

Nuevas tecnologías en fabricación de piensos: doble granulación, expander y adición de líquidos

Autor: Emilio Rial y Jesús Méndez (Cooperativas Orensanas, Orense); y L. Larraga (Trouw Ibérica, Madrid). España

En los últimos años, ha evolucionado de forma considerable la tecnología de acondicionamiento de piensos compuestos.

Esta evolución vino marcada por las exigencias sobre la calidad física, la mejora nutritiva, la higiene microbiológica así como la flexibilización en la incorporación de nuevas y variadas materias primas.

En particular destaca el aumento en la incorporación de líquidos, especialmente grasas y melazas. En piensos de avicultura y porcino cada vez se trabaja con niveles energéticos más elevados, por lo que las grasas tienen un gran interés económico, pues su incorporación en porcentajes altos permite importantes ahorros. Sin embargo en fábricas clásicas su inclusión está muy limitada para mantener una calidad del gránulo aceptable.

Por estas razones, la tradicional elaboración de piensos (molienda, mezclado y granulación) cede terreno ante las nuevas tecnologías (extrusión, expansión, maduración, doble granulación, etc.)

En todos los casos, se trata de manejar a conveniencia los parámetros físicos: presión, temperatura y tiempo, que son los determinantes en un acondicionamiento. Todo ello va encaminado a obtener una buena calidad del gránulo, aspecto que cada vez adquiere más importancia tanto por razones comerciales, como por su influencia sobre los índices productivos.

2.- PROCESAMIENTO CLASICO

2.1. Molturación

Es el primer procesamiento que sufren las materias primas en la elaboración del pienso. Con el molino se pretende conseguir la granulometría adecuada de las partículas en tamaño y forma según la presentación del pienso: harina o gránulo.

Existen materias primas (fosfato, carbonato, etc.) que por su presentación y por evitar un dispendio energético no es deseable que pasen por el molino. Para ello se instala una criba by-pass.

Para modificar a voluntad la granulometría de cada materia prima, es recomendable el sistema de premolienda, frente al de Premezcla ya que usaremos el tamiz más adecuado, según la materia prima de que se trate, mientras que en Premezcla todas las materias primas están obligadas a pasar por el mismo tipo de tamiz.

Las granulometrías diferentes favorecen la desmezcla del producto. Esto lo hemos de tener presente siempre, particularmente cuando la presentación del pienso sea en harinas.

El tamaño de las partículas dependerá del tipo de molino (martillos, rodillos), del diámetro de orificio de la parrilla o de las revoluciones del motor así como de otros factores:

estado de las placas de choque, superficie perforada y disposición de los orificios de la parrilla, número y estado de los martillos, cantidad de aire de la aspiración, etc.

Cuando el pienso se presenta en forma de harina, la granulometría ha de permitirnos una buena fluidez del mismo en la granja. Para ello es suficiente con que el nivel de "finos" (partículas que pasan por un tamiz de 0,5 mm) no sea superior al 20% o también es práctico para controlar la fluidez disponer de una serie de embudos con diferente diámetro de salida en el laboratorio.

Si por el contrario, el pienso se presenta en forma de gránulos, las harinas cuando entran en la granadora deben respetar la siguiente granulometría:

- Superior a 1,0 mm hasta 10%
- Superior a 0,5 mm hasta 45%
- Superior a 0,3 mm hasta 25%
- Inferior a 0,3 mm mínimo 20%

El clásico molino de martillos horizontal con todas las innovaciones que ha sufrido (alimentación, ventilación, etc.) es el que más puede verse en las fábricas, por razones de granulometría y funcionalidad (Ruetsche, 1989).

En los últimos años aparece en el mercado el "molino vertical" que parece tener ciertas ventajas en cuanto a rendimiento sobre el horizontal. Su uso es más frecuente en fábricas de premolienda.

2.2. Mezcla

Es el acondicionamiento que tiene por objeto la homogenización del conjunto de materias primas que integran la ración.

Sobre la calidad de la mezcla influyen una serie de factores tales como:

1.- Tiempo de mezcla: éste es de aproximadamente 4 minutos pero dependerá del tipo de mezcladora y de los ingredientes a mezclar. Es recomendable hacer ensayos (microtrazadores o algún parámetro químico) para ver el tiempo óptimo de mezcla en cada caso.

2.- Granulometría: las partículas muy gruesas o extremadamente finas desfavorecen la mezcla. Es aconsejable, en función de la proporción del ingrediente, la granulometría máxima siguiente:

- Para 1 g/Tm.....45 µm de diametro
- Para 200 g/Tm.....270 µm de diametro
- Para 1 kg/Tm.....440 µm de diametro
- Para 5 Kg/Tm.....720 µm de diametro

3.- Densidad y forma de las partículas: las más pesadas tenderán a ir al fondo y las mas redondas fluirán mejor.

4.- Otros factores: la adición de líquidos provoca adherencias y disminuye por este motivo la eficiencia de la mezcladora. Así mismo provocan adherencias las partículas cargadas electrostáticamente.

La mezcladora más usual en fábrica de piensos es la horizontal con un único motor y con dos hélices concéntricas de doble sentido de desplazamiento, aunque también se usan, sobre todo en la entrada de materias primas a molinos, las de tipo vertical.

La mezcladora horizontal de motor único con hélice necesita un tiempo de mezcla (generalmente) de 3,5 a 4 minutos y su eje gira a 18-33 rpm, según diámetro y diseño.

El eje del motor debe quedar siempre cubierto con productos y éste repartirlo uniformemente a lo largo de la mezcladora.

El motor de la mezcladora será de una potencia de 10 a 20 CV por tonelada de capacidad de la máquina.

No debe llenarse la mezcladora más del 60% de su capacidad nominal.

2.3. Acondicionamiento convencional

Homogeneizador

Es el primer y clásico tratamiento térmico que sufren las harinas de un pienso que se va a granular.

El equipo está situado entre el alimentador de la granuladora y ésta; también se puede localizar delante del madurador o del expander. Es un mezclador de turbulencia en continuo, que gira a unas 300 rpm aproximadamente. Su función es la mezcla homogénea del vapor de agua (y frecuentemente melaza) con las harinas.

Cuanto mayor sea la longitud del equipo, mayor tiempo de retención y por tanto mejor homogeneización. Este tiempo no suele ser superior a los 20 segundos.

Melazadora

Tiene el diseño de un homogeneizador (acondicionamiento convencional) y es el lugar apropiado para la inyección de melaza, pero también se pueden inyectar otros líquidos.

Es deseable una molturación fina del producto, para que haya una mayor superficie, que facilite la adherencia del líquido. Para una buena distribución del líquido en las harinas, es imprescindible que el líquido vaya dirigido al producto y no al rotor o a las paredes de la melazadora.

Este equipo suele instalarse después de la mezcladora, aunque pudiera localizarse en algún otro punto (antes de la mezcladora, del madurador, etc). La adición de líquidos necesita de un mando automático ya que se trata de un proceso continuo y el caudal de harinas determina la cantidad de líquido a añadir.

2.4. Granulación

El proceso de granulación significa someter al pienso en forma de harina a un efecto combinado de compresión y "extrusión".

La granulación tal y como se entiende actualmente es el resultado de una evolución que comenzó con un equipo rudimentario que únicamente moldeaba hasta llegar en la actualidad a equipos que efectúan una compresión-"extrusión".

