo al 10% y junto con Sulfato Ferroso para ligar el gossipol con el Fierro. Una fabricación adecuada permite disminuir el contenido de gossipol en la harina, el gossipol se encuentra en las glándulas pigmentantes de la semilla.

INGREDIENTES PROTEICOS ORIGEN VEGETAL

Figura 4



a) Torta de Soya



b) Torta de Algodón



c) Torta de Girasol

La torta de girasol (ver figura 4-c) es un subproducto muy heterogéneo; dependiendo de la cantidad de cascarilla que contenga, su contenido proteico oscila entre 30-45%. Aunque se puede incluir hasta un 15% en raciones de animales adultos, no se suele utilizar para formular raciones de animales jóvenes debido a que su contenido en fibra es relativamente alto (más del 20%).

2.3. Proteicos y energéticos

Dentro de este rubro se clasifican las Semillas oleaginosas enteras sin haberse extraído el aceite, las más utilizadas son la Pepa de Algodón y la Soya Integral.

La Soya Integral (ver figura 5-a) es la semilla de Soya entera o en hojuelas tratada térmicamente (normalmente mediante extrusión o tostado) para inactivar las antiproteasas y para facilitar la digestibilidad del aceite contenido en la semilla. Como contiene todo el aceite de la semilla se le considera como un ingrediente energético y a la vez proteico ya que contiene 35-38% de proteína y de 19-20% de grasa. Se utiliza mucho en aquellas instalaciones que no pueden manejar ingredientes energéticos líquidos como los aceites y las grasas. Aún no se utiliza mucho en las raciones de monogástricos, debido a su elevado contenido en aceite que perjudica el granulado del alimento, no se debe incluir en raciones de acabado de monogástricos para evitar la aparición de carcazas con grasa blanda.

La Pepa de Algodón (ver figura 5-b) es la semilla de algodón entera rodeada de algo de linter, se utiliza mayormente en la ración de los rumiantes debido a que su cáscara impide que la fermentación del rumen logre deteriorar el aceite que contiene permitiendo así que el aceite llegue intacto al abomaso, logrando absorberse y digerirse totalmente en el intestino delgado. No se utiliza mucho en los monogástricos debido a que contiene niveles altos de gossipol.

INGREDIENTES PROTEICOS Y ENERGETICOS

Figura 5



a) Soya Integral



b) Pepa de Algodón

2.4. Subproductos Agroindustriales

Son aquellos subproductos o residuos obtenidos de las Industrias de alimentos, se utilizan como fuente intermedia para completar y balancear mejor las dietas así mismo para abaratar los costos. Pueden ser:

2.4.1. Industria de Molienda de arroz

De esta industria se dispone de los siguientes productos: Polvillo, Nielen, Arroz Partido ó Arrocillo, Cáscara.

La Cáscara de Arroz (ver figura 6-a) consiste principalmente de la cubierta externa del arroz, se utiliza en muy poca cantidad debido a que es fuente de fibra astringente, se usa en especial en los productos que exigen una cierta cantidad mínima de fibra.

Arroz Partido o Arrocillo son los fragmentos pequeños de la almendra del arroz obtenido por separación en el proceso industrial del arroz comestible. Aunque en nuestro país la disponibilidad de este producto es muy baja debido a que son vendidos como arroz a granel de baja calidad en los mercados.

Nielen son las puntitas del arroz comestible mezclado con algo de cáscara. Tanto el Arrocillo como el Nielen pueden sustituir totalmente al Maíz en una ración como fuente de energía.

Polvillo de Arroz es el subproducto obtenido de pulir el grano de arroz. Contiene algo de cascarilla y de nielen, muchas veces lo adulteran adicionándole gran cantidad de cáscara de arroz molida finamente. Se debe tener mucho cuidado con este ingrediente debido a que se vuelve rancio muy rápidamente por su contenido de aceite (más del 15%). Se puede usar hasta el 15% de la ración.

SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

Figura 6



a) Cáscara de Arroz



b) Gluten Meal



c) Hominy Feed



d) Afrechillo de Trigo



e) Cáscara de Soya

2.4.2. Industria de la Molienda de Maíz

Son subproductos obtenidos de la Molienda de Maíz para el consumo humano tales como el Hominy Feed, Germen de Maíz, Gluten Feed y Gluten Meal.

El gluten de maíz ó gluten meal (ver figura 6-b) es un subproducto resultante de la industria del almidón a partir del maíz. Es un ingrediente muy energético y muy proteico (pero con un mal balance de aminoácidos: muy deficiente en lisina y triptófano), contiene aproximadamente 60% de proteína. Igual que el maíz, tiene un alto contenido en xantófilas y en ácido linoleico. En las raciones de los monogástricos se puede incluir hasta un 10% de la ración. El gluten feed contiene además el salvado del maíz, por lo que su valor nutritivo es mucho menor, contiene un 32% de proteína; en las raciones de los animales en crecimiento no suele incluirse más de un 5% de gluten feed, pero en las raciones de reproductoras puede suponer hasta el 10% de la ración.

El Hominy Feed (ver figura 6-c) se obtiene de la Molienda Seca de Maíz para obtener Harina de Maíz de consumo humano, es una mezcla de salvado, germen y parte del almidón de las semillas de maíz. Es una fuente económica de ácido linoleico. Se puede usar hasta el 15% de la ración dependiendo de la especie debido a que este producto es un poco amargo.

Germen de Maíz es la harina de germen de maíz, existe de dos tipos la que contiene todo el contenido de aceite y la que se le ha extraído el aceite por presión o con solventes. Se puede usar hasta el 15% de ración.

2.4.3. Industria de Molienda de Trigo

De esta industria se dispone de los siguientes productos: Harinilla, Acemite, Afrecho, Afrechillo, Harina, Granza

El subproducto de trigo está compuesto por el tegumento y algo de endospermo; se obtiene como subproducto de la industria de fideos o de harina, obteniéndose unos 25 kg. de salvado por cada 100 kg. de trigo. Su composición es muy heterogénea, dependiendo del proceso de fabricación; contiene un 15-20% de almidón, alrededor de un 15% de proteína y dependiendo del contenido de fibra bruta se diferencia en los diferentes subproductos

Harina	0-1% Fibra
Harina 2da	1-3% Fibra
Harinilla	3-5% Fibra
Acemite	5-7% Fibra
Afrechillo	7-9.5% Fibra (ver figura 6-d)
Afrecho	> 10% Fibra

En las raciones de los animales adultos se puede incluir hasta un 30% de subproducto de trigo.

La Granza de Trigo se obtiene del proceso de limpieza del grano de trigo. Su composición es muy variable y puede contener granos partidos, semillas agrícolas, pajas, polvos procedente de los elevadores o del molino. Se puede incluir hasta el 10% de la ración.

2.4.4. Industria Azucarera

De esta industria se dispone la Melaza y el Bagazo de Caña de Azúcar o de Remolacha.

La melaza es un subproducto viscoso (con un 20-25% de humedad) de la obtención del azúcar a partir de la remolacha ó caña. La melaza contiene básicamente azúcares; su contenido proteico es bajo (5-10%), y prácticamente carece de grasa y fibra; además de facilitar la aglomeración de las raciones, tiene efectos saborizantes y reduce la formación de polvo, por lo que mejora la

palatabilidad de las raciones. Su inclusión en las raciones exige la utilización de mezcladora para que no se apelmace el alimento. Aunque las melazas se utilizan sobre todo en la alimentación de los rumiantes, se pueden incluir hasta un 5% en las raciones de monogástricos; no obstante, las melazas contiene mucho potasio (diurético y laxante), pudiendo provocar la aparición de heces húmedas por lo que en raciones de monogástricos se utiliza hasta el 5% de ración mientras que en los rumiantes se puede usar hasta el 15%.

El Bagazo es el residuo sólido obtenido después de la extracción del Jugo de la Caña de Azúcar o de la Remolacha. Por su contenido alto en fibra se utiliza más en el alimento para rumiantes, hasta el 10% de la ración.

2.4.5. Industria del Aceite

De esta industria contamos con los siguientes productos: Cáscara de Soya (ver Figura 6-e), Cáscara de Algodón (ver figura 7-a). Son las cubiertas externas de la semilla de la soya o del algodón. También contamos ocasionalmente con la Semilla de Maracuya.

La Cáscara de Soya y la de Algodón son subproductos de la extracción del aceite de soya y del algodón respectivamente; poseen un contenido fibroso muy alto. La cascarilla de soya se utiliza para reducir la concentración energética de los alimentos para mascotas, de cerdas gestantes, de sementales, etc. En las raciones de los monogástricos adultos puede incluirse hasta un 15% de cáscara de soya. En cambio la cáscara de algodón se utiliza mayormente en los rumiantes debido a que no quedan totalmente limpias, pueden contener parte del linter o fibra de algodón que no es digerible por los monogástricos.

La Semilla de Maracuya es el residuo obtenido después de extraer el jugo del maracuya y del aceite de las pepitas de Maracuya. Este producto se utiliza mayormente en los rumiantes y se encuentra sólo ocasionalmente.

SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES

Figura 7



a) Cáscara de Algodón



b) Pulpa Cítrica

FORRAJE



c) Alfalfa

2.4.6. Industria Láctea

Dentro de esta industria podemos encontrar los siguientes productos Leche desnatada, Suero de Leche.

La leche desnatada se obtiene de la separación de la mantequilla de la leche y contiene por tanto la lactosa y la proteína de la leche. El líquido residual se deseca por vaporización en una corriente de aire caliente (método spray), ó se deseca por secado sobre cilindros calientes. La leche descremada contiene menos del 1% de grasa, un 50% de lactosa y un 30-35% de proteína de muy buena calidad; el contenido energético es superior al de los cereales. Además, contiene bastante calcio y fósforo, así como un buen contenido en vitaminas del grupo B; por el contrario el contenido en vitaminas liposolubles es bajo. La leche desnatada se comercializa en polvo (es caro) y en monogástricos se utiliza en las raciones de destete de animales jóvenes, sobre todo de lechones, pudiendo llegar a incluir más del 50% de estos alimentos.

El suero de la leche es el líquido residual que se obtiene cuando se separa la caseína y la grasa de la leche para elaborar el queso. El suero puede ser consumido tal cual en las explotaciones porcinas próximas a la quesería, ó se comercializa en polvo tras ser desecado. El suero en polvo contiene menos del 1% de grasa, un 70% de lactosa y un 10-15% de proteína de una elevada calidad; el contenido energético y en minerales es inferior al de la leche descremada. El suero se utiliza menos que la leche descremada (se utiliza casi exclusivamente en la fabricación de lactoreemplazantes), aunque puede llegar a representar el 20% en los alimentos para lechones.

2.4.7. Industria de Cerveza

De esta industria contamos con los siguientes productos: Subproducto de Cervecería y Raymalt.

El Subproducto de Cervecería es el residuo obtenido de la industria cervecera, luego de la obtención del mosto. Puede ser sólo el residuo obtenido de la fermentación del grano de cebada o de una mezcla de granos. Por lo general se utiliza seco en los monogástricos hasta un 10% y seco o húmedo en los rumiantes hasta un 25%.

El Raymalt es el producto obtenido de remover los tallos germinados de la cebada junto con las cascarillas de la malta, otras partes de la malta y materiales extraños.

2.4.8. Industria de Fideo

De esta industria disponemos de los residuos del proceso de fabricación de fideos o de los fideos que por uno u otro motivo no es apto para el consumo humano, se puede usar hasta un 20%.

2.4.9. Industria Galletera

De esta industria disponemos de los residuos del proceso de fabricación de galleta ó galletas que no son aptas para el consumo humano por haber expirado la fecha de vencimiento. Se puede usar hasta un 15% siempre y cuando no esté rancio ni hongueado.

2.4.10. Industria de Jugos

De esta industria se dispone de la Pulpa cítrica (ver figura 7-b), es el subproducto obtenido de la industria del Jugo de Naranja y Toronja. Se compone de los residuos secos y molidos de los frutos descascarados de los cítricos, se puede usar hasta un 10% de la ración. Su función es aportar fibra en la ración.

2.5. Forrajes

Los forrajes son necesarios en la alimentación intensiva de rumiantes, tanto para abaratar costos, como para asegurar un cierto aporte de fibra para el correcto funcionamiento de la flora ruminal o intestinal. El valor energético del forraje es bien variable, dependiendo básicamente de la relación tallo/hojas de la planta, ya que los tallos contienen más carbohidratos estructurales que las hojas; la digestibilidad de las hojas es 80-90%, mientras que la de los tallos es 50-70%. Puesto que la relación tallos/hojas aumenta con la edad (y además al envejecer la planta el tallo se va lignificando), la digestibilidad de la hierba también se reduce con la madurez. Debido a que las hojas contienen más nitrógeno que los tallos, el contenido nitrogenado de la hierba también se reduce con la madurez.

Por lo tanto, cuanto más joven sea la hierba mayor será su valor nutritivo. No obstante, el forraje demasiado joven puede provocar tres trastornos importantes:

Contiene mucho potasio, que interfiere con la absorción intestinal del magnesio; además, el exceso de potasio tiene un fuerte efecto laxante.

Contiene mucho nitrógeno y poca energía, lo que favorece la aparición de alcalosis ruminal e intoxicaciones amoniacales

Se rumia poco, por lo que la insalivación es escasa, favoreciéndose la aparición de exceso de gases.

Algunos forrajes que contamos en nuestro país son: alfalfa, paja de arroz, broza de espárrago, bagazo de marigold, pastos.

2.5.1 Alfalfa

La alfalfa deshidratada (ver figura 7-c) se obtiene sometiendo a la alfalfa a elevadas temperaturas (más de 500 °C) y se comercializa granulada. En nuestro país normalmente es secada al sol y se comercializa en pacas de heno o molida. El contenido fibroso es alto, y posee un 15-20% de proteína, siendo una buena fuente

de calcio y xantófilas; no obstante, al ser la alfalfa un cultivo plurianual, los primeros cortes de alfalfa son altos en proteína y bajos en fibra, pero los últimos cortes contienen menos proteína y más fibra. La alfalfa deshidratada puede contener impurezas (p.e. hierba) ó estar adulterada (p.e. paja, cascarilla de oleaginosas, etc.); la pureza legal de los lotes de alfalfa deshidratada ha de ser superior al 80%. Además, la alfalfa puede estar contaminada con hongos *Fusarium* productores de la micotoxina zearalenona. En las raciones de los monogástricos adultos puede incluirse hasta un 15% de alfalfa deshidratada, llegando a un 30% en las raciones de conejos y caballos.

2.5.2. Otros Forrajes

Estos forrajes son mayormente utilizados sólo en el alimento para rumiantes, como son:

Panca es el forraje o parte área (tallo y hoja) seco de la planta del Maíz.

Chala es el forraje o parte área (tallo y hoja) húmedo de la planta del Maíz.

Broza del Espárrago es el subproducto obtenido de los tallos y hojas de la planta de espárrago.

Bagazo de Marigold es el subproducto obtenido después de extraer las xantófilas de las hojas de la flor de marigold.

Paja de Arroz es el subproducto obtenido de los tallos y hojas de la planta de arroz.

Coronta de Maíz es la mazorca de maíz molido o trozado sin los granos de maíz.

Diferentes tipos de pastos: Ray-grass, Tréboles, etc.

2.6. Complementos Minerales

Son aquellos minerales que se utilizan en gran cantidad como el Carbonato de Calcio (ver figura 8-b), Fosfato Dicálcico, Fosfato Monocálcico (ver figura 8-a), Sal (ver figura 8-c).

MINERALES

Figura 8



a) Fosfato Monocálcico



b) Carbonato Calcio



c) Sal

En general, las materias primas utilizadas en la elaboración de las raciones no aportan la cantidad suficiente de minerales y vitaminas que necesitan los animales, en particular cuando se trata de animales en crecimiento ó muy productivos. Por este motivo, en los alimentos se incluyen normalmente complementos minerales (que aportan macrominerales, en particular calcio, fósforo y sodio) y premezclas vitamínico-minerales (que aportan oligoelementos minerales y vitaminas).

