



Octubre 2007

## *Arbor Acres* update

La Calidad Física del Alimento



**Aviagen Incorporated**  
Cummings Research Park  
5015 Bradford Drive  
Huntsville, Alabama 35805  
US

**tel** +1 256 890 3800  
**fax** +1 256 890 3919  
**email** [info@aviagen.com](mailto:info@aviagen.com)

**Aviagen Limited**  
Newbridge  
Midlothian EH28 8SZ  
Scotland UK

**tel** +44 (0) 131 333 1056  
**fax** +44 (0) 131 333 3296  
**email** [infoworldwide@aviagen.com](mailto:infoworldwide@aviagen.com)

**[www.aviagen.com](http://www.aviagen.com)**

Aviagen proporciona a sus clientes información detallada sobre las Especificaciones del Rendimiento de sus Productos, Manuales de Manejo y Especificaciones Nutricionales, como base para manejar sus parvadas. El éxito de la producción de pollos de un día o en el crecimiento de las aves de engorde depende también del entendimiento y la atención a los detalles en el manejo cotidiano de las parvadas. Este documento fue elaborado por el Departamento de Transferencia Técnica de Aviagen, como parte de la serie de publicaciones periódicas intituladas Ross Tech, que brindan información básica sobre diversos tópicos para ayudar al lector a comprender los principios esenciales para el éxito en el manejo de sus reproductoras y pollos de engorde. Aun cuando los principios básicos son válidos para la mayoría de las regiones y estrategias de producción, algunos aspectos se pueden dirigir a situaciones más específicas.

**Información de los Autores – Marcus Kenny y Dan Rollins**

Marcus Kenny es Jefe de Servicios Nutricionales de Aviagen a Nivel Mundial, a cargo de todo el equipo de nutricionistas de la empresa en el mundo y proporcionando a nuestros clientes apoyo técnico en materia de nutrición, además de dirigir los programas internos de producción. Marcus obtuvo su maestría en Nutrición Animal en la Universidad de Aberdeen en 1993 y, desde entonces, ha trabajado en la industria avícola. Se unió a Aviagen en 2002 como Gerente de Servicios Nutricionales y tiene experiencia trabajando con nuestros clientes en todo el mundo.



Dan Rollins es Director de Producción de Alimentos Balanceados en Aviagen Norteamérica. Ingresó a la empresa en 1997 y ha prestado sus servicios en la industria integrada de alimentos avícolas durante más de 30 años. Fue responsable del diseño y construcción de la primera planta de alimentos con bioseguridad en EE.UU. Dan es responsable de las operaciones de Aviagen relacionadas con alimentos en Norteamérica, incluyendo compras, producción y administración de la calidad. También brinda servicio técnico en producción de alimentos para nuestros clientes en Norteamérica, incluyendo a México.



**Resumen Ejecutivo**

El pollo de engorde moderno requiere de un consumo óptimo de alimento en respaldo a su crecimiento ideal y eficiente. La forma física de la ración ejerce un impacto significativo sobre el consumo de alimento y, en consecuencia, brinda grandes oportunidades de generar utilidades.

Son varios los factores que afectan la calidad del pelet: la formulación del alimento, su acondicionamiento y molienda se consideran como los más significativos.

Es posible mejorar significativamente la calidad del pelet con poco costo, si ponemos más atención a los procesos de producción de las raciones, sobre todo la molienda y el acondicionamiento.

La producción de partículas finas y homogéneas mediante el proceso de molienda elevará la calidad del pelet a niveles óptimos y lo mismo se logra con la temperatura de acondicionamiento, el

tiempo de permanencia en esta cámara, la calidad del vapor y el nivel de humedad.

El manejo y el mantenimiento de la cámara de acondicionamiento y de la peletizadora pueden mejorar la durabilidad del pelet.

Un buen programa de control de calidad basado en pruebas de la calidad física del alimento, tanto en la fábrica como en la granja asegurará el mantenimiento de la calidad física de la ración.