Concebido globalmente, el proceso de granulación se realiza en varias etapas:

- 1.- Acondicionamiento hidrotérmico
- 2.- Compresión-"Extrusión"
- 3.- Secado-Enfriado

2.4.1. El acondicionamiento hidrotérmico

Consiste en la preparación del pienso en harina para el proceso de compresión extrusión.

Este acondicionamiento se hace con vapor inyectado en un homogeneizador directamente sobre la mezcla molida, y en otros casos modificando las condiciones de presión, temperatura y tiempo de tratamiento según conveniencia.

Los efectos más favorables del vapor se consiguen a presiones que varían entre 1 y 4 kg/cm² y totalmente seco. Este aspecto de la preparación de las harinas es de los que más ha preocupado, y por tanto evolucionado, a lo largo del tiempo.

2.4.2. La compresión-extrusión

Se realiza en la propia granuladora. Las granuladoras más habituales en las fábricas de pienso tienen matriz vertical con rodillos de compresión de las harinas. De la misma manera, el manto exterior de los rodillos (camisa) tiene distinto diseño según necesidades.

La compresión la realiza el rodillo sobre las harinas y contra la matriz. La compresión extrusión se lleva a cabo en el canal de la matriz. De la matriz sale el gránulo conformado y a través de su observación podemos predecir y por tanto corregir los defectos y sus soluciones (ver figura 1):

A.- Gránulo curvado y agrietado Cuchillas mal reguladas posiblemente.

El gránulo tendrá 3 ó 4 veces de largo su diámetro. Los gránulos deben romperse por "volteo".

B.- Gránulo con forma de abeto

Sucede generalmente en fórmulas muy fibrosas. Puede estar provocado por una mala molturación, un defecto de humedad o poca compresión de la matriz.Revisar las parrillas.

C.- Gránulo con agrietamiento longitudinal Una desmezcla en el pienso o una alta velocidad de la matriz.

Revisar la caída de las harinas al silo de la granuladora. Añadir más líquidos en mezcladora. Reducir la producción de la máquina.

D.- Gránulo con partículas gruesas Puede ser una molienda muy grosera o una parrilla rota.

Revisar el estado de las parrillas frecuentemente. Poner un cernedor y un imán antes del molino.

E.- Gránulo deforme con fisuras

Una molturación gruesa puede ser la causa. Moler más fino. Aireación a todo lo largo de la parrilla. Revisar estado de los filtros. Alimentar el molino a todo lo ancho de la parrilla.

F.- Gránulo con aspecto "velludo"

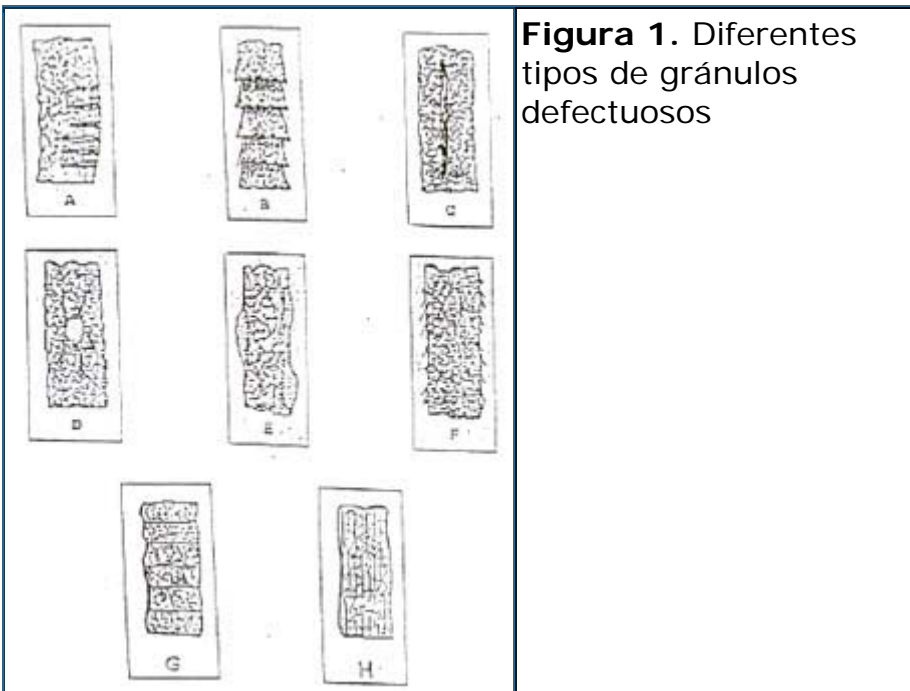
Un exceso de vapor, de temperatura o la presencia de partículas gruesas de fibra puede provocar este fenómeno. Reducir la presión de vapor. Ver granulometría de las harinas.

G.- Gránulo con forma de pastillas

Una compresión alta o una deficiencia de vapor suele ser la causa. Añadir grasa en mezcladora. Bajar compresión. La diferencia de temperatura entre la harina y el gránulo nunca será mayor de 15°C.

H.- Gránulo con vetas

La deformación de los orificios de la matriz, bien por un ataque químico, por abrasión ó por desprendimiento de costras de metal por una elevada concentración de carbono en la elaboración de la matriz. Cambiar la matriz.



En granulación, así como en otras áreas de producción, se ha de buscar el mejor rendimiento. Se entiende como tal, el óptimo de la relación entre producción y consumo de energía, obteniendo gránulos de calidad.

2.4.3. Enfriado-secado

Este proceso se lleva a cabo en los equipos llamados enfriadores cuya misión es reducir la humedad y la temperatura del gránulo para su mejor conservación. Existen tres tipos de enfriadores: vertical, horizontal y en contracorriente con diferentes modelos en cada caso.

No se puede afirmar que un tipo sea mejor que otro, aunque en la actualidad, el vertical es el menos utilizado. Cada fábrica decidirá según su experiencia.

El enfriador horizontal se emplea sobre todo en casos de productos de difícil fluidez y con adiciones elevadas de líquido.

El enfriador en contracorriente tiene buena utilidad para enfriar productos de fácil fluidez. El principio de contracorriente consiste en que el aire más frío entra en contacto con los gránulos más fríos y los más calientes con el aire calentado a través de la capa. En el enfriador vertical los gránulos fluyen por gravedad y el aire es aspirado a través de las dos columnas de gránulos por medio de un ventilador.

El mejor vehículo para sacar la humedad es el aire seco. Los gránulos entran en el enfriador con una humedad de 14-18% y con una temperatura de 60-90°C. A la salida del enfriador habrá una humedad de 11-14% y una temperatura de 20-30°C. La pérdida de humedad en el enfriador corresponde aproximadamente a la añadida con el vapor. La temperatura a la salida no será superior en más de 5-7°C a la ambiente.

La velocidad del aire en el enfriador será lo más baja posible, para que enfríe y seque interior y exteriormente el gránulo, pero se evite su arrastre por la corriente de aire. La cantidad de aire necesaria dependerá del tiempo de permanencia del producto en el enfriador, así como de la calidad del aire, del espesor de la capa de gránulo, del tipo y presentación del pienso, etc,. Con una humedad elevada del aire, es recomendable usar aire caliente para el secado.

3. NUEVOS PROCESAMIENTOS

3.1. Maduración

Esta técnica de acondicionamiento consiste en el contacto durante largo tiempo (menor o igual a 20 min) a una temperatura aproximada de 40°C de las harinas en unión con vapor y los líquidos (melazas, grasas).

