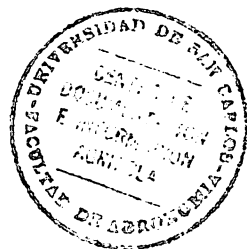


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS



DESCRIPCION DEL PROCESO DE PELETIZADO EN LA
ELABORACION DE ALIMENTOS
BALANCEADOS PARA ANIMALES

JUAN CARLOS JIMENEZ BRAMI

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2001

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS



DESCRIPCION DEL PROCESO DE PELETIZADO EN LA
ELABORACION DE ALIMENTOS
BALANCEADOS PARA ANIMALES

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

JUAN CARLOS JIMENEZ BRAMI

En el acto de Investidura como
INGENIERO AGRÓNOMO
EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DEL 2001

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAIN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr.	EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr.	WALTER ESTUARDO GARCIA TELLO
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr.	MANUEL DE JESUS MARTINEZ OVALLE
VOCAL TERCERO	Ing. Agr.	ERBERTO RAUL ALFARO ORTIZ
VOCAL CUARTO	Prof.	ABELARDO CAAL ICH.
VOCAL QUINTO	Br.	AXEL AURELIANO HERRERA PEREZ
SECRETARIO	Ing. Agr.	EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2001

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos De Guatemala

Señores representantes:

En cumplimiento a las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

DESCRIPCION DEL PREOCESO DE PELETIZADO EN LA ELABORACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES.

Como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el trabajo de Investigación llene los requisitos para su aprobación, agradezco la atención a la presente.

Atentamente,

Juan Carlos Jiménez Brami

ACTO QUE DEDICO

A: DIOS	que siempre me ha dado la fortaleza para seguir adelante y ha iluminado mi camino para alcanzar metas importantes.
MIS PADRES	Carlos Jiménez y María Teresa Bami, por sus sacrificios Realizados para el logro de mi superación.
A MI ABUELITA	María Jiménez (Q.E.P.D.) quien me ayudó a descubrir mi vocación por la Agronomía.
MIS HERMANOS	Luis Alberto y Allan Giovanni con cariño y motivación para que Sigan adelante.
A MI ESPOSA	Celia Isabel Hoffens Bartlett por su ayuda, amor y comprensión Brindado.
A MI HIJOS	Juan Carlitos y a mí linda Fernanda Isabel, quienes son el regalo más lindo que Dios me ha dado.
A MIS TIOS Y TIAS	Jorge, América, Hilda, Hugo y Carmela por su empuje y motivación.
A LA FAMILIA	Penados Zetina por su motivación y empuje brindado en especial A Byron.
A MIS COMPAÑEROS	A todos mis compañeros universitarios por todos los momentos Compartidos
A MIS CATEDRATICOS	Por su valiosa colaboración en mi formación y en especial al Ing. Waldemar Nufio por su apoyo en momentos difíciles.

TESIS QUE DEDICO

DIOS

Todo poderoso ha iluminado mi camino para alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

GUATEMALA

Mi bello pais que me vio nacer

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**Con mucho cariño y a todos los centros de estudio que
Colaboraron en mi formación para llegar a ser un ser un
profesional.**

**A todas las personas que han creído en mi capacidad y que me
han otorgado una oportunidad profesional.**

**A todos los obreros y campesinos que engrandecen a nuestro pais
con su sudor y trabajo.**

AGRADECIMIENTO

A: Mis asesores

**Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
Ing. Agr. Miguel Angel Morales**

**Por su apoyo, orientación y dedicación brindada para la
Ejecución del presente trabajo.**

**Agribrands Purina de Guatemala, S. A. En especial Lic. Juan
Francisco Gómez y al Sr. Ivo Orellana por facilitarme la
Oportunidad de realizar este trabajo.**

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
1. INTRODUCCION.....	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEORICO	3
3.1 MARCO CONCEPTUAL	4
3.1.1 Peletizado	4
3.1.2 Teoría de la aglomeración	5
3.1.3 Aplicación del peletizado	6
3.1.4 Proceso de peletizado de alimentos balanceados para animales.....	7
3.1.5 Ventajas del peletizado	8
3.1.6 Maquinaria de proceso necesaria para peletizar	9
3.1.7 Calidad de peletizado	9
3.1.8 Factores que afectan la calidad.....	10
3.1.9 Aglutinantes	10
3.1.10 Tamaño de las partículas	10
3.1.11 Acondicionamiento de Harinas	11
3.1.12 Tasa de alimentación	12
3.1.13 Velocidad del dado	12
3.2 MARCO REFERENCIAL	
3.2.1 Antecedentes Empresariales	13
3.2.2 Situación actual	13

3.2.3	Sus productos.....	13
3.2.4	Agribands Purina de Guatemala S. A.	14
3.2.5	Departamento de producción	15
3.2.6	Funciones del Departamento	15
4	OBJETIVOS	18
5	MATERIALES Y METODOS DE PRODUCCION	19
5.1	Descripción de las fases preliminares del proceso de peletizado	19
5.2	Peletizado	21
5.3	Equipo	21
5.3.1	Tolvas prepeletizado	19
5.3.2	Alimentador y Acondicionador..	19
5.3.3	¿Qué es lo que sucede adentro del acondicionador?	22
5.3.4	Cámara de peletizado	23
5.3.5	Dados	25
5.3.6	Enfriado	28
5.3.7	Equipos auxiliares en el proceso de enfriamiento	30
5.3.8	Triturado	32
5.3.9	Zarandeo o Clasificador	33
5.3.10	Importancia de la calidad de peletizado	34
5.3.11	Como se establece el PDI en una muestra.....	36
5.3.12	Calidad de los alimentos balanceados para animales	36
5.3.13	Parámetros para análisis de Costos	37
5.3.14	Bondades de los productos peletizados	39
5.3.15	Criterio de mezcla para la formulación de alimentos peletizados.....	40
5.3.16	Criterio para el balance nutricional.....	41

	5.3.17 Materias primas de importancia para producir y su análisis proximal	42
	5.3.18 Productos peletizado que ofrece Purina en el mercado	46
6	CONCLUSIONES	50
7	RECOMENDACIONES	51
8	BIBLIOGRAFIA	52
9	APENDICE	53

INDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1 Trabajo del rodillo sobre el dado.....	8
Figura 2 Diagrama del proceso	19
Figura 3 Alimentador y acondicionador	23
Figura 4 Proceso de compresión y extrusión del peletizado	23
Figura 5 Cámara de peletizado	24
Figura 6 Características de un dado	25
Figura 7 Estructura de uno de los agujeros del dado	26
Figura 8 Diferentes diseños de agujeros del dado	27
Figura 9 Enfriador tipo vertical	30
Figura 10 Sistema de enfriamiento	31
Figura 11 Rodillos trituradores	32
Figura 12 Sistema de clasificación	34

DESCRIPCION DEL PROCESO DE PELETIZADO EN LA ELABORACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES

DESCRIPTION OF PELLETING PROCESS IN BALANCED ANIMAL FEEDS MANUFACTURING

RESUMEN

La producción de alimentos balanceados para animales ha cobrado más importancia debido a las exigencias de las variedades mejoradas genéticamente, que existen ya en el mercado, en este proceso que se ha dado de mejoras genéticas la tecnología de procesamiento de alimentos balanceados ha tenido una participación de mucha importancia, debido a las características que deben de poseer los alimentos balanceados para cumplir con estándares altos tales como conversiones alimenticias, concentraciones energéticas, rendimientos, eficiencias. Este reto es dirigido al sector tanto pecuario que se dedica a la producción de carne, huevos, leche y otros, como al sector agro industrial que debe de llenar requerimientos de producciones de alimentos balanceados de excelente calidad que pueda cumplir con los antes citados.

Como una aportación especial para el sector agronómico se realizó este trabajo descriptivo el cual pretende dar a conocer la tecnología empleada en la fabricación de alimentos balanceados para animales y así dar a conocer esta alternativa para eficientizar la producción pecuaria.

En este trabajo se da a conocer aspectos de tecnología mediante la descripción de los equipos y procesos, así como también se incluyen figuras que ejemplifican procesos y los equipos

de trabajo; así como la secuencia en los procesos en el peletizado de alimentos balanceados para animales.

También se mencionan puntos importantes como lo son algunos parámetros involucrados dentro de la calidad, puntos importantes en los desempeños a nivel de campo, además se citan algunos elementos de importancia a considerar en los costos de producción.

Dentro de las conclusiones y recomendaciones anotadas se puede resumir que el proceso de peletizado es un proceso que otorga un valor agregado al producto elaborado, en el que los puntos principales a mejorar son: la conversión alimenticia, la sanidad, el desperdicio y muchos otros que se traducen en beneficios económicos.

1. INTRODUCCION

El presente trabajo trata sobre la descripción de uno de los procesos térmicos de gran importancia como lo es el peletizado, y este a su vez en la fabricación de alimentos balanceados para animales.

El proceso de peletizado a tomado más importancia en los últimos tiempos debido a las múltiples aplicaciones que tiene en la industria del reciclaje, de los fertilizantes, de los pesticidas, así como la gran área de lo que es el peletizado de alimentos balanceados para animales de diferentes especies, tanto acuáticas como terrestres.

La industria pecuaria ha implementado mejoras en sus procesos durante estos últimos veinte años, con la finalidad de saldar el compromiso que ha debido tomar con respecto a los resultados o desempeño que deben mostrar las especies explotadas comercialmente, y a los requerimientos que las especies mejoradas genéticamente, lo cual se traduce en utilidades para los productores.

La presente descripción hace una referencia a la tecnología del peletizado de una forma general haciendo énfasis en el equipo que es utilizado en el proceso, los parámetros de proceso y de calidad que afectan el peletizado de alimentos balanceados para animales.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria de alimentos balanceados se ha desarrollado aceleradamente debido al incremento tecnológico y las exigencias a las que esta sometida, y por la necesidad de mejoras en los desempeños de las especies de explotación pecuaria. Las mejoras genéticas en las especies ejercen una presión constante sobre los fabricantes de alimentos balanceados para que ellos produzcan alimentos de calidad, y que estos a su vez cumplan con expectativas en cuanto a la alimentación de razas mejoradas. Hay otros factores que obedecen a la demanda de alimentos más especializados como lo son la salubridad, de mucha importancia en la nutrición. Todas las necesidades que se han mostrado a través del tiempo han hecho mejorar la técnica en la manufactura de alimentos balanceados para animales.

Una de las alternativas que la tecnología ofrece a los productores de alimentos balanceados es el peletizado que desde su introducción en los años treintas se ha convertido en uno de los procesos térmicos más importante de la industria alimentaria. Se calcula que de las producciones totales de alimentos balanceados el 60 al 70% son producciones peletizadas. La aplicación de este proceso es amplio para distintas especies: Ganado Vacuno, ganado porcino, avicultura, acuicultura, ganado equino y especialidades, etc. El peletizado nos ofrece como ventajas mejoras en calidad de los productos que trascienden en los resultados de campo.

