

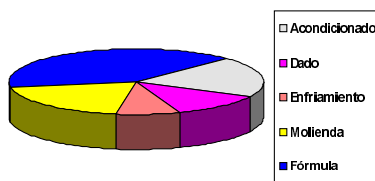
## PUNTOS DE CONTROL EN LA FABRICACION DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ACUICULTURA

*Luis Fernando Moncada P.*

**Consultor de California Pellet Mill Co., U.S.A.  
Casilla Postal 09-04-0268  
Guayaquil, Ecuador  
Tel./Fax: (593-4) 233 035**

### INTRODUCCION

El contar con un alimento de calidad que cumpla con las expectativas del nutricionista y las exigencias del productor es de vital importancia para el éxito de una operación de acuicultura, ya que el costo del alimento puede llegar a ser el 60% del costo de producción. La calidad del alimento depende de tres factores: el contenido nutricional formulado, la calidad de los ingredientes, y la tecnología o control de proceso empleado en la fabricación. Los dos primeros factores interactúan y afectan de gran forma al tercero. (Ver Figura 1). El desarrollo de parámetros o tipos de proceso se ha dado en muchos casos para poder fabricar ciertas formulaciones o introducir nuevos ingredientes.



**Figura 1. Factores que afectan la durabilidad del producto peletizado.**

La variación en la calidad de un alimento está relacionada principalmente con variaciones en la calidad de los ingredientes, y en menor grado con variaciones en los parámetros de producción. Sin embargo, el tipo de proceso y parámetros de producción utilizados determinan las características físicas del alimento como forma, tamaño y estabilidad en el agua, e influyen algunas características químicas como atractabilidad, palatabilidad y disponibilidad de ingredientes. También, el procesar un alimento adecuadamente contribuye a bajar los costos de producción del mismo por menor desgaste de piezas y más eficiente uso de la energía eléctrica por parte de la maquinaria utilizada en la fabricación.

La mayoría de alimentos comerciales para acuicultura se ofrecen hoy en día en dos formas: Peletizados o Extruidos. Existen diferencias considerables entre una peletizadora y un extrusor; la utilización de una u otra máquina ofrece al productor diversas ventajas o desventajas, y el uso de una u otra depende de la especie hacia la cual está dirigido el alimento (Ver Tabla 1). Existen otros procesos comunes en la fabricación de alimentos para acuicultura como son el almacenamiento, la mezcla y la molienda, para los cuales también se recomendarán a continuación los principales puntos o parámetros de control.

**Tabla 1. Comparación de los Procesos de Peletizado y Extrusión.**

Peletizado	Extrusion
Menor Inversión de Capital	Mayor Inversión de Capital
Menor Costo de Mantenimiento	Mayor Costo de Mantenimiento
Menor Costo de Energía por Tonelada	Mayor Costo de Energía por Tonelada
Aproximadamente 50% de Cocción	Aproximadamente 90% de Cocción
Menor Temperatura de Operación	Mayor Temperatura de Operación
Máximo Nivel de Humedad 17%	Máximo nivel de Humedad 55%
Mayor Generación de Finos	Menor Generación de Finos
Fácil Operación	Operación más Complicada
Adición de Grasa más Baja	Capacidad de Adicionar más Grasa
Uso Restringido de Ingredientes no Tradicionales	Mayor Versatilidad en el Uso de Ingredientes no Tradicionales

## **ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS**

La materia prima que ingresa a la planta de alimento debe ser únicamente aquella que cumpla con los estándares de calidad, dentro de los cuales debe especificarse el máximo contenido de humedad y grasa de acuerdo a las condiciones climáticas en las que va a ser almacenada. La mayoría de las materias primas utilizadas en la fabricación de alimentos para acuicultura son higroscópicas, y por lo tanto absorberán humedad cuando la presión de vapor de agua del ambiente (humedad relativa) es mayor que la presión de vapor de agua interna, determinada por el contenido de humedad de la materia prima.