De esta manera se consigue una mayor interacción líquidoharina y una mejor predisposición a la granulación. La adición de líquidos se hace en un acondicionador situado antes del madurador. El madurador consiste en una cuba vertical, normalmente de uno o varios pisos y con un eje vertical al que se acoplan unas palas que son las encargadas de remover el producto durante su estancia en la cuba. El madurador va situado entre la celda de harinas y la granuladora. Este equipo está pensado para raciones de alto contenido en fibra y con niveles elevados de subproductos y melaza, que es el caso de los rumiantes. Existe una variante del tradicional madurador "RIPENER" que no tiene pisos, y el calentamiento se hace con vapor en la propia cuba sobre el producto de manera que actúa como una "caldera" de cocción, de ahí su nombre "KETTLE".

Las melazas en su acondicionamiento con las harinas llegan a interactuar con las partículas sólidas (figura 2).

Es de hacer notar que no todas las materias primas tienen la misma capacidad de absorción. El cuadro 1 nos muestra esta característica. Hemos de recordar a la hora de pensar en la incorporación de esta máquina de disponer de bastante espacio para su instalación y de que su capacidad no sea un cuello de botella en la granulación.

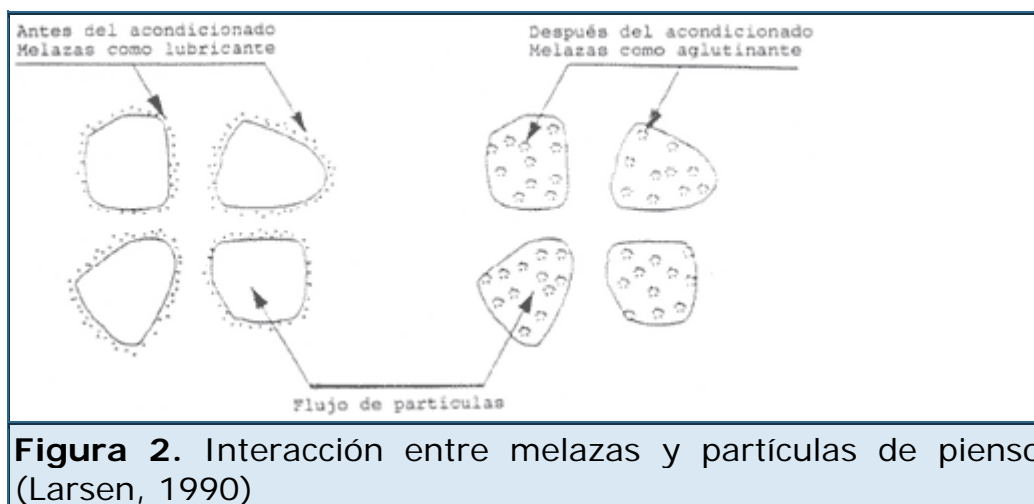


Figura 2. Interacción entre melazas y partículas de pienso (Larsen, 1990)

Cuadro 1. Indices de capacidad de absorción de líquidos de diferentes materias primas (Walter, 1990)

MATERIAS PRIMAS	%	MATERIAS PRIMAS	%
Harina de pescado	0	Gluten feed	61,0
Judías	1,6	Pulpa remolacha	65,9
Centeno	8,0	Harina de colza	67,4
Salvado de arroz	8,6	Harinas de pienso	70,0
Cebada	17,3	Gránulos alfalfa	71,4
Harina de soja	17,7	Harina de trigo granulado	76,3
Colza	20,2	Cascarilla de soja	77,2
Trigo	22,0	Salvado de arroz	82,2
Solubles de maíz	24,0	Harina de trigo	92,6
Harina de algodón	61,0		

3.2. Doble granulación

Se trata de un equipo más, que nos permite la utilización de materias primas de difícil granulación (subproductos, etc), así como la incorporación de mayor cantidad de líquidos (grasas, melazas, etc); puede o no acompañarse de madurador.

El proceso consiste en hacer pasar la harina una vez acondicionada con los líquidos por una primera matriz que hará una ligera compresión, para luego entrar en la segunda matriz o matriz principal en óptimas condiciones para producir un buen gránulo (figura 3).

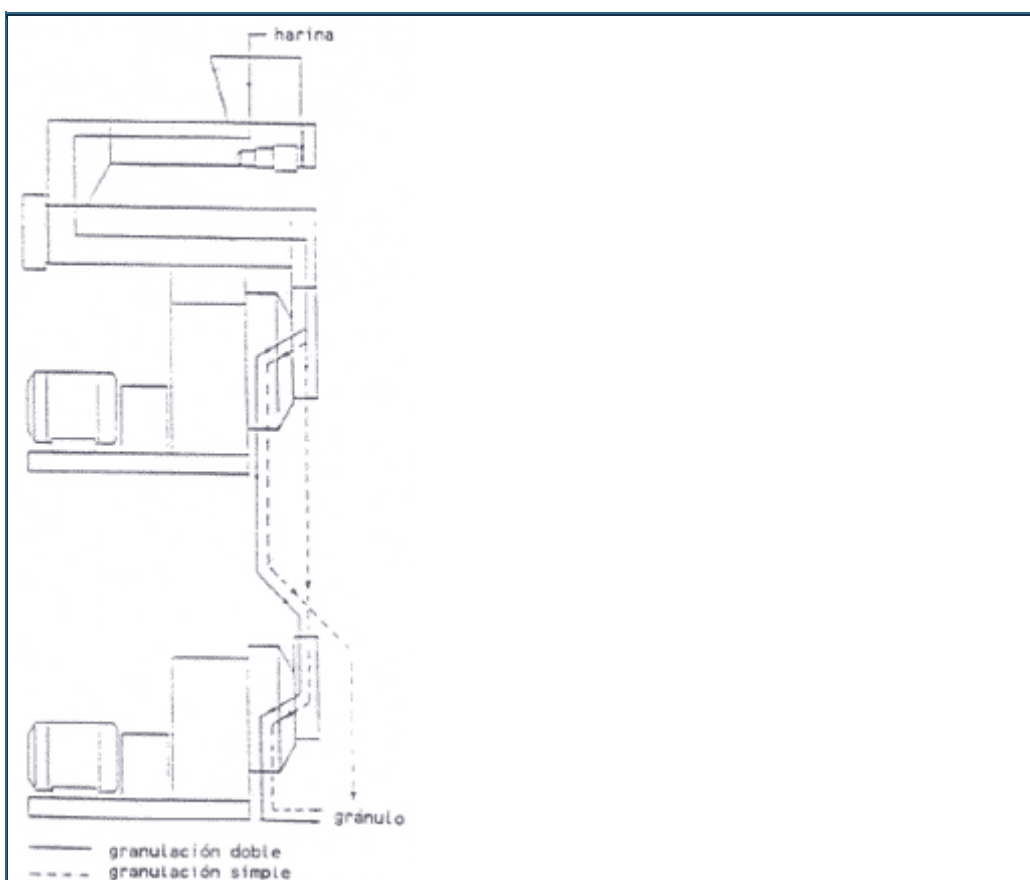


Figura 3. Esquema de la doble granulación

El montaje de este equipo admite dos variantes. Una consiste en el sistema Mixcompress desarrollado en Dinamarca y que incluye en la misma máquina las dos matrices.