Considerando lo anterior se hace necesario desarrollar un trabajo que describa la técnica de peletizado utilizada en la elaboración de alimentos balanceados para animales, dar a conocer las ventajas de esta tecnología, maquinaria y equipos así como su secuencia en el proceso. Es importante que se de a conocer esta tecnología como una alternativa a la de la producción de

harinas balanceadas; existen ciertas casas comerciales que están comercializando estos productos en esta presentación, siendo necesario poner a disposición la tecnología empleada como una contribución al desarrollo de la industria alimentaria de animales.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 PELETIZADO

El Dr. Behnke describe el proceso de peletizado como una técnica de procesamiento muy popular en la industria. En términos básicos la peletización convierte a una mezcla de ingredientes finamente molidos en aglomerados densos, de flujo libre (pellets) (1).

Los procesos de aglomeración de partículas son una excelente alternativa con el fin de unir partículas de tamaño micronizado y proporcionarle al producto mejores características físicas de presentación del material que se quiera manejar en operaciones de almacenamiento, transporte, procesos de reacción química ó mezcla físicas posteriores al peletizado (2).

Todos aquéllos materiales difíciles por sus características micronizadas, es decir, materiales con tamaño de partícula cuyo mayor porcentaje en su distribución granulométrica es inferior a una micra, y con la particularidad de poseer una baja densidad, se convierte en un serio problema para la industria su manejo para diversos usos como procesos de reacción, transporte, dosificación, etc., cuanto más si consideramos que el origen de estas sustancias es de procesos contaminantes, de peligro para la salud ó similares.

La única manera de resolver este problema es mediante el proceso de unir estas partículas unas con otras con el fin de incrementar su tamaño y mejorar otras propiedades físicas que permitirán un diferente comportamiento físico como lo proporciona el material peletizado en comparación al polvo original (2).

3.1.2 TEORIA DE LA AGLOMERACION DE PARTICULAS

Primero, es necesario explicar qué es el proceso de aglomeración de partículas que es lo que haremos a continuación: La teoría de aglomeración se basa en el hecho de que ciertos materiales como el sulfato de amonio tienen la característica de poderse unir las partículas entre sí a través de enlaces del tipo de fuerzas de Van Der Waals ó iónicos por la adición de un aglomerante que generalmente es el agua.

El proceso de aglomeración de partículas consta de dos pasos fundamentales: la creación de la semilla de crecimiento y después el crecimiento de la misma incorporando la suficiente humedad para crear el pelet del tamaño deseado en el disco peletizador (2).

3.1.3 APLICACION DEL PELETIZADO

Remoción de polvos para proporcionar un ambiente laboral limpio de polvos para proteger la salud de los trabajadores. El polvo puede provenir de diferentes procesos de manufactura, por ejemplo la producción de un fertilizante a partir de una solución rica en sulfato de amonio por un proceso de secado por aspersión, de almacenamiento ó en general de manejo de materiales. El proceso de aglomeración reduce estos polvos a una presentación mucho más fácil de manejar porque ya no habrá tantos polvos fugitivos micronizados y de esta manera, se podrán disponer, reciclar y reducir su volumen de almacenamiento (2).

En la refinación de algunos minerales, la reducción a partículas finas es necesaria para hacer la separación de éstos del mineral deseado, y después hay que volver a aglomerarlos para darles una presentación adecuada para los usuarios y también para los residuos a fin de que su disposición sea eficiente y segura (2).

Muchos procesos por lotes requieren una alimentación uniforme y un polvo que se volatiliza fácilmente no puede dosificarse adecuadamente por control de peso, por lo que, también aquí sirve la aglomeración de partículas (2).

Muchos productos en forma de polvos como fertilizantes, insecticidas, herbicidas y otros de la industria alimenticia, son mucho mejor manejables en forma de pellets para su aplicación en particular en su campo (2).

La recuperación de materiales valiosos tales como cemento, alimentos procesados, etc. solamente puede ser factible mediante este proceso (2).

Los hogares para la combustión de leña normal tienen el inconveniente de que no pueden ser alimentados de forma continua con material combustibles con el resultado de que producen demasiado calor o muy poco. Solo el agua como medio de acumulación podría suministrar ese calor de forma continua. Una alternativa a lo anterior existe siendo esta la madera peletizada la cual con un diámetro de 6 a 8 mm, son muy adecuadas para obtener una buena combustión y a la vez la calefacción necesaria. Además es un excelente método de reciclado de desechos de madera (aserrín y birutas), que se transforman en materias primas para este proceso que hasta hace algún tiempo no podían utilizarse. Al contrario de lo que sucede con las astillas de madera, que tienen riesgo de crear hongos durante su almacenaje, los peletizados de madera se pueden almacenar sin problemas. La madera proporciona energía limpia a partir de biomasa renovable, porque el proceso de combustión es neutro respecto del CO₂. Esto quiere decir que la combustión desprende la misma cantidad de dióxido de carbono que previamente había sido absorbido por el

árbol. Un metro cúbico de madera peletizada tiene un considerable peso de cerca de 650 kilogramos y un poder calorífico de 5.2 kWh por kilo (3).

El peletizado tiene una importancia alta en lo que se refiere a la producción de alimentos balanceados. Existe una serie de ingredientes que llegan a la industria proceden de diversas fuentes y con diferentes características los cuales aportan diferentes contenidos nutricionales, todos estos pueden ser molidos y mezclados para fabricar una harina balanceada para determinada especie de acuerdo a sus requerimientos, y si al anterior proceso añadimos el proceso térmico del peletizado, le daremos a la mezcla un valor agregado muy importante (1).

3.1.4 PROCESO DE PELETIZADO DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES

La formación de los pellets ocurre en la mordida del producto entre los rodillos y el dado. Además todas las actividades relacionadas con el proceso, tales como el acondicionamiento, enfriamiento, etc. Apoyan y aumentan la acción en ese punto del sistema (2).

El peletizado depende de las características físicas del alimento en cuanto a las características físicas de la materia prima que esta constituyendo la mezcla. Por ejemplo, si la mezcla de ingredientes contiene una gran cantidad de productos fibrosos como el bagazo, salvado o alfalfa molida, la prensa gastará gran cantidad de energía en comprimir la mezcla hasta la densidad necesaria para formar pellets. Por el contrario, para un alimento relativamente denso como una harina alta en grano y soya, la prensa usará menos energía para comprimir y una mayor cantidad para el rendimiento.

El pelet se forma en el ángulo de espacio que se encuentra entre los rodillos y el dado. Los otros procesos relacionados con la operación, como el acondicionamiento, el enfriamiento, etc. En realidad apoyan y aumentan el procesamiento en ese punto del sistema. Para entenderse la mecánica del proceso se muestra en la Figura 1.

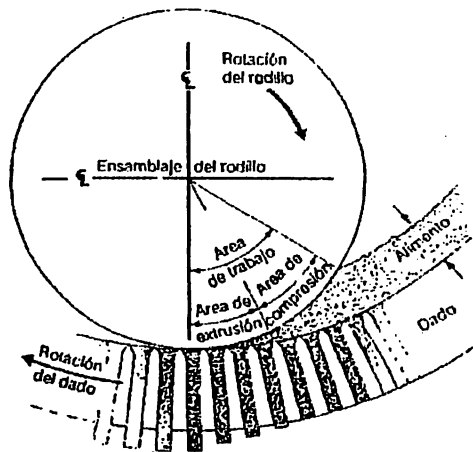


Figura 1 trabajo del rodillo sobre el dado

3.1.5 VENTAJAS DEL PELETIZADO

Hay algunas razones para justificar el proceso del peletizado:

- a. Mejor desempeño del animal.
- b. Menor desperdicio del animal.
- c. Reducción de alimentación selectiva.
- d. Mejor densidad a granel.
- e. Mejores características para el manejo del material.
- f. Destrucción de microorganismos dañinos.
- g. Expectativas de los consumidores (2).

- h. Mayor disponibilidad de nutrientes.
- i. Menor energía requerida para el consumo de alimento.
- j. Menor carga de patógenos en los alimentos balanceados.
- k. Mayor densidad a granel (reducción del costo del flete al transportar).
- l. Reducción de merma de producto por bajo contenido de polvos o finos.
- m. Mejor manejo en equipo automático de alimentación (4).

3.1.6 MAQUINARIA DE PROCESO PARA PELETIZAR

- a. Tolvas
- b. Alimentador
- c. Acondicionador
- d. Cámara de Peletizado (prensa: dado y rodillos)
- e. Enfriador
- f. Zaranda (clasificador)

3.1.7 CALIDAD DEL PELLETIZADO

La calidad de los pellets esta enfocada a la capacidad del mismo para resistir el manejo sin que se rompa demasiado o genere polvo (2).

O bien en el caso de alimentos acuáticos se mide la durabilidad y flotabilidad en el agua (4).

La durabilidad es la integridad física de los alimentos balanceados acabados en pelet, en el manejo y transporte con una mínima generación de polvo y de pellets quebrados. Típicamente esto se mide como porcentaje de pellets o de finos a los que se dan los alimentos balanceados a

los animales, o por un índice de durabilidad del pellet (PDI, lo cual representa el porcentaje por peso del pellets que sobreviven la prueba estándar de durabilidad (KSU “vuelco de lata”) (4).

3.1.8 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD

Los factores que afectan la calidad de los pellets.

- a. Formulación.
- b. Tamaño de la partícula de los ingredientes.
- c. Acondicionamiento de la Mezcla.
- d. Tasa de alimentación.
- e. Velocidad del dado.
- f. Especificaciones del dado (2).

3.1.9 AGLUTINANTES

Casi todos los productores de alimentos balanceados llegan a utilizar en alguna ocasión los aglutinantes para producir pellets más durables. Los más comunes son las arcillas coloidales y los sulfonatos de lignina, pero también existen muchos otros, algunos efectivos en ciertas condiciones y otros no tanto. La mayoría carece de valor nutritivo y ocupa un espacio considerable en la formulación, lo que incrementa significativamente el costo de la dieta. Si bien hay casos en los que justifica el uso de los aglutinantes, es preferible aumentar la durabilidad del pellet modificando la formula o cambiando la configuración del dado y el modo de separación de la peletizadora (5).

3.1.10 TAMAÑO DE LAS PARTICULAS

Casi desde que se inicio a fabricar alimentos peletizados, el tamaño idóneo de las partículas para obtener buenos resultados ha sido una cuestión polémica. En experimentos con

dietas que contenían 40, 60 y 70 por ciento de maíz o de sorgo molido, Young (1960) no encontró diferencias significativas en la durabilidad del pelet cuando las porciones de grano eran de molido grueso, regular o fino.

Smith (1962) experimentó con raciones que contenían un alto nivel de maíz (65 y 80%) y registro un ligero aumento de la dureza de los pellets en el probador de dureza Stokes y una mejoría muy ligera en el porcentaje de firmeza, medido como el porcentaje de finos de maíz molido en un tamiz de molino de martillo de 1/16" en vez de 1/8" (5).

3.1.11 ACONDICIONAMIENTO DE HARINAS

Muchos investigadores han demostrado una y otra vez que la durabilidad de los pellets y la eficiencia del peletizado pueden mejorarse eficiencia en gran medida el harina se acondiciona apropiadamente con vapor. El vapor hace que los aceites naturales comunes a la mayoría de los granos vayan a la superficie de las harinas y estos lubrican el dado de la peletizadora. Esto reduce el desgaste del dado y el ensamblaje de los rodillos y por consiguiente, aumenta las tasas de producción (5).