Como norma general, todos los ingredientes que tengan un contenido de grasa de 7% o más deben almacenarse con contenidos de humedad que no pasen del 10% (o en ambientes cuyas condiciones climáticas garanticen una humedad de equilibrio de 10% o menos). Los demás ingredientes, generalmente de origen no vegetal, cuyo contenido de grasa es inferior a 7% deben tener un contenido de humedad de 13% o inferior. El almacenar materia prima con humedades superiores a las indicadas no solamente incrementará las posibilidades de crecimiento de hongos y establecimiento de condiciones favorables para el desarrollo de insectos, si no que como en el caso de la harina de pescado, puede favorecer la combustión espontánea de la materia prima.

Las materias primas deben almacenarse en áreas secas, frescas, y bien ventiladas, preferentemente por debajo de 30°C. En zonas tropicales donde la temperatura es mayor debe ponerse mayor atención a la ventilación, especialmente de la parte superior de las bodegas. Para el almacenamiento de vitaminas y microingredientes en climas cálidos tropicales se recomienda la construcción de cuartos o bodegas con aire acondicionado o temperatura controlada.

A menos que se manejen grandes volúmenes de materia prima a granel y sea estrictamente necesario, se recomienda no almacenar materia prima a granel en bodegas (sólo en silos), ya que este sistema dificulta la rotación y control de la materia prima, y la expone más a los riesgos de contaminación y ataques por parte de aves y roedores.

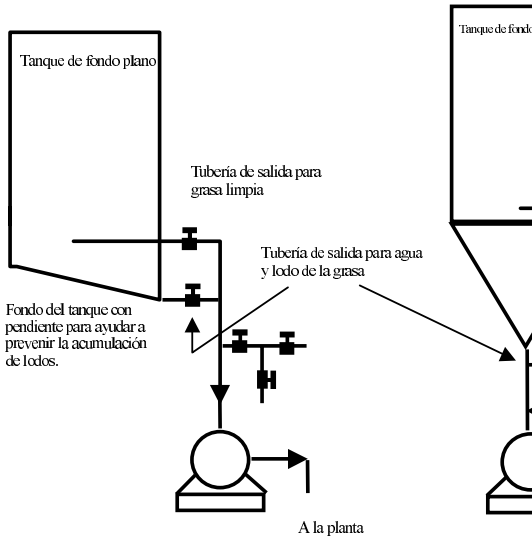
La materia prima debe colocarse en sacos sobre estibas de madera, evitando siempre el contacto directo de estos con el piso, y a más de 50 cm de las paredes de las bodegas. Para el almacenamiento de materia prima de origen animal como harina de pescado se recomienda no hacer grandes pilas o arrumes de sacos. Es preferible almacenarla en lotes más pequeños, separados entre sí por una distancia mayor a 50 cm y debidamente codificados.

Se recomienda revisar periódicamente y limpiar o desinfectar las paredes internas de los silos o tanques donde se almacena materia prima que ha pasado por un molino de martillos o un pulverizador. Generalmente se produce calentamiento de la materia prima al pasar por esta maquinaria, y en las tardes o noches frías se produce condensación del vapor de agua sobre las paredes, contribuyendo a la formación de capas o costras de material seriamente contaminado por hongos y bacterias.

Es indispensable establecer un método de control de inventario sobre cada materia prima, que permita establecer el porcentaje y las causas de merma. Deben crearse lotes bien definidos o codificados que permitan conocer detalles como cantidad, proveedor, fecha de entrada, alguna característica específica importante, y muy especialmente, que garanticen una correcta rotación de la materia prima.

Los tanques utilizados para almacenar líquidos deben tener una pendiente o tipo de fondo especial que permita el drenaje de agua, preferiblemente en el lado opuesto al de la salida del líquido. La boca de salida o de succión del líquido debe estar por encima del nivel de fondo del tanque. En lo posible, debe facilitarse por medio de la bomba, válvulas y tubería, la rotación del líquido. Si es conveniente, puede colocarse un sistema de agitación dentro del tanque. La

rotación o agitación de aceite facilita su mezcla con un antioxidante en caso de que sea necesario agregarlo (Ver Figura 2).



**Figura 2. Localización de la tubería de succión en tanques de aceite de fondo plano o fondo cónico.**

La grasa o aceite almacenado en un tanque debe mantenerse a la mínima temperatura posible para que permanezca en estado líquido o que permita su manipuleo. Debe evitarse el sobrecalentamiento y la introducción de humedad, así como sucesivos ciclos de calentamiento y enfriamiento. Si la grasa o aceite debe ser calentado para dosificarlo en producción, es recomendable hacerlo en un tanque pequeño (de consumo), utilizando válvulas termostáticas para el control de temperatura y evitando el uso de serpentines de cobre en contacto directo con el aceite.