La otra consiste en la colocación de dos granuladoras en serie que nos da la posibilidad de hacer uso de la doble o de la simple granulación.

Lo mismo que en el esquema del madurador, la doble granulación supone un tratamiento de humedad, temperatura y tiempo que le diferencia de la simple granulación.

La incorporación de la doble granulación a una fábrica puede suponer una inversión de 15-25 millones de pesetas para una granuladora de tipo medio (250 CV) suponiendo que no existe deficiencia de producción de vapor en la caldera ni de potencia en la instalación eléctrica. El sobrecoste de energía que supone la doble granulación frente a la simple es de aproximadamente un 10-20% o mayor, según la dificultad de la ración a granular.

Por contra, la doble granulación supone una gran libertad para el formulador a la hora de incorporar todo tipo de materias primas y líquidos a niveles impensables con la simple granulación.

Es un método adecuado para formulaciones con materias primas "no nobles" y altas cantidades de melazas, vinazas, etc, (rumiantes) sin que la calidad del gránulo se vea mermada.

3.3. Extrusión

Ha sido adaptado de la industria de alimentación humana. Inicialmente se usó para el tratamiento térmico del haba de soja. Hoy también se usa en otras leguminosas (colza, guisantes, etc). También está muy extendido su uso en la elaboración de dietas para animales domésticos (perros, gatos y peces), así como piensos de caballo u otros con formas atractivas de presentación

El empleo de la extrusión en los cereales va orientada fundamentalmente al desdoblamiento de los almidones, mientras que en el caso de las leguminosas, se persigue principalmente la eliminación de los principios antinutritivos.

La mejora del aspecto alimenticio y la calidad higiénica de subproductos es otro campo de aplicación. En los piensos (perros, gatos, peces) la textura, forma y densidad que se puede aportar con este tratamiento es importante.

El extruder puede usarse, por tanto, sólo o en combinación con una máquina granuladora. Esta máquina (extruder) puede tener simple o doble tornillo extrusionador, dando lugar a diferentes tratamientos de presión y temperatura según el objetivo buscado y el tipo de material.

La figura 4 muestra un esquema de un extruder con el perfil de la presión según la zona donde se encuentre la materia prima o pienso a extrusionar (Jansen, 1991).

Entre los efectos positivos de la extrusión podemos citar:

- Incremento de la digestibilidad de los almidones.
- Desnaturalización de las proteínas.
- Mejora de la digestibilidad de la fibra.
- Destrucción de los factores antinutritivos (inhibidor de la tripsina, etc) y de enzimas indeseables (ureasa, peroxidasa, lipoxigenasa, etc).
- Destrucción de componentes tóxicos (glucosinolatos, gossipol, aflatoxinas).
- Destrucción de microorganismos (salmonelas, etc).

Como efectos negativos:

- Destrucción de vitaminas (A y C) y pigmentos.
- Inactivación de enzimas (amilasa, fitasa, etc).
- Destrucción de aminoácidos (lisina, etc).
- Reacciones indeseables (Maillard, etc.).

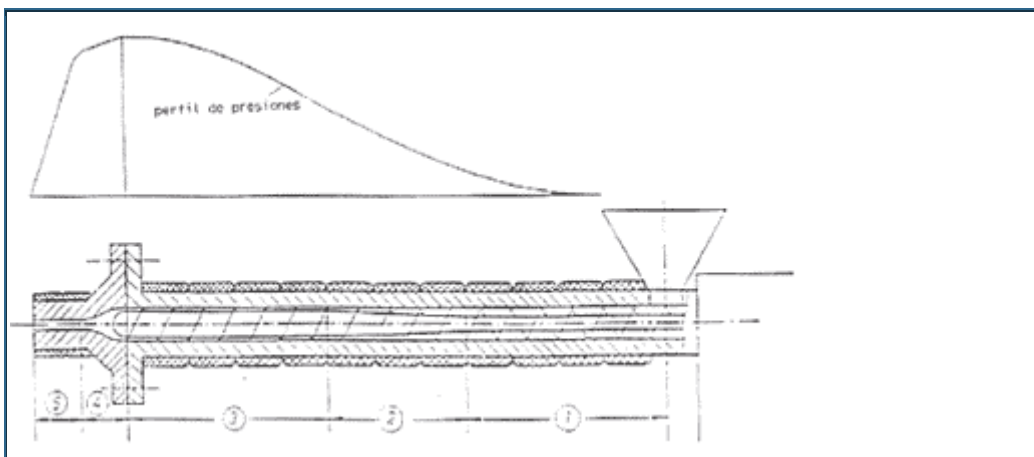


Figura 4. Variaciones de las presiones a lo largo del extruder

3.4. Expansión

La industria de los piensos compuestos dispone desde hace algunos años de los llamados expanders. Se trata de acondicionadores STHT (corto tiempo alta temperatura).

Están basados en la técnica inicial de los extruders. La expansión y la extrusión son procesos hidrotérmicos de preparación o de "dar forma" (Pipa-Frank, 1989).

La combinación de una granuladora con un expander ha abierto nuevas posibilidades para la elaboración de piensos por su capacidad para la incorporación de grandes cantidades de líquidos con la mejora de los aspectos físicos o higiénicos del pienso.

El expander es un tubo mezclador de pared gruesa (similar a un extruder de un eje) y está equipado con un eje apoyado en un punto. En este eje están montados elementos para mezclar y amasar. El tubo lleva pernos interiores y válvulas inyectoras de vapor. A lo largo del tubo, además del tratamiento térmico se produce un proceso de amasado y cizallamiento.

La industria de los piensos compuestos dispone desde hace algunos años de los llamados expanders. Se trata de acondicionadores STHT (corto tiempo alta temperatura).

Están basados en la técnica inicial de los extruders. La expansión y la extrusión son procesos hidrotérmicos de preparación o de "dar forma" (Pipa-Frank, 1989).

La combinación de una granuladora con un expander ha abierto nuevas posibilidades para la elaboración de piensos por su capacidad para la incorporación de grandes cantidades de líquidos con la mejora de los aspectos físicos o higiénicos del pienso.

El expander es un tubo mezclador de pared gruesa (similar a un extruder de un eje) y está equipado con un eje apoyado en un punto. En este eje están montados elementos para mezclar y amasar. El tubo lleva pernos interiores y válvulas inyectoras de vapor. A lo largo del tubo, además del tratamiento térmico se produce un proceso de amasado y cizallamiento. La granuladora con la doble opción: pasar el producto expandido por la granuladora o directamente a un enfriador con un by-pass (figura 5).