En algunos casos el acondicionamiento profundo del pellet puede resultar contraproducente desde el punto de vista de la durabilidad. Si el material se desliza con demasiada facilidad, el tiempo de permanencia en el orificio del dado disminuye, lo que a su vez reduce la durabilidad y tambien la gelatinización, provocada por el calor y la fricción en el dado (5).

3.1.12 TASAS DE ALIMENTACION

A nadie le interesa reducir las tasas de alimentación para mejorar la calidad de los pellet, pero debemos admitir que se trata de un método al alcance de todos los operadores de peletizadoras. Al hacer esto, el tiempo de permanencia de determinada partícula de la harina en el orificio del dado (espesor) aumenta, sin que sea necesario modificar el dado. La eficiencia mejora la calidad del pellet (5).

3.1.13 VELOCIDAD DEL DADO

Existe muy poca información publicada sobre los efectos de la velocidad del dado en el rendimiento de la peletizadora y la calidad del pelet. Leaver (1982) afirma que una velocidad óptima para periférica de 2000 pies /min. Es la velocidad óptima para pelet con diámetro entre 1/8" y 1/4", y que las velocidades del dado de 1200 a 1300 pies /min. Producen cubos de mejor calidad "5/8, 3/4" y con un diámetro mayor. (5)

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 ANTECEDENTES EMPRESARIALES

La empresa Ralston Purina internacional es una empresa transnacional fundada en los años 1894 por el señor William Danforth, en un almacén de forrajes frente al río Mississippi, en el estado de San Louis Missouri en los estados Unidos de América. La historia de Purina ha estado estrechamente ligada al fabuloso desarrollo de la ganadería y avicultura. En épocas pasadas se necesitaban de 12 a 14 semanas para criar pollos y con un consumo de 6 kgs de alimento ahora se necesitan de 6 a 7 semanas con un consumo de 4 kgs de alimento. A través del tiempo han habido cambios en cuanto a la estructura de los negocios, como la especialización de algunas plantas en lo que se refiere a la fabricación de alimentos para perros y la fabricación de alimentos para animales de explotación pecuaria.

3.2.2 SITUACIÓN ACTUAL

Las fabricas que se dedican a la fabricación de alimentos balanceados para animales de explotación pecuaria son del grupo transnacional Agribands Purina, siendo este el caso de la planta de Guatemala; el resto de plantas se ubican norte América, América del Sur, Asia y Europa. El Grupo Agribands Purina se fusionó al Grupo CAN (Cargill Animal Nutrition) con lo que se estima ser la empresa fabricante de alimentos balanceados más grande del mundo.

3.2.3 SUS PRODUCTOS

Agribands Purina de Guatemala, S. A. Se dedica a la formulación y producción de alimentos balanceados para animales en diferentes presentaciones como lo son las harinas, pellets y etts (granulos), estos alimentos son fabricados para una gama de especies, y dentro de

una especie determinada se establecen fases para determinado periodo de su desarrollo, por ejemplo: inició, crecimiento, desarrollo, finalizado.

Entre las líneas de producción que se pueden mencionar están:

- a. Ganado lechero
- b. Ganado de engorde
- c. Cerdos
- d. Caballos
- e. Avicultura de postura
- f. Avicultura de engorde
- g. Acuicultura
- h. Mascotas

3.2.4 AGRIBRANDS PURINA DE GUATEMALA, S. A.

Purina de Guatemala S.A. inició sus operaciones en 1960 como una integración ya que contaba con granjas de pollo de engorde, incubadoras, un matadero y una planta productora de alimentos; la operación incluía también los restaurantes de Pollo Caporal. La ubicación de la planta productora de alimentos balanceados esta ubicada en el kilometro 11 carretera hacia el Pacífico.

Es así como la empresa se encuentra operando en nuestro país, desde hace 40 años.

3.2.5 DEPARTAMENTO DE PRODUCCION

El departamento de producción es el área encargada de la manufactura de los alimentos balanceados para lo cual cuenta con diferentes sub departamentos:

- a. Mezclado: esta área es de gran importancia se especializa en la homogenización de todos los ingredientes o materias primas que son formuladas.
- b. Area de molienda: esta área se especializa en la preparación o molienda de ciertos ingredientes que se hace necesaria su reducción de partículas para posteriores procesos.
- c. Area de peletizado: Esta área es de gran importancia por el valor agregado que otorga a los alimentos balanceados.
- d. Area de Empaque: esta área es encargada de darle un envasado y una presentación óptima a los productos producidos.

3.2.6 FUNCIONES DEL DEPARTAMENTO

El departamento de producción tiene funciones específicas en las siguientes áreas:

- a) Administración de la materia prima: el departamento tiene la responsabilidad de recibir y almacenar la materia prima.
 - a.1) Recepción: mensualmente se elabora una compra y recepción de acuerdo a las proyecciones de venta.

- a.2) Almacenamiento: luego de la recepción de la materia prima, se almacenan en las bodegas para la conservación óptima de sus características físicas y propiedades químicas mediante una rotación cronológica en su consumo.
- b) Procesos: El departamento de producción es el encargado de utilizar la materia prima para la elaboración de los productos, siguiendo para ello los diferentes procesos como mezclado, molido, peletizado, aplicación de covers, empacado, de acuerdo a las formulaciones que están regidas aun sistema de optimización , normas y estándares establecidos como porcentajes de finos gruesos, humedades y temperaturas.
- c) Administración de recursos humanos: Administrar al personal del departamento mediante programas de seguridad industrial, programas de entrenamiento, programas de desarrollo laboral y programas de motivación.
- d) Calidad: La calidad se asegura mediante el constante monitoreo del producto terminado en el porcentaje de finos, gruesos, porcentaje de humedad y temperatura, así como la formación de comités de auditorías, entrenamiento y programas enfocados a la calidad.
- e) Costos: El objetivo del departamento es producir alimentos de alta calidad al costo más bajo, el objetivo del costo es establecido en base al volumen de venta que se maneje.
- f) Mantenimiento: Mantener operando la planta en forma confiable mediante un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, con un índice de confiabilidad altamente competitivo.

- g) Servicio al cliente: El departamento tiene la atribución de ofrecer el mejor servicio al cliente en el despacho de pedidos en un tiempo determinado.

4.OBJETIVOS

4.1 General

Dar a conocer los elementos más generales del proceso de peletizado en la producción de alimentos balanceados para animales como una tecnología alternativa.

4.2 Específicos

- 4.2.1 Dar a conocer el proceso de peletizado en la producción de alimentos balanceados.
- 4.2.2 Dar a conocer maquinaria y equipo empleado en el peletizado de alimentos balanceados para animales.
- 4.2.3 Dar a conocer parámetros y variables que afectan el peletizado.
- 4.2.4 Dar a conocer los parámetros de calidad que deben de ser tomados en cuenta en la calidad de peletizado.

5. MATERIALES Y METODOS DE OPERACIÓN

5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS FASES PRELIMINARES AL PROCESO DE PELETIZADO

Para comprender claramente el proceso de peletización se presenta en la figura 2 del proceso de producción.

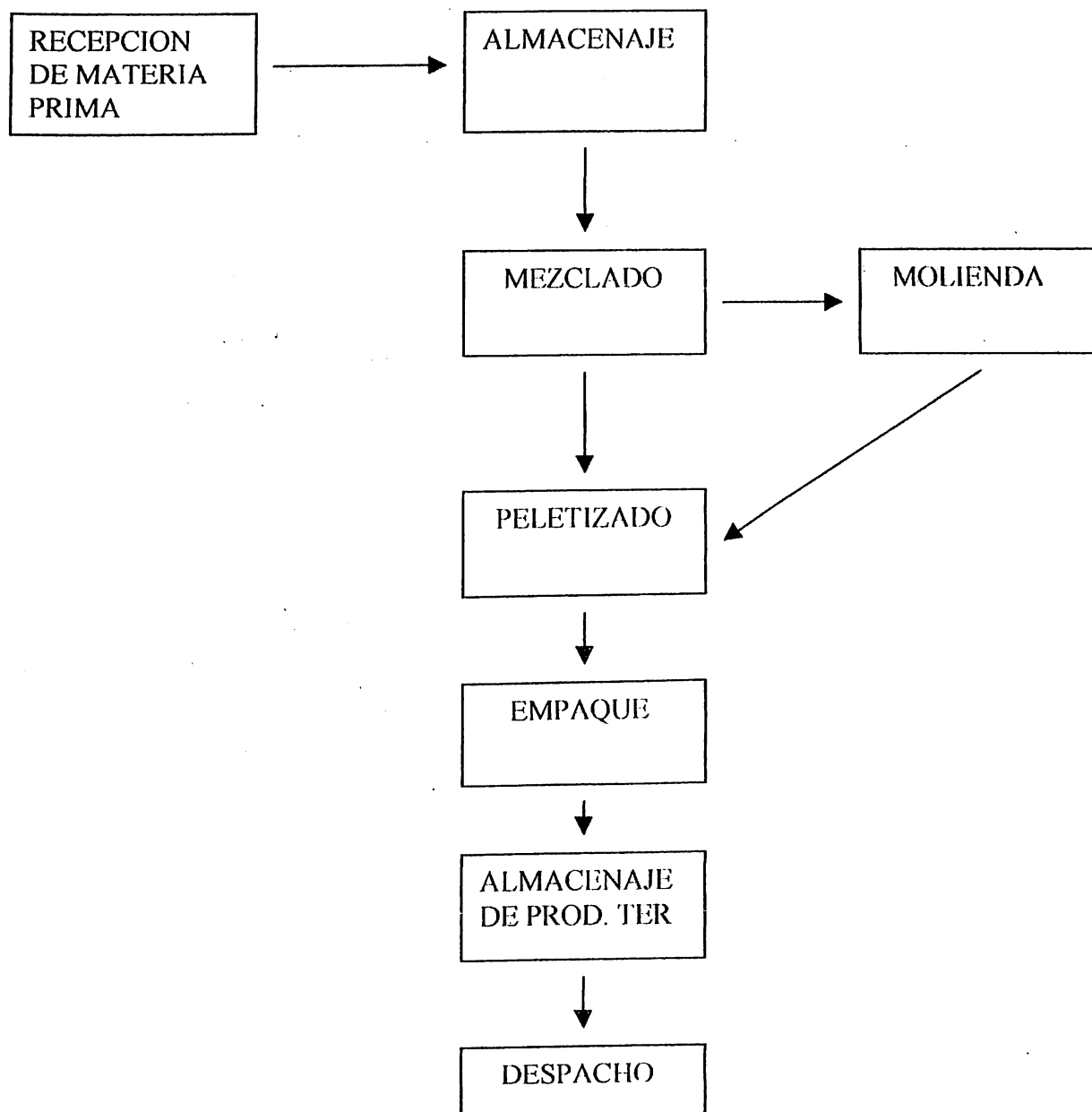


Figura 2 Diagrama del proceso

La recepción de la materia prima es monitoreada desde la entrada mediante controles físicos como la humedad, texturas y peso volumétrico, paralelamente se efectúa un bromatológico completo.

El almacenaje es una fase sumamente importante, ya que en este lapso se pueden dar infestaciones de plagas por lo que es importante el control de estas mediante fumigaciones preventivas con fumigantes piretroides para evitar la residualidad de este, además se llevan a cabo los controles de consumo en base a una cronología de su antigüedad.