Cuadro N°2 : PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS MINERALES

Carbonato de Calcio (polvo) (38% Ca)
Carbonato de Calcio (grueso) (38% Ca)
Fosfato Dicálcico anhidro (21.5% P, 25% Ca,)
Fosfato Monodicálcico (21% P, 16% Ca)
Sal marina (35.5% Na)

El mineral que se necesita en mayor cantidad es el calcio:

Las necesidades de calcio son particularmente altas en animales jóvenes en crecimiento (desarrollo óseo), en hembras gestantes (desarrollo del feto) y lactantes (calcio de la leche), y en ponedoras que necesitan calcio para formar la cáscara del huevo.

La deficiencia prolongada en calcio provoca osteodistrofias por desmineralización de la matriz ósea (raquitismo con engrosamiento de articulaciones en animales jóvenes y osteomalacia con huesos débiles y quebradizos en adultos).

Las materias primas vegetales son bastante pobres en calcio; por el contrario las harinas de pescado y de carne y hueso tienen un elevado contenido en calcio, así como los subproductos lácteos y la alfalfa deshidratada.

Normalmente se añade un 1-2% de carbonato cálcico (y, en el caso de ponedoras, un 5-6% de grueso, que son partículas de carbonato de calcio de 2-3 mm) a las raciones de los monogástricos para asegurar el aporte de calcio que necesitan; la biodisponibilidad del calcio mineral es del 95-100%.

Un exceso de calcio, además de provocar problemas de palatabilidad del alimento, puede provocar calcificaciones metastásicas que consisten en la deposición de placas de calcio en los vasos, conductos y músculos; un exceso de calcio también interfiere la absorción intestinal de fósforo y otros minerales del alimento.

El exceso de calcio absorbido se excreta en la bilis, y algo en la orina.

El fósforo, que igual que el calcio interviene en el mantenimiento de la estructura ósea y se excreta en cantidades importantes en los productos:

Los cereales y las tortas oleaginosas contienen bastante fósforo, pero en forma fítica no utilizable por los monogástricos (por este motivo se asume que los monogástricos utilizan menos del 35% del fósforo vegetal, y en algunos casos concretos mucho menos).

Las raciones se complementan con fuentes inorgánicas de fósforo (p.e. 1.0-1.5% de fosfato dicálcico ó monodicálcico); los fosfatos minerales se desfluorizan para evitar la toxicidad por fluor; los fosfatos minerales no contienen fitatos y la biodisponibilidad del fósforo es del 60-65%.

El exceso de fósforo en las raciones está relacionado con la precipitación de cálculos urinarios en perros y gatos, ya que el exceso de fósforo absorbido se excreta en la orina; además, un exceso de excreción de fósforo tiene importantes repercusiones medioambientales.

Los minerales implicados en el control de los líquidos corporales, excepto el sodio, son abundantes en los alimentos de los monogástricos:

Las necesidades de sodio son altas en caballos (que sudan) y en hembras en lactación (en la leche se excreta sodio); la falta de sodio se manifiesta en una postración nerviosa. Ante deficiencias de sodio, los animales pueden reutilizar parcialmente el sodio metabólico, lo que se manifiesta en orina clara.

Las raciones se complementan con un 0.25-0.50% de sal (cloruro sódico).

Pueden aparecer estados carenciales de electrolitos tras diarreas intensas; en estos casos se debe rehidratar al animal con soluciones balanceadas de electrolitos.

Un exceso de ingestión de electrolitos se suele tolerar bien siempre que se disponga de suficiente agua para excretar el exceso en la orina; sin embargo, la consecuencia de una mayor excreción de orina es el empeoramiento de las condiciones ambientales de la explotación.

Las materias primas poseen un contenido suficiente del resto de macrominerales (cloro, potasio, magnesio y azufre); en particular, el exceso de magnesio contenido en las materias primas vegetales tiene efectos laxantes y está relacionado con la aparición de cálculos urinarios en perros y gatos. El exceso de potasio en algunas materias primas, además de interferir la absorción intestinal de otros macroelementos, está relacionado con la excreción de heces húmedas.

2.7. Suplementos Vitamínicos y Oligoelementos

Las necesidades de oligoelementos y vitaminas en las raciones de los animales son difíciles de establecer por varios motivos:

Son numerosas las interacciones entre estos nutrientes

Las necesidades dependen del estado productivo del animal

No se suele determinar el contenido de los oligoelementos y vitaminas, ya que los métodos son caros y tediosos

Existe una gran variabilidad en los contenidos de vitaminas y oligoelementos en los distintos lotes de materias primas (debido al tipo de suelo de cultivo, fertilización, condiciones de almacenamiento, etc.

La disponibilidad intestinal de estos nutrientes depende de numerosos factores no siempre fáciles de controlar: interacciones entre nutrientes, sustancias que reducen la absorción (fitatos, oxalatos, etc), y trastornos del aparato digestivo que dificultan la absorción (estados de estrés, enfermedades subclínicas, etc.). De hecho, en condiciones de enfermedades subclínicas, ó

cuando se utilizan antibióticos en la ración (que deprimen la síntesis intestinal de vitaminas) se recomienda aumentar la dosis del suplemento.

Los Oligoelementos se aportan en forma de productos minerales, existiendo máximos legales de oligoelementos contenidos en los alimentos compuestos (un aporte elevado de estos nutrientes puede resultar tóxico, o se puede acumular en los productos, o excretar en exceso al medio ambiente).

La mayor parte del hierro orgánico está formando parte de la hemoglobina de la sangre y de la mioglobina muscular; además, el hierro participa en sistemas enzimáticos.

El cobre también participa en la formación de la hemoglobina y en la absorción intestinal del hierro; además participa en sistemas enzimáticos y en la formación de la queratina de la piel y el pelo; el molibdeno disminuye la absorción intestinal de cobre; finalmente, el cobre se utiliza como promotor del crecimiento de cerdos, pero a dosis elevadas resulta tóxico, ya que se acumula en el hígado, además de reducir la absorción intestinal de hierro y zinc.

El selenio, además de facilitar la absorción de vitamina E, es un componente de las peroxidases que destruyen los peróxidos de la grasa, facilitando la estabilidad de la grasa de la carcaza y de los lípidos de las membranas celulares; la deficiencia en selenio provoca una degeneración muscular (que puede afectar al músculo cardíaco).

La deficiencia de zinc provoca la paraqueratosis de los cerdos (es una hiperqueratinización de la piel); puede aparecer un déficit de zinc por un exceso de cobre en la ración (lo que es frecuente en los alimentos de cerdos), ya que el cobre interfiere la absorción intestinal de zinc; el exceso de calcio también reduce la absorción de zinc.

La deficiencia en manganeso provoca una condrodistrofia ó perosis de las aves, que se caracteriza por inflamación de la articulación tibiotarsiana y el arqueamiento de la tibia; la perosis también está relacionada con un déficit en

colina y biotina; los excesos de calcio y fósforo interfieren la absorción intestinal de manganeso.

El molibdeno participa en la formación del ácido úrico; el exceso de cobre interfiere la absorción intestinal de molibdeno, pudiendo aparecer deficiencias en aves.

El yodo participa en la hormona tiroxina; la carencia de yodo provoca el desarrollo del tiroides (bocio en crías cuyas madres se alimentan con alimentos deficitarios en yodo) y el nacimiento de crías débiles ó muertas; el exceso de yodo es tóxico.

El cobalto participa en la vitamina B12, por lo que su deficiencia da lugar a anemias.

Cuadro N° 3 : FUENTES DE OLIGOELEMENTOS

Sulfato ferroso hexahidratado (20% Fe)

Sulfato cúprico pentahidratado (25.5% Cu)

Selenito sódico (45.5% Se)

Sulfato de zinc monohidratado (36.5% Zn)

Sulfato manganoso tetrahidratado (24.5% Mn)

Molibdato sódico dihidratado (40% Mo)

Yodato potásico (59% I)

Sulfato de cobalto heptahidratado (21% Co)

Las vitaminas incluidas en los suplementos vitamínico-minerales son productos obtenidos por síntesis en laboratorio. Respecto a las vitaminas liposolubles conviene tener en cuenta lo siguiente:

Existen máximos legales de vitaminas D y A en la mayoría de los alimentos, ya que altas cantidades se pueden acumular en el hígado y tejido adiposo, con el consiguiente riesgo para el consumidor.

La vitamina D participa en la absorción intestinal del calcio y del fósforo, y favorece la movilización del calcio óseo; el déficit de vitamina D provoca síntomas similares a la deficiencia de calcio (osteomalacias, huevos rotos,

etc.). Por otra parte, un exceso de vitamina D con suficiente calcio en el alimento puede provocar calcificaciones metastásicas en la aorta, corazón, riñones y pulmones; si no hay suficiente calcio en la ración, un exceso de vitamina D en el alimento estimula la secreción de hormona paratiroidea, provocando una intensa resorción ósea (osteolisis por hiperparatiroidismo secundario).

La vitamina A está relacionada con la integridad de la piel, siendo muy inestable durante el almacenamiento; los β -carotenos (precursores de la vitamina A) están relacionados con la fertilidad.

La vitamina E actúa como antioxidante de los ácidos grasos insaturados de los depósitos grasos corporales; los peróxidos que se forman al enranciarse las grasas de los alimentos destruyen la vitamina E; el selenio mejora la utilización metabólica de la vitamina E (de hecho, con un aporte adecuado de selenio se minimizan las necesidades de vitamina E; no obstante, existen límites máximos de inclusión de selenio, debido a su toxicidad potencial).

La vitamina K interviene en la síntesis de protrombina que participa en los procesos de coagulación de la sangre; la síntesis intestinal de vitamina K suele ser suficiente, pero pueden aparecer deficiencias cuando está deprimida la actividad de la flora intestinal (p.e. cuando se utilizan alimentos con antibióticos ó cuando existen trastornos intestinales como coccidiosis, enteritis, etc.).

Respecto a las vitaminas hidrosolubles es conveniente tener presente que:

La vitamina C participa en el mantenimiento del colágeno intracelular; además, actúa como antioxidante sobre los lípidos corporales; todas las especies (excepto los primates, cobayas, algunas aves exóticas y algunos peces) sintetizan suficiente cantidad de vitamina C a partir de la glucosa, por lo que en general no se suplementa en los alimentos.

Las vitaminas hidrosolubles que favorecen la metabolización de la grasa (previenen el hígado graso, reducen el engrasamiento de la carcaza y mejoran el contenido graso de la leche) son:

- La colina tiene una función lipotropa ya que forma parte de la lecitina que transporta las grasas (la deficiencia en colina puede provocar la aparición de hígado graso en animales alimentados con un exceso de carbohidratos).
- La niacina también tiene función lipotropa; se puede formar a partir del triptófano, por lo que la deficiencia en niacina provoca una deficiencia en triptófano.
- La biotina participa en la iniciación de la síntesis de ácidos grasos; la deficiencia en biotina parece estar relacionada con el síndrome de la muerte súbita de pollos, con el síndrome del hígado y riñón grasos en avicultura, y con la integridad de las pezuñas de los cerdos.
- El ácido pantoténico participa en el coenzima A que inicia la oxidación de los ácidos grasos.
- La vitamina B12 participa en la maduración de los glóbulos rojos; aunque solamente los alimentos de origen animal aportan vitamina B12, los microorganismos intestinales la sintetizan en cantidad más ó menos suficiente.

Los suplementos vitamínico-minerales se añaden a dosis de alrededor del 0.5% a 1.0% de la ración para cubrir un amplio margen de seguridad. Los minerales de estos suplementos pueden reaccionar entre ellos, formando compuestos no biodisponibles; por otra parte, las vitaminas son muy sensibles a la degradación (luz, humedad, calor, etc.). Por estos motivos, la elaboración de estos suplementos presenta cierta complejidad y exigen ciertas condiciones para su almacenamiento (lugares secos, almacenamiento normalmente inferior a los tres meses, etc.). Además de oligoelementos y vitaminas, los suplementos suelen contener algún aditivo (antioxidantes, fluidificantes, etc.) para mejorar las condiciones de almacenamiento y utilización de estos productos.

2.8. Aminoácidos sintéticos

La inclusión de aminoácidos permite ahorrar ó equilibrar la proteína de las raciones de los monogástricos; los aminoácidos utilizados en alimentación animal son totalmente biodisponibles para el animal. El ahorro de proteína, además de la importancia económica que tiene, permite formular raciones que den lugar a una menor excreción de nitrógeno por los animales, con un notable beneficio desde el punto de vista medioambiental.

Cuadro N°4 : AMINOACIDOS SINTETICOS

DL-metionina (98% Metionina)

Metionina Hidroxianálogo (MHA, 88% Metionina)

Clorhidrato de L-lisina (78% Lisina)

L-treonina (98% Treonina)

DL-triptófano (80% Triptófano)

Aminoácidos Quelados con Minerales. Ej : Metionina-Zinc

Los aminoácidos se obtienen por síntesis química (metionina) ó por fermentación controlada de microorganismos (el resto de aminoácidos). Se añaden rutinariamente L-lisina y DL-metionina a las raciones de monogástricos, a niveles del 0.05-0.5% de la ración, según las materias primas utilizadas y la especie animal de que se trate. Los análogos hidroxilados de los aminoácidos son productos de fórmula química similar a la de algunos aminoácidos, en la que sustituyen un grupo amino por uno hidroxilo (por lo tanto no contienen nitrógeno) y un grupo ácido por una sal sódica; su utilización biológica es análoga a la de los aminoácidos; actualmente, sólo se utiliza la metionina hidroxianóloga (MHA), en forma líquida.

2.9. Aditivos

Los aditivos son sustancias que no tienen valor nutritivo, se comercializan en forma de premezclas mezclados con excipientes, para facilitar la mezcla con el resto de ingredientes del alimento. Los aditivos han de ser estables durante el almacenamiento (oxidación) y resistentes a los tratamientos térmicos (granulación, extrusión). Para prevenir posibles efectos adversos a los animales, a las personas y al medio ambiente, solamente se pueden utilizar aquellos aditivos que están expresamente permitidos; además, existe cierta legislación sobre la fabricación, comercialización y condiciones de utilización de aditivos. Se adicionan en la ración para:

- ◆ Mejorar la salud o productividad del animal como antibióticos, anticoccidiales, promotores de crecimiento.

Antibióticos se utilizan para reducir el riesgo de diarreas en aves, cerdos y conejos, ya que actúan en el intestino suprimiendo microorganismos perjudiciales; además, su uso permite controlar enfermedades subclínicas, lo que mejora la productividad y reducir la mortalidad. El efecto de los antibióticos es tanto mayor cuanto más joven sea el animal, peores las condiciones sanitarias de la explotación y mayor el estrés.

Promotores de crecimientos como su nombre lo indica se utilizan para ayudar en el crecimiento del animal, existen productos específicos para él, así como existen ciertos antibióticos que se utilizan en una dosis baja para mantener al animal en buena salud y eso hace que mejore su tasa de crecimiento.

Anticoccidiales.- Las coccidias lesionan las paredes intestinales de los animales, reduciendo la capacidad de absorción de los nutrientes y provocando diarreas, en ocasiones sanguinolentas, que pueden ocasionar la muerte del animal. El uso de anticoccidiales es práctica habitual en alimentos para aves criadas en el suelo (pollos y pavos), conejos, y durante la cría y recría en batería de las ponedoras. En el alimento de acabado de

aves y conejos se suprime el anticoccidial (durante 5 días antes del sacrificio) para evitar residuos en la carcaza.