## **DOSIFICACION**

Toda la materia prima que compone un “batch” o tanda de alimento debe ser cuidadosamente pesada, de acuerdo con las especificaciones de la fórmula. Las básculas o balanzas utilizadas para el pesaje de ingredientes mayores y de microingredientes deben tener la sensibilidad necesaria para pesar adecuadamente las cantidades especificadas en la fórmula. En el caso de los ingredientes mayores, especialmente en las instalaciones donde no se cuenta con básculas electrónicas, es aconsejable que la fórmula especifique cantidades en números redondos. No es raro encontrar en una planta de balanceados fórmulas que especifican por ejemplo 403,5 Kg de harina de pescado, cuando la báscula que se utiliza no es electrónica, tiene divisiones cada 2 ó 5 Kg, o tiene carátula en libras en lugar de kilogramos.

Además de contar con equipos adecuados para la dosificación de todos los ingredientes, es de vital importancia revisar la correcta calibración de los mismos, y mantener un record de mantenimiento de cada una de las básculas. Todos los sistemas de pesaje deben ser revisados diariamente para comprobar que estén dando correctamente el “cero”. De ser posible, debe comprobarse su calibración con pesos patrón una vez por semana, y una vez al mes deben limpiarse y revisarse exhaustivamente, de ser posible por personal especializado. Si bien es cierto que la composición proximal de una fórmula puede no variar mucho si una báscula de ingredientes mayores está algo descalibrada, el perjuicio económico puede ser muy grande al utilizar mayores cantidades de algunos ingredientes.

## **MEZCLA**

A pesar de ser una operación básica y muy importante dentro del proceso de fabricación, en ocasiones no se le da a la mezcla la importancia y cuidado que merece. Una planta que no posea una buena mezcladora no podrá sacar alimento con calidad consistente. El proceso de mezcla es más exigente en una planta de alimentos para acuicultura que en una planta que sólo produce alimento para animales terrestres, bovinos por ejemplo. Un novillo de 400 Kg que consume 10 Kg de alimento por día, con una retención de más de 24 horas en el tracto gastrointestinal, jamás será tan sensible a un alimento mal mezclado como un camarón de 1 g que consume 0,12 g de alimento por día con una retención de 20 a 30 minutos.

Independientemente del tipo de mezcladora que se utilice (vertical, horizontal de cinta o de paletas, de uno o dos ejes), el factor más importante a controlar es lo que comúnmente se denomina coeficiente de variación de la mezcla (CV). El CV no solamente representa la exactitud con que la unidad puede mezclar o el tiempo de mezcla necesario, si no también es una indicación del estado de funcionamiento de la mezcladora, y puede utilizarse para detectar problemas de segregación o desmezclado en el transporte del alimento después de la mezcladora. Cuando se realiza una prueba de mezclado, el CV deseado no debe ser mayor de 1,5 veces el coeficiente de variación del test o prueba analítica utilizada. En términos generales, se busca un CV inferior a 10%.

Existen varios métodos para determinar el CV o eficiencia de una mezcladora, siendo los más aceptados los siguientes: Análisis Químico para determinar contenido de un ingrediente (aditivo, vitamina, etc.), Determinación del Ion Cloruro en las muestras (Analíticamente o con “Quantab”), o utilizando Trazadores, como partículas de hierro coloreadas (“Microtracers”). De éstos, el más recomendado para utilizar en alimentos para acuicultura es el de “Microtracers”. El procedimiento a utilizar para realizar el test o toma de muestras debe ser estandarizado y seguir los lineamientos descritos en el Estándar número S.303.3 de la ASAE. El test de mezclado debe realizarse cuando se adquiere el equipo, y por lo menos una vez cada tres meses.