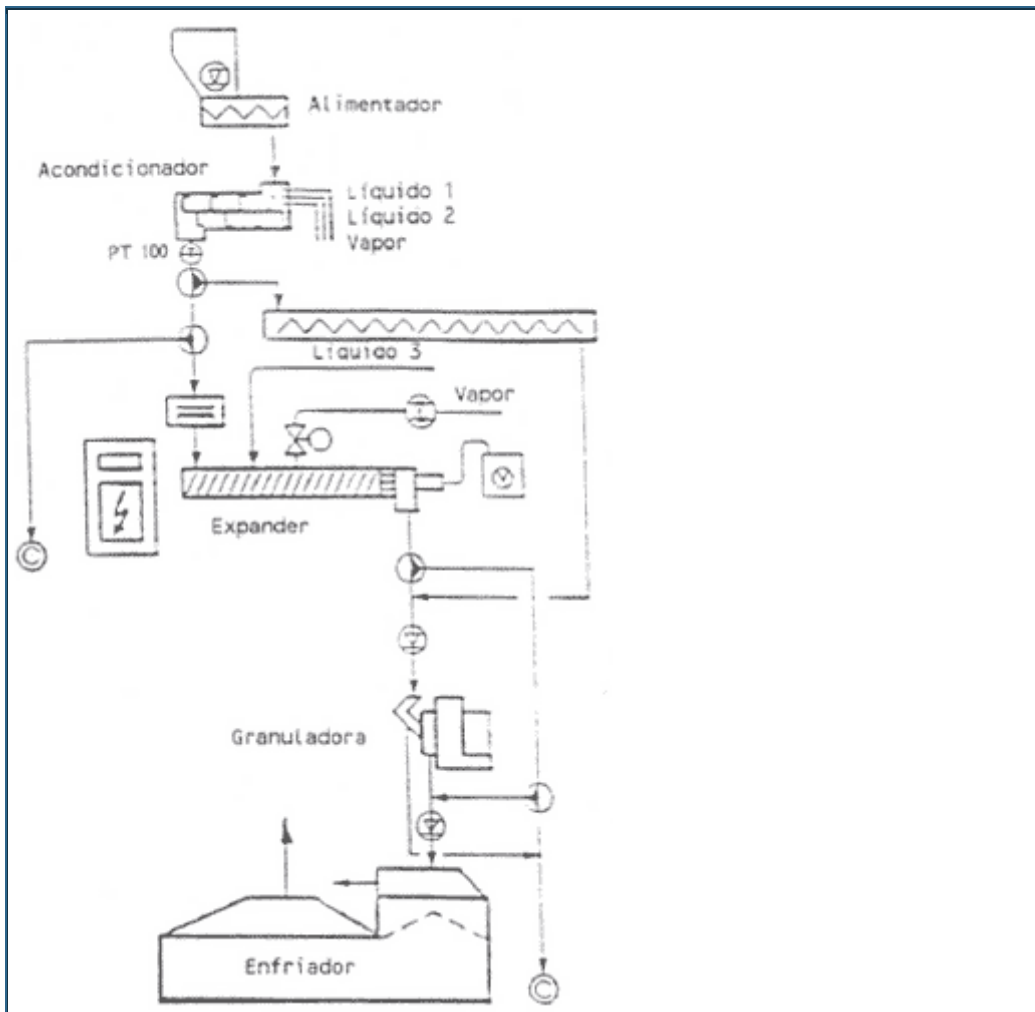


Figura 5. Esquema de la instalación del expander (Wetzel, 1991)

Existen tres tipos de cabezal de salida del expander:

- a) Rendija-anillo (KAHL)
- b) Rendija-dado (BUHLER)
- c) Diafragma (LA MECANICA).

Los parámetros físicos: presión, temperatura y tiempo nos marcan las condiciones de tratamiento del expander. La presión puede alcanzar los 40 bar, la temperatura puede llegar a 140°C y el tiempo de estancia de la harina en el tubo no sobrepasa los 10-15 segundos. La gráfica de la figura 6 nos compara como evoluciona el tratamiento térmico a lo largo del tiempo en una granuladora y en un expander.

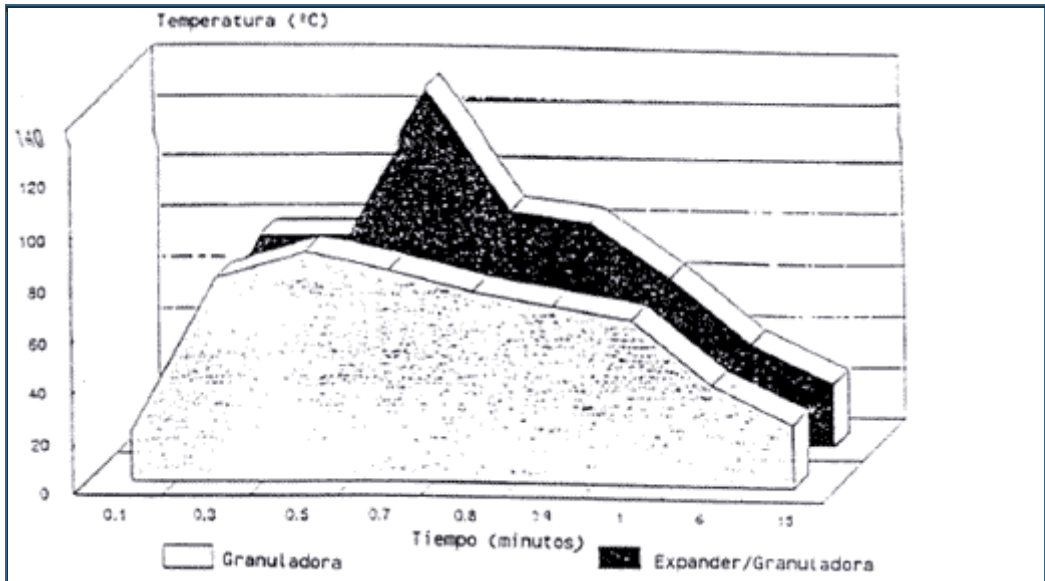


Figura 6. Evolución de la temperatura en el expander

Uno de los aspectos más interesantes actualmente para el uso del expander está en la industria avícola (pollos y ponedoras) para eliminar la contaminación bacteriana, particularmente salmonelas y coliformes (cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto del expander sobre la calidad bacteriológica

	PIENSO PAVOS		PIENSO CERDOS			
			HARINA	EXPANDER		
	Harina 20°C	Harina 100°C		20°C	120°C	
				Salida Expander	Salida Prensa	Salida Prensa
Aerobios mesófilos (g)	580000	10500	67000000	330000	160000	16000
Coliformes (g)	10000	0	10000	0	0	0
E. Coli (g)	0	0	1000	0	0	0
Mohos (g)	120	0	300	0	0	0
Salmonela (25 g)	SI	NO	NO	NO	NO	NO

(g) gérmenes/gramo
(25 g) gérmenes/25 gramos
0 menos de 10 gérmenes/gramo

La avicultura inglesa es pionera en este terreno por las exigencias actuales del mercado, referidas a productos libres de salmonela. Así la experiencia particular de una fábrica fue que de 200 muestras analizadas antes de instalar el expander encontraron presencia de salmonela en un 4,5%, mientras que de 2.000 muestras analizadas después de la instalación del expander no encontraron ninguna muestra positiva.

El tratamiento térmico de los alimentos tiene su origen posiblemente cuando el hombre descubre el fuego, es decir es tan viejo como la humanidad, sin embargo a la industria de los piensos compuestos no se incorporó hasta los últimos años, en que aparecen máquinas que permiten alcanzar temperaturas elevadas en espacios muy cortos de tiempo y por tanto permiten manejar muchas toneladas de harina por hora, sin necesidad de grandes espacios.

Uno de los principales objetivos del tratamiento térmico en alimentación humana ha sido eliminar los factores antinutritivos de los alimentos. La mayoría de lo que hoy conocemos como factores antinutritivos son proteínas termolábiles, que una vez desnaturalizados por el calor pierden sus propiedades antinutritivas para los animales, siendo ésta otra de los grandes ventajas del expander.