Los anticoccidiales no se pueden suministrar conjuntamente con antibióticos. Los anticoccidiales deben ir cambiándose cada 3-4 meses para evitar que en la granja se desarrollen serotipos de coccidias resistentes a los anticoccidiales utilizados.

- ◆ Mejoradores de la digestión: Enzimas, Probióticos, Acidificantes, emulsionantes.

Los acidificantes se añaden a las raciones de iniciación de los lechones para reducir el pH gástrico por debajo de 3.0 (estos animales producen poco ácido clorhídrico en el estómago), y favorecer así la digestibilidad de las proteínas vegetales y del resto de la ración. Por lo tanto, previenen que pase demasiada materia orgánica sin digerir al intestino grueso donde favorecería el desarrollo intestinal de *E. coli*, *S. enteritidis* y otras enterobacterias causantes de diarreas.

Los acidificantes tienen además un efecto directo sobre la flora intestinal al reducir el pH del intestino a 5.0-6.0, favoreciendo el desarrollo de lactobacilos y disminuyendo el de bacterias patógenas; para que los acidificantes lleguen a los últimos tramos del intestino delgado y al intestino grueso se protegen con ácidos grasos (se denominan *acidificantes protegidos*).

Como acidificantes se utilizan mezclas de ácidos orgánicos (fórmico, propiónico, cítrico, láctico, fumárico, acético, málico) a dosis del 1-2% de la ración, ó en el agua de bebida a dosis del 0.5-1.0%.

- Los emulsionantes, además de utilizarse como aditivos en los lactoreemplazantes, también se incluyen en las raciones de destete para mejorar la digestibilidad de las grasas saturadas incluídas en los alimentos.
- Las enzimas se obtienen a partir de cultivos de bacterias (p.e. *Bacillus*) ó de hongos (p.e. *Aspergillus*). En condiciones fisiológicas normales, las enzimas son segregadas en cantidad suficiente por las glándulas del tracto

gastrointestinal por lo que solamente tiene interés la suplementación con enzimas que el organismo no segrega, como celulasas, fitasas, etc; en efecto, el propósito general del uso de enzimas es mejorar la digestibilidad de los componentes poco ó nada digestibles.

Las enzimas autorizadas son *β -glucanasas*, *β -xilanasas*, *α -galactosidasas* y *fitasa* y se utilizan a dosis del 0.1-0.2% de la ración.

- Los probióticos son microorganismos vivos que producen ácido láctico; el ácido láctico reduce el pH intestinal, inhibiendo el desarrollo de microorganismos patógenos del intestino (*E. coli* y *S. enteritidis*); también producen metabolitos y antibióticos que dificultan el desarrollo de los microorganismos patógenos.

Cuadro N°5 : PROBIOTICOS AUTORIZADOS

Lactobacillus farciminis

Bacillus cereus

Enterococcus faecium

Pediococcus acidilactici

Saccharomyces cerevisiae

Los probióticos se utilizan en situaciones de estrés (que inducen el desarrollo de enterobacterias patógenas), sobre todo durante el destete de lechones y terneros. Los probióticos se comercializan en forma de premezclas que contienen del orden de 10.000 millones de diferentes especies de bacterias (y en ocasiones levaduras) por g de premezcla, se incluyen en las raciones a dosis de 0.1-0.2%.

Los probióticos deben ser termoresistentes para que no se destruyan durante la granulación ó extrusión; por ello se utilizan en forma de esporas que germinan en el aparato digestivo (*Bacillus*) ó microencapsulados (los no esporulados). Finalmente, es conveniente tener presente que los probióticos tienen muy pocas posibilidades de colonización ó

multiplicación en el intestino (solamente transitan), por lo que deben suministrarse de forma continuada durante los periodos de estrés.

◆ Mejoradores del metabolismo: hormonas, reguladores de orina, antioxidantes.

Hormonas : se caracterizan por su función anabolizante, estimulando la síntesis proteica, lo que mejora la velocidad de crecimiento y la calidad de la carcaza de los animales. Las hormonas (finalizadores antitiroideos y anabolizantes) se han utilizado tradicionalmente en el engorde de rumiantes (pero no en los monogástricos); actualmente están prohibidas.

Los reguladores de la acidez de la orina; estos aditivos se utilizan para prevenir ó tratar trastornos relacionados con la formación de cálculos urinarios en perros y gatos; los más utilizados como basificantes son fosfatos y carbonatos, y como acidificantes se emplean ácidos, cloruro amónico y metionina.

Los antioxidantes naturales (vitamina E) se acumulan en la grasa de la carcaza, reduciendo el riesgo de su oxidación durante el almacenamiento de la carne. La vitamina C también tiene efecto antioxidante, pero su acumulación en el organismo es baja ya que al ser hidrosoluble se excreta en la orina.

◆ Mejorar la apariencia física del alimento: colorantes.

Son productos sintéticos utilizados para mejorar la apariencia del alimento por ejemplo el colorante verde se utiliza en las raciones de conejos y/o caballos para darle la apariencia de color verde.

◆ Mejorar la apariencia física del animal: pigmentantes

Los pigmentantes son sustancias (oxicarotenoides ó xantofilas) que colorean la yema del huevo, la grasa subcutánea y piel de los pollos, y el músculo y la grasa subcutánea de los salmónidos (trucha y salmón). Las xantofilas están presentes en algunas materias primas: el maíz, el gluten de

maíz y el sorgo contienen xantofilas amarillas y rojas, mientras que la alfalfa aporta principalmente xantofilas amarillas.

Además de las xantofilas aportadas por las materias primas, en las raciones de ponedoras y salmónidos (y en algunos casos en los de pollos), se incluyen pigmentantes que pueden ser de dos tipos:

Naturales : obtenidos de harina de marigold como fuente de xantófilas amarillas, y de subproductos del pimiento, del microalga *Haematococcus pluviales* ó del crustáceo *krill* para xantofilas rojas

sintéticas : los más utilizados son las premezclas de cantaxantina (rojas) y apocarotenos (amarillas).

En épocas de ayuno ó de estrés se pierden reservas y se moviliza grasa corporal, por lo que se pierde parte de los pigmentantes; el contenido de pigmentantes en la carcaza también es menor en caso de enfermedades subclínicas que reducen su absorción intestinal. Los pigmentantes se oxidan durante el almacenamiento de los alimentos, por lo que se les debe añadir antioxidantes.

◆ Preservar el alimento: antioxidantes, antifúngicos

- Los antioxidantes son sustancias que se añaden a las materias primas ó a los alimentos con un elevado contenido de grasa (p.e. harinas de subproductos animales, alimentos para pollos ó peces, etc.) para evitar la oxidación de los ácidos grasos, ya que los peróxidos que se forman oxidan las vitaminas, algunos aditivos y el resto de la grasa, provocando alteraciones de las características organolépticas y nutricionales de los alimentos. Las sustancias más sensibles a la oxidación son los ácidos grasos insaturados, la vitamina A, los pigmentantes y los saborizantes; el oxígeno, la luz, el calor y los metales actúan como catalizadores. Los antioxidantes más utilizados son el etoxiquín y el BHT; se incluyen a niveles del 0.10-0.15% del alimento; los antioxidantes naturales son los tocoferoles (vitamina E) y los ascorbatos (vitamina C); la vitamina E se

deposita en la grasa de la carcaza, reduciendo el riesgo de que se oxide durante el almacenamiento de las carcazas.

- Los conservantes ó antifúngicos evitan la proliferación de hongos, y se suelen utilizar con los cereales y con las harinas de subproductos animales. Los antifúngicos más utilizados son ácidos orgánicos de cadena corta y sus sales; se utilizan a dosis del 0.1-0.5%; al ser ácidos débiles, los antifúngicos tienen además un efecto positivo sobre la digestibilidad de la proteína y sobre la flora intestinal.

La aglomeración por peletización o extrusión no es un sustituto de los antifúngicos, porque las micotoxinas que puedan contener las materias primas son termoresistentes; además, los alimentos se pueden contaminar una vez granulados. La adición de antifúngicos evita el crecimiento de los hongos, pero no detoxifican las partidas contaminadas; las partidas contaminadas se pueden tratar con amoniaco, bentonita, sepiolita ó silicatos aluminico-cálcico-sódicos hidratados.

- ◆ Mejorar la palatabilidad del alimento para incrementar el consumo: saborizantes y aromatizantes.

Existen sustancias naturales como artificiales que se utilizan para mejorar el sabor de los alimentos en especial aquellos que contienen niveles altos de antibióticos con la finalidad de tapar los sabores desagradables y mejorar así la ingestión diaria de alimento.

- ◆ Mejorar el estado físico del alimento: aglomerantes, fluidificantes, espesantes.

Los alimentos extrusados (p.e. la mayoría de los de peces, perros y gatos) no necesitan aglomerantes debido a que el proceso de extrusión en sí permite que la aglomeración sea efectiva. Los aglomerantes se utilizan más en los procesos de pelletización donde la compactación del alimento en este tipo de sistema no es tan fuerte impidiendo que aquellos ingredientes que no tienen buen poder de aglutinamiento se adhieran

fácilmente al resto de los ingredientes. Los más utilizados son los lignosulfonados procedentes de la industria papelera y los derivados silicato-magnésicos (sepiolita) ó arcillosos (bentonita).

- Los fluidificantes impiden el apelmazamiento de los alimentos higroscópicos (alimentos harinosos, lactoreemplazantes, etc); se utilizan premezclas de estearatos y silicatos a dosis del 0.5-1.0
- Los espesantes y gelificantes se utilizan en alimentos enlatados para mascotas.

3. FACTORES ANTINUTRICIONALES DE LOS INGREDIENTES

Los factores tóxicos y antinutricionales que debemos de limitar son:

- Inhibidor de Tripsina.- presente en la Soya, Frejoles, Arvejas, este disminuye la ingestión y afecta la digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos, produce diarrea.
- Taninos.- presente en el Sorgo, Frejoles; afecta el rendimiento, la ingestión.
- Gossipol.- presente en las gomas del Aceite del Algodón, es tóxico en monogástricos y en los rumiantes jóvenes causando la muerte, decoloración de la yema.
- β -Glucanos.- presente en el trigo, centeno, cebada; disminuye la digestión de la proteína.
- Lectinas.- presente en los frejoles, logra ligar la disponibilidad de los Carbohidratos disminuyendo así el crecimiento y la absorción de los nutrientes, y puede producir diarrea en el animal.
- Micotoxinas.- presente en todo ingrediente que contiene gran cantidad de Carbohidratos, son los metabolitos tóxicos producidos por diferente variedad de hongos. Estas pueden causar pérdidas económicas en la crianza de animales y logran deteriorar la salud del ser humano. Cada uno de estos metabolitos afectan de distinta manera en cada especie. Existen cientos de micotoxinas que pueden afectar la salud animal pero las más conocidas y

comunes son Aflatoxina, Ochratoxina, Zearalenona, Fumonisina, Toxina T-2, Vomitoxina.

- Aflatoxina : producido por el Hongo *Aspergillus Flavus* o *Parasiticus*, este hongo crece en climas cálidos ($> 23^{\circ}\text{C}$) y seco. Puede crecer en el Maíz, Sorgo, Nuez, Algodón. Puede producir Cáncer en hígado, inmunosupresión, pérdida de apetito, hemorragia intestinal o en el riñón. Especies más susceptibles son el Ganado de Leche, Ganado de Engorde, Cerdos, Aves y Humanos.
- Ochratoxina : producido por el Hongo *Aspergillus Ochraceus*, este hongo crece en climas moderados ($15 - 32^{\circ}\text{C}$) y seco. Puede crecer en el Maíz, Sorgo, Cebada. Puede producir Cáncer, daño al riñón, inmunosupresión, reducir la eficiencia alimentaria, disminuir la producción. Especies más susceptibles son los Cerdos y las Aves.
- Zearalenona : producido por el Hongo *Fusarium Graminearum*, el cual crece en climas frescos ($< 23^{\circ}\text{C}$) y húmedos. Puede crecer en el Trigo, Cebada, Maíz. Puede producir problemas reproductivos, edema en la vulva, prolapso vaginal, agrandamiento uterino, atrofia de testículos, atrofia de los ovarios, agrndamiento de las glándulas mamarias, abortos. Especies más susceptibles son los Cerdos, Aves y Humanos.
- Fumonisina : producido por el Hongo *Fusarium moniliforme/proliferatum*, este hongo crece en climas cálidos ($> 23^{\circ}\text{C}$). Crece en el Maíz. Puede producir Cáncer al esófago, edema pulmonar, Leucoencefalomalacia equina y la muerte. Especies más susceptibles son los Caballos, Cerdos y Humanos. Es altamente termoestable.
- Toxina T-2: producido por el Hongo *Fusarium Spp*, el cual crece en climas frescos ($< 23^{\circ}\text{C}$) y húmedos. Puede crecer en el Trigo, Cebada, Maíz, Avena. Puede producir toxicidad en la piel, hemorragia, inmunosupresión, inhibición de la síntesis proteica, daño en la función motora, problemas digestivos, muerte. Especies más susceptibles son los Cerdos, Aves, Ganado y Humanos.

- Vomitoxina : producido por el Hongo *Fusarium Graminearum*, el cual crece en climas frescos ($< 23^{\circ}\text{C}$) y húmedos. Crece en el Trigo, Cebada, Maíz, Avena. Puede producir vómito, rechazo al alimento, diarrea, rendimiento inconsistente. Especies más susceptibles son el Ganado de Engorde, Cerdos, Aves, Perros, Gatos, Humanos.

4. MODO DE USO INGREDIENTES

Los ingredientes no se utilizan a libre discreción debido a que pueden causar problemas en la digestión que aminoren la velocidad de crecimiento, por lo que su nivel de uso fue determinado en pruebas in vitro e in vivo durante años y deberá seguirse haciendo cada vez que aparezca un nuevo producto que sea desechado por la industria de consumo humano. Se establecen límites máximos y mínimos de inclusión en una ración:

- Para cumplir los requerimientos nutricionales
- Para limitar los factores tóxicos y antinutricionales
- Para cumplir la calidad deseada del pellet
- Para mejorar la productividad o tasa de crecimiento
- Para lograr una apariencia deseada
- Para cumplir con las regulaciones de la etiqueta

5. CALIDAD DE UN ALIMENTO BALANCEADO

La productividad animal ha cambiado rápidamente en las últimas décadas, debido a los avances en la selección genética, el establecimiento de los requerimientos nutricionales, a mejoras en instalaciones y equipos; así como prácticas avanzadas en inmunidad, salud e higiene, y manejo en general. Todas estas mejoras están poniendo cada día más presión sobre las plantas de alimentos

balanceados, para hacerlas más eficientes, tener controles y procedimientos de calidad más adecuados para lograr los estándares exigidos.

Los conocimientos de nutrición han sido determinantes para el logro de las mejoras en eficiencia de esta actividad agroindustrial. Por ejemplo un aumento en la demanda de alimentos especializados para lechones y cerdos en crecimiento ha hecho que las plantas de alimentos balanceados tengan que cambiar equipo, líneas de producción e incluso mentalidad en el proceso mismo, para cumplir con las exigencias de estos nuevos alimentos.

En los últimos años el concepto de la calidad de los alimentos balanceados se ha visto enfatizado debido a la incorporación en la cadena alimenticia animal y la dependencia de la alimentación humana, donde el factor de calidad es un punto destacado en cada una de sus etapas. Problemas con contaminaciones microbianas, presencia de toxinas, de residuos de antibióticos y otros fármacos, han requerido un control más estricto para evitar las contaminaciones en los alimentos animales.

Los requisitos establecidos por la sociedad, a través de normas oficiales y regulaciones gubernamentales, sobre la producción animal y los productos derivados de ella, han tenido una influencia sobre el tema de la higiene de alimento consumido por los animales. Si no véase el actual problema mundial de las "vacas locas" (encefalopatía bovina espongiiforme) y el cólera porcino en países europeos y americanos.