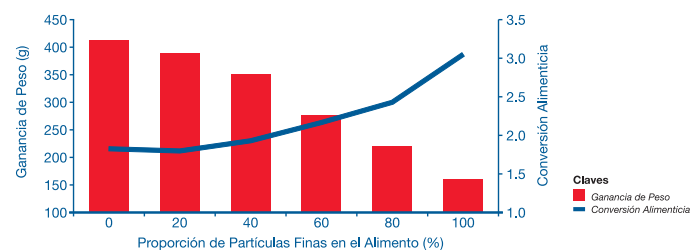
Los alimentos de las aves están formulados para contener concentraciones específicas de nutrientes en apoyo al rendimiento de las aves; sin embargo, el crecimiento dependerá del consumo real de dichos nutrientes.

Evidentemente, para lograr un crecimiento óptimo y eficiente será necesario prestar especial atención al manejo del alimento y de las aves para mantener buenos niveles de consumo.

**Factores que Afectan el Consumo de Alimento**

Son muchos los factores que influyen en el consumo de alimento, pero los más importantes son el medio ambiente y el manejo. Se sabe que la forma física del alimento tiene un impacto significativo sobre el consumo. Cuando el pelet es de mala calidad se generan muchas partículas finas y esto tiene un efecto negativo sobre la cantidad de ingesta. La investigación reciente ha mostrado efectos significativos cuando aumentan los niveles de partículas finas pues se reduce el peso corporal y aumenta la conversión alimenticia (Figura 1).

Figura 1: Influencia de la Cantidad de partículas finas en la Ración sobre el Rendimiento del Pollo de Engorde entre los 15 y 35 Días de Edad (Quentin et al., 2004)



La mayoría de las dietas comerciales para pollo de engorde ha pasado por un proceso de peletización; sin embargo, la durabilidad del pelet puede ser variable, pudiendo encontrar hasta un 50% de partículas finas que, al aumentar, se asocia con bajo peso corporal y aumento en la tasa de conversión. Para elevar al máximo el desempeño será necesario minimizar el nivel de partículas finas de la dieta.

Es importante establecer la respuesta del pollo de engorde moderno a altos niveles de partículas finas. En las dos pruebas que describimos a continuación, realizadas por Aviagen, se utilizaron ya sea niveles extremos de partículas finas o los niveles que encontramos comúnmente en el campo.

En el primer estudio se analizó el impacto de diferentes niveles de partículas finas en la ración hasta los 31 días, en el ambiente de Europa Noroccidental. El grupo testigo recibió alimento iniciador en migaja y de crecimiento en pelets, de buena calidad; el tratamiento 1 (50% de partículas finas) se creó mezclando por peso cantidades iguales de partículas finas y migajas o pelets. Las partículas finas se produjeron haciendo pasar las migajas o pelets del testigo a través de un molino de rodillos, para obtener partículas

inferiores a 0.5 mm. El tratamiento 2 consistió en 100% de partículas finas (Figura 2).

Figura 2: Tipos de Dietas Usados por Aviagen en la Prueba de la Forma Física del Alimento



Los resultados mostraron que el Tratamiento 1 (50% de partículas finas) redujo el peso corporal en 7% y el Tratamiento 2 (100% de partículas finas) lo redujo en 20%, en comparación con el grupo testigo (Cuadro 1).

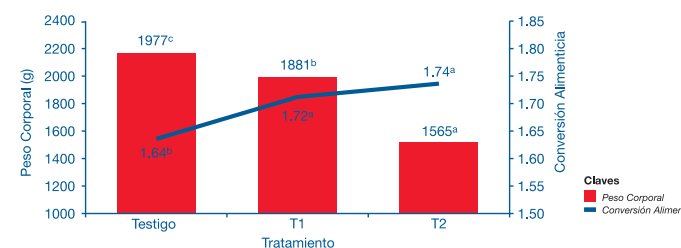
Cuadro 1: Efecto de la Forma Física del Alimento sobre el Peso Corporal del Pollo de Engorde y la Conversión Alimenticia a 10, 21 y 31 Días de Edad.

Tratamiento	Peso Vivo a:			Conversión Alimenticia a los:		
	10 días	21 días	31 días	10 días	21 días	31 días
Testigo	297g	975g	1972g	1.39	1.53	1.63
1. Mezcla (50% de finos)	287g	916g	1835g	1.42	1.60	1.69
2. Finos (100% de finos)	264g	797g	1579g	1.54	1.67	1.71
Desviación Estándar	5.32	9.80	17.65	0.0203	0.0241	0.0182
Valor de P	0.016	0.000	0.000	0.003	0.011	0.008

En conclusión, la prueba confirmó que cuando la forma física del alimento es deficiente se reduce significativamente el rendimiento de las aves alimentadas con una dieta a base de trigo, en el ambiente de Europa Noroccidental: mientras mayor es el nivel de partículas finas menor será el rendimiento, sobre todo conforme avanza la edad de las aves.