Una vez los ingredientes han sido bien almacenados se procede al pesado de estos de acuerdo a las cantidades requeridas en la formulación y se procede al proceso de mezclado que se define como el proceso de homogenización de las distintas materias primas que conforman la fórmula, este se lleva cabo en un tiempo de dos minutos.

La molienda es el proceso mecánico de la reducción de las partículas a tamaños más pequeños para beneficiar procesos posteriores de producción como el peletizado. Esta molienda es realizada por un molino de martillos y que logra diferentes texturas dependiendo de las mallas o zarandas que se utilicen.

El peletizado es un proceso de producción que otorga un valor agregado a las mezclas el cual se trata ampliamente en el presente trabajo.

El empaque es un proceso de suma importancia ya que en este es donde se realiza la última inspección visual de los productos, aquí se controlan los pesos y el correcto empacado de los alimentos balanceados de acuerdo a la presentación y a la línea o especie.

El despacho no es más que el cargado de las ordenes hechas por los clientes de acuerdo a un programa de pedidos emitido con 48 horas de anticipación, lo cual otorga eficiencia y productividad al departamento de producción.

5.2 PELETIZADO

El peletizado no es mas que un proceso de compresión mecánica a través del movimiento rotativo entre el rodillo y el dado de una harina mezclada para obtener un derivado comprimido con características de alta calidad. El proceso de peletizado es un proceso complejo en el que se obtienen múltiples beneficios, para que este proceso se pueda efectuar se hace necesario la operación de varios equipos distribuidos en una torre (vertical).

5.3 EQUIPO

5.3.1 TOLVAS PREPELETIZADO

Estas tolvas son las encargadas de almacenar transitoriamente la harina que será peletizada. Estas tolvas son de diferentes dimensiones, dependerá del tamaño de la operación y de los productos que se vayan a peletizar. Los materiales utilizados en la construcción de estas tolvas son básicamente metal y las capacidades varían de 15 a 25 toneladas.

5.3.2 ALIMENTADOR Y ACONDICIONAMIENTO

El alimentador no es más que un tornillo sin fin que gira en sentido de giro para proveerle producto a la siguiente máquina llamada acondicionador de una forma uniforme y

constante, los hay en diferentes tamaños dependiendo del tamaño de operación que se desee. Los alimentadores actualmente usados cuentan con una capacidad de 10 toneladas por hora y giran a velocidades variables de acuerdo a lo que se requiera en cuanto a producción.

El acondicionador es un mezclador horizontal de paletas que se encarga de mezclar el vapor y melaza con la harina, esta máquina gira a cierto número de revoluciones por minuto. En esta máquina se produce el proceso del acondicionamiento que tiene suma importancia en lo que se refiere a calidad del pelet y eficiencia de la producción, los acondicionadores únicamente los hay con este diseño de paletas. Las condiciones del acondicionamiento dependerán del producto a procesarse o de los ingredientes que conforman la mezcla. Las dimensiones de sus longitudes varían entre 3 y 2.5 metros, con un diámetro de 0.5 metros.

Las variables a controlar en el acondicionador más importantes son las que provee el vapor como la temperatura y la calidad de éste (dependerá de la presión que se maneje en el sistema).

5.3.3 ¿QUÉ ES LO QUE SUCEDE ADENTRO DEL ACONDICIONADOR?

En el acondicionador existe una serie de paletas fijas o variables, puertos de entrada de vapor y de inyección de líquidos (melaza ó grasa) que se conjugan para realizar una mezcla uniforme durante cierto tiempo (1 minuto), en este tiempo la mezcla se pone en contacto con el vapor que proveerá temperatura y humedad, lo que provocará un rompimiento de las cadenas de almidones y el fenómeno de gelatinización de estos.

De este proceso depende la calidad del pelet en un 20%. A continuación se muestra en la figura 3 un alimentador sobre un acondicionador.

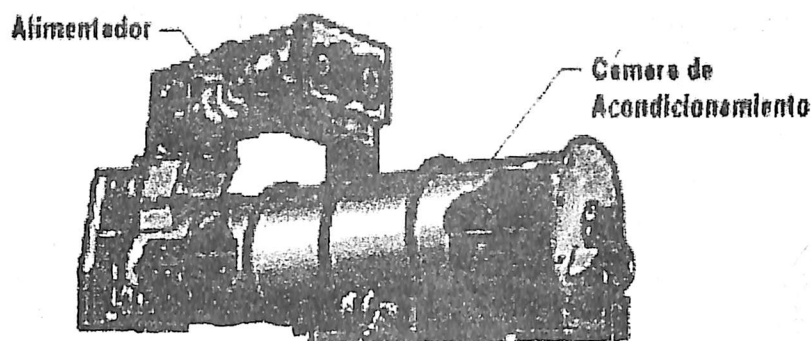


Figura 3 Alimentador y acondicionador

5.3.4 CAMARA DE PELETIZADO

La cámara de peletizado esta conectada al alimentador por una fosa que da paso a la prensa que a su vez esta conformada el dado y los rodillos. Una vez que el producto entra en la cámara es distribuido por un plato o deflector de alimentación que lo distribuye uniformemente para ser compresionado por los rodillos a través del dado o matriz que ejercen una fuerza opuesta entre sí obteniendo el formado de los pellets. A continuación la figura 4 detalla el proceso de compresión que ocurre en la cámara de peletizado entre el rodillo y el dado.

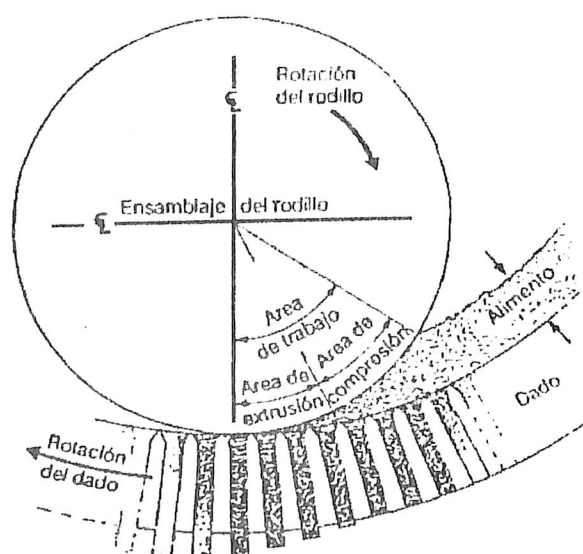


Figura 4 Proceso de compresión y extrusión del peletizado

La humedad que es ganada durante el acondicionamiento disminuye el esfuerzo de formación de los pellets.

El dado el parte que gira en sentido de las agujas del reloj y los rodillos se mantienen fijos, estos tienen la capacidad de ser ajustados sobre el dado para realizar de la mejor forma la operación.

El dado gira entre 197 y 250 RPM dependiendo de la maquina que se trate, ya que la tecnología varía entre una marca, en la actualidad se utilizan dados con una aliación especial de cromo y acero.

La fuerza rotativa del dado la provee un motor con cierta potencia (Hp) colocado en un punto de equilibrio donde pueda transmitir a través de un eje el movimiento rotativo a una placa donde se encuentra colocado el dado y es asegurado por cinchos de metal o bien por tornillos especiales. En la figura 5 se muestra la posición del motor y la parte interna de la cámara de peletizado donde se observa el dado y los rodillos montados.

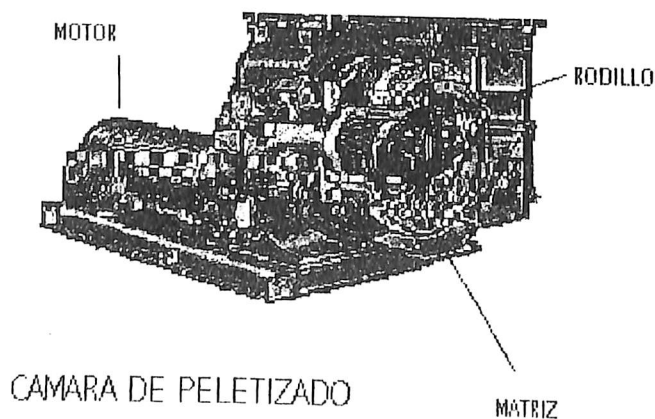


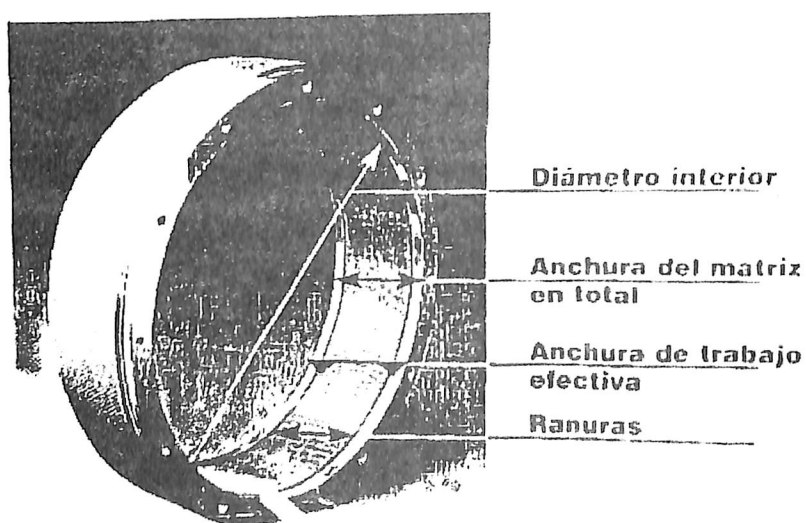
Figura 5 Cámara de peletizado

El dado o matriz es una unidad básica en el peletizado, existe una tecnología amplia desarrollada respecto al diseño del dado, con lo que se pueden satisfacer los distintos requerimientos de calidad y productividad para diferentes productos. Por lo tanto es importante darle la importancia necesaria a este.

5.3.5 DADOS

Los dados son una pieza fundamental en la producción de alimentos balanceados peletizados ya que depende de su diseño será calidad del producto que se elabore y la duración que estos tengan desde que se inicia su uso. Hay dados resistentes a la abrasión, resistentes a quebraduras, resistentes a la corrosión, etc.

A continuación la figura 6 muestra el modelo de un dado.



DADO O MATRIZ

Figura 6 Características de un dado

Como se puede observar es una rueda conteniendo agujeros, los cuales pueden variar en número y diámetro; a menor diámetro mayor número de agujeros, esta es la regla más común que puede aplicarse al diseño de un dado. El diseño de un agujero también puede variar y este dependerá de las necesidades de calidad que se tengan, del rendimiento y de las características de la mezcla que se quiera peletizar. A continuación, la figura 7 define la ingeniería del los orificios de un dado. Depende de las dimensiones del dado será la productividad que este tenga.