En el caso de adicionar aditivos o premezclas directamente a la mezcladora, la cantidad a agregar debe ser tal que por la exactitud de la mezcladora pueda ser homogenizada adecuadamente. Si no se está seguro del grado de homogeneidad que puede obtenerse con la mezcladora, se recomienda que la cantidad de aditivo o ingrediente individual a agregar se limite como mínimo dentro del rango de 0,2% a 0,5% del tamaño del “batch” o cochada. Cuando se deban agregar cantidades inferiores sin conocer la exactitud de la mezcladora, se recomienda hacer una dilución o premezcla en otra mezcladora (premezcladora) con algún otro ingrediente cuyas características de partícula sean similares a las del aditivo.

Además del adecuado tiempo de mezcla, es también recomendable observar que el tamaño de las partículas sea lo más homogéneo posible. Otros puntos que con frecuentes observaciones deben controlarse son la acumulación de material sobre las cintas o paletas de la mezcladora, y la descarga incompleta de la mezcladora. En el primer caso, la acumulación excesiva de material sobre las cintas o paletas de la mezcladora disminuye su eficiencia, y el hecho de que se quede gran cantidad de material dentro de la mezcladora después del ciclo de descarga no solamente es una indicación de desgaste de los componentes de la unidad, si no que constituye un grave riesgo de contaminación entre los diferentes “batches” o tandas.

## **MOLIENDA**

Una buena molienda es absolutamente fundamental para la producción de un alimento para acuicultura de buena calidad. Aunque normalmente en nuestro hemisferio no se acostumbra a moler tan finamente como en Asia, el tamaño promedio de partícula para un alimento de camarón o de alevinos debe ser de alrededor de 250  $\mu$ m, y ninguna partícula debe ser mayor de 420 $\mu$ m (Malla US #40). El tamaño de partícula para alimentos de peces más grandes puede ser mayor, pero se recomienda que ninguna partícula sea mayor de 841 $\mu$ m (Malla US #20).

Hasta ahora la forma más práctica y aceptable de controlar el tamaño de la molienda es mediante el uso de mallas o cribas con los orificios acorde con el tamaño que se quiere controlar, y utilizando agitadores mecánicos provistos con regulación de tiempo. El agitar las cribas manualmente y sin control de tiempo no produce resultados consistentes. Cada fábrica debe crear su propio estándar de máxima cantidad retenida sobre una malla y/o tamaño promedio de partícula basada en la especie y tamaño de animal que se va a alimentar. Debe controlarse periódicamente el tamaño de las partículas saliendo de los molinos o pulverizadores y entrando

a los procesos de pelletizado o extrusión. Los estándares deben ser medibles, respetados, y sobre todo acordes con la realidad. Lo que en una fábrica de alimento para pollos puede ser considerado como una molienda fina, debe ser considerado muy grueso en una fábrica de alimentos para camarón. La fábrica que utiliza estándares muy fáciles de cumplir o no acordes con la realidad no estará produciendo un alimento de calidad, y sí posiblemente engañándose a sí misma y a sus clientes.

El tamaño promedio de partícula puede calcularse mediante análisis estadístico después de haber zarandeado una muestra a través de varias cribas y pesado la cantidad retenida sobre cada una (Método estándar S319.2 de ASAE), o graficando en papel de probabilidad logarítmica el porcentaje acumulativo retenido sobre cada malla (Ver Apéndice 1 y Figura 3).

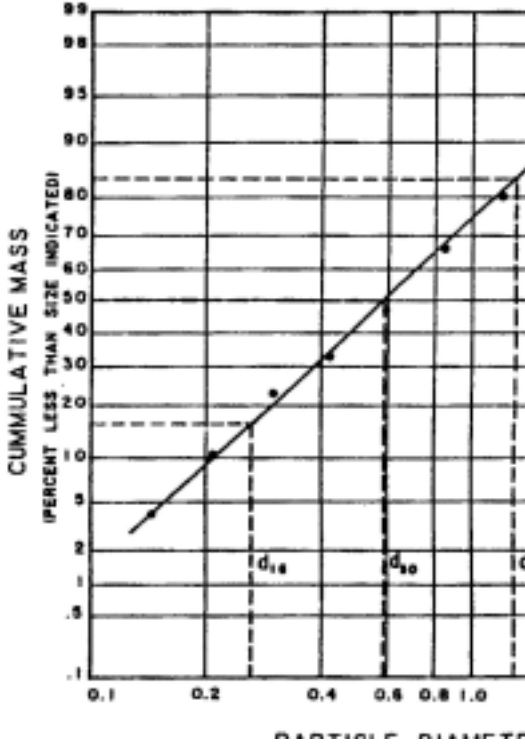
**Apéndice 1. Hoja Típica para la Tabulación de Datos de Zarandeo y Cálculo del Tamaño Promedio de Partícula por Peso. Estándar ASAE S319.2.**