El segundo estudio se realizó con dietas a base de maíz en el ambiente asiático, con temperaturas de galpón significativamente superiores a las del primer estudio. Los tratamientos de alimento fueron exactamente iguales que en el estudio anterior. La dieta de mala calidad se reprodujo procesando el alimento en un molino de martillos para obtener partículas inferiores a 0.5 mm y después, al igual que en el primer estudio, se mezcló con la ración original para crear el tratamiento con 50% de partículas finas (Figura 3).

Figura 3: Efecto de la Forma Física del Alimento sobre el Peso Corporal del Pollo de Engorde y la Conversión Alimenticia a los 35 Días de Edad



El efecto sobre el rendimiento fue similar al obtenido en el experimento anterior. La mezcla con 50% de partículas finas (T1) redujo el peso vivo en 4.5% y la mezcla con 100% de partículas finas (T2) lo hizo en 19%. La conversión alimenticia se deterioró

en 2.2% y 6.1% con los alimentos que contenían 50% y 100% de partículas finas, respectivamente (Figura 3).

Las dos pruebas muestran que el porcentaje de partículas finas tiene un efecto dramático sobre el rendimiento de las aves, pues se reduce el peso corporal hasta en un 20% y la conversión alimenticia se deteriora hasta en un 7%.

**Beneficio Económico de Mejorar la Forma Física del Alimento**

Los datos de este segundo estudio se pueden utilizar para calcular el efecto económico de la forma física de la dieta.

Descripción	Peso Corporal (g)
100% de Pelets	1977
100% de finos	1565
Diferencia	412

El efecto de reducir las partículas finas al 0% incrementó el peso corporal en 412 g/ave. En términos de valor, si los precios del peso vivo se calculan en US\$0.71 por Kg, este peso adicional tiene una valor superior a US\$0.29 por ave, por lo que una reducción de 10% en las partículas finas de la ración vale potencialmente US\$0.03 por ave. Este cálculo se basa solamente en el peso vivo y no toma en cuenta el efecto de la forma física del alimento sobre la conversión alimenticia. Utilizando un cálculo anualizado con base en 100 millones de pollos de engorde al año, esto representa un incremento en las utilidades de US\$3 millones\*.

Este cálculo se basa en los datos obtenidos en la prueba, asumiendo que el efecto del aumento de las partículas finas sea lineal; sin embargo, muestra que hay muchas oportunidades de mejoramiento en el desempeño tanto biológico como financiero si se mejora la forma física de la dieta.

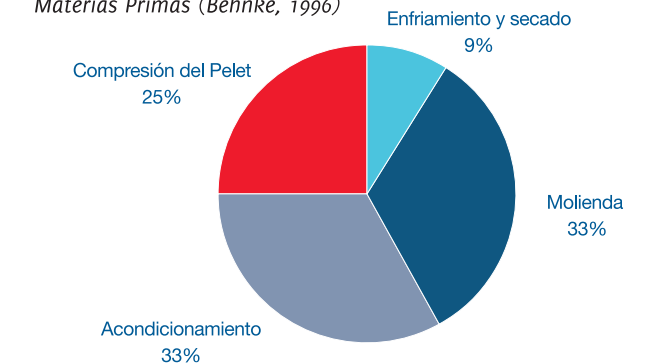
**Maneras de Mejorar la Durabilidad del Pelet**

El hecho de mejorar la durabilidad del pelet es una manera efectiva de reducir las partículas finas.

La durabilidad del pelet se puede mejorar manipulando la formulación de la dieta. El uso de materias primas con buena capacidad ligante como el trigo, la cebada, la semilla de nabo y la adición de aglutinantes del pelet tendrán una influencia benéfica.

Las prácticas de fabricación del alimento también tienen efectos sobre la durabilidad del pelet y pueden implicar menos costos que el cambio de las materias primas o el uso de aglutinantes.

Figura 4: Factores que Afectan la Calidad del Pelet – No se Incluyen las Materias Primas (Behnke, 1996)



\*Las cifras citadas se basan en el crecimiento y en el rendimiento económico en Europa y se convirtieron a dólares usando un tipo de cambio de 1 a US\$1.42.