Al someter los almidones a calor y humedad se produce una absorción de agua y los gránulos de almidón pierden su estructura cristalina, este proceso que se inicia con temperaturas de unos 60°C se acelera dentro del expander por el aumento rápido de las temperaturas, llegando a explotar los gránulos de almidón, produciendo una masa gelatinosa (Peisker, 1992) es decir se produce la gelatinización de los almidones, que se completa a la salida del expander al producirse un descenso brusco de presión (expansión).

Las ventajas de la gelatinización sobre el aprovechamiento de los almidones sin embargo son bastante relativas, pues la digestibilidad de los almidones es muy elevada, incluso cuando el pienso se suministra en harina sin ningún tratamiento térmico, salvo en el caso de animales muy jóvenes. Otro efecto sobre el almidón es la unión física con otros principios nutritivos, especialmente proteínas, con lo que se reduce la solubilidad de la proteína, pero su valor biológico no se ve afectado, pues la disponibilidad de los aminoácidos permanece constante.

Al someter el pienso a temperaturas elevadas y presión es lógico esperar una destrucción parcial de vitaminas, sin embargo existen muy pocos datos bibliográficos que cuantifiquen esta destrucción. Por esta razón y a falta de nuevos datos una medida prudente sería incrementar en un 20% los niveles vitamínicos, en especial las vitaminas A, K, B1 y ácido fólico y por supuesto la vitamina C en caso de incorporarla al pienso. En el cuadro 3 se resumen las ventajas y desventajas del expander.

Otras consideraciones sobre el expander:

- Es sin duda el equipo más complejo que se usa hoy en las fábricas de pienso.

- Parece ser que su mayor justificación está en fórmulas con niveles altos de líquidos y ricas en almidón (pollos y cerdos).
- Actualmente existe una corta experiencia con esta máquina.
- Es un equipo costoso (15-30 millones de pts).
- Es necesaria una buena automatización.
- Los expanders para sacarle rendimiento necesitan personal cualificado.
- El consumo de energía del equipo es de 10-20 KW/Tm.
- El expander es una máquina con futuro.
- Nunca llegaremos a una "máquina universal" que lo resuelva todo.

Cuadro 3. Ventajas y desventajas potenciales de la expansión y extrusión en piensos de lechones

Factor	Ventajas	Desventajas
Proteína	Desaturización Reducción de factores antimutivos	Posibles destrucciones de aminoácidos reacción de Maillard, complejos de azúcares reducidos y grupos amino
Almidón	Gelatinización Desactivación de enzimas inhibidoras presentes en las materias primas	Formación de complejos ácidos grasos- amiláceos
Grasas y Aceites	Desprendimiento de aceites encapsulados Inactivación de enzimas lipolíticas	Oxidación de grasas y componentes de sápido
Fibra	Aumento de polisacáridos amiláceos solubles	Ninguna
Vitaminas	Ninguna	Posible formación de complejos físicos con Zn, Mg y destrucción de las fitasas naturales
Higiene del alimento	Reducción del nivel de bacterias, mohos, hongos, aflatoxinas	Ninguna
Aditivos de alimentos	Pienso extrusionado pueden proveer unas partículas absorbentes ej: para aceites, aromatizantes, vitaminas termolábiles, enzimas, probióticos	Pérdida de algunos aditivos si se procesan con extruder, ej: algunas enzimas, algún antibiótico, etc
Palatabilidad	Mejora sabor	Desarrollo de sabores indeseables

Para ver la imagen en tamaño real [click aquí](#)

4. ADICION DE LIQUIDOS

El objetivo de la incorporación de líquidos en una fábrica de piensos es variado: aporte de energía (grasas animales y vegetales) de azúcares (melaza), de aminoácidos (metionina, lisina), de vitaminas (colina), de antifúngicos, de pigmentantes, de saborizantes, de humedad (agua), etc.

La adición de líquidos tiene cada vez más interés no sólo por razones de tipo económico sino por la practicidad en su dosificación. La dificultad surge a la hora de la cantidad y tipo de líquidos a añadir. Para ello se han equipado adecuadamente las fábricas en los últimos años.

Los dos líquidos cuantitativamente más importantes en una fábrica son las grasas y la melazas. En el cuadro 4 vemos unos niveles

orientativos de las cantidades de grasas y melazas que se incorporan a los diferentes piensos.

Cuadro 4. Niveles de inclusión de grasas y melazas en piensos

	Melazas (%)	Grasas (%)
Cerdos	1-6	1-3
Ponedoras	1-4	1-3
Pollos	1-2	2-8
Vacuno	5-15	1-4
Caballos	12-18	
Ovino	6-12	

En general la adición de líquidos en el pienso suele hacerse cuando éste está en forma de harina.

La homogenización del líquido en la harina depende de varios factores: tipo de producto (cuadro 1), granulometría (cuanto más fino esté molido, mejor superficie específica y mejor absorción), humedad del producto (el agua rechaza la grasa), temperatura (cuanto más alta mejor), dosificación (el chorro irá dirigido a las harinas, nunca a las paredes).

Como norma general, todo líquido debe ser transportado, almacenado e inyectado a la temperatura mínima necesaria para su manejo y homogeneización. La temperatura elevada disminuye la viscosidad y facilita el manejo, pero es un enemigo para la conservación. En las grasas va a favorecer la oxidación y en las melazas la caramelización de los azúcares.

Los depósitos de almacenaje, han de ser generalmente cilíndricos, con un gran filtro de recepción y poca luz de malla, de acero inoxidable, forma cónica en la base, niveles de vaciado y llenado, calefacción tipo serpentín en el cono, con la toma del líquido cerca de la base del cono y situado a un metro sobre el nivel del suelo.

La dosificación puede hacerse mediante contadores o por pesada. El sistema de pesada se suele usar cuando se adicionan en la mezcladora varios líquidos y tiene la ventaja de la exactitud y de la premezcla.

Los contadores volumétricos, actualmente son de gran exactitud y permiten una dosificación sencilla y económica. Los más usados son los de émbolo rotativo y los de tipo inductivo (líquidos conductores). Es recomendable en este tipo de dosificadores hacer controles frecuentes por las variaciones en densidad y el desgaste de las piezas.

Tanto la bomba como los contadores, las conducciones y las boquillas inyectoras han de ser de un material anticorrosivo.

En la figura 7 se muestran los puntos más importantes de adición de grasas y melazas en una fábrica (Walter, 1990).