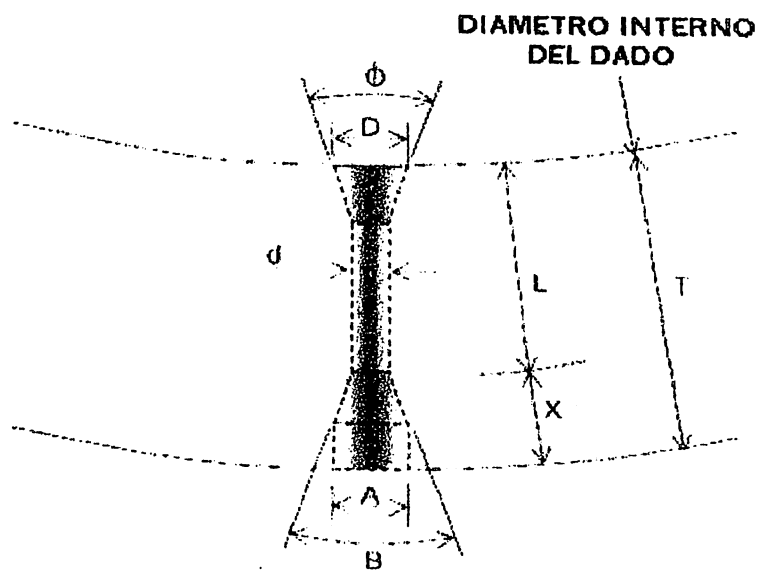


Figura 7 Estructura de uno de los agujeros del dado

d = diámetro del pellet

L = Longitud Efectiva

T = Grosor total del dado

D = Diámetro de la entrada

O = Angulo de entrada (avellanado)

X = Profundidad del cono de salida (alivio)

B = Angulo de agujero de salida

A = Diámetro del agujero de salida

L/d = relación de compresión

Las anteriores variables son las que se toman como modificadores, dependiendo de lo que queramos producir. A continuación se muestra en la figura 8 los diferentes tipos de avellanado y los diferentes alivios que pueden presentarse por aparte o combinados en el dado.

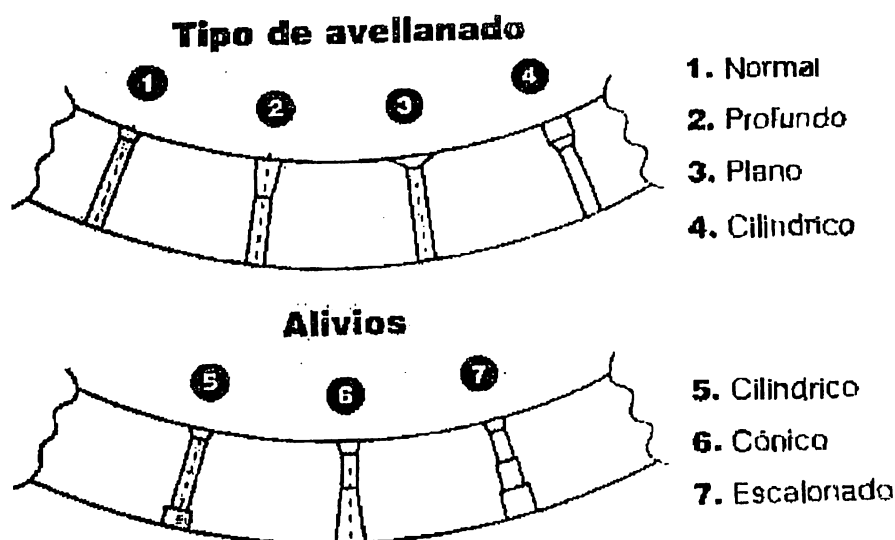


Figura 8 Diferentes diseños de agujeros del dado

Hay múltiples formas de hacer variar un dado y todas van encaminadas a que producto y para que especie queremos producir, tomando en cuenta su productividad pero sin descuidar su calidad. Una vez logrado el objetivo del peletizado se realizan otros procesos secundarios como lo es el enfriamiento, transporte y clasificación de gruesos, finos y producto terminado como derivados del proceso en general.

5.3.6 ENFRIADO

¿POR QUÉ ENFRIAMOS LOS PELLETS?

Los pellets ganan humedad a través del proceso de acondicionamiento y la cual es proporcionada en su mayoría por el vapor aplicado a la mezcla durante el descrito proceso, además de la temperatura que se incrementa significativamente por lo menos en un 100% a la temperatura ambiente y en otros casos hasta 95° C, dependiendo de la especie a la que vaya dirigido el producto; otra de las formas por las que gana temperatura el pelet es por la fricción que se da al pasar el producto harinado por el agujero del dado. La ganancia de humedad oscila típicamente entre 1 y 4% de humedad.

La humedad a la que se debe de secar el producto es de un 12% con una temperatura de unos 5° C sobre la temperatura ambiente. El equilibrio que se guarde entre humedad y temperatura es bien importante para la conservación de los alimentos a través del tiempo de almacenaje.

Sí bajamos mucho la humedad de los pellets esto repercute en:

1. Problemas de aceptación con los animales que están comiendo el alimento.
2. Disminuye la durabilidad del pellet que provoca problemas de calidad.
3. Los pellets se hacen más sencibles a disminuir de tamaño.

Sí dejamos la humedad demasiada alta resulta en:

1. Hay proliferación de agentes micoticos (hongos) en corto tiempo.
2. De la misma forma también se produce un efecto de problemas de durabilidad en los pellets.
3. Provoca problemas de pegado del producto en las tolvas de empaque.

El proceso del enfriado se lleva a cabo por los enfriadores, para lo cual hay diferentes tipos de estos:

- a. Enfriador horizontal.
- b. Enfriador vertical.
- c. Enfriador contra flujo.

La función de un enfriador es sumamente importante para lo que es la calidad del producto terminado, Para que un enfriador funciones debe de darse el siguiente proceso: El enfriador remueven humedad del pellet. Esto se refiere técnicamente a "transferencia de masa" de humedad fuera de los pellets en el aire. Las enfriadoras también remueven el calor de los pellets. Esto se refiere técnicamente a "transferencia de calor" de los pellets en el aire. La enfriadora es entonces usada para traer de regreso el calor y la humedad a un rango aceptable el producto terminado. A continuación se muestra en la figura 9 de un enfriador tipo vertical que es uno de los que ha tenido más uso en el mundo de los alimentos balanceados y que la actualidad es utilizado en Guatemala.

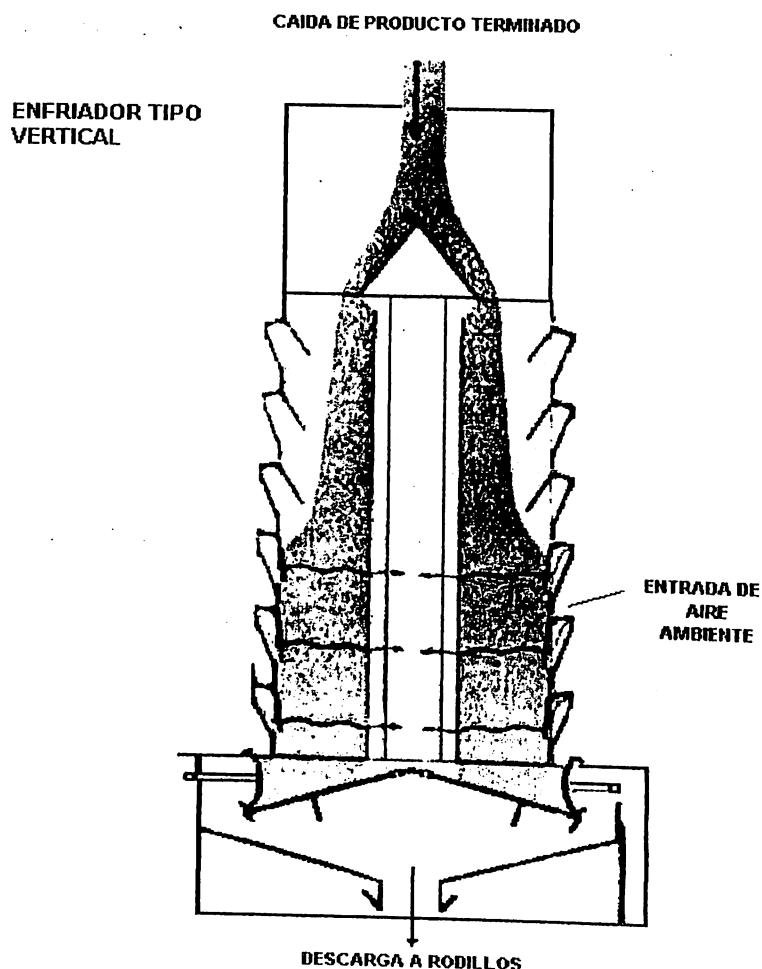


Figura 9 Enfriador tipo vertical

5.3.7 EQUIPOS AUXILIARES EN EL PROCESO DE ENFRIAMIENTO

Ventilador: El enfriador utiliza una corriente de desplazamiento negativo, la cual es proveída por un ventilador girando en sentido contrario a las agujas del reloj el cual a su vez es movido por un motor, este ventilador esta conectado al enfriador por un tubo que transfiere la humedad y calor desplazados del pellet al ambiente. Típicamente un enfriador requiere de 800 a 1,000 pies cúbicos por minuto de aire para cada tonelada por hora en la peletizada.

Ciclón: Durante la succión del aire cargado de humedad y temperatura se da un arrastre de partículas minúsculas las cuales deben de hacerse regresar al sistema mediante un diseño de recolección de polvo que debe de llevarse de regreso al sistema de alimentación donde posteriormente es retornado al proceso con lo cual puede reducirse la pérdida en este, el proceso de recolección de polvo se da gracias a una estructura llamada ciclón.

A continuación se muestra en la figura 10 un sistema de peletizado con un enfriador tipo horizontal en el que se puede apreciar los componentes auxiliares anteriormente descritos y la importancia que tienen en el proceso.

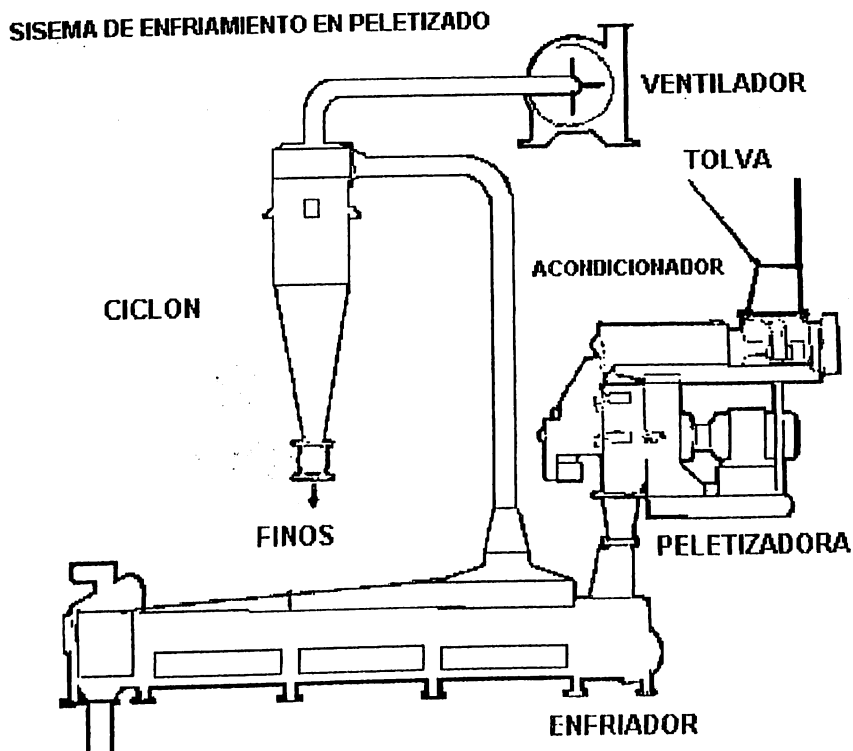


Figura 10 Sistema de enfriamiento

Una vez extraída la humedad y el calor en los pellets estos son transportados a un sistema de selección el cual se denomina zarandeo, pero antes puede pasar a un proceso previo de producción de una presentación que se llama etts.