Test No: ASAE-11		Date: 5-16			Material: Ground corn				
U.S. Sieve no.	di (mm)	Wi (g)	*Pi (%)	—P (%<<)	lo g-di	Wi logi -di	(log-di-logdgw )	Wi (log-di-logdgw) <sup>2</sup>	
3	6.73								
4	4.76				0.751				
6	3.36			100.00	0.602				
8	2.38	4.0	4.15	95.86	0.451	1.806	0.680	1.848	
12	1.68	5.1	5.30	90.56	0.301	1.535	0.529	1.429	
16	1.19	9.6	9.97	80.59	0.150	1.444	0.379	1.377	
20	0.84	13.5	14.02	66.57	-0.000	-0.001	0.228	0.703	
30	0.59	18.8	19.52	47.05	-0.152	-2.866	0.076	0.108	
40	0.42	13	13.50	33.55	-0.303	-3.938	-0.075	0.072	
50	0.297	11.6	12.05	21.50	-0.452	-5.243	-0.224	0.580	
70	0.21	10.1	10.49	11.01	-0.603	-6.085	-0.374	1.414	
100	0.149	6.6	6.85	4.16	-0.752	-4.965	-0.524	1.812	
140	0.105	3.6	3.74	0.42	-0.903	-3.250	-0.675	1.638	
200	0.074	0.4	0.42	0.00	-1.055	-0.422	-0.826	0.273	
270	0.053				-1.203	0.000			
pan					-1.356	0.000			
summation		96.3		100.01		-21.986		11.256	

\*Pi equal to the mass of the particles on the ith sieve divided by the total sample mass.

$$dgw = \log^{-1} [-(\log g-di) / -Wi] = \log^{-1} [-21.986/96.3] = 0.591 \text{ mm}$$

$$Sgw = \log^{-1} [-(Wi (\log g-di - \log dgw)^2) / -Wi]^{1/2} = \log^{-1} [11.256/96.3]^{1/2} = 2.19$$



**Figura 3. Distribución Acumulativa del Tamaño de Partículas, por Peso, para una Muestra de maíz molido. Papel de Probabilidad Logarítmica.**

No debe molerse la mezcla con vitaminas o aditivos, ni con grasa o aceite de pescado añadido. Normalmente éstos ingredientes se agregan en una segunda mezcladora, junto con ingredientes que ya tienen la granulometría deseada antes de pasar al extrusor o la peletizadora.



Para que un molino de martillos produzca una granulometría fina, los martillos deben girar con una velocidad periférica mayor a 5.5 m/min, debe ponerse especial cuidado en rotar los martillos con esquinas gastadas, y la malla o criba utilizada debe estar en buenas condiciones y tener los orificios con el tamaño adecuado y colocados alternadamente (no alineados). Las cribas con orificios de forma triangular (“Conidur”) dan generalmente buenos resultados. La protección por medio de imanes y/o limpiadores es esencial para el molino y para la calidad de la molienda. Cuando inexplicablemente el tamaño de la molienda varía, generalmente se debe a que una malla o criba se ha roto.

## **ACONDICIONAMIENTO**

El correcto acondicionamiento de la mezcla antes de entrar al proceso de peletizado o extrusión es de vital importancia para garantizar la calidad del alimento. Es en ésta fase donde se inicia la cocción o gelatinización de almidones y la plastificación de la proteína que van a garantizar un buen producto, estabilidad en el agua en el caso de alimento peletizado para camarón, un mayor grado de expansión en el caso de alimento extrusado y un mejor aprovechamiento del alimento por parte de la especie alimentada. En el acondicionador también se produce cierto grado de esterilización del producto.