Dado que en la formulación de alimentos para animales se usan materias primas provenientes de procesos agrícolas (granos o cereales) y de procesos industriales (harina de soya, harina de carne, harina de pescado, etc.), es importante conocer y clasificar cada una de estas de acuerdo a su perfil nutricional (aminoácidos, energía, vitaminas, minerales), y a sus características físicas, de

origen o proveedor, para ser incluidas en la dieta de los animales y así obtener los mejores resultados económicos posibles.

Los ingredientes de un alimento balanceado representan entre el 70% y 90% del costo de la dieta. Es más, a medida que una planta es más grande y eficiente, el porcentaje del costo total de los ingredientes tiende a subir. Por lo tanto, es de buen juicio económico prestar la adecuada atención a la calidad de las materias primas, ya que un porcentaje alto de la variación del contenido de nutrientes de un alimento depende de la variación individual de las materias primas.

Para poder comprender el concepto de la calidad es necesario priorizar el conocimiento sobre las materias primas empleadas en la elaboración de los alimentos. No sólo el conocimiento relacionado a los aspectos de composición química (perfil nutricional) y física (densidad, tamaño de partícula, fluidez, características de color y sensibilidad, etc.), sino una definición de la calidad de este ingrediente y los límites de aceptación o rechazo.

Las variaciones no deben ser descritas en términos de variación anual dentro de las matrices de los nutricionistas, sino más bien como variaciones de lote, origen o proveedor, cada vez que entren a la planta y sean usadas por los procesos de fabricación de alimentos.

La calidad de un ingrediente recibido por una planta de alimentos balanceados debe empezar en la mente del proveedor hasta el consumidor, ya que no basta contar con los ingredientes de la mejor calidad si el proceso no es realizado con calidad y el almacenaje del Producto Terminado tanto en la planta de alimento balanceado así como en las instalaciones de los criadores no son las adecuadas.

5.1. CALIDAD DE LOS INGREDIENTES

Los ingredientes que se utilizan para preparar una ración deben contar con las características adecuadas para mantener y promover el bienestar y la salud del tracto intestinal del animal. Por este motivo toda materia prima que ingresa a la planta debe cumplir irrestrictamente ciertos estándares de calidad. Estos estándares incorporan patrones de calidad tanto químicos, físicos como microbiológicos. Así misma su conservación dentro de la empresa debe ser de acuerdo a unos parámetros que permita que el ingrediente se mantenga en buen estado en todo momento sin que se deteriore el perfil físico ni químico del ingrediente durante el almacenamiento e inclusive ya formando un producto terminado.

5.2. ESTANDARES FISICOS Y ORGANOLEPTICOS

Los estándares físicos de calidad que deben cumplir los ingredientes dependen del tipo de ingrediente:

GRANOS : humedad, impureza, densidad, presencia de hongos, calentamiento, contaminación, presencia de infestaciones, olor a pesticidas.

SUBPRODUCTOS : humedad, olor, color y sabor característico, densidad, apariencia, calentamiento, textura, contaminación, presencia de infestaciones, presencia de hongos, olor a pesticidas.

LIQUIDOS : Melaza.- brix, densidad, temperatura

Aceite o Grasa.- acidez, densidad, porcentaje de impurezas, humedad, contaminaciones, punto de fusión.

Los resultados son comparados con los parámetros establecidos por la compañía para cada ingrediente y de acuerdo a esto se acepta o no el envío.

5.1.2. ESTANDARES QUIMICOS

Cuando el ingrediente cumple con los estándares físicos de aceptación para que ingrese a la planta y antes de ser incluido en una ración, se le determina su perfil nutricional debido a que la composición de las materias primas varía bastante dependiendo de las condiciones de cultivo y almacenamiento, así como de los procesos de obtención en el caso de forrajes y subproductos. La diferencia entre la mejor y peor calidad de cualquier materia prima es demasiado grande para ser ignorada por lo que se le debe realizar los siguientes análisis en el laboratorio:

a) Análisis Típicos de las Grasas y Aceites:

MIU (humedad, impurezas y materia insaponificable, por sus siglas en inglés).- tiene un pequeño efecto directo en el valor nutricional de las grasas y aceites. Sin embargo, éstos diluyen la energía contenida e indica la pureza de la grasa y/o aceite. Los niveles altos de humedad afectan el tiempo de vida del producto, porque la humedad puede acelerar la oxidación y la rancidez y para evitar la corrosión de los equipos en especial de los tanques de almacenamiento. Las impurezas (insolubles) incluyen pequeñas partículas de suciedad, cuero, pelo, proteína, etc. y pueden obstruir el equipo usado para manejar las grasas. Los insaponificables incluyen esteroides, pigmentos, vitaminas, hidrocarburos y otros compuestos disueltos en la grasa, que no son hidrolizables mediante la saponificación alcalina. Otras pruebas (por ejemplo, verificación de pesticidas) son utilizadas para asegurar que toxinas y otros compuestos dañinos están ausentes en la fracción no saponificable.

Ácidos grasos libres (FFA, %).- mide ácidos grasos no esterificados con glicerol. La humedad, el tiempo y la temperatura interactúan para producir ácidos grasos libres catalizando la hidrólisis de triglicéridos. Los niveles de ácidos grasos libres tienen un pequeño efecto en el valor nutricional de las grasas del alimento. Sin embargo, los ácidos grasos libres son susceptibles a la oxidación y rancidez. La

importancia de estabilizar las grasas con un antioxidante aumenta proporcionalmente al porcentaje de FFA.

Indicadores de Rancidez:

Índice de Peróxido.- La industria del alimento utiliza este índice para calcular la estabilidad o rancidez de las grasas, midiendo los miliequivalentes (meq) de peróxido por kilo de grasa. Las grasas que tienen un índice de peróxido menor de 5.0 meq son generalmente consideradas como no rancias. Sin embargo, un bajo índice de peróxido puede no siempre indicar la ausencia de rancidez. Normalmente, los peróxidos actúan como productos intermediarios en el proceso oxidativo. Las reservas de peróxido no están estáticas, cuando la oxidación no es verificada, se forman nuevos peróxidos mientras otros se degradan; como resultado, los peróxidos pueden estancarse y después disminuir. Esto fue demostrado exponiendo grasa blanca seleccionada a calor y oxígeno durante 11 días (Figura 9, DeRouchey et al,1999b), los peróxidos alcanzaron su punto más alto el día 7, aproximadamente a 105 meq/kg de grasa, y luego disminuyeron hasta los valores de la línea base.

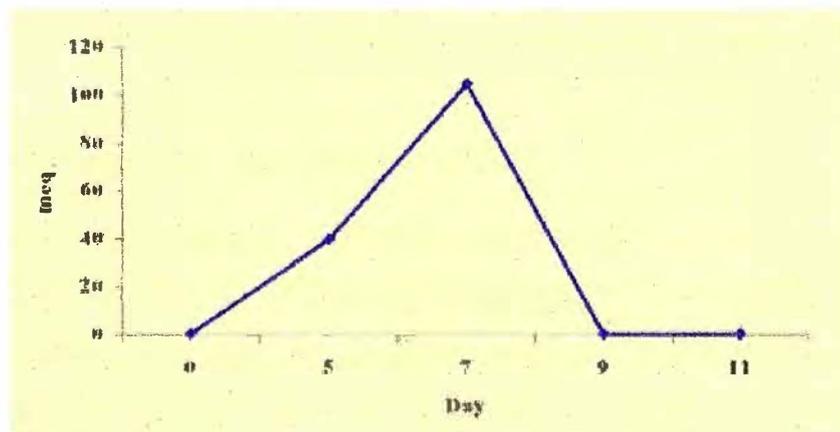


Figura 9

Los antioxidantes prevendrán más oxidación, pero no pueden revertir los efectos una vez que los productos de la oxidación se han formado.

Acido tiobarbitúrico.- es utilizada algunas veces para calcular la estabilidad/rancidez de las grasas debido a que mide los productos finales de la oxidación, así como los aldehídos y cuerpos cetónicos. Sin embargo, éstos son compuestos volátiles de bajo peso molecular y pueden perderse cuando las grasas son calentadas por largos períodos de tiempo para facilitar su manejo en la planta de alimentos.

Composición de ácidos grasos:

Índice de yodo.- son los gramos de yodo absorbidos por 100 g de grasa y es utilizado para estimar la insaturación química de la grasa. Las grasas insaturadas tienen más altos valores de yodo que las saturadas.

La concentración de los ácidos grasos polinsaturados puede ser importante por sus efectos en la digestibilidad de la grasa.

b) Análisis Típicos de la Melaza:

Brix.- mide el porcentaje de sólidos presentes en la melaza, es una medida indirecta de la cantidad de agua y/o azúcares presentes en la melaza. Mide la gravedad específica de la melaza diluida con un hidrómetro calibrado.

c) Análisis Típicos de los Ingredientes Sólidos:

La humedad y la materia seca.- La humedad es la cantidad de agua que contiene el alimento; la diferencia entre el peso total del alimento y el contenido en agua se denomina materia seca. Los alimentos concentrados contienen un 5-10% de humedad, mientras que los forrajes verdes contienen alrededor del 80%.

El contenido en agua de los alimentos, además de dificultar su almacenamiento (desarrollo fúngico, bacteriano, etc.), determina su valor nutritivo. Debido a que el valor nutritivo de un alimento depende en buena medida de su contenido en materia seca.

La humedad se determina desecando el alimento en una estufa a 130 °C durante 2 horas.

Las cenizas y la materia orgánica.- Las cenizas representan el contenido de materia inorgánica del alimento; en general, las cenizas suponen menos del 5% de la materia seca de los alimentos. Las cenizas se determinan como el residuo que queda al calcinar la muestra a una temperatura adecuada, que sea lo suficientemente alta como para que la materia orgánica se destruya totalmente, y que no sea tan excesiva evitando que los compuestos inorgánicos sufran alteración (fusión, descomposición, volatilización o cambio de estructura).

Es frecuente que se determine el contenido de ciertos macrominerales en los alimentos a partir de las cenizas solubles en Acido Clorhídrico, como calcio, fósforo y magnesio.

La proteína bruta.- En general, casi todo el nitrógeno que contienen los alimentos está formando parte de los grupos amino de los aminoácidos; por este motivo el contenido en proteína se calcula a partir del contenido en nitrógeno de los alimentos. El contenido en nitrógeno de una proteína depende de su composición en aminoácidos. La proteína bruta que contiene un alimento se calcula como el nitrógeno total del alimento multiplicado por 6.25.

Aunque la mayoría del nitrógeno de los alimentos está formando parte de aminoácidos, el resto del nitrógeno está formando compuestos no proteicos (ácidos nucleicos, sales amoniacales, aminas, amidas, etc.); el nitrógeno no proteico (NNP) no es utilizado por los monogástricos, aunque sí lo es por la flora ruminal.

El nitrógeno total del alimento se determina por el método Kjeldahl:

Digestión de la muestra: consiste en ~~tratar~~ el alimento con ácido sulfúrico concentrado, que convierte en amoniaco todo el nitrógeno del alimento, formándose sulfato amónico.

Destilación: posteriormente se libera el amoniaco mediante la adición de hidróxido sódico concentrado, y este amoniaco se fija sobre ácido diluido, valorando finalmente por titulación con álcali diluido.

El extracto etéreo.- Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas importantes, actuando:

- Como componentes estructurales de las membranas,
- Como formas de transporte y almacenamiento del combustible catabólico,
- Como cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos, y
- Como componentes de la superficie celular relacionados con el reconocimiento de las células, la especificidad de especie y la inmunidad de los tejidos.

Algunas sustancias clasificadas entre los lípidos poseen una intensa actividad biológica: se encuentran entre ellas algunas de las vitaminas y hormonas. El extracto etéreo se determina solubilizando los lípidos con éter de petróleo para separarlos del resto del alimento mediante extractores Soxhlet.

La fibra cruda.- Los principales carbohidratos de la pared celular ó carbohidratos estructurales de los alimentos de origen vegetal, son la celulosa, la hemicelulosa y las sustancias pécticas; los alimentos de origen animal ó mineral, obviamente, no contienen pared celular ni por lo tanto carbohidratos estructurales. La pared celular contiene, además de estos carbohidratos, cantidades más ó menos importantes de polifenoles (lignina, taninos); estos polifenoles (no son carbohidratos) son difíciles de determinar con precisión.

Tradicionalmente los carbohidratos estructurales se han estimado como la fibra cruda del alimento. La fibra cruda se determina como el residuo que queda tras la doble hidrólisis ácida (con ácido sulfúrico) y alcalina (con hidróxido potásico) del alimento. El contenido en fibra cruda de los concentrados energéticos y proteicos es inferior al 10%, mientras que los forrajes contienen un 25-60% de fibra bruta.

La inconveniente de la doble hidrólisis es que solubiliza parte de la hemicelulosa y de la lignina de la pared celular por lo que el valor de fibra cruda no es un buen estimado para los rumiantes. Por lo tanto, a los forrajes es necesario analizar la Fibra detergente Neutro y la Fibra detergente Acido en lugar de la Fibra Cruda.

La fibra detergente neutro (FND), estima el contenido en celulosa, hemicelulosa y lignina de la pared celular, se determina como el residuo que

queda tras la extracción con la solución detergente neutro (formada por sulfato lauril sódico y EDTA). El contenido de los alimentos en FND está relacionado con su ingestión por los rumiantes.

La fibra detergente ácido (FAD), es un estimador del contenido de la pared celular en celulosa y lignina, se determina como el residuo que queda tras la solubilización de la hemicelulosa con la solución detergente ácido (formada por ácido sulfúrico diluido y bromuro de acetil-trimetil-amonio). El contenido de los alimentos en FAD está relacionado con su degradabilidad ruminal y digestibilidad.

Con todos estos datos se determina el perfil nutricional de cada ingrediente, determinando la cantidad de Aminoácidos y Energía que aporta para cada especie.

5.2. CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE ALIMENTO BALANCEADO

La composición de las materias primas varía bastante dependiendo de las condiciones de cultivo y almacenamiento. Por este motivo es recomendable el análisis sistemático de todos los lotes, origen o proveedor, cada vez que entren a la planta y sean usadas por los procesos de fabricación de alimentos.

Conocer estas variaciones permite ajustar los valores de la matriz de los ingredientes y así poder elaborar las dietas sin márgenes de seguridad haciendo más eficiente la productividad animal, ya que los animales ingieren los nutrientes necesarios para el periodo productivo especificado. Esto hace la dieta más económica y eficiente y mejora la productividad, al no haber desbalances de nutrientes.

No basta una descripción física y sensorial del ingrediente para la determinación de los aspectos de calidad. Es necesario el uso de técnicas de laboratorio que nos den los parámetros nutricionales necesarios (un análisis

químico bromatológico, de aminoácidos, vitaminas o minerales y otras variables como bacteriología y toxicología) en un tiempo corto para poder formular con exactitud y darle al animal los nutrientes adecuados para maximizar la producción.

El Proceso de Mezclado es el área más importante para obtener un producto de calidad dentro del proceso de fabricación de alimentos. Si el mezclado es deficiente, no se obtendrá uniformidad de los animales en el campo. Se debe realizar rutinariamente chequeos para verificar la homogeneidad del mezclado. Este proceso es crítico en especial cuando se trata de aditivos de empleo delicado o que son limitantes en el desarrollo del animal en sus etapas evolutivas.

Las mezcladoras deben ser revisadas semanalmente; desde la perspectiva de aspectos físicos y la homogeneidad debe ser verificada mensualmente a través del uso de microtrazadores. Si los resultados indican problemas, deben tomarse decisiones de reparación, cambio del tiempo de mezclado y secuencia de incorporación de ingredientes sólidos y líquidos.