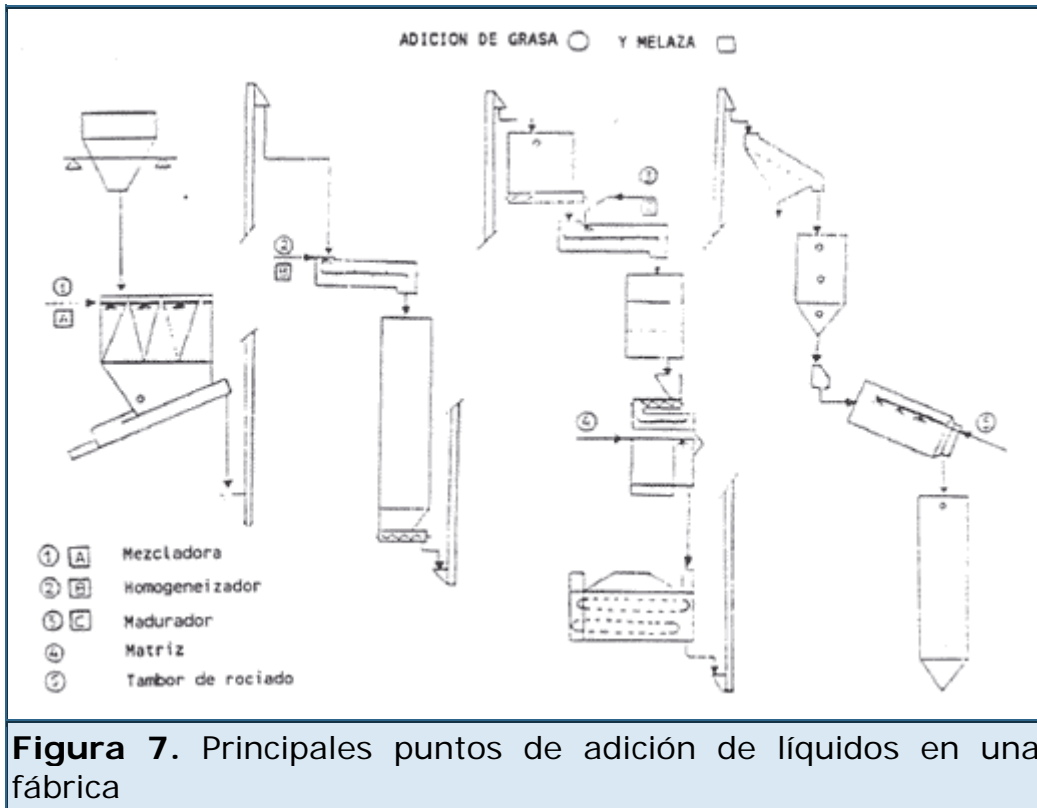


Figura 7. Principales puntos de adición de líquidos en una fábrica

4.1. Mezcladora

Es el lugar adecuado para la incorporación de grasas, vitaminas, aminoácidos, etc. Las melazas ensucian demasiado la mezcladora aunque es una práctica usual en algunos países (Inglaterra).

Nunca debe de haber menos de 3 boquillas en la barra inyectora, sobre todo en líquidos añadidos en pequeñas cantidades. Hay que vigilar la limpieza de boquillas, mezcladora y dirección del chorro, así como hacer controles de dosificación.

Hemos de dar un tiempo de mezcla de 15-22 seg antes de iniciar la inyección, para una mejor homogeneización. Una vez terminada la inyección es recomendable hacer un soplado con aire para evitar el goteo y limpiar la conducción.

El nivel de incorporación de grasa en mezcladora depende de la fluidez del pienso, si su presentación es en harina o de la compresión de la matriz que tenga detrás si es granulado.

En cualquier caso no será superior a un 3-5%.

4.2. Melazadora

Puede llamarse también homogeneizadora, mezclador en continuo o incluso melazador. Es la máquina idónea para mezclar líquidos (grasas y melazas) con las harinas.

Se puede ubicar en lugares muy diferentes de la fábrica: después de la mezcladora, antes de la granuladora, antes del madurador, antes del expander.

Dado que se trata de un mezclador en continuo, el paso del producto determinará la cantidad de líquido a adicionar y será necesario un mando automático de control de paso. Su capacidad de homogeneización dependerá del número y disposición de las paletas, así como de la longitud del tubo y de las revoluciones de la máquina. La cantidad de líquidos adicionados en este aparato dependerá de la máquina que tenga a continuación. Así, si está antes del madurador podremos poner altas cantidades de melaza (11-15%).

Como se trata de una máquina muy revolucionada, no habrá formación de grumos. Ha de llevar un recubrimiento interno de plástico. La boquilla o boquillas inyectoras estarán situadas al comienzo del tubo mezclador a la entrada de las harinas.

4.3. Mezclador-Granuladora

Es un acondicionador, por lo tanto vale lo dicho para éste con las matizaciones siguientes:

Aquí se suelen añadir pequeñas cantidades (< 3%) de líquidos (grasas y melazas) ya que hay poco tiempo de contacto harina-líquido y pueden aparecer puntos de rotura en el gránulo.

Cuanto mayor sea la longitud del tubo y menor la inclinación de las paletas, más tiempo de contacto.

Vigilar el desgaste de las paletas. Hacer controles de caudal de harinas y líquido.

Este mezclador es el equipo obligado para la adición de vapor en granulación además de ofrecer la posibilidad de poner líquidos; sin embargo no es el lugar más adecuado.

4.4. Matriz

Es un sistema práctico de añadir grasa y poco costoso, se añade sobre el gránulo. Se aprovecha la circunstancia de que en este lugar, el gránulo sale muy caliente de la matriz y es así cuando tiene su mayor capacidad de absorción. Se puede usar todo tipo de grasas, aunque se absorberá mejor cuanto más bajo sea su punto de fusión, o cuanto mayor sea la temperatura de inyección. Nunca se debe pasar del 2% de grasa en este punto. Un nivel mayor puede provocar problemas de goteo hacia el enfriador o incluso riesgo de incendio. Un aspecto negativo puede ser que la grasa tapone la salida de la humedad interior del gránulo y no se seque bien en el enfriador, con el consiguiente problema de conservación.

El equipo (figura 8) consta de una bomba, un contador de flujo y una conducción que dirige la grasa a la o las boquillas situadas en la puerta protectora de la matriz. Las boquillas provocarán una estela de grasa pulverizada que abarque todo el ancho de la matriz para que no queden gránulos sin reengrasar. Esta dosificación estará controlada por un equipo de tal manera que automáticamente se modifique en función de la producción de la granuladora. Es conveniente hacer controles frecuentes.