Un correcto acondicionamiento también reducirá el desgaste excesivo de partes del extrusor o de la peletizadora, contribuyendo enormemente a bajar los costos de producción por concepto de repuestos y consumo de energía eléctrica.

El grado de gelatinización depende de tres factores: Calor, Humedad y Tiempo. El calor en el acondicionador es suministrado por el vapor, el mismo que debe ser saturado y de la más alta calidad posible (seco). El calor no sólo es suministrado por contacto con el vapor, sino también por el calor de condensación. Al condensarse el vapor se está agregando la humedad requerida. De aquí la importancia de que el vapor sea saturado. Un vapor sobre calentado no se condensará a menos que se enfríe, y un vapor de baja calidad no producirá el necesario calor de condensación. El alimento en el acondicionador debe alcanzar una temperatura de más de 80oC, y si es posible 90oC. En el caso de alimentos peletizados para camarón, el tiempo de acondicionamiento debe ser mayor de un minuto. El control de temperatura es una herramienta primordial para el operador, y debe tenerse cuidado de que el termómetro esté sensando la temperatura del alimento, no la temperatura de la cámara del acondicionador, que puede ser 10oC mayor que la temperatura real del alimento.

En el caso de alimentos peletizados para camarón, la humedad del alimento entrando a la peletizadora debe ser de 16%, lo que se logra agregando agua directamente en la mezcladora, y el resto en el acondicionador. Como guía práctica para el diseño del tamaño de la tubería de vapor, la velocidad en el tramo de alta presión (desde la caldera hasta el regulador) debe limitarse a 30 m/seg, y en el tramo de baja presión a 20 m/seg. Después de la válvula reguladora siempre es recomendable ensanchar el diámetro de la tubería, no sólo para lograr la velocidad deseada, si no también para evitar sobre calentamiento del vapor.

## **PELETIZADO O EXTRUSION**

El peletizado o la extrusión son considerados como los procesos más importantes en una fábrica de alimentos. Es muy importante desde el principio no equivocarse ni en la selección de la máquina adecuada para los requerimientos de producción, ni en la configuración del extrusor o especificaciones de la matriz y rodillos de la peletizadora. En muchos casos se cometen errores, especialmente cuando los alimentos para acuicultura no constituyen la única línea de producción en una planta y además se fabrican en porcentajes minoritarios. Una vez que se cuenta con la máquina apropiada y configurada correctamente, lo primordial es seguir las recomendaciones básicas de operación del fabricante y contar con operadores muy bien entrenados.

Especialmente en el caso de un Extrusor, un operario que no opere la máquina con sentido común y tenga experiencia, no podrá sacar un buen producto por más bueno y sofisticado que sea el extrusor. Los encargados de la operación de peletizadoras y extrusores deben conocer la teoría y la ciencia de operación, pero siempre hay espacio para aplicar un poco del “arte” adquirido con la experiencia. En las dos máquinas siempre hay que graduar bien la alimentación, aplicar los principios de seguridad industrial, y evitar el roce de metal con metal.

En el caso de los extrusores las variables más importantes de operación son la adición de agua, la temperatura, y la presión del extrudado que es controlada por el dado. La adición de agua es muy importante para el control de la densidad del producto, el grado de expansión y la apariencia del producto. No es extraño observar que dependiendo de la cantidad de agua agregada a una misma formulación el producto final flote o se hunda. De aquí la importancia de que una vez que se obtiene un buen producto, la tasa de adición y la presión de agua se mantengan constantemente. La temperatura del producto dentro del extruder debe ser controlada para que sea superior a 120oC para garantizar la cocción. En ocasiones, cuando hay mucha adición de agua, o en los arranques, es conveniente que el extrusor cuente con un sistema de calentamiento del barril.

En el caso de las peletizadoras la operación no es tan variable ni complicada como en los extrusores. Sin embargo no todas las fórmulas se comportan de igual manera. La correcta operación de una peletizadora está íntimamente ligada al acondicionamiento del producto, a la alimentación, y a la graduación de rodillos. Si los rodillos están bien graduados y se mantiene una correcta alimentación de producto al dado, la calidad del producto estará dependiendo del grado de acondicionamiento que se dé, o que el producto reciba, que a su vez depende también de la formulación y de la molienda.