Otro proceso importante es el de Peletizado el cual permite obtener un alimento aglomerado de mayor tamaño a partir de material fino, reducir el aspecto polvoso, hacer el alimento más palatable y de mejor digestión por estar los ingredientes predigeridos por el calor, temperatura y presión, permitiendo así obtener mejores rendimientos de producción en el animal que los productos en polvo. Por este motivo, se debe controlar este proceso para lograr el producto deseado y no uno quemado por exceso de temperatura o un producto que fácilmente se desmorona. Se debe controlar que la aglomeración sea la adecuada con la menor presencia de finos.

No hay ningún otro factor relacionado directa o indirectamente a una buena nutrición y alto desempeño de los animales que sea más importante que el adecuado control de calidad de los alimentos balanceados y su consistencia en el

tiempo. Los animales responderán mejor si el alimento tiene una menor variación en el contenido de nutrientes, en textura, compactación, sabor y olor.

Las relaciones existentes entre la calidad de proceso de fabricación del alimento balanceado y el desempeño animal abarcan no sólo un aspecto cuantitativo de los ingredientes utilizados, sino de la uniformidad del mezclado, dureza del prensado e higiene del mismo. El desafío del personal involucrado en el proceso de fabricación es monitorear todos los aspectos relacionados con las materias primas, los procesos de fabricación, los equipos utilizados dentro del proceso como las revoluciones de la mezcladora, las balanzas, las boquillas de inyección de líquidos, etc.; el almacenaje de producto terminado y disminuir o eliminar los desperdicios, variaciones en los procesos y los reprocesos.

5.3. PROCESO DE FABRICACION ALIMENTO BALANCEADO

Toda materia prima previo a ser adquirido se debe verificar el proveedor, la calidad y la limpieza del proceso de fabricación; para esto el departamento de compras junto con el personal técnico y el de control de calidad visitarán la planta de procesamiento y verificarán la calidad con que se procesa las materias primas que serán utilizadas en un alimento balanceado, de ser necesario se realizará un análisis químico y microbiológico de una muestra para verificar la calidad y que cumplan con nuestras exigencias.

Se adquirirá ingredientes sólo de proveedores aprobados y al menor precio del mercado. Todo lote de ingrediente antes de ingresar a la planta será muestreado por el personal de control de calidad. El ingrediente que llega en sacos será muestreado usando sondas de canal abierto de 1.20 m de largo por 2 pulgadas de diámetro (ver figura 10), sondeando los sacos en forma de M o W. Se debe inspeccionar el cargamento en la parte superior moviendo varios bultos en el

EQUIPO PARA MUESTREO

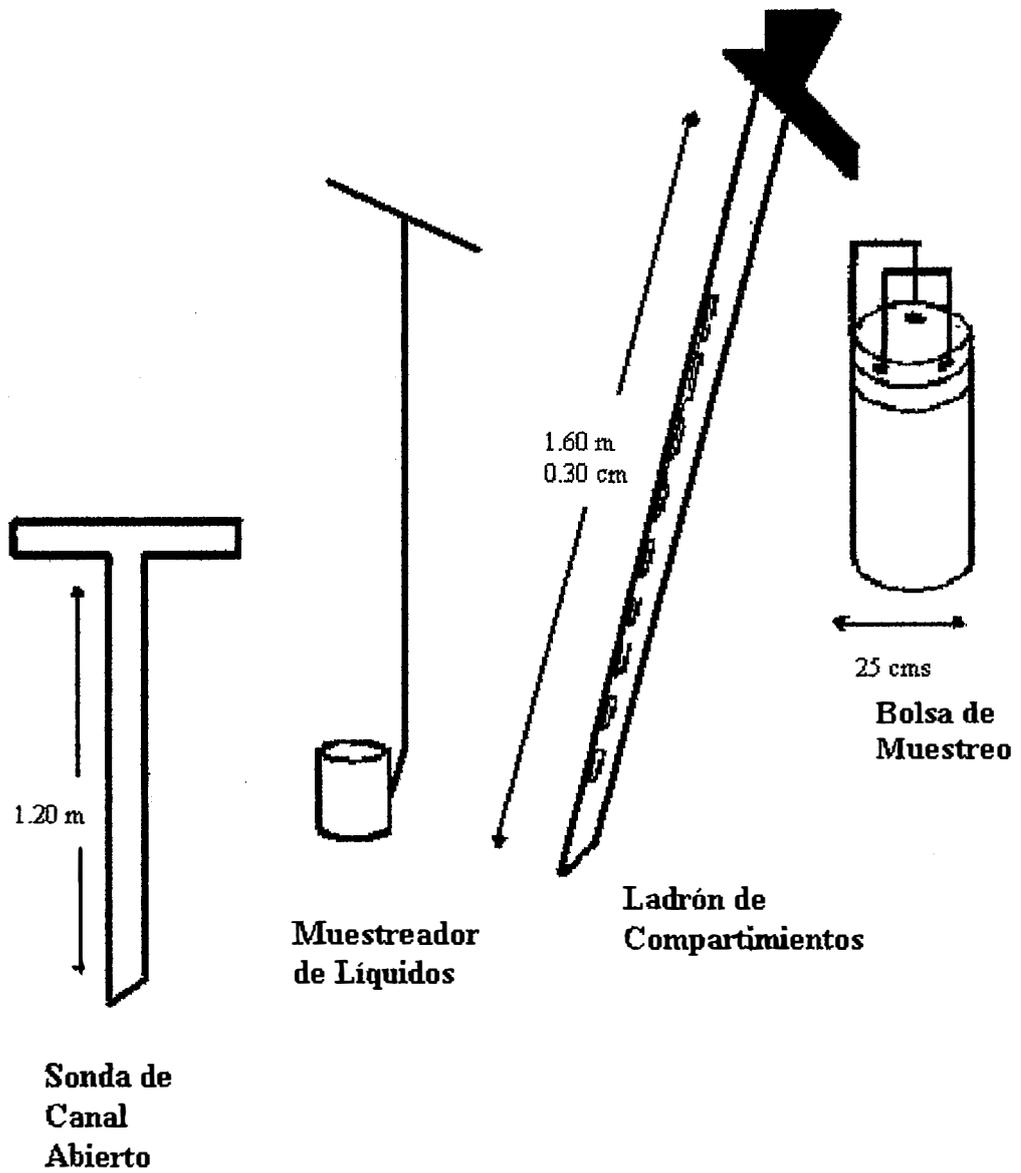


Figura 10

centro hasta bajar a las plantas inferiores del vehículo para observar posibles contaminaciones, infestaciones, temperatura.

Para los ingredientes que lleguen a granel se usa el ladrón de 11 compartimientos (ver figura 10) introduciendo a lo largo y ancho del vehículo para posteriormente observar independientemente cada compartiendo antes de mezclarlos totalmente para su análisis final.

Los líquidos son muestreados con un recipiente que permite tomar la muestra en cualquier lugar y altura del carro-tanque que los transporte (ver figura 3). Es de suma importancia conocer lo que el vehículo cargó antes para poder establecer las posibles contaminaciones.

Si el ingrediente cumple con los estándares físicos especificados por la compañía, ingresará a la planta de lo contrario el Departamento de Compras, junto con el área de Aseguramiento de Calidad decidirán si se rechaza o se acepta el envío.

Los ingredientes que ingresan a planta se almacenan en zonas especiales, totalmente lotizados y se usan de acuerdo al sistema FIFO (primero que ingresa es el primero que sale), aunque existe excepciones coordinadas previamente por las áreas de Aseguramiento de la Calidad y Formulación, tales como humedad alta, donde se debe usar inmediatamente para evitar su deterioro durante el almacenamiento. Para el almacenaje se cuenta con silos para almacenar granos a granel, zonas techadas para el material en saco y zonas abiertas para material en saco y/o a granel. Y tanques con serpentines para ingreso de vapor para almacenar los ingredientes líquidos.

La humedad de las materias primas es el principal aspecto que condiciona su estabilidad nutritiva y física durante el almacenamiento. Cuando el contenido en humedad de las materias primas es superior al 10% y la temperatura ambiental es

alta, aumentan los riesgos de fermentaciones que provocan calentamiento en los alimentos y favorecen la proliferación fúngica. Para prevenir estos efectos se pueden utilizar silos refrigerados ó añadir antifúngicos a los alimentos.

Otro aspecto que puede condicionar el almacenamiento de los alimentos es la colonización por insectos que destruyen los alimentos; el riesgo de presencia de insectos (p.e. gorgojo) es mayor cuanto mayor sea la duración del almacenamiento.

Respecto al resto de ingredientes:

Los complementos minerales se pueden adquirir a granel (carbonato cálcico y/o fosfatos) ó en sacos (sal, bicarbonato de sodio y/o fosfatos), y no existen problemas de conservación durante su almacenamiento.

Los suplementos vitamínico-minerales y los aditivos, que se comercializan en forma de premezclas con un excipiente (p.e. salvado de trigo), se adquieren y almacenan en sacos en un lugar fresco y bajo llave. La cantidad a comprar está limitada al consumo y a su fecha de vencimiento.

Se debe de controlar diariamente la temperatura de los ingredientes a granel y los en sacos que se encuentren en planta y evitar las infestaciones mediante programas adecuados de fumigación. A los ingredientes líquidos se les debe controlar diariamente el Brix de la melaza y semanalmente la acidez y peróxidos a los Aceites y Grasas.

Los ingredientes son suministrados al área de Producción con ayuda de transportadores helicoidales y elevadores de cangilones. En el caso de granos a granel el transportador lo deriva directamente a la zona de molienda. Y para los productos en sacos se transportan con ayuda de un montacargas a la zona de vaciado, los productos que necesitan una molienda previa a su uso se deriva a los tanques de premolienda y el resto a los tanques de almacenamiento en la zona de la mezcladora para su uso directo. El sistema de descargue tanto en los silos como

en la zona de vaciado cuentan con unas rejillas para retener el ingreso de piedras, impurezas, pitas y otros materiales extraños y antes de ingresar al molino se cuenta con imanes para eliminar todo material ferroso.

Las materias primas se muelen a un tamaño de 2-10 mm, mediante molinos de martillo. El tamaño de molienda depende de la condición física de venta del alimento, si es en harina o polvo (se muele a tamaños relativamente grandes ya que la harina fina es pulverulenta y poco palatable) ó si se va a granular (se muele más fino para facilitar la peletización). Se controla constantemente que las compuertas de ingreso de materia de prima a los respectivos tanques sean las adecuadas para evitar contaminaciones, así mismo se verifica constantemente la textura de los ingredientes que salen de la molienda para asegurarse que están con el tamaño adecuado y que no hay roturas en las mallas de los molinos.

Una vez molido las materias primas, se almacenan en las tolvas de almacenamiento encima de la mezcladora, y posteriormente, junto con el resto de ingredientes, se pesan y se dosifican a la mezcladora de acuerdo a la fórmula; durante la mezcla se añaden los ingredientes líquidos (grasa, melaza) por medio de inyectores, así como las premezclas de vitaminas, minerales y aditivos.

El área de mezclado cuenta con dos zonas, la de micromezclado en donde se preparan una premezcla con los ingredientes de bajo nivel de inclusión como son las vitaminas, los minerales, antibióticos o aditivos. La zona de macromezclado cuenta con un sistema por lote secuencial donde de acuerdo a lo que indica cada fórmula se va añadiendo secuencialmente primero los macroingredientes sólidos de acuerdo a su densidad, en segundo lugar la premezcla previamente preparada y finalmente los líquidos.

El proceso del mezclado es fundamental en la elaboración de los alimentos balanceados. Los ingredientes se mezclan normalmente en una mezcladora horizontal durante 3-5 minutos (existen mezcladoras verticales donde el proceso

de mezcla dura 15-20 minutos; estas mezcladoras no son convenientes cuando se mezclan ingredientes de diferentes densidades). Además de conseguir una mezcla homogénea, es importante limpiar la mezcladora después de cada mezcla para evitar que mezclas posteriores se contaminen con residuos (en particular aditivos) utilizados en mezclas anteriores.

No se debe mezclar más del tiempo reglamentado porque los microingredientes pueden volver a separarse de la mezcla total y no se obtendría una mezcla homogénea. Transcurrido el tiempo reglamentado por cada mezcla, se abre la compuerta de salida de la mezcladora y con ayuda de elevadores y transportadores se deriva el producto a la zona embolse cuando el diseño del producto es en forma de polvo o a la zona de prensas cuando el producto es en forma de pellets o granulado. La fabricación de los productos debe seguir una secuencia de acuerdo a los antibióticos presentes en la fórmula y a la especie para evitar contaminaciones con el subsiguiente producto.

Muchos de las raciones de monogástricos se someten a un tratamiento térmico para mejorar sus características organolépticas y nutritivas. Prácticamente todos las raciones de pollos, conejos y caballos se peletizan a 60-80 °C, y buena parte de los de cerdos; por otra parte, casi todos los alimentos de lechones, peces y animales de compañía se peletizan a mayores temperaturas mayores de 85 °C.

En la zona de prensas se acondiciona la mezcla con vapor hasta una determinada temperatura y humedad reglamentado para cada tipo de producto dependiendo de su contenido de fibra, de almidón, carbohidratos, etc., esta masa humedecida con ayuda de unos rodillos pasa a través de una matriz o molde perforado formando los pellets. El tamaño de los gránulos depende de la matriz utilizada en la peletizadora; el diámetro de las matrices oscila, según el destino de la ración, entre 2-10 mm de diámetro, y el recorrido del alimento dentro de la matriz oscila entre 2.5-5 cm (a mayor recorrido se consiguen gránulos más duros, pero el rendimiento de la peletizadora es menor); las materias primas se han de

moler a un tamaño relativamente fino para facilitar el proceso de peletización; además, para facilitar la peletización y conseguir pellets que no se deshagan fácilmente se utilizan vapor de agua y aditivos aglomerantes. Es particularmente difícil conseguir un buen pellet de los alimentos que contienen mucha fibra ó mucha grasa.

El producto sale de la prensa con temperaturas que bordean los 90 °C y 15% de humedad, pasa por un enfriador en contraflujo para enfriar el producto hasta la temperatura ambiental y a la vez se disminuye la humedad hasta 10-11% para evitar que se fermente posteriormente. Un exceso de humedad puede reducir la durabilidad del pellet y hacer que el producto se caliente más rápido. En el enfriador vertical existe una transferencia de energía y masa entre el producto y el aire seco cuando se cuenta con una altura adecuada de pellets. El aire pasa por unos ciclones recuperadores para recuperar los finos. Luego el producto frío pasa por una zaranda para separar los finos y los productos excesivamente grandes o largos y finalmente se deriva el producto con el tamaño adecuado a la zona de embolsado o a la zona de recubrimiento de grasa. En esta etapa se debe chequear el largo del pellet ajustando las cuchillas, la presión de vapor con que se está trabajando y la temperatura de salida del producto.

Los productos que tienen diseños con alto contenido de grasa pasan por un equipo en donde se le inyecta grasa por fuera, recubriéndolo totalmente y de allí se pasa a la zona de embolsado. Esto permite que el contenido excesivo de grasa no desmorone el pellet.

Existen diferentes zonas de embolsado: para los productos en 40 kg. sin baño de grasa, para productos en 40 kg. con baño de grasa y para los productos de 1 kg.. Los productos en 40 kg. son embolsados en sacos tejidos de polipropileno o papel y los de 1 kg. en bolsitas formadas de laminas de polietileno y selladas. En esta zona se embolsa y se etiqueta los productos. Cada cierto tiempo se toman muestras para chequearle la temperatura, la humedad de salida, la durabilidad de

los productos peletizados, apariencia y olor. También se controla el peso de los sacos, la costura, la identificación del producto con las etiquetas adecuadas y codificadas con la fecha de elaboración.

Los productos aptos para la venta son almacenados sobre parihuelas en un almacén especial techado para su posterior venta y se envía una muestra al laboratorio para verificar que el producto se encuentra dentro de estándar. El alimento elaborado no debe permanecer almacenado más de 2-3 meses para evitar pérdidas del valor nutritivo (enranciamiento, degradación de vitaminas, etc.).