La molienda de las materias primas y el acondicionamiento de la mezcla se consideran como los factores que tienen mayor influencia sobre la durabilidad del pelet (Figura 4).

**Molienda**

Son varias las razones para moler las materias primas, pues esto mejora la uniformidad de la mezcla, incrementa la absorción de vapor y aumenta la digestibilidad del alimento. En lo que se refiere a la calidad del pelet, la molienda reduce la cantidad de partículas grandes que pueden reducir la resistencia del pelet, e incrementa la superficie expuesta de las partículas para que se adhieran entre sí. En otras palabras, una molienda más fina y homogénea puede generar una mejor calidad del pelet. Mientras más grande sea la partícula del alimento mayor será el tiempo necesario para que el calor penetre hasta su centro y este factor se debe tomar en cuenta al calcular las características de la cámara de acondicionamiento para determinar el tiempo requerido de retención.

**Puntos a considerar durante la molienda:**

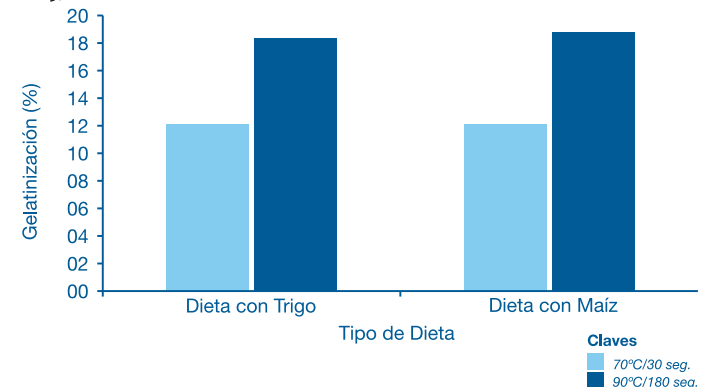
- TamañO de las perforaciones en el tamiz. Debe ser adecuado para el tamañO de la partícula y el tamañO del pelet deseados.
- Colocación correcta del tamiz con respecto a los martillos. Proporciona una molienda más eficiente.
- Velocidad del extremo de los martillos. Una mayor velocidad produce material más fino.

En conclusión, es necesario que la molienda proporcione partículas finas y homogéneas para mejorar la calidad del pelet.

**Acondicionamiento**

Junto con la molienda, el acondicionamiento es uno de los factores más importantes para lograr una buena calidad física. Este proceso crea energía térmica, química y mecánica. El vapor que se utiliza durante el acondicionamiento destruye la estructura del almidón y causa su gelatinización, plastifica las proteínas y reblandece las fibras (Figura 5).

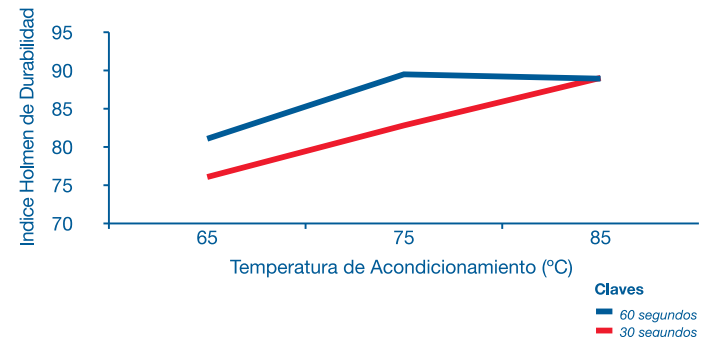
Figura 5: Efecto de Diferentes Condiciones de Procesamiento sobre el Nivel de Gelatinización del Almidón de Dos Tipos diferentes de Dietas (Svihus, 2005)



La Figura 5 muestra claramente que la práctica de aumentar el tiempo y la temperatura de acondicionamiento aumenta la gelatinización del alimento independientemente del cereal que se utilice como base. El proceso de gelatinización crea "pegamentos" naturales y esto permite que las partículas de alimento se compriman fuertemente y se adhieran entre sí a pesar por el dado de la peletizadora. La cocción óptima del

alimento dará como resultado pelets más durables y reducirá los niveles de partículas finas (Figura 6).