Un factor crítico tanto en los extrusores como en las peletizadoras es el poder graduar la correcta longitud del producto. Cuando las cuchillas no están bien afiladas no producen el efecto de corte si no de barras rompedoras, comprometiendo seriamente la apariencia (calidad) del producto. Las cuchillas deben ser afiladas cada 24 a 36 horas de operación. Este procedimiento curiosamente es uno de los más difíciles de implantar en las fábricas de balanceado. El ángulo de las cuchillas con relación al producto debe ser de 90°.

## **SECADO Y ENFRIAMIENTO**

Debido a que los productos que salen de un extrusor suelen tener más de 20% de humedad, es necesario secarlos. El producto que sale de la peletizadora sólo es necesario enfriarlo, y en este paso se reduce también la humedad entre 1 y 3%. El manejo de los productos que salen del extrusor o de la peletizadora debe hacerse de la manera más “gentil” posible, pues son frágiles y si no se manipulan adecuadamente se romperán creando gran cantidad de finos. El transportar con flujo de aire el producto saliendo de un extrusor es una forma adecuada que además permite remover el exceso de vapor, evitando condensación sobre los equipos. El producto que sale de una peletizadora debe llevarse directamente por gravedad al enfriador o tanque de reposo si es utilizado este sistema.

La temperatura del producto extrusado en el secador, o del producto peletizado en el tanque de reposo (si se utiliza este sistema) no debe exceder de 95°C pues se corre el riesgo de pérdida adicional de vitaminas o aditivos.

El secado o enfriamiento debe realizarse lentamente, permitiendo el flujo de humedad desde la parte interna del producto hacia afuera, y evitando choques térmicos que puedan crear fisuras en el producto. Se recomienda secar o enfriar el producto hasta una humedad no inferior a 11 o 12%, pues ésta es considerada como un nivel “seguro”, y el remover mayor cantidad de humedad causa grandes perjuicios económicos.

El enfriamiento tanto de productos extrusados como peletizados es aconsejable que se lleve a cabo en un enfriador de “contraflujo”, pues este equipo evita choques térmicos y resulta más económico de operar y mantener que un enfriador del tipo vertical u horizontal.

## **ZARANDEO Y GRANULADO**

Después de enfriado el producto se pasa por una zaranda para remover los finos. En la mayoría de los casos una zaranda de dos mallas con orificios apropiados para el tamaño del producto es suficiente. Debe evitarse el zarandeo de producto que no ha sido enfriado, pues se producirá rotura de los granulos o pellets y mayor cantidad de finos que deben ser retornados al sistema. Se recomienda que la mayor cantidad de finos que son retornados al sistema no pase del rango de 5 a 8%, pues es necesario recordar que este producto ya ha sido gelatinizado, proceso irreversible, y el agregar de nuevo estos finos al sistema causa problemas en el extrusor o la peletizadora y un producto final de inferior calidad. Cuando se tiene un retorno mayor de finos generalmente se debe a deficiencias en el acondicionamiento o peletizado, o a mal trato del producto en las etapas intermedias. El producto final no debe tener más de 2% de finos.

Para alimentar animales muy pequeños generalmente se pasa el producto por un granulador o molino de rodillos con el objeto de lograr el tamaño de partícula deseado. La distancia entre los rodillos del granulador debe ser uniforme, y normalmente un poco inferior al diámetro del pellet. Esta distancia se varía de acuerdo con el tamaño o mezcla de tamaños deseados. Es importante que el producto que se granula esté frío y seco. Cuando se juntan mucho los rodillos se

producirá un efecto de molienda, creando muchos finos. Las estrias de los rodillos granuladores no deben estar gastadas o “romas”.

Si la molienda y los demás procesos han sido adecuados, no se espera tener variaciones significativas en los contenidos nutricionales de los granulos de diferentes tamaños. La zaranda plana de una o dos mallas utilizada para los pellets generalmente no es adecuada para separar los diferentes tamaños de los granulos pequeños. Normalmente se utiliza en esta etapa una zaranda de varios cajones, similar a las utilizadas en los molinos de trigo.