Los productos no aptos para la venta pasan a la zona de reproceso para ser reprocesados posteriormente en productos compatibles.

Los productos aptos para la venta se almacenan en lotes del mismo producto para evitar equivocaciones al despacho, despachando primero los productos con mayor antigüedad (método FIFO). Diariamente se chequea los productos terminados para verificar la temperatura, la presencia de insectos o de producto compactado.

El diagrama de flujo de una Planta de Alimento Balanceado se puede ver en la figura 11 y en las figuras 12 y 13 se puede observar figuras de algunos equipos utilizados en una Planta de Alimento Balanceado.

SECCION 1: REFINERIA DE AZUCAR
SECCION 2: FABRICA DE ALIMENTOS
SECCION 3: FABRICA DE BEBIDAS

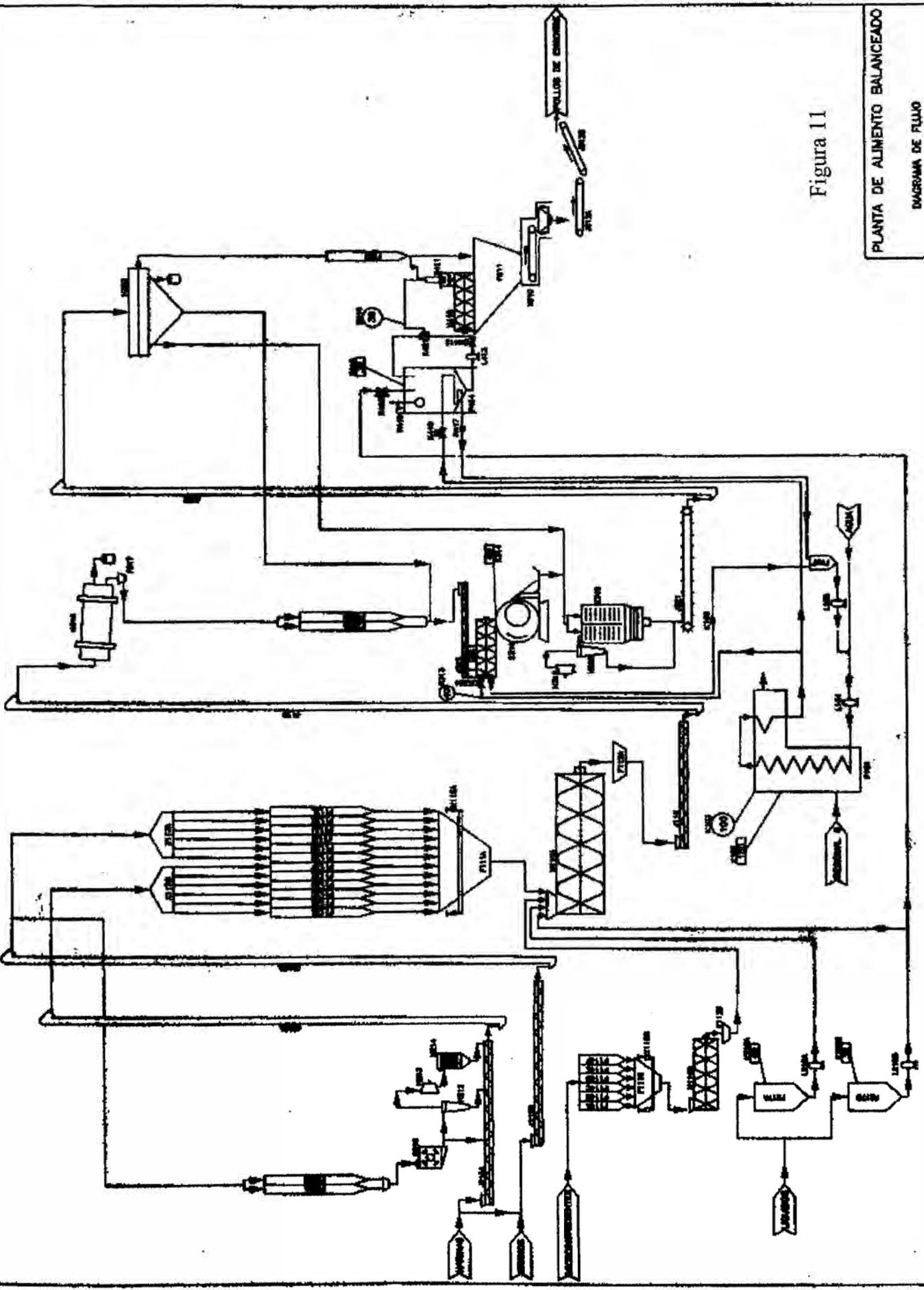


Figura 11

PLANTA DE ALIMENTO BALANCEADO
DIAGRAMA DE FLUJO

EQUIPOS UTILIZADOS EN PLANTA DE ALIMENTO BALANCEADO

Figura 12



a) Molino



b) Tamiz de Molino



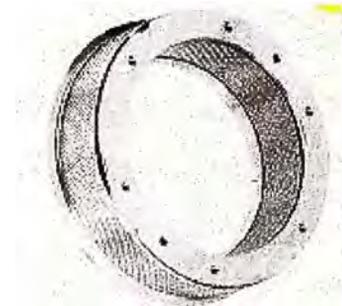
c) Mezcladora Horizontal

EQUIPOS UTILIZADOS EN PLANTA DE ALIMENTO BALANCEADO

Figura 13



a) Peletizadora Vertical



b) Molde



c) Enfriadora

CAPITULO II

DESCRIPCION DE SISTEMAS A MEJORAR

1. DESCRIPCION DE LAS UNIDADES A MEJORAR.-

1.1. Sistema de Almacenamiento de Grasas .-

En esta área contamos con dos tanques cilíndricos de Fierro de 100 Tm de capacidad, el cual cuenta con un serpentín en el fondo del tanque por el cual pasa vapor para su calentamiento. Uno de los tanques sirve para almacenar el lote de grasa que no está en uso y el otro contiene el lote de grasa que está en uso. La grasa de pescado al momento de ser descargado se le adiciona un antioxidante para darle una mayor protección durante su uso.

La grasa tiene un punto de fusión de 35°C aproximadamente y para su uso es necesario calentarlo a la temperatura óptima de 37°C y mantenerlo +/- 2 °C durante el día para que esté la grasa líquida. Debido a que se redujo los turnos de producción actualmente la grasa se enfría durante las noches, por lo que es necesario volver a calentarlo al día siguiente. Esto se hace manualmente, un operador se encarga de abrir la válvula de inyección de vapor y al cabo de cierto tiempo regresa a chequear la temperatura si llegó o se pasó cierra la válvula de vapor. Más tarde regresa para ver si bajó demasiado la temperatura para volver a abrir la válvula de vapor. Esta variación excesiva de temperatura y el constante retorno de la grasa no utilizada en producción hace que la grasa se oxide rápidamente afectando la integridad del ingrediente y la economía de la empresa porque si sobrepasa el valor permitido de peróxido es necesario eliminar todo el lote.

Las grasas son fácilmente oxidables, particularmente las grasas con un alto contenido en ácidos grasos insaturados. El efecto de la grasa oxidada es un

rechazo del alimento, una peor digestión (aparece grasa en heces), y por lo tanto una reducción de la productividad de los animales motivo por el cual debemos de controlar muy bien cada lote de grasa. La prevención de la oxidación de la grasa se logra con la inclusión de antioxidantes, con el manejo de la temperatura de almacenamiento y la restricción de ingreso de oxígeno al tanque.

1.2. Sistema de Peletización .-

El proceso de peletizado está compuesto de una cámara alimentadora la cual es controlada con variadores de velocidad permitiendo mantener un flujo uniforme del alimento a la cámara de acondicionamiento, en la cámara de acondicionamiento se inyecta vapor seco saturado a diferentes presiones según el tipo de alimento a procesar, el diseño de las paletas del acondicionador con diferentes ángulos permite una retención del paso del alimento generando un incremento en la temperatura y en la humedad de la mezcla, llevándolo hasta los parámetros requeridos para que la prensa logre su mayor eficiencia. Cada partícula debe estar uniformemente humedecida y caliente, para que se logre una buena gelatinización de los almidones, lubricación de la mezcla y evitará una operación errática y atoros por el taponeo de los huecos del molde. La mezcla cae a la prensa que consta de un molde circular (como un anillo) que gira en sentido horario y dentro del cual están dos rodillos excéntricos, que presionan la masa a través de los huecos del molde formando los pellets de diferentes diámetros y existen unas cuchillas que cortan estos pellets a la longitud deseada. Luego pasa por un enfriador donde se le elimina la humedad añadida en el acondicionador y se enfrían los pellets. Los factores que afectan el rendimiento del enfriador son el tiempo de retención y la profundidad de la carga de pellets en el enfriador. Finalmente, pasa por una zaranda en donde se separa los finos que retornan a la prensa para que sea reprocesado y el resto a embolse.

Este proceso es muy importante debido a que permite obtener un alimento aglomerado mediante compactación mecánica de la masa a través de un molde. El propósito básico del peletizado es obtener partículas grandes a partir de material fino, polvoso, no palatable y de difícil manejo usando calor, temperatura y presión. Estas partículas más grandes son más fáciles de manejar, son más palatables y permite obtener mejores rendimientos de producción en el animal que los productos en polvo debido a:

- El calor generado en el acondicionamiento y en el peletizado permite mejorar la digestibilidad del alimento, debido a que fracciona los almidones en compuestos de menor peso molecular y desnaturaliza las proteínas siendo mejor utilizados por el animal y logrando mejores rendimientos.
- El peletizado permite colocar el alimento en una forma concentrada y balanceada para que el animal no pueda escoger lo que más le guste.
- Permite una mayor inclusión de materias primas poco palatables, así como de ingredientes líquidos
- El peletizado minimiza los desperdicios producido durante el proceso de alimentación por encontrarse aglomerado aumentando así el consumo y permite que fluya mejor en los alimentadores automáticos.
- El peletizado disminuye la carga bacteriana, destruyendo las bacterias en el proceso de acondicionamiento y combinado con la presión y el calor del proceso de peletizado y destruye algunas sustancias antinutritivas.
- El peletizado impide la segregación de los ingredientes en el manejo del alimento.

- Disminuye la formación de polvo durante el manejo de los alimentos; el polvo disminuye el consumo y puede provocar trastornos respiratorios.
- Mejora la capacidad de almacenamiento, reduciendo los costos de transporte por incrementar la densidad y disminuir el volumen.

Los términos usados en un proceso de peletizado son:

- Fricción : es la diferencia entre la temperatura del alimento que ingresa al molde de la prensa y la temperatura del pellet que sale del molde. Esta diferencia refleja la energía mecánica requerida para producir un pellet. Los factores que afectan la fricción son:
 - Adición de humedad a la mezcla de ingredientes si no es el adecuado puede hacer que el molde de la prensa patine y se atore. También puede hacer que los pellets se desintegren.
 - Acondicionamiento
 - Tamaño de partícula de la mezcla de ingredientes.
 - Propiedades físicas de los ingredientes, tales como minerales, ingredientes solubles en agua, contenido de fibra.
 - Diámetro de los huecos del molde.
- Finos : son los materiales que resulta de la desintegración de los pellets debido a una mala calidad. Es función de la humedad y la alta fricción o un pobre acondicionamiento o por el tamaño de partícula de los ingredientes.
- Merma : es la pérdida de peso del alimento original después de peletizado. Esta pérdida es debida básicamente a una falta de humedad añadida y a la alta fricción. Altos niveles de fricción debido a la falta de humedad añadida, resulta en mayores temperaturas en el pellet que ingresa al enfriador, por lo tanto, mayor cantidad de humedad será eliminada.

2. CONDICIONES DE OPERACIÓN .-

2.1. Sistema de Almacenamiento de Grasas .-

- Dos tanques cilíndricos, contruídos con planchas metálicas de acero estructural, de 3/16" de espesor; con capacidades aproximadas de 100 Tm cada uno, los cuales están implementados con serpentines de cobre en el fondo de los mismos, por los cuales circula vapor para el calentamiento del ingrediente dentro del tanque.
- Termómetro de mercurio para la lectura de la temperatura al interior del tanque.
- Válvula de compuerta, el cual permite el flujo de vapor hacía los serpentines de calentamiento.

2.2. Sistema de Peletización .-

- Controlar la temperatura en el acondicionador de la prensa, adicionando vapor en forma manual con una válvula de compuerta, previa lectura de un termómetro de mercurio.
- Adición de carga de alimentación en forma manual con una manivela, la cual actúa sobre el regulador de velocidad mecánico del alimentador de la prensa, observando siempre que no se sobrepase el amperaje del motor de la prensa.

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LOS INSTRUMENTOS DE CONTROL PROPUESTOS

1. SISTEMA DE CONTROL PROPUESTO EN LAS UNIDADES

1.1. Sistema de Almacenamiento de Grasas .-

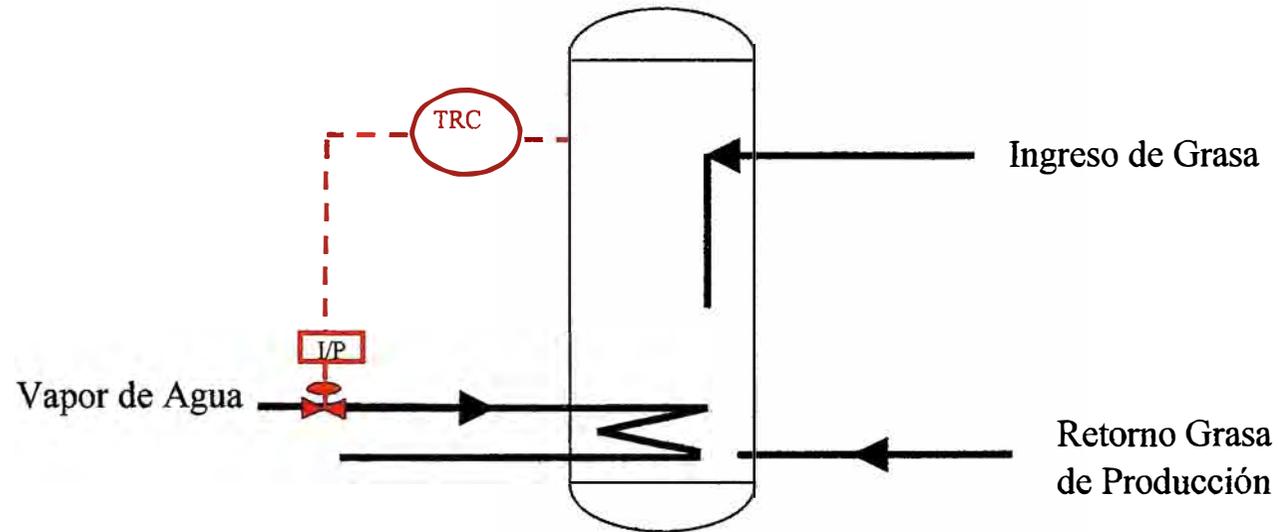
Se propone colocar un sensor de temperatura del tipo de resistencia de platino (PT 100) por ser uno de los instrumentos de mayor sensibilidad, da mayor rapidez de respuesta, de mayor estabilidad y precisión en el tanque de Grasa seguido de un controlador en modo PID teniendo como valor Set Point 37 °C y una variación de +/- 2°C, y que el controlador accione una válvula electroneumática de bola que trabaje con aire y corriente. Esta válvula permitirá el ingreso de vapor al tanque cada vez que la temperatura esté por debajo del set point y operará cuando sobrepase el valor definido. Se utilizará un controlador en modo PID para que accione cuando la temperatura de la grasa esté por debajo de 37 °C, permitiendo así el ingreso de vapor. Como el contenido del tanque es grande la disminución de la temperatura no es muy rápida, además de que constantemente se recircula la grasa que ingresó a producción y no fue utilizada por lo que no se necesita de equipos muy sofisticados. (Ver figuras 14 y 15).