Figura 6: Efecto de la Temperatura y el Tiempo de Acondicionamiento sobre la Durabilidad del Pelet (Svihus, 2005)



La durabilidad del pelet aumentó conforme se incrementaron el tiempo y la temperatura del acondicionamiento. (expresado en términos del Índice Holmen de Durabilidad).

**Calidad del Vapor**

El acondicionamiento de las dietas avícolas requiere de vapor saturado, el cual consiste mayormente en vapor, en contraposición al "vapor húmedo", que implica humedad libre. El vapor húmedo "transfiere" su calor menos eficientemente (menor entalpía de evaporación) que el vapor saturado y puede causar una distribución dispereja de la humedad en la harina, haciendo que el dado de la peletizadora se atasque o se resbale.

Las características del vapor afectan el proceso de acondicionamiento. Se ha demostrado que el vapor saturado incrementa la temperatura de la mezcla en 16.0°C por cada 1% de humedad adicionada, mientras que este valor es de sólo 13.5°C con vapor húmedo. También se ha demostrado que el vapor de mala calidad puede reducir la temperatura del acondicionamiento en 6 a 11°C, dependiendo de la cantidad de humedad que se adicione.

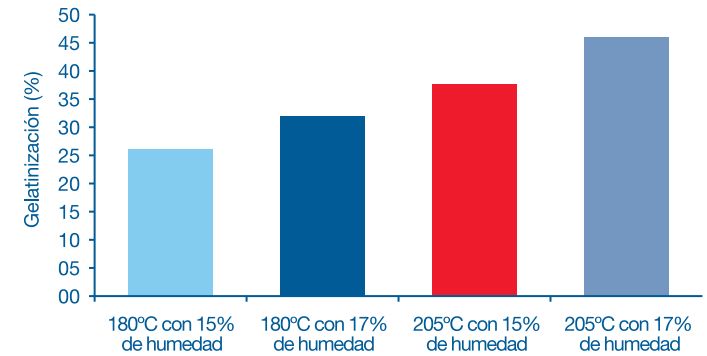
**Puntos importantes a considerar:**

- El generador de vapor es un componente complicado del proceso de acondicionamiento, por lo que se le debe dar mantenimiento y es necesario operarlo de tal manera que produzca vapor de alta calidad, en forma consistente.
- El generador de vapor debe funcionar de acuerdo con las recomendaciones de presión del fabricante, conservando siempre esta presión dentro de márgenes estrechos de funcionamiento.
- Es importante eliminar las condensaciones antes de que el vapor llegue a la cámara de acondicionamiento, minimizando además la humedad acumulada en el vapor utilizando trampas de vapor cuando así resulte adecuado.

**Humedad**

La humedad presente en el alimento que se esté procesando en la cámara de acondicionamiento funciona como un conductor para transferir el calor hacia el interior de las partículas de alimento. Algunos estudios han demostrado que la adición de humedad a la harina tiene un efecto positivo sobre el proceso de acondicionamiento. La Figura 7 muestra el mejoramiento en la gelatinización que se puede lograr mediante la adición adecuada de humedad.

Figura 7: Efecto de la Humedad y la Temperatura sobre el Nivel de Gelatinización



Algunos aditivos también pueden mejorar el proceso de acondicionamiento. Las nuevas tecnologías en materia de surfactantes permiten la adición de humedad a la mezcladora o a la cámara de acondicionamiento y esto puede mejorar de manera importante la calidad del pelet. La adición de humedad y la mejor calidad del pelet han demostrado aumentar la eficiencia alimenticia del pollo de engorde (véase la sección sobre adición de surfactantes en la página 12).

**Tiempo de Retención**

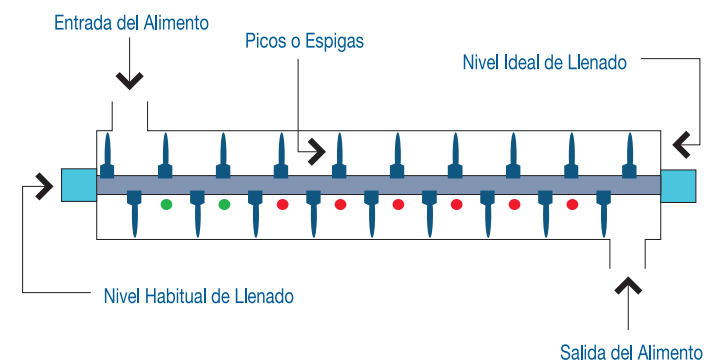
El tiempo óptimo de retención para cualquier cámara de acondicionamiento es el que se requiere para que el calor y la humedad lleguen al centro de cada partícula de alimento. Mientras mayor sea el tiempo de retención, mayor será el grado de gelatinización y mayor la durabilidad del pelet (Figura 6). El Cuadro 2 muestra las diferencias de gelatinización con tiempos variables de retención a niveles iguales de humedad y temperatura.