5.3.8 TRITURADO

El triturado es un proceso que se desarrolla después de haber peletizado y secado los pellets y no es más que un proceso de rompimiento de los pellets para formar gránulos los cuales se les hacen llamar de varias formas: Etts, Crumbler o migajas. Depende de la región en que nos encontremos se le dará un nombre.

Los gránulos son producidos por una maquina llamada rodillos los cuales son dos barras de acero girando en forma encontrada las cuales poseen cierta corrugaciones en una distribución de 8 a 10 corrugaciones por pulgadas. Los rodillos tienen una dimensión aproximada de 8 pulgadas de diámetro por 52 de largo. A continuación se muestra en la figura 11 una máquina de rodillos.

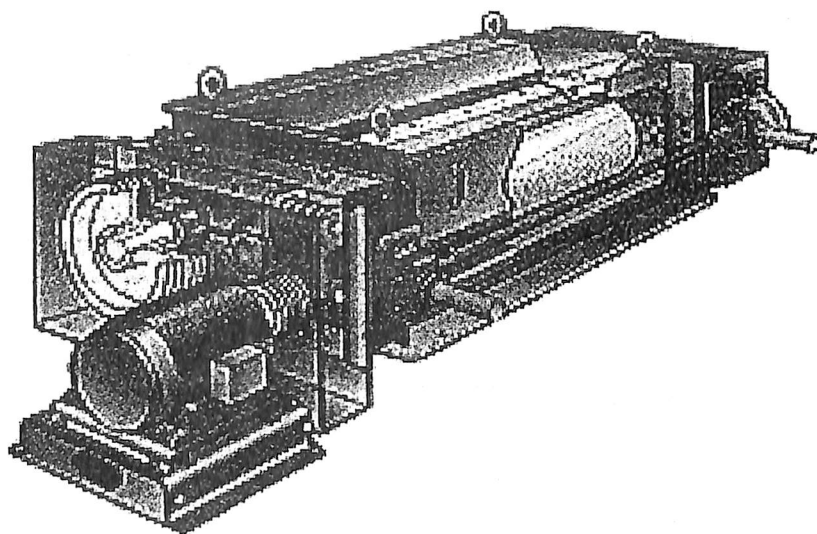


Figura No. 11 Rodillos trituradores

Esta forma de presentar los alimentos esta dirigida especialmente a las fases de inicio de ciertas especies como lo es los alimentos de pollo, camarones, gallinas ponedoras, Granja familiar.

Después de producir los pelles o etts, estos deben de pasar a una etapa de clasificación donde se seleccionará el producto final.

5.3.9 Zarandeo o Clasificador

Los pellets formados y enfriados son normalmente cernidos para remover partículas grandes y finos antes de ser enviados a los clientes. El grado de cernido depende de las condiciones del mercado local, especificaciones del cliente y/o de la especie a la que vaya dirigida.

El proceso de zarandeo es un proceso básicamente de clasificación, el proceso se da de la siguiente forma:

Los pellets grandes y las basuras son regresados al proceso para ser reducidos por los golpes de la transferencia hasta que lleguen a un tamaño que puedan ser clasificador como producto terminado. Esto sucede en la primera malla, hablando en de descenso.

A continuación son clasificados los pellets que son los aptos para la venta y cuya dirección son las tolvas de empaque. Esto ocurre el la segunda malla.

Los finos que pasan por la malla que clasifico el producto terminado serán regresados al proceso.

La figura 12 es la descripción más común en un sistema de zarandeo o de clasificación.

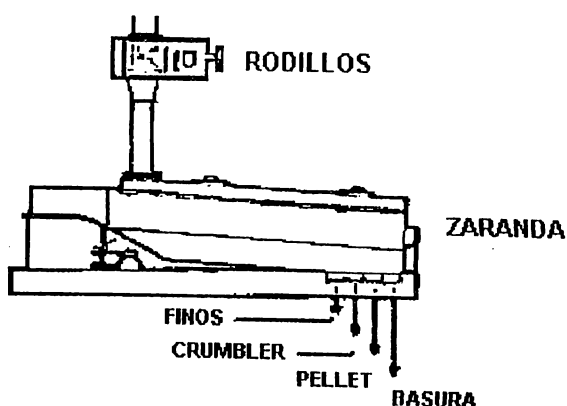


Figura 12 Sistema De clasificación

5.3.10 IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE PELETIZADO

La importancia de la calidad de los pellets es uno de los puntos más relevantes en el desarrollo de esta operación, el objetivo principal de los fabricantes por supuesto conseguir costos de producción competitivos para ser la opción número 1 para los productores que consumen el peletizado.

En la medida que se produzca un peletizado de baja calidad los resultados serán mostrados en el campo a través de malos resultados de conversiones alimenticias, tamaño de huevo, producción de leche, relación carne vrs. Grasa, dependiendo de la especie de explotación pecuaria en la que se este trabajando.

La calidad del pellet esta definida como la capacidad del pellet de soportar el manejo mecánico repetido sin que se de un rompimiento excesivo del pellet. Existen muchos factores que se encuentran interrelacionados que actúan en el logro de un buen pellet, o sea que el pellet debe de tener un PDI alto (índice de durabilidad del pelletizado), entre algunos factores que podemos mencionar están:

- a. Adición de aglutinantes naturales: Harina de pan, Harina de yuca, y cualquier ingrediente con contenido alto en almidones.
- b. Adición de aglutinantes artificiales. Productos comerciales cuyo ingrediente activo son los lignosulfonatos (Durapell, pell plus, durapell, puribinder, Ranger y pegabind).
- c. Contenido de fibra en las fórmulas.
- d. Calidad de acondicionamiento.
- e. Inclusión de grasa en las fórmulas.
- f. Reducción de la partícula de la mezcla.
- g. Características del dado para lograr una correcta relación de compresión.
- h. Filo de la cuchilla cortadora.
- i. Velocidad periférica del dado.
- j. Enfriamiento adecuado.
- k. Sistemas de transferencia adecuados para traslado del pellet.

5.3.11 COMO SE ESTABLECE EL PDI (índice de durabilidad del pellet) EN UNA MUESTRA

El método es realmente sencillo, sometemos 100 gramos de muestra sin finos a un periodo de golpe de 10 minutos el cual es proporcionado por una máquina llamada Rout up, Una vez realizado el período de agitación se tamiza en un tyler o Tamiz #8 (64 agujeros por pulgada cuadrada). Una vez obtenida esta muestra se realiza una relación porcentual entre el producto quebrado (finos) y el producto que quedó entero:

La relación se muestra de la siguiente forma:

$$\text{PDI} = \frac{\text{Finos tamizados} - \text{Muestra total}}{\text{Muestra total}} \times 100$$

6.3.12 CALIDAD DE LOS ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES

La calidad de los alimentos balanceados depende de una serie de factores no así de un solo proceso, en esta está involucrada la calidad de la materia prima, el proceso de almacenaje de la materia prima, la calidad del mezclado de los ingredientes que conforman la formula, la calidad de molienda, la calidad del proceso térmico que apliquemos, la calidad de empaque que se utilice y por último la calidad de almacenaje del producto terminado. Todos los factores anteriormente descritos pueden ser modificados o corregido con el fin de lograr mejoras y es aquí donde la tecnología de los alimentos balanceados para animales se sigue desarrollando para lograr los máximos beneficios económicos para los productores de las diferentes especies de explotación agropecuaria.

5.3.13 PARAMETROS PARA ANALISIS DE COSTOS

El costo de peletizar alimentos es superior al de fabricar únicamente una harina, los costos se incrementan naturalmente por el equipo y la labor utilizada en el proceso. Entre los elementos a considerar para analizar el costo que se incrementa por el peletizado podemos mencionar los siguientes:

Capacidades de peletizado: La capacidad del sistema peletizador es importante para lograr tonelajes altos por hora laborada ya que depende de este punto nuestros costos pueden ser diluidos aunque la inversión se un poco más amplia en cuanto a infraestructura.

Tiempo perdidos por cambios de productos en fabricación: es de suma importancia evitar los tiempos muertos por cambio de producto.

Duración del Dado y rodillos: estas son las piezas de desgaste más importantes y es de suma importancia seleccionar las adecuadas al proceso y/o producto que se vaya a realizar.

Equivocaciones / errores de operación: los errores de operación suelen ser uno de los mayores problemas en las plantas productoras y tienen un costo significativo.

Costos de Electricidad: el costo de la energía es uno de los costos de mayor importancia en la operación, ya que todos los equipos son activados con energía eléctrica, por lo que se debe de evitar hacer arranques innecesarios además trabajar los equipos en vacío.

Costos de combustible: El combustible utilizado en la operación es para proveer vapor por medio de la caldera la cual puede funcionar con diesel o Bunker. El gasto de combustible dependerá del tamaño de la caldera y esta dependerá a su vez del tamaño del sistema de peletizado.

Merma: Tener el control de la merma en el sistema de producción es sumamente importante, el control de las fugas es vital para evitar que se pierda producto al ambiente.

El costo de los equipos varía de acuerdo a las capacidades que se requieran en un sistema, para un sistema de peletizado de 10 toneladas por hora podemos citar los siguientes costos de equipos:

a. Tolvas y estructura de soporte: US \$ 200,000

b. Alimentador: US \$ 3,000

c. Acondicionador: US \$ 5,000

d. Prensa peletizadora: US \$ 75, 000

e. Enfriador: US \$ 18,000

f. Rodillos trituradores: US \$ 7, 000

g. Zaranda clasificadora: US \$ 25,000

h. Sistemas de transferencia: US \$ 35,000

El costo de los sistemas de peletizado depende del equipo que se desee instalar, del tamaño de la operación que se quiera montar y del producto o productos que se quieran fabricar.

5.3.14 BONDADES DE LOS PELETIZADOS

Los productos peletizados como se pudo describir a través del documento tienen muchas ventajas las cuales se pueden resumir en una mejora de la relación beneficio/costo la cual es lograda básicamente por la mejora en las conversiones alimenticia (consumo del animal vrs. Peso final), cantidad y calidad de postura en el caso de aves ponedoras, o producción y calidad de leche en el caso de ganado lechero. Debido al proceso que se ve sometida la harina esta se hace más disponible a las especies que lo consumen.

Otra de las ventajas adicionales y de mucha importancia de los productos peletizados es la sanidad de los productos que se obtiene al haber sometido la harina a altas temperaturas dentro del acondicionador eliminando patógenos que pueden provocar problemas en el campo en las especies que lo consuman.

Cuando un animal consume harinas en el caso de los cerdos, vacas y otras especies mayores pueden estar sometidos a problemas respiratorios provocados por la inhalación de harinas, este problema puede evitarse con el consumo de alimento peletizado.