1.2. Sistema de Peletización. -

Se propone colocar un Sistema de Control que consta de dos controladores por Retroalimentación en modo PID, colocando un controlador de temperatura en el Acondicionador, donde se comparará el valor real del proceso, determinado por el sensor de temperatura (Pt 100) a la salida del acondicionador con el valor especificado en el set point. El controlador accionará una válvula electroneumática de bola que trabaje con aire y corriente, el cual permitirá el

SISTEMA DE CONTROL TANQUES DE GRASA

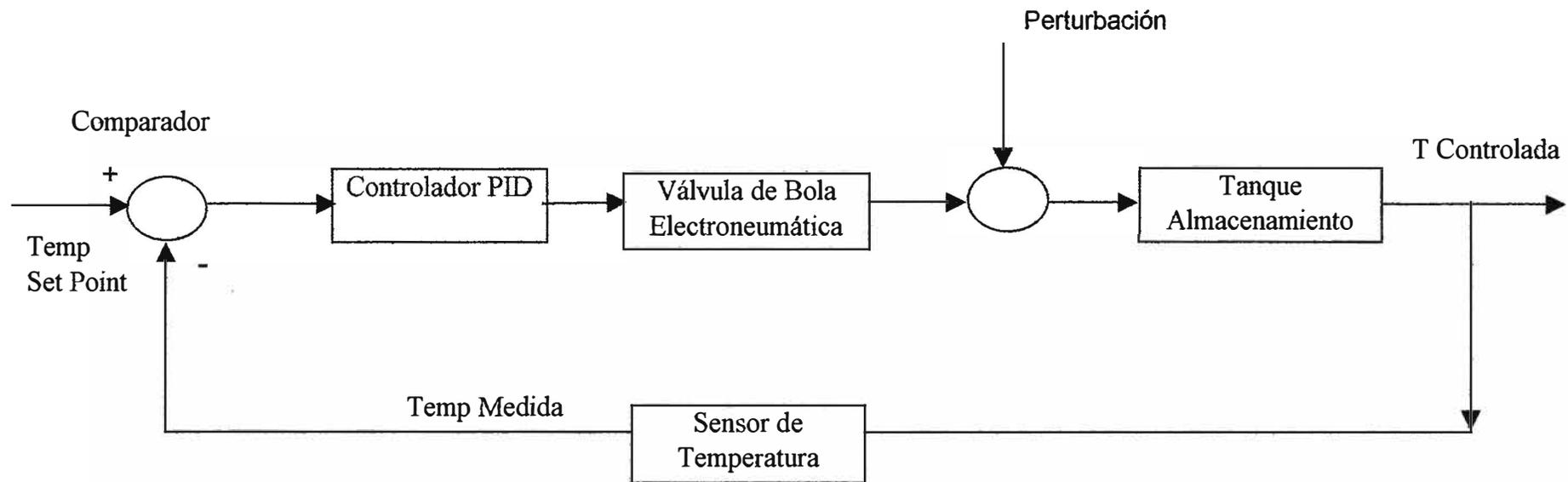
Figura 14



SISTEMA DE CONTROL TANQUES DE GRASA

DIAGRAMA DE BLOQUES

Figura 15



ingreso de vapor al acondicionador cada vez que la temperatura esté por debajo del set point y en forma inversa cuando sobrepase el valor definido.

El segundo controlador por Retroalimentación en modo PID se colocará para regular la velocidad del motor del alimentador, este accionará un variador de velocidad que regulará eléctricamente la velocidad del motor del alimentador, influyendo directamente sobre la carga de alimento al acondicionador cuando el valor real es diferente al especificado en el Set Point.

La masa de alimento ingresará por el alimentador el cual cuenta con un tornillo sin fin que va girando y empujando la mezcla a la cámara de acondicionamiento, donde se le inyectará vapor para incrementar la masa a la temperatura adecuada especificado en el set point. Si la temperatura es mayor que la deseada, entonces el segundo controlador enviará una señal al variador de velocidad del motor del alimentador para que incremente la velocidad de giro del tornillo y liberar rápidamente la masa de alimento a la vez que el controlador de temperatura enviará una señal a la válvula electroneumática para que se cierre y reduzca el ingreso de vapor al acondicionador. Si la temperatura es menor que la deseada entonces ocurrirá lo contrario (Ver Figuras 16, 17 y 18).

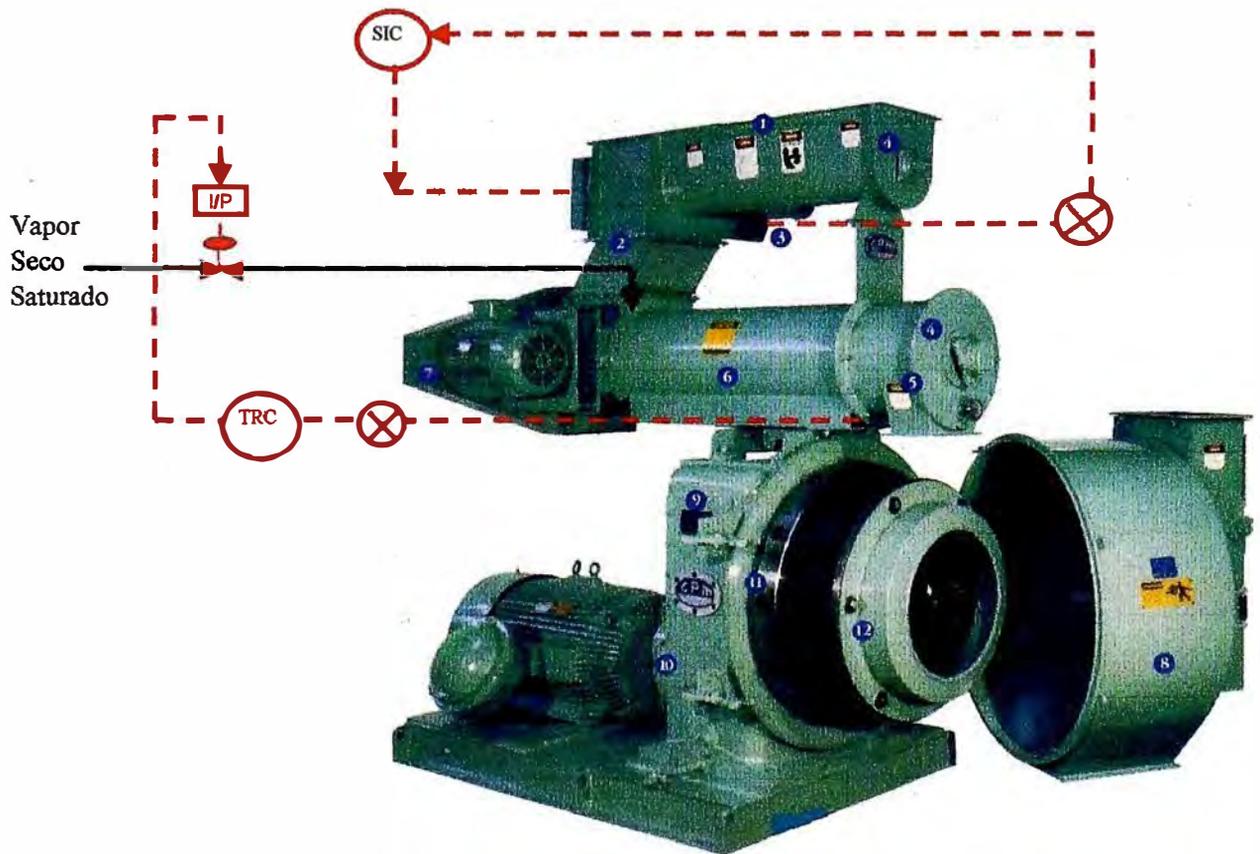
2. DESCRIPCION DEL SENSOR

2.1 Sensor de Temperatura

El tipo de Sensor de Temperatura recomendado es el del tipo de resistencia debido a que son los instrumentos de mayor sensibilidad, de mayor rapidez de respuesta, de mayor estabilidad y precisión; estos sensores se basan en la propiedad de que un conductor eléctrico aumenta su resistencia eléctrica con un incremento de la temperatura. La magnitud de este cambio en la resistencia, por

CONTROL EN SISTEMA DE PELETIZADO

Figura 16

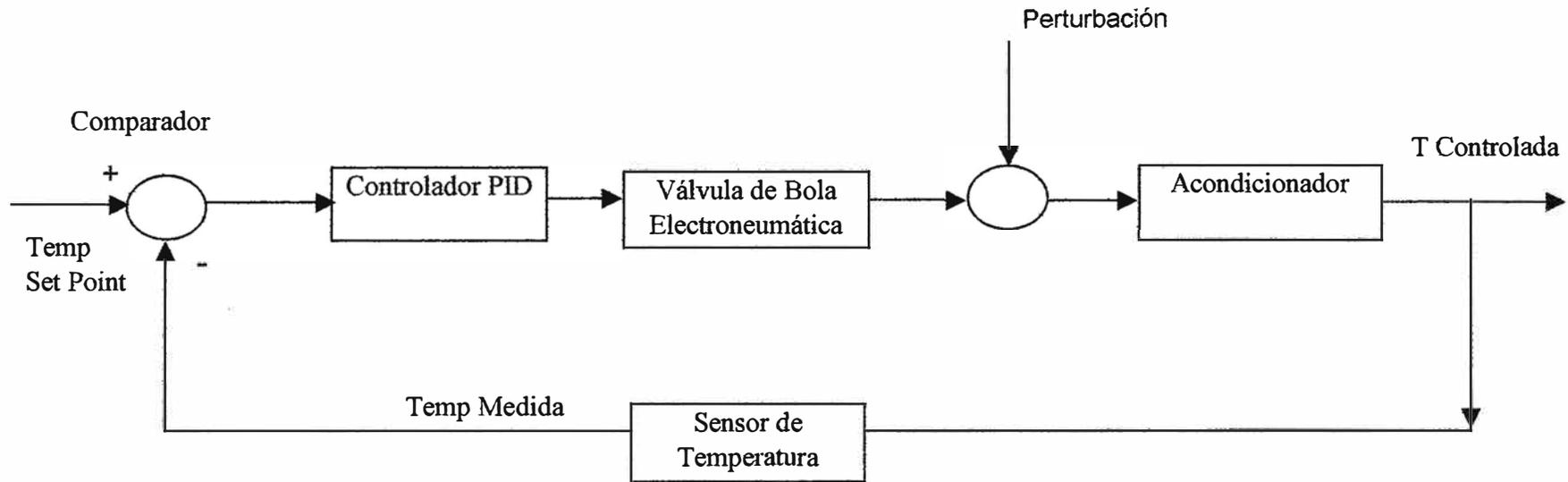


SISTEMA DE CONTROL PELETIZADO

CONTROLADOR DE TEMPERATURA

DIAGRAMA DE BLOQUES

Figura 17

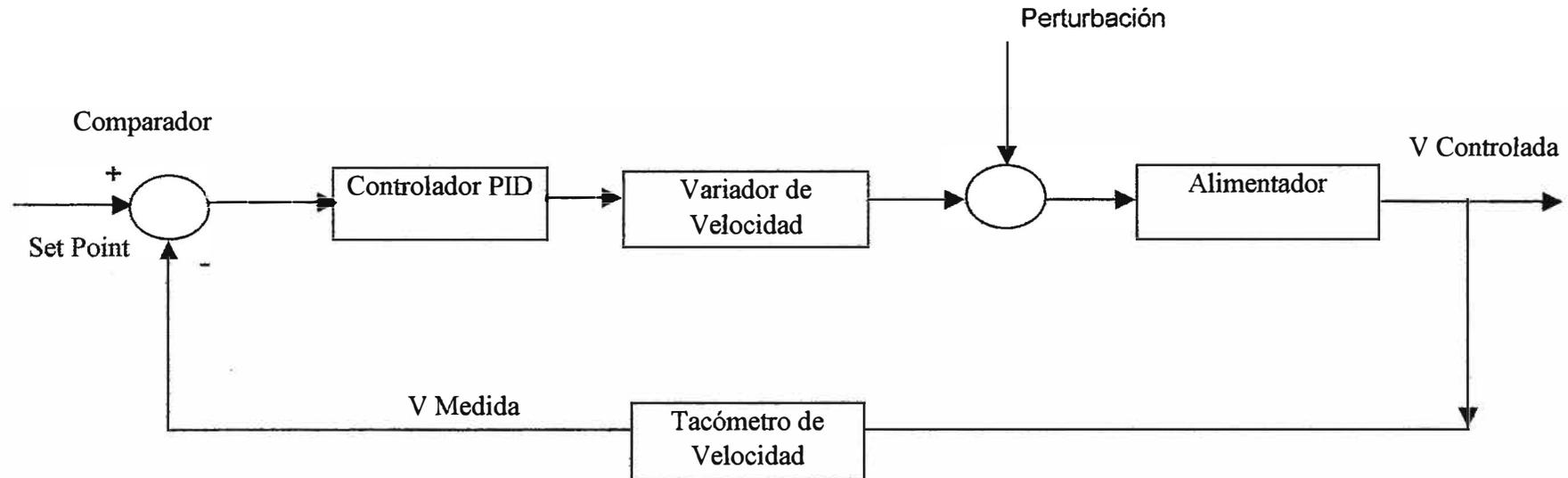


SISTEMA DE CONTROL PELETIZADO

CONTROLADOR DE VELOCIDAD

DIAGRAMA DE BLOQUES

Figura 18



cada grado de cambio en la temperatura se conoce como coeficiente de resistencia con la temperatura (α).

El elemento consiste usualmente en un arrollamiento de hilo muy fino del conductor adecuado bobinado entre capas de material aislante al fluido del proceso y protegido con un revestimiento de vidrio o de cerámica.

Para muchos metales puros, el coeficiente de resistencia es constante en un gran rango de temperatura y es positivo (la resistencia se incrementa con la temperatura). Los materiales más comunes son platino, cobre, hierro-níquel y tungsteno, para los cuales es aplicable la relación.

$$R_t = R_o (1 + \alpha T)$$

$$\text{ó} \quad \frac{dR_t}{dT} = \alpha R_o$$

Para otros metales como el níquel, la relación de variación de la resistencia con la temperatura no es lineal pero puede expresarse como:

$$R_t = R_o (1 + A T + B T^2 + C (T-100) T^3) \quad \text{válida de } -200 \text{ a } 0^\circ\text{C}$$

donde : R_t = Resistencia (ohms) a la temperatura T

R_o = Resistencia (ohms) a la temperatura de referencia (0°C)

α = Coeficiente de temperatura de resistencia cuyo valor entre 0° y 100°C es de $0.003850 \Omega \cdot \Omega^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ en la escala Práctica de Temperaturas Internacional (IPTS-68)

Los materiales que forman el conductor de la resistencia deben poseer las siguientes características:

1. Alto coeficiente de temperatura de la resistencia, ya que de este modo el instrumento de medida será muy sensible.
2. Alta resistividad, cuanto mayor sea la resistencia a una temperatura dada tanto mayor será la variación por grado (mayor sensibilidad).
3. Relación lineal resistencia-temperatura.
4. Rigidez y ductibilidad, lo que permite realizar los procesos de fabricación de estirado y arrollamiento del conductor en las bobinas de la sonda, a fin de obtener tamaños pequeños (rapidez de respuesta).
5. Estabilidad de las características durante la vida útil del material.

Los materiales que se usan normalmente en las sondas de resistencia son el platino y el níquel.