Cuadro 2: Efecto del Tiempo de Retención sobre el Nivel de Gelatinización

Tipo de Equipo	Tiempo de Retención	Porcentaje de Gelatinización
Acondicionador de una sola Flecha	De 15 a 20 segundos	15-20%
Acondicionador Doble	De 40 a 45 segundos	20-25%
Diferencial de Diámetro y Velocidad	De 120 a 180 segundos	40-50%

Si se utiliza una cámara convencional de acondicionamiento con una sola flecha y un cilindro o barril, éste tendrá que ser muy grande para lograr los tiempos adecuados de retención y mezclado. Por lo general este tipo de acondicionadores se llena al 50% de su capacidad. El alimento permanece en la mitad inferior del barril permitiendo que la mayor parte del vapor escape hacia la parte superior, donde hay menor resistencia (Figura 8).

Figura 8: Cámara de Acondicionamiento de Una Flecha, Mostrando los Niveles Ideal y Habitual de Llenado (cortesía de S Parker)



El hecho de aumentar el nivel de llenado proporciona mayor distribución del vapor en toda la mezcla de alimento y lo mismo ocurre si el vapor se introduce por debajo del nivel de la masa de alimento.

El tipo de sistema de acondicionamiento influye la efectividad de este proceso. El porcentaje de cocción o gelatinización mejora grandemente cuando la cámara de acondicionamiento está provista de dos flechas, lo cual ofrece una ventaja definitiva sobre los acondicionadores de una flecha, pues cada una de ellas tiene diámetro diferente y giran en dirección encontrada. Además, cada una de las flechas está provista de picos o espigas en ángulos diferentes, agitando así al alimento en suspensión dentro del barril. El hecho de mantener las partículas de alimento suspendidas permite que el vapor llegue hasta el centro de las partículas del alimento.

El número y el ángulo de fijación de las espigas es de importancia extrema. Mientras mayor sea el número de ellas mayor será la agitación del alimento dentro del barril de acondicionamiento, mientras que el ángulo de las espigas afecta el tiempo de retención.

**Para asegurar un acondicionamiento óptimo será necesario considerar los siguientes puntos:**

- Es necesario mantener baja la presión del vapor dentro de la cámara de acondicionamiento (<2 Bares) pero deberá permanecer constante, toda vez que la presión alta impide la homogeneización de la temperatura. Cuando la presión del vapor es baja, se transfiere el calor al alimento de manera más eficiente que cuando la presión es alta.
- Al entrar a la cámara de acondicionamiento, es necesario que la temperatura del vapor sea de aproximadamente 100°C para acondicionar el alimento adecuadamente. Lo ideal es que la temperatura de la cámara de acondicionamiento sea superior a 80°C.
- El tiempo de permanencia del alimento en la cámara de acondicionamiento tiene influencia sobre la durabilidad del pelet. Dependiendo de las temperaturas involucradas, al aumentar el tiempo de retención por lo general el acondicionamiento será mejor (Cuadro 2).
- El nivel del alimento dentro de la cámara de acondicionamiento afecta la eficiencia de este proceso. Si el nivel del alimento es bajo y si se reduce su tiempo de permanencia, disminuirá el efecto mecánico de esta cámara.
- El punto de entrada del vapor a la cámara de acondicionamiento debe estar por debajo del nivel superior del alimento, porque si ingresa por encima el vapor no podrá penetrar eficientemente a través de la masa.

**Peleteado**

Junto con la molienda y el acondicionamiento, el procedimiento real de peletización tiene influencia sobre la calidad del pelet. Es necesario que la mezcla entre a la peletizadora bien acondicionada, pues esto ayudará a que se formen correctamente los pelets, en vez de "cocinar" el alimento con el calor que genera la fricción en el dado. El exceso de calor por fricción en el dado puede producir unpelet duro y quebradizo y esto reduce su durabilidad. Además, el proceso de acondicionamiento en la cámara diseñada para este fin es más costoso que hacerlo en la peletizadora.