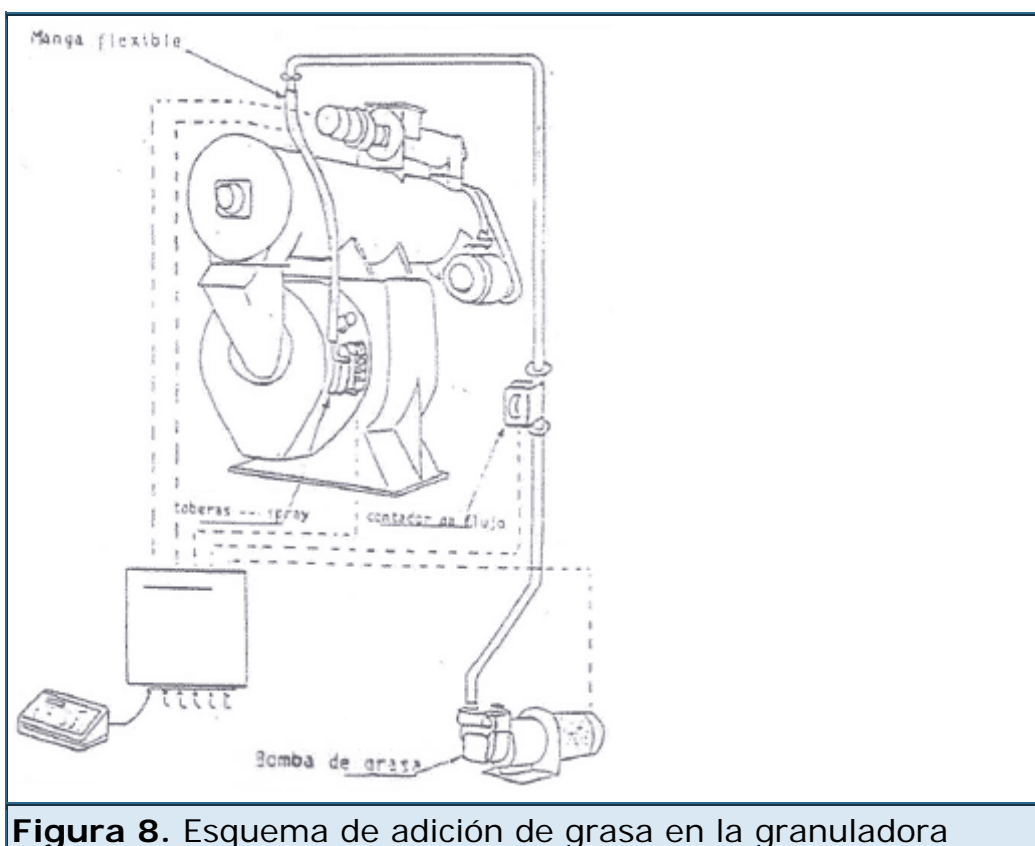


Figura 8. Esquema de adición de grasa en la granuladora

La capacidad de absorción del gránulo no sólo dependerá de la temperatura del mismo y de la grasa, sino también de su área

superficial, cuanto mayor es el gránulo menor superficie por unidad de peso y por tanto menor capacidad de absorción. Un gránulo de 3 mm presenta el doble de superficie que uno de 6 mm y su capacidad de absorción es un 50-100% superior (Wetzel, 1989).

4.5. Tambor de rociado

El tambor de rociado (figura 9) es el mejor sistema de reengrase de gránulo en frío, aunque existen otras posibilidades, como es el caso del reengrase en cascada seguido de una gran rosca sinfin de rotación lenta para la homogeneización.

Como se trata de gránulo una vez salido del enfriador, por razones de temperatura, la capacidad de absorción de grasa se reduce. Es por esto que suele calefactarse el equipo y las conducciones e incluso el local.

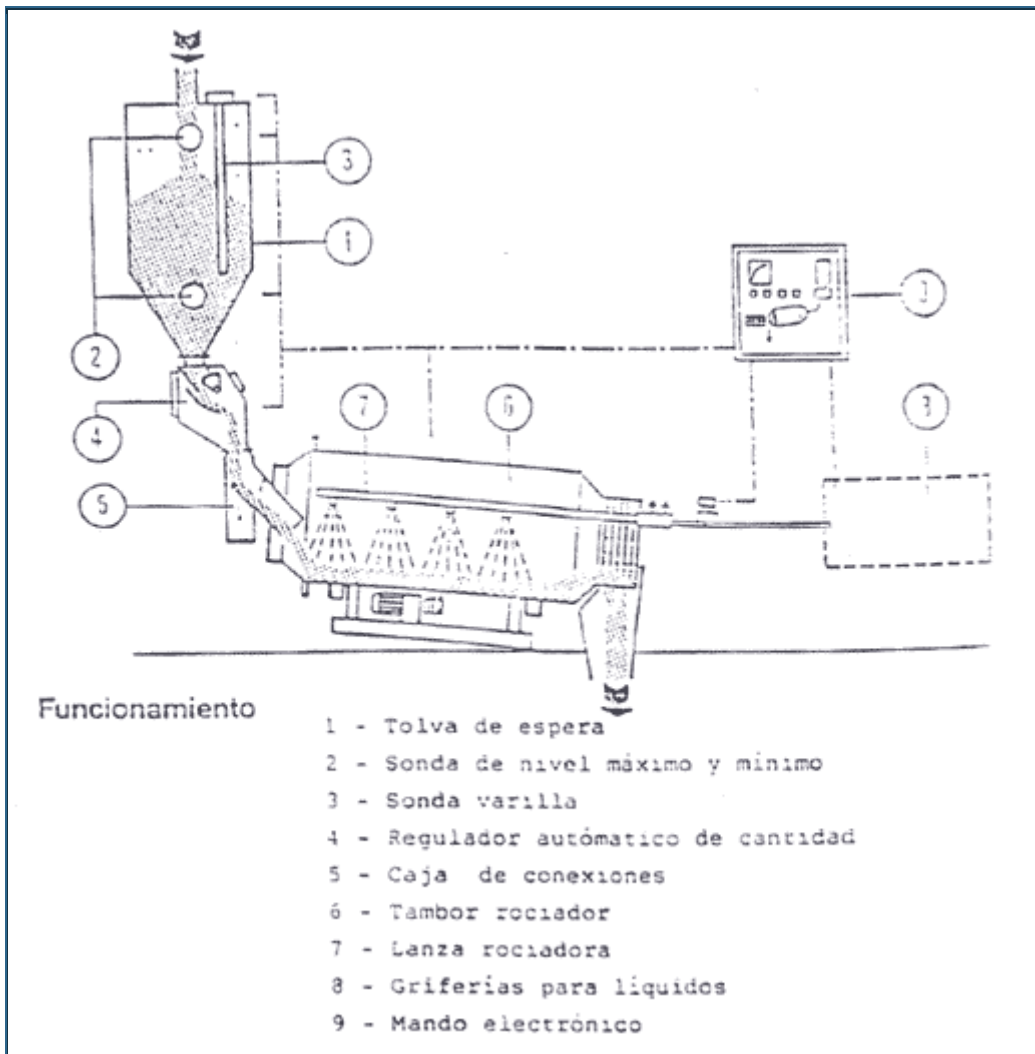


Figura 9. Tambor de reengrase

En el tambor de reengrase puede llegar a añadirse hasta un 4-5% de grasa en pienso de pollos.

Es importante el regulador automático del caudal de pienso granulado. El pienso llega al tambor tamizado, para evitar la formación de grumos. Hay que vigilar la limpieza de las boquillas y hacer controles de dosificación.

Es un método de reengrasar caro pero muy práctico. Los otros sistemas (cascada, etc.) no son tan caros, pero son menos recomendables.

La capacidad de absorción de grasa dependerá del área superficial del gránulo.

También es un lugar adecuado para la adición de productos muy poco estables a temperaturas elevadas, como enzimas líquidas, aromatizantes, etc.

5. CONCLUSIONES

El procesamiento del pienso así como el tratamiento ha experimentado una importante evolución, por múltiples razones:

El tamaño y la forma de las partículas de las materias primas componentes del pienso tienen interés trascendente para el posterior tratamiento y por tanto para el aprovechamiento de sus nutrientes por el animal.

La calidad de la mezcla es obvio que tiene vital importancia tanto para la granulación (si se produce) como para la alimentación de los animales.

Todos los tratamientos térmicos, nos ayudarán a conseguir aspectos positivos variados, tales como predisponer para su mejor aprovechamiento los principios nutritivos, evitar aquellos llamados factores antinutritivos, posibilitar a la fábrica de piensos para poder hacer uso de mayor número y calidad de materias primas de difícil granulación, etc.

Todavía no se ha dicho la última palabra en este campo. Hay que estar expectantes a las nuevas invenciones tecnológicas y no estar pendientes de lo que le pase al vecino con la nueva máquina para decidirnos nosotros.

Todos podemos decir algo y todos tenemos nuestra obligación en este aspecto en el momento de la fabricación de piensos.

Presentado en el IX CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. BARCELONA, 8 y 9 de Noviembre de 1993.