Los termómetros de resistencia de platino se usan como patrón en los laboratorios debido a que es el material más adecuado desde el punto de vista de precisión y de estabilidad pero su costo es alto. Se pueden obtener exactitudes hasta 0.1 °F, aunque los termómetros de resistencia industriales poseen exactitud del orden de 0.5 °F, son capaces de medir con precisión temperaturas de hasta 1650 °F (900 °C). En general en la industria se utiliza sonda de platino con una resistencia de 100 ohmios a 0 °C.

El níquel es más barato que el platino y posee una resistencia más elevada con una mayor variación por grado, sin embargo, tiene como desventaja la falta de linealidad en su relación resistencia-temperatura y las variaciones que experimenta su coeficiente de resistencia depende del lote fabricado.

El Cobre tiene una resistencia uniforme, es estable y barato, pero tiene el inconveniente de su baja resistividad.

Las características de las sondas son:

Metal	Resistividad $\mu\Omega/\text{cm}$	Coefficiente Temp $\Omega \cdot \Omega^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	Intervalo Temp $^\circ\text{C}$	ϕ min hilo mm	Coste Relativo	Resist Sonda a $^\circ\text{C}$, ohmios	Precisi3n $^\circ\text{C}$
Platino	9.83	0.00385	- 200 a 950	0.05	Alto	25,100,130	0.01
N3quel	6.38	0.0063 a 0.0066	-150 a 300	«	Medio	100	0.50
Cobre	1.56	0.00425	-200 a 120	«	Bajo	10	0.10

La variaci3n de la resistencia de las sondas es medida con un puente de Wheatstone dispuesto en montajes denominados de dos hilos, tres hilos o de cuatro hilos, seg3n sean los hilos de conexi3n de la sonda de resistencia al puente. El montaje de dos hilos es el m3s sencillo, pero presenta el inconveniente de que la resistencia de los hilos de la sonda al puente var3a cuando cambia la temperatura, falseando as3 la indicaci3n.

El montaje de 3 hilos es el m3s utilizado en la pr3ctica, en este circuito la sonda est3 conectada mediante tres hilos al puente. De este modo, la medida no es afectada por la longitud de los conductores ni por la temperatura.

El montaje de cuatro hilos se utiliza para obtener la mayor precisi3n posible en la medida, como es el caso de calibraci3n de patrones de resistencia en laboratorio.

2.2. Tac3metro de Velocidad

Existen tac3metros de velocidad mec3nicos o el3ctricos, los mec3nicos detectan el n3mero de vueltas del eje de la m3quina por medios exclusivamente mec3nicos pudiendo incorporar o no la medici3n conjunta del tiempo para determinar el n3mero de revoluciones por minuto (r.p.m.), mientras que los segundos captan la velocidad por sistemas el3ctricos. Para usos industriales se

suelen utilizar los tacómetros eléctricos porque permiten la transformación directa de la señal para alimentar los instrumentos registradores o controladores de panel.

Los tacómetros eléctricos emplean un transductor que produce una señal analógica o digital como conversión de la velocidad de giro del eje de la máquina. Existen los tacómetros de corriente parásitas en el que el eje de la máquina hace girar un imán dentro de una copa de aluminio. El giro del imán induce corrientes parásitas en el aluminio que crean un par resistente proporcional a la velocidad.

Los tacómetros de corriente alterna consiste en un estator bobinado multipolar en el que el rotor dotado de imán permanente induce una corriente alterna. Un voltímetro señala la corriente inducida y por lo tanto el giro en r.p.m. del eje de la máquina.

El tacómetro de corriente continua o dinamo tacométrica consiste en un estator de imán permanente y un rotor con un entrehierro uniforme. La tensión continua recogida en las escobillas del rotor es proporcional a la velocidad en r.p.m. de la máquina. Esta tensión puede leerse en un voltímetro indicador o bien alimentar un instrumento potenciométrico a través de una resistencia divisora de tensión.

El tacómetro de frecuencia o frecuencímetro mide la frecuencia de señal de corriente alterna captada por transductores del tipo electromagnético, capacitivo u óptico que dan impulsos cuyo número es proporcional a la velocidad de giro de la máquina. El transductor no tiene contacto mecánico con el eje rotativo. La medida de la frecuencia puede pasarse a un contador electrónico basado en la medida de revoluciones por unidad de tiempo.

3. DESCRIPCION DEL CONTROLADOR

3.1. Controlador por Retroalimentación en modo PID

Un controlador por Retroalimentación en modo PID es un sistema de realimentación continua de la señal de error del proceso a través del controlador, consiguiéndose gracias a las características de estabilidad del lazo cerrado de control la reducción gradual del error hasta que éste se anula apreciablemente dentro de los límites de precisión de los instrumentos, el cual cuenta los controles proporcional, integral y derivativo para ajustar el error rápidamente y con precisión.

El circuito consiste en un módulo proporcional + integral para fijar la ganancia o banda proporcional, amplificando la desviación entre el variable y el punto de consigna, se fija el punto de consigna y se selecciona la acción directa o la inversa del controlador, y un módulo de acción derivada modificada en donde se encuentra el potenciómetro de acción derivada. El controlador proporcional se basa en el principio de que la magnitud de la repuesta del controlador debe ser proporcional a la magnitud del error, hay una relación lineal entre el valor de la variable controlada y la posición del elemento final de control. En otras palabras, la válvula se moverá en forma proporcional a la señal emitida por el controlador.

Algunos conceptos básicos en el controlador proporcional es la Banda Proporcional BP ó ganancia G. La ganancia es la cantidad de sensibilidad del controlador. La Banda proporcional es la relación inversa de la Ganancia, es el porcentaje de variación de la variable controlada necesaria para provocar una carrera completa del elemento final de control. Estos parámetros ajustables definen con qué fuerza el controlador reacciona a la variación del error.

La acción integral hace que el elemento final se mueva de acuerdo a una función integral en el tiempo de la variable controlada, esta acción hace que se

repita la acción proporcional. Se suele expresar en “minutos por repetición de la acción proporcional”.

La acción derivada existe una relación lineal continua entre la velocidad de variación de la variable controlada y la posición del elemento final de control. Es decir, el movimiento de la válvula es proporcional a la velocidad de cambio de la variable. Esta regulación permite estabilizar el sistema de posición proporcional. La acción derivada se suele expresar en “minutos de anticipo”.

La ventaja del sistema en retroalimentación es que no es necesario un conocimiento completo de las características del proceso, ya que el control se inicia al presentarse una señal de error y el controlador realiza la corrección de forma externa al proceso. La desventaja es que necesita que exista una señal de error para que el controlador actúe iniciando la corrección.

4. DESCRIPCION DEL ELEMENTO DE CONTROL FINAL

4.1. Variador de Velocidad

El variador de velocidad recomendado es uno básico, ya que el motor que acciona el motor del tornillo de nuestro alimentador es pequeño, es de 5 HP y no se necesita un instrumento muy complejo. Por ejemplo, se puede usar un Altivar 66 (ver figura 19-a) de Telemecanique, este es un convertidor de frecuencia cuya finalidad es controlar motores asíncronos trifásicos de jaula en una gama de potencia de 0.75 a 220 kw. Es un variador modular y evolutivo que se adapta perfectamente a los entornos industriales y a las aplicaciones de todo tipo, gracias a su amplio conjunto de accesorios y aditivos. Puede ser utilizado en par constante o en par variable, permite controlar vectorialmente el flujo con o sin captador, se adapta automáticamente a los parámetros específicos del motor. Cuenta con una frecuencia de corte que se modula aleatoriamente para reducir el ruido del motor,

Figura 19



ALTIVAR[®] 66

a) Variador de Velocidad



b) Válvula Electroneumática
Clase DLO(S)-1

al tiempo que se limitan las frecuencias de conmutación y, en consecuencia, las pérdidas en el variador.

En la parte delantera del variador existe un terminal de explotación con una pantalla de cristal líquido que permite mostrar los diversos menús existentes como cambiar el idioma, identificar el variador, reajustar parámetros y la configuración, seleccionar el control local por el teclado, permite visualizar las barras gráficas, los textos, códigos. Cuenta con un conmutador en la parte posterior del terminal para impedir o permitir el acceso a la programación del variador. Las opciones que tiene este tipo de variador es la utilización de una tarjeta de extensión de entrada/salida que permitirá aumentar las funciones del variador, ampliar las características de determinadas funciones y acceder a funciones suplementarias. Otra opción es contar con una tarjeta de control vectorial de flujo, el cual permitirá modificar la gama de velocidad del variador de 1 a 1000 (sin la tarjeta sólo puede modificar la velocidad dentro el rango de 1 a 100), esta tarjeta está especialmente indicada para aquellas aplicaciones que requieren una elevada dinámica en régimen transitorio y un elevado nivel de precisión en la velocidad. Se puede conectar a un bus multipunto estándar RS485 ó RS 422, permitiendo así que pueda funcionar automáticamente.

Dentro de los accesorios cuenta con filtros atenuadores de radioperturbaciones, inductancias de línea para proteger el variador de las sobretensiones de la red y reducir la corriente absorbida, Filtros LC, para ser colocados entre el variador y el motor cuando las conexiones son muy largas, los controles se encuentran instalados en paralelo o para cortes de bajo tensión. También cuenta con un transistor de frenado que permite disipar la energía de frenado a través de una resistencia externa.

El variador Altivar 66 puede alimentar cualquier motor cuya potencia sea inferior a aquella para la que está fabricado. Esta asociación permite resolver

aplicaciones que requieren elevados sobrepares intermitentes. La frecuencia máxima del variador puede regularse entre 25 y 200/400 Hz.

El variador Altivar 66 garantiza una protección térmica del motor prevista para una temperatura de 40 °C en las proximidades del aparato. Si la temperatura del motor excede de 40 °C habrá que prever una protección térmica externa directa mediante sondas de termistancias integradas en el motor.

4.2. Válvula Electroneumática

Se recomienda en ambos casos una válvula neumática o electroneumática. Una válvula electroneumática recomendada es el del tipo DLO(S)-1 de la empresa Leslie Controls, Inc. Esta válvula DLO(S)-1, está diseñada para diversos propósitos como controlar líquidos viscosos o corrosivos limpios o sucios, vapor o gases de baja a mediana presión (ver Figura 19-b).

El diseño del asiento de las jaulas de retención permite eliminar la necesidad o el uso de cualquier parte interna enroscada asegurando facilidad en el mantenimiento y en el reemplazo de las partes aún después de años de uso en ambientes corrosivos. El diseño de la tapa de la válvula también permite un fácil acceso a todas las partes internas para la inspección o mantenimiento sin necesidad de sacar la válvula de la tubería. Este tipo de válvulas permite lograr las más altas capacidades de Cv (número de galones por minuto de agua que pasa través de la válvula cuando la caída de presión es 1 psi) proporcionando flujos máximos y mínimas pérdidas de presión.

Este tipo de válvulas se encuentra disponible en diferentes tipos de materiales para ser usados en una gran variedad de aplicaciones. Los materiales más comunes son de fierro, acero al carbón, acero inoxidable.

El pesado vástago es guiado al tope y al fondo del casquete por unos casquillos guías. Al contrario de las válvulas de una sola guía, este método minimiza el desgaste del asiento causado por la desviación y vibración del obturador. El vástago guiado también elimina cualquier posibilidad de bombeo del fluido - como puede pasar con el vástago guía de las válvulas de globo - eliminando la cavidad del casquillo donde puede atraparse y luego bombeado al empaque.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con el presente trabajo se puede concluir que hasta en el proceso más sencillo se puede aplicar las técnicas de automatización para mejorar el control diario de cualquier proceso.
- Se puede mejorar el control de calidad de la grasa con un Sistema de Control sencillo, como es la estrategia de Control por Retroalimentación en modo PID, esta inversión se compensaría al eliminarse el problema de las pérdidas incurridas por contar con grasa oxidada.
- La estrategia de Control con dos controladores por retroalimentación propuesta para el Sistema de Peletización aliviará bastante el trabajo y ya no se dependerá necesariamente de un personal calificado y con experiencia que es lo que ocurre actualmente, ya que manteniendo fijos los parámetros de temperatura en el Acondicionador y la velocidad del alimentador el sistema de peletización se podría trabajar sólo bajo supervisión.
- Se recomienda hacer un análisis más detallado de los sensores, controles, etc. versus las condiciones reales del Sistema de Peletización, si se desea implementar la estrategia propuesta debido a que lo mencionado en el presente trabajo es meramente una recomendación realizada sin mucho estudio de factibilidad ni de costo.
- Se recomienda implementar lo antes posibles estrategias de Control en los dos sistemas propuestos, las cuales significarían una mejora sustancial de esos procesos y disminuiría las pérdidas generadas normalmente por estos, como son pérdidas de lotes de grasa oxidada, alimento quemado o mal peletizado.

BIBLIOGRAFIA

DeRouchey, J. M., Hancock, J.D., Maloney, C.A., Park, J.S., Lee, D.J., Cao, H., Dean, D.W., y Hines, R.H., 1999b, "Effects of rancidity in choice white grease on growth performance in nursery pigs", *Journal of Animal Science* 77 (Suppl. 1):195.

Egan, H., Kirk, R., & Sawyer, R., "Análisis Químico de Alimentos de Pearson", 4^{ta} edición, Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México, 1991, p. 13-17, 19-39.

Primo Yúfera, E., "Química Agrícola, Volúmen III: Alimentos, 1^{ra} edición, Editorial Alhambra, S.A., España, 1979, p. 1-24.

Lehninger, Albert L., "Bioquímica", 2^{da} edición, Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España, 1985, p. 59-68, 285-289.

Rojas, Sergio, " Nutrición Animal Aplicada ", Universidad Nacional Agraria de La Molina, Lima, Perú, 1973, p. 225-231.

"Manual de Análisis Microscópicos de Alimentos para Animales", The American Association of Feed Microscopists, 1^a. Edición en español, México, 1984, p. 11-20, 24-29, 32-33, 35-42, 47, 49-66.

Scott, M.L., Nesheim, M.C., Young, R.J., "Alimentación de las Aves", Ediciones Agropecuarias, 1^a. Edición en español, Barcelona, España, 1973, p. 13-373

Hidalgo Vasquez, Guillermo, "Manejo del Arroz en la Industria Molinera Normas y Procedimientos Técnicos", Ediciones Graf Scrl., 1^a Edición, 1987, p.19-49

Creus Sole, Antonio, “ Instrumentación Industrial”, Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., 6ª Edición, 1997, p.227-229, 370, 534-537

Boletín Informativo del 25vo Aniversario del Comité de Alimentos Balanceados y Productos Pecuarios, Sociedad Nacional de Industrias, Lima, Perú, 1991, p. 25-81.

Mann, H., Aspectos de Control de Calidad en Plantas de Alimentos Balanceados, Mundo Avícola & Porcino, Lima, Perú, Enero, 2002, p. 11-13.

Páginas web :

Normas FEDNA : Especificación Técnica de Análisis

<http://www.etsia.upm.es/fedna/normas/ANALISISnormas.pdf>

Plan de Asignatura de Nutrición Animal de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria, España

<http://www4.ulpgc.es/departamentos/animal/nutricion/asig.htm>

Medición de Temperatura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<http://www.ufrgs.br/lmm/mec017/termomdiversos.htm>

Sensores de Temperatura, Jonix S.A., Buenos Aires, Argentina

<http://www.jonix.com.ar/sensores.htm>

Alimentos Balanceados, Lima, Perú

<http://www.monografias.com/trabajos/alimentos/alimentos.shtml>

Class DLO/DLOS : Single-Seated, Unbalanced Valves with Cage Retained Seat,
Leslie Controls, Inc; Tampa, USA.

<http://www.lesliecontrols.com/Products/LinearControl/dlo.htm>

Variadores de Velocidad – Altivar 66, Marca Telemecanique, Schneider Electric,
México.

<http://www.schneider-electric.com.mx/sch20100.html>