**Se deberán tomar en consideración los siguientes aspectos:**

- Desgaste del dado. La adquisición de dados baratos por lo general es una falsa economía, pues lo más probable es que su calidad sea inferior, su desgaste desigual y, por ende, se produzcan pelets de mala calidad y con poca eficiencia.
- El número de orificios del dado afectará la velocidad de producción y la tasa de desgaste del mismo.
- Las dimensiones de los orificios del dado afectan la calidad del pelet. Los orificios de mayor longitud y menor diámetro incrementan la compresión del alimento dentro del dado, pero al aumentar los niveles de compresión se pueden producir pelets más duros y quebradizos y no siempre más durables.
- El hecho de aumentar la velocidad del dado incrementa la tasa de producción pero reduce la calidad del pelet.
- La masa se debe alimentar homogéneamente a todo lo largo de la cara superficial del dado, pues de lo contrario el desgaste será desigual tanto en el dado como en los rodillos, haciendo que los pelets queden mal formados y su calidad sea deficiente.
- Un dado bien mantenido y con las especificaciones correctas ayudará a mantener la calidad de los pelets.

**Formulación**

La matriz de ingredientes o formulación de la dieta también tiene extrema importancia sobre el proceso de peleteado, pues los distintos ingredientes tienen niveles diferentes de capacidad de peletización y requieren niveles variables de acondicionamiento para lograr una gelatinización óptima. El Cuadro 3 presenta las diversas temperaturas de gelatinización de algunos ingredientes.

Cuadro 3: Temperaturas de Gelatinización de Algunos Ingredientes.

Fuente de Almidón	Rango de Temperatura en el que Ocurre la Gelatinización (°C)
Cebada	51-60
Trigo	58-64
Centeno	57-70
Avena	53-59
Maíz	62-72
Maíz Céreo	63-72
Sorgo	68-78
Arroz	68-78

En general, las dietas avícolas se caracterizan por contener niveles elevados de grasa. La grasa adicional por lo general varía de 2 a 5% y el nivel total de grasa en la ración es de 6.5 a 10%. Cuando la grasa se agrega en la mezcladora, actúa inhibiendo el proceso de acondicionamiento térmico e impide la producción de un pelet óptimo. La grasa funciona como un aislante de la partícula de alimento y esto impide que la humedad penetre en ella con rapidez. Cuando la grasa se agrega en la mezcladora la partícula queda recubierta

antes de entrar a la cámara de acondicionamiento. Debido a la corta duración que normalmente se permite en la cámara de acondicionamiento, la humedad no penetra en la partícula, no se transfiere el calor y, por ende, ocurren sólo cambios muy pequeños en la composición del almidón. El Índice de Durabilidad del Pelet de los alimentos avícolas se puede mejorar de manera importante si se evita la adición de la grasa en la mezcladora y esto se hace ya sea en la peletizadora o, posteriormente, en la sección de enfriamiento.

Los subproductos de origen animal también representan retos para la calidad óptima del pelet, porque los "almidones" disponibles en estos productos no resultan adecuados para la aglutinación del material por gelatinización o bien se han desnaturalizado durante el proceso de cocción del producto. Los niveles elevados de harina de carne en la dieta (por encima del 5%) también pueden causar mermas en la producción y reducir la calidad del pelet. Las mermas en la producción se deben a que los "almidones" de la carne se caramelizan en las paredes de los orificios del dado que, al acumularse, cierran el diámetro del orificio y crean mayor fricción conforme el alimento atraviesa el dado, aumentando el amperaje y disminuyendo la producción.

**Adición de Surfactantes**

Algunos estudios recientes han indicado que la práctica de incorporar surfactantes grado alimenticio para uso humano puede mejorar en general el acondicionamiento de la ración. El surfactante reduce la tensión superficial del agua, aumentando la velocidad de entrada de la humedad a las partículas de alimento durante el proceso de acondicionamiento. La humedad actúa como conductora para la transferencia de calor al interior de las partículas y, por ende, si la humedad penetra más rápido también sucederá lo mismo con la transferencia del calor al alimento en la cámara de acondicionamiento.