El manejo a granel es mucho más efectivo ya que no hay problemas de que se produzca desmezclado como suele producir en una harina común.

La reducción de la alimentación selectiva es un punto bien importante que va de la mano al bajo desperdicio que se da en los comederos. Para citar un ejemplo en el caso de el pollo de engorde este suele ser muy selectivo con respecto al grano molido de maíz y otros productos gruesos que están disponibles en la harina mezclada, este efecto se puede eliminar con el pellet o bien con el etts., ya que todos los microingredientes como vitaminas, minerales y otros de importancia estarán presentes en los pellets o gránulos producidos.

5.3.15 CRITERIO DE MEZCLA PARA LA FORMULACION DE PELETIZADOS

Los alimentos balanceados peletizados tienen características físicas muy particulares como producto terminado que ya fueron tratadas con anterioridad, pero es importante revisar como se logra obtener un pelet de calidad cuidando las proporciones de ingredientes importantes en cuanto a su base.

Uno de los ingredientes de mayor importancia en las fórmulas es el maíz, especialmente en las formulaciones de cerdos y en las formulaciones de pollo, en fórmulas como estas la inclusión clave de maíz es el 50% lo que nos evitará que el pelet se haga quebradizo y que tenga problemas en el amarre en el momento de querer compactar, el estándar que debemos de aplicar para el maíz para una mezcla peletizada debe de ser de 700 a 800 micrones.

Los subproductos de trigo como los afrechos son un fuente valiosa de fibra que tiene un límite en la fórmula ya que a mayor fibra incluida la formula se hará más dura en el proceso de peletizado, podríamos incluir no más de un 25% en una fórmula para tener buenos resultados de rendimientos.

Otro de los productos que puede ayudar en la peletización pero puede causar problemas es la grasa que es una fuente de energía para el animal que consume la mezcla. La mezcla se desfavorece en el proceso de peletizado cuando se fórmula arriba del 2% ya que los pellets se vuelven demasiado suaves y quebradizos lo que nos produce problemas de calidad. Si la inclusión es por debajo del 2% nos producirá un efecto lubricante en el dado y a su vez nos proporcionará efectos de ahorro en energía por bajo esfuerzo en el motor (amperios) y en cierta manera prolonga la vida del dado.

Los aglutinantes naturales son una parte primordial en lo que se refiere a la formulación de productos peletizados porque estos sufren con la temperatura y la humedad proporcionada por el

vapor un desdoblamiento de almidones y a la vez la gelatinización de estos que a su vez al ser enfriados producen un efecto cementante que mejoran la calidad del pellet.

Estos son los criterios de mezcla más importantes que deben de ser tomados en la en la producción de alimentos peletizados para animales para guardar los parámetros óptimos de calidad y de productividad.

5.3.16 CRITERIOS PARA EL BALANCE NUTRICIONAL

Toda fórmula debe de estar calificada por un análisis proximal. Dentro de los puntos que se califican en una fórmula están los siguientes:

Proteína: La proteína es la parte más importante en una formula ya que de ella dependerá la formación de tejido muscular (carne). Hay diferentes ingredientes que nos proporcionan proteína: derivados de subproductos vegetales la harina de soya, la harina de maíz, gluten de maíz. Derivados de sub productos animales: la harina de carne y la harina de pescado.

Grasa: La grasa funciona en el metabolismo como fuente de energía para el desempeño metabólico de las especies. La grasa puede ser de tipo animal (res, cerdo, pollo, pescado), de tipo vegetal (maíz, soya, palma). La grasa puede ser obtenida de otros subproductos como el pulimento de arroz, sub productos de aves.

Fibra: La fibra juega un papel de mucha importancia en la digestión ya que esta estimula la motilidad en aparato digestivo de algunas especies, de la concentración de esta materia prima depende la calidad del aprovechamiento de los nutrientes. Entre los sub-productos que aportan esta fracción están el afrecho de trigo, la harina de olote, la cascarilla de arroz y el germen de maíz.

Humedad: La concentración de humedad es importante para mantener el balance de hidratación en los animales así como para la conservación de los productos al estar almacenados, la humedad que contienen los productos puede ser de constitución por parte del ingrediente o bien ganada por el proceso.

5.3.17 MATERIA PRIMAS DE IMPORTANCIA PARA PRODUCIR Y SU ANÁLISIS PROXIMAL

a. Maíz:

PROTEINA:	7.5 - 9.5%
GRASA:	2.5 - 4.5%
FIBRA:	2.0 - 3.0%
CENIZAS:	0.5 - 2.5%
XANTOFILAS:	8.0 - 20 ppm (cuando es grano amarillo)

b. Harina de olote

PROTEINA:	1.5 - 5.0
FIBRA:	34.0 - 40.0
HUMEDAD:	6.0 - 10.0

c. Germen de maíz

PROTEINA:	10-12%
GRASA:	8 - 12%
FIBRA:	6 - 9 %

d. Gluten

PROTEINA:	60 - 70%
GRASA:	1 - 3 %
FIBRA:	1 - 3 %

XANTOFILAS: 100- 350 ppm

e. Cascarella de arroz

PROTEINA: 2 - 4%
FIBRA: 38 - 48%
CENIZAS: 10 - 25%
HUMEDAD: 8 - 11%

f. Pulimento de arroz

PROTEINA: 10 - 16%
GRASA: 11 - 21%
FIBRA: 6 - 18%
CENIZAS: 10 - 25%

g. Afrecho

PROTEINA: 13 - 17%
GRASA: 2 - 4%
FIBRA: 8 - 12%
CENIZAS: 4 - 7.5%

h. Harina de soya

PROTEINA: 42 - 46%
GRASA: 0.5 - 2 %
FIBRA: 5 - 8%

i. Alfalfa

PROTEINA: 12 - 23%
GRASA: 2 - 7%
FIBRA: 18 - 35%
CENIZAS: 10 - 13%
XANTOFILAS: 150 - 200 ppm

j. Sub producto de aves

PROTEINA: 55 - 69%
GRASA: 8 - 18%
CALCIO: 2 - 6%

FOSFORO: 1.5- 3%

k. Harina de hueso y carne

PROTEINA: 43 - 48%
 GRASA: 7 - 14%
 CALCIO: 11 - 14%
 FOSFORO: 3 - 40%

l. Harina de hueso

PROTEINA: 20%
 HUMEDAD: 5%
 CENIZAS: 95-99%
 CALCIO: 34%
 FOSFORO: 14%

Las diferentes especies que alimentamos poseen características importantes en cuanto a las necesidades de consumos, compatibilidad entre ingredientes y digestibilidad, a continuación se describe por especie consumidora estos parámetros.

Pollo de Engorde: la base de estos alimentos es el maíz el cual es incluido de un 60 a un 70% este es compatible con ingredientes afrechos que proporcionan fibra, harina de soya que proporciona la proteína de origen vegetal, y como fuente de grasa el pulimento de arroz; la digestibilidad de estos ingredientes es alta y no produce ninguna reacción adversa en esta especie.

Cerdos de Engorde: la base de estos alimentos es el maíz y la soya cual es incluido de un 70 a un 80% que proporcionan los carbohidratos y proteínas a las formulas este también es compatible con ingredientes como el afrecho, germen de maíz que proporcionan fibra, y como fuente de grasa

el pulimento de arroz; la digestibilidad de estos ingredientes es alta también y no produce ninguna reacción adversa en esta especie.

Caballos: Los caballos son de las especies más complejas de alimentar, la base de este alimento también es la soya y el maíz incluyéndolos en un 50% en las formulas como fuentes proteicas, además como fuentes de fibra los afrechos y la alfalfa son de gran importancia, utilizando como fuente de energía la melaza; la digestibilidad de estos ingredientes es alta también y no produce ninguna reacción a excepción de la alfalfa que tiene sus limitaciones de inclusión.

Ganado Lechero: La parte primordial de las estas formulas es llenar los requerimientos de fibra los cuales se logran con ingredientes como Afrecho, germen de maíz, cascarilla de arroz, harina de olote, estos ingredientes son de gran importancia en la digestibilidad de otros ingredientes que aportan otros nutrientes pero que van en cantidades menores como maíz, soya. La digestibilidad de estos ingredientes es alta también y no produce ninguna reacción adversa en esta especie.

Biocamaroninas: Los requerimientos de esta especie son altos en proteína la cual es conseguida en base a soya y harina de pescado las cuales tienen digestibilidad alta por parte de la especie, además se incluyen ingredientes como afrechos que proporcionan la fibra en la fórmula.

Todos los alimentos peletizados son de alta digestibilidad debido al valor agregado que proporciona el proceso de acondicionamiento que produce un precocido que mejora la digestibilidad en todas las materias primas que sean usadas en el proceso.

5.2.18 PRODUCTOS PELETIZADOS QUE OFRECE PURINA EN EL MERCADO

La producción de alimentos balanceados esta siendo ofrecida en base a programas de alimentación diseñados a cumplir con los requerimientos dependiendo de la etapa del animal.

A continuación se describen los productos peletizados que son fabricados incluyendo su análisis garantizado.

Línea de cerdos

- a. Destetina: Proteína no menos de 18%; Grasa no menos de 3%; Fibra no más de 4.5%. Consumo del lechón a libre acceso, de 14 a 23 libras dependiendo de la capacidad de lactancia de las marranas. El consumo inicia a los 7 días del destete.
- b. Lechoncina: Proteína no menos de 17%; Grasa no menos de 2%; Fibra no más de 6%. Consumo a libre acceso, a las 10 semanas de edad. El consumo aproximado en el ciclo es de 67 libras por animal.
- c. Desarrollina: Proteína no menos de 15.5%; Grasa no menos de 2%; Fibra no más de 6.5%. Se administra a libre acceso como única fuente de alimento de los 71 días hasta los 119 días de edad. El consumo en la etapa es de 188 libras.
- d. Jamonina: Proteína no menos de 14%; Grasa no menos de 2%; Fibra no más de 6%. El consumo inicia a los 120 días de edad hasta los 150 días, el consumo aproximado es de 211 libras.
- e. Lacticerdina: Proteína no menos de 14%; Grasa no menos de 4%; Fibra no más de 5%. Se da como única fuente de alimentación desde la monta hasta los 21 días previos al parto. Consumo de 4 a 6 libras diarias.

- f. Criacerdina completa: Proteína no menos de 14%; Grasa no menos de 3%; Fibra no más de 7%. Se da como única fuente de alimentación desde la monta hasta los 21 días previos al parto. Consumo de 4 a 6 libras diarias.

Línea de Caballos

- a. Omalina 100: Proteína no menos de 12%; Grasa no menos de 2%; Fibra no más de 10%. Debe de consumir de 4 a 8 lbs diarias según peso y condiciones de trabajo.
- b. Omalina 200: Proteína no menos de 14%; Grasa no menos de 2%; Fibra no más de 10%. El consumo adecuado varía entre 4 y 15 lbs diarias según peso y condiciones de trabajo.
- c. Omalina 300: Proteína no menos de 16%; Grasa no menos de 2%; Fibra no más de 10%. El consumo adecuado varía entre 4 y 20 lbs diarias según peso y condiciones de trabajo.