## **RECUBRIMIENTO CON ACEITE**

El recubrir los productos con aceite de pescado o de origen marino presenta varias ventajas como aumentar la atractabilidad y palatabilidad del alimento, hacerlo también más estable en el agua, y mejorar su presentación. Adicionalmente, con un equipo bien diseñado pueden agregarse vitaminas o aditivos termosensibles mezclados con el aceite. Teóricamente el aceite debe añadirse sobre el producto caliente para que sea absorbido más fácilmente, pero en la práctica se presentan problemas de producción de finos, taponamiento de zarandas, retorno de finos con grasa y suciedad en los equipos. El agregar el aceite sobre el producto frío y zarandeado es una práctica común y resulta mejor si el producto con aceite se deja reposar en un tanque o silo antes del empaque.

Independientemente del tipo de equipo que se utilice, éste debe garantizar una buena homogeneidad y debe prestarse especial atención a su correcta calibración. Deben realizarse todas las pruebas necesarias que permitan determinar el flujo de producto “seco” que se alimenta al sistema y la tasa de adición del líquido, según varíen las velocidades de producción o los porcentajes de aceite a agregar. Estas pruebas deben ser realizadas cuando se instala el equipo y periódicamente deben chequearse las calibraciones, pues éstas pueden variar con el desgaste de los elementos que componen el sistema.

Aunque parezca obvio, es necesario recalcar que la cantidad de aceite que se adiciona en ésta etapa debe hacer parte del 100% de la formulación, y no agregar adicionalmente aceite a un producto “seco” que por formulación ya tiene balanceado el total de los nutrientes. En éste caso los porcentajes de proteína, etc. del alimento final se verán disminuidos. Si por ejemplo se requiere adicionar un 5% de aceite, el producto “seco” que entra al sistema compone sólo el 95% de la fórmula. No es extraño observar que para éste ejemplo en algunas plantas se adicionen 50 Kg de aceite por hora a un flujo de alimento “seco” de 1.000 Kg por hora. Si el aceite ha sido considerado como parte de la formulación, 1.000 Kg por hora corresponden al 95% del total del alimento, y se deberían agregar 52,5 Kg de aceite por hora.

## **EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO**

El alimento generalmente se empaca en sacos de polipropileno con peso de 25 a 50 Kg. Es muy común encontrar en América Latina productos empacados en sacos de 40 Kg. Los productos granulados para animales pequeños deben ser empacados en sacos de menor peso ya que el

consumo es menor, garantizando también el uso más rápido de sacos abiertos para mantener la frescura del producto.

Es recomendable que se cheque periódicamente el peso de los sacos con una báscula que tenga una sensibilidad de 50 g. El empaquetar producto con menor o mayor cantidad del peso indicado es un engaño al consumidor, o puede representar grandes perjuicios económicos para el productor del balanceado. Todo saco debe tener adherida una etiqueta indicando el contenido del producto, fecha de fabricación y con sellos especiales si el alimento contiene un medicamento o aditivo no anunciado en la etiqueta. La etiqueta debe adherirse al saco cosida con hilo, no con grapas ni elementos metálicos.

El alimento debe almacenarse en un lugar seco, fresco y bien ventilado, sobre estibas de madera, evitando el contacto directo con el piso o paredes, y protegido de los rayos del sol. Los lotes deben ser claramente identificados para evitar despachos erróneos y para garantizar la correcta rotación del alimento.

No debe despacharse de la fábrica ningún alimento que no haya sido verificado en cuanto a su calidad. Se recomienda que el alimento no se almacene en la fábrica por periodos mayores de 30 días y que su consumo no ocurra después de dos meses de haber sido fabricado.

## **BIBLIOGRAFIA**

- American Society of Agricultural Engineers. (ASAE), 1992. Standards, Engineering Practices and Data. 2950 Niles Road. St. Joseph, Michigan 49085-9659. USA.
- Behnke et. al, 1991. Mixing and Mixers for the Aquaculture Industry. Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. American Soybean Association, Singapore.
- Botting, 1991. Extrusion Technology in Aquaculture Feed Processing. Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. American Soybean Association, Singapore.
- National Rrenders Association. (NRA), 1985. Fat Handling in the Feed Mill. 2250 E. Devon Ave. Des Plaines, Illinois 60018. USA.
- Tan, 1991. Pelleting of Shrimp Feeds. Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. American Soybean Association, Singapore.