Línea de pollo de engorde

- a. Iniciarina: Proteína no menos de 21%; Grasa no menos de 3%; Fibra no más de 5%. Se administra como única fuente de alimentación desde el primer día hasta los 21 días previos. Consumo aproximado durante esta etapa es de 1.9 libras.
- b. Engordina: Proteína no menos de 20%; Grasa no menos de 3%; Fibra no más de 4.5%. Se administra como única fuente de alimentación desde los 21 días previos hasta 6 o 7 semanas. Consumo aproximado durante esta etapa es de 6.2 libras.

Línea de Gallinas ponedoras

- a. Biostartina: Proteína no menos de 17%; Grasa no menos de 4%; Fibra no más de 5%. Se administra como única fuente de alimentación desde el primer día hasta las 6 semanas. Consumo aproximado durante esta etapa es de 2.32 a 2.48 libras para aves blancas y 2.49 a 2.75 libras para aves rojas.
- b. Fortalina: Proteína no menos de 20%; Grasa no menos de 3%; Fibra no más del 5.5%. Este es un programa de refuerzo en caso de estrés, el promedio de administración es 259 gramos.

Línea de Biocamaronina

- a. Biocamaronina 25% LP: Proteína no menos de 25%; Grasa no menos de 3%; Fibra no más de 5%. Recomendado para estado juvenil en un cultivo extensivo ó semi intensivo, el consumo dependerá del tamaño del camarón y de la densidad del cultivo.
- b. Biocamaronina 25% LC: Proteína no menos de 25%; Grasa no menos de 6.5%; Fibra no más de 5%. Recomendado para estado juvenil en un cultivo semi intensivo, el consumo dependerá del tamaño del camarón y de la densidad del cultivo.
- c. Biocamaronina 30%: Proteína no menos de 30%; Grasa no menos de 6%; Fibra no más de 5%. Recomendado para estado juvenil en un cultivo intensivo, el consumo dependerá del tamaño del camarón y de la densidad del cultivo.
- d. Biocamaronina 35%: Proteína no menos de 35%; Grasa no menos de 7%; Fibra no más de 5%. Recomendado para estado juvenil en un cultivo intensivo, el consumo dependerá del

tamaño del camarón y de la densidad del cultivo. Producto orientado para engorde y para pre cría.

- d. Biocamaronina 40%: Proteína no menos de 40%; Grasa no menos de 10%; Fibra no más de 4%. Recomendado para estado Post larva en un cultivo intensivo, el consumo dependerá del tamaño del camarón y de la densidad del cultivo.

Línea de ganado lechero

- a. Lecharina 3,000 Chk: Proteína no menos de 18%; Grasa no menos de 2%; Fibra no más del 11.5%. Producto orientado a vacas lecheras de excelente producción y alta genética, suministrar de 1 a 2 libras por cada litro de leche producido.
- b. Cría vacuna: Proteína no menos de 16%; Grasa no menos de 2%; Fibra no más del 8%. Desde los 4 días hasta los 4 meses de edad, el suministro es a libre acceso.

Todos los productos peletizados cuentan con una vida media de 45 días pero bajo condiciones óptimas de almacenamiento pueden conservarse hasta por 90 días sin sufrir degradaciones.

6. CONCLUSIONES

- 6.1 El peletizado es un proceso térmico en el que se someten las mezclas de harinas a condiciones de temperatura y humedad haciendo más disponibles los nutrientes de estas a las especies que las consumen, habiendo otras aportaciones como lo son las sanitarias que hacen que los alimentos estén exentos a ciertos patógenos como lo son la salmonella, la E. coli y otras.
- 6.2 El proceso de peletizado es un proceso de suma importancia para lo que es la explotación de especies pecuarias, ya que los beneficios que se obtienen son mejoras en conversiones alimenticias lo que se traduce a su vez en beneficios económicos y en mejoras de calidad a nivel de la parte que nos interesa de nuestra especie en la explotación, de especies de carne, huevos, leche.
- 6.2 La maquinaria es de gran importancia ya que depende de las especificaciones de nuestro equipo lograremos los resultados en la calidad y en la productividad de nuestros alimentos peletizados.
- 6.3 La calidad del peletizado depende muchos factores los de mayor relevancia son la formulación en un 60%, acondicionamiento en un 20%, las características del dado en un 15%, el tamaño de la partícula en un 20% y el enfriamiento en un 5%.
- 6.4 Los costos del proceso de peletizado son más elevados que la producción de harinas en un 3 a 5%, ya que se debe de instalar equipo especializado para la operación.

7. RECOMENDACIONES

- 7.1 De acuerdo a todos los puntos tratados con respecto a la fabricación de alimentos balanceados peletizados se puede recomendar como una excelente técnica para la producción de productos en los cuales queramos tener un excelente desempeño.
- 7.2 La técnica del peletizado se encuentra poco difundida a través del gremio Agronómico por lo que se recomienda el estudio, análisis y adopción de la técnica.
- 7.3 Se recomienda trabajar en ciertos estudios de campo que hagan validar resultados o ensayos que no han sido publicados sobre las ventajas que tiene el peletizado versus las harinas normales.

9. BIBLIOGRAFIA

1. ASOCIACION MEXICANA DE ESPECIALISTAS EN NUTRICION ANIMAL. 2001. Memoria sobre procesamiento térmico en los alimentos balanceados. Guadalajara, Jalisco, Mexico. p. 46,48.
2. BEHNKE, K.C. 1992. Factores que afectan la calidad del pellet. Alimentos Balanceados para Animales (EE.UU.) 2:1,8,9,10.
3. DIZIER, W.A. 2001. Pellet de calidad para obtener carne de ave más económica. Alimentos Balanceados para Animales (EE.UU.) 3:16-19
4. GOMEZ RIOS, J.J.; ALVARADO ROBRIGUEZ, N. 2001. (www.imiq.org/leon99/memorias/trabajos/jt4/jt4-3.htm.)
5. NIEMAM, R. 2001. Peletizado de madera. Revista Diagrama (EE.UU.) 129:18-19.



Yo. Ba. *Rolando Barrios*

APENDICE

GLOSARIO

Acondicionador: Mezclador horizontal encargado de mezclar vapor con el producto que será peletizado.

Acondicionamiento: Proceso de mezclado de vapor con el producto a peletizar cuyo objetivo es la mejora del proceso.

Alimentador: maquina encargada de abastecer al acondicionador de harina para el proceso de peletizado.

Alivio: Parte de la especificación del diseño del dado o matriz, cuyo objetivo es aliviar el efecto de compresión del pelet.

Avellanado: Parte de la especificación del diseño del dado o matriz, cuyo objetivo es mejorar la capacidad de ingreso del producto los agujero del dado.

Dado: Pieza metálica encargada de la formación de los pellets.

Etts: Granulo producido al quebrar el pellet en los rodillos trituradores.

Finos: resultado del proceso de peletizado, los cuales son permisibles de acuerdo al estándar que se acuerde.

Gruesos: resultado del proceso de peletizado, los cuales son permisibles de acuerdo al estándar que se acuerde.

Molienda: proceso de reducción mecánica de partículas necesario para mejorar procesos posteriores.

PDI: Índice de durabilidad del pellet.

Rodillo: Pieza cilíndrica y metálica encargada de producir la compresión en el dado y por ende la formación de los pellets

Tolva: Construcción de metal de capacidad variable cuyo objetivo es almacenar harinas transitoriamente para productos en proceso.

Zarandeo: Proceso de clasificación del peletizado en el que se separan finos, gruesos y producto final.

Guatemala, 5 de noviembre del 2001

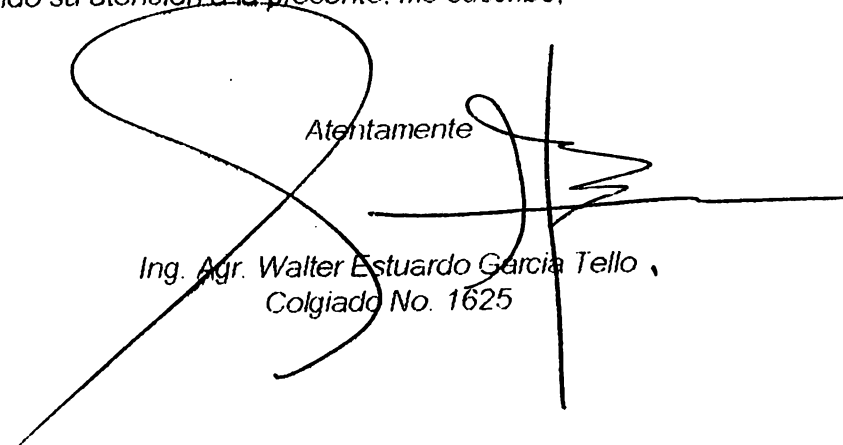
Doctor
Ariel Ottiz López
Director del Instituto de investigaciones
Agronómicas
Facultad de Agronomía
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA

Estimado Doctor:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de tesis titulado:
DESCRIPCION DEL PROCESO DE PELETIZADO EN LA ELABORACION DE
ALIMENTOS BALANCEADOS. Elaborado por Juan Carlos Jiménez Brami.

Dicho Documento, considero llena los requisitos exigidos para ser aprobado
como DOCUMENTO DE GRADUACION.

Agradeciendo su atención a la presente, me suscribo,



Atentamente

Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello ,
Colgiado No. 1625

Guatemala, 5 de noviembre del 2,001

Doctor
Ariel Ottiz López
Director del Instituto de investigaciones
Agronómicas
Facultad de Agronomía
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA

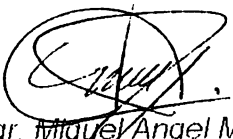
Estimado Doctor:

Tengo el agrado de informarle que he revisado el trabajo de tesis titulado:
DESCRIPCION DEL PROCESO DE PELETIZADO EN LA ELABORACION DE
ALIMENTOS BALANCEADOS. Elaborado por Juan Carlos Jiménez Brami.

Dicho Documento, considero llena los requisitos exigidos para ser aprobado
como DOCUMENTO DE GRADUACION.

Agradeciendo su atención a la presente, me suscribo.

Atentamente


Ing. Agr. Miguel Angel Morales
Colgado No. 1532



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

DOCUMENTO DE GRADUACION: "DESCRIPCION DEL PROCESO DE PELETIZADO EN LA ELABORACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ANIMALES"

DESARROLLADO POR EL ESTUDIANTE: JUAN CARLOS JIMENES BRAMI.
CARNE 89-13710.

HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
Ing. Agr. Miguel Angel Morales C.

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, enmarcados en el "PROGRAMA EXTRAORDINARIO PARA LA REALIZACION DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO"; Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, según el Punto Cuarto del Acta No. 43-98 de Sesión celebrada el 17 de septiembre de 1998.

Ing. Agr. Walter Estuardo García Tello
A S E S O R

Ing. Agr. Miguel Angel Morales C.
A S E S O R

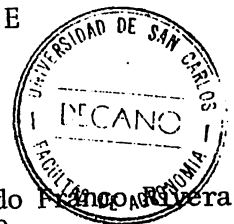
Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
I.A.



AAOL/Oscar E.
cc. Archivo
Control Académico.

IMPRIMASE

Ing. Agr. M.Sc. Edgar Osvaldo Franco Rivera
D E C A N O



APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: ilusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>