**Sistema de Movilización y Transporte**

Cuando el transporte, la elevación y el manejo son inadecuados, causan deterioro de la calidad del pelet antes de que el alimento llegue a los comederos. Se deberá seleccionar equipo de transporte que entregue los pelets con la menor degradación posible. El diseño, la velocidad y el tipo de los elevadores y bandas transportadoras pueden desempeñar un papel significativo en la degradación de los pelets.

Los camiones y los sistemas de descarga en la granja también pueden arruinar la calidad del pelet. Parece que los sistemas que operan a más revoluciones por minuto son también más dañinos.

**Control de Calidad**

Es necesario realizar pruebas de la durabilidad del pelet de manera continua, con el objetivo de verificar la capacidad del producto de permanecer en forma de pelets enteros desde la planta de concentrados hasta que se presentan frente a las aves. Por lo tanto, es importante probar el alimento en la planta de producción bajo condiciones lo más parecidas posible a las que prevalecen en el campo.

**En general existen dos mecanismos para simular las condiciones del campo:**

1. Tolva giratoria. Se coloca una muestra pesada del material en una cámara giratoria durante un período determinado, generalmente 10 minutos a 50 rpm.
2. Analizador Holmen. Una muestra pesada de pelets se transporta neumáticamente dentro de un tubo cerrado, generalmente durante 30 segundos.

El Índice de Durabilidad del Pelet (PDI por sus siglas en inglés) se calcula midiendo la cantidad de partículas finas resultantes de la prueba, en términos porcentuales sobre la muestra total utilizada.

**Lineamientos de durabilidad para pelets de 2 a 3 mm:**

Prueba	Índice de Durabilidad	Tiempo
Tolva giratoria	98%	10 minutos
Analizador Holmen	98%	30 segundos

ambién es necesario tomar muestras del alimento que llega a la granja y tamizarlas para establecer los niveles de partículas finas, comparando el resultado contra un objetivo.

**Alimentos en Harina**

El uso de alimentos en harina no es poco común y se puede obtener un rendimiento excelente si los pollos reciben estos alimentos en forma de partículas grandes y uniformes. El alimento en harina no se debe confundir con las partículas finas, pues un buen alimento en harina es un material uniforme y de molienda gruesa que generalmente no se somete a un procesamiento térmico, mientras que los finos son partículas más pequeñas (de menos de 1.0 mm) derivadas de la degradación física de los pelets.

Por lo general, los alimentos en harina con partícula gruesa se utilizan para estimular el funcionamiento de la molleja. La Figura 9 muestra el efecto de la administración de trigo entero en comparación con trigo molido sobre el desarrollo de la molleja del pollo de engorde. La molleja de los animales que recibieron trigo entero está mejor desarrollada. Si se utiliza el desarrollo de la molleja como criterio de evaluación, la administración de alimentos en harina con partícula gruesa puede ser más efectiva que un material molido más finamente.

Figura 9: Efecto de la Forma Física del Trigo sobre el Desarrollo de la Molleja (Hetland y Choct, 2003)



Es importante distinguir entre los alimentos en harina con partícula gruesa y la harina fina. Las harinas de mala calidad pueden contener cantidades significativas de material molido a niveles excesivamente finos que pueden tener el mismo efecto negativo sobre el rendimiento del pollo de engorde que los pelets de mala calidad.

**Resumen:**

- Es vital mejorar el consumo de alimento para lograr un crecimiento óptimo.
- La forma física del alimento tiene un impacto significativo sobre el rendimiento del pollo de engorde.
- El hecho de mejorar la forma física del alimento aumenta grandemente las oportunidades de generar utilidades.
- La forma física del alimento se puede mejorar con poco costo si se manipula su formulación y/o si se mejoran las prácticas de fabricación de la ración.
- Las prácticas de molienda, acondicionamiento y peleteado contribuyen de manera significativa a la calidad del pelet.
- Es esencial evaluar la calidad del pelet en la planta de producción para asegurar que se mantengan los mejoramientos realizados en dicha calidad.

**Referencias**

Behnke, K. C. 1996. Feed manufacturing technology: Current issues and challenges. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 62, pp 49-57.

Hetland, H. and Choct, M. 2003. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *Worlds Poultry Science Association Proceedings*, Lillehammer, Norway.

Quentin, M., Bouvarel, I. and Picard, M. 2004. Short and long-term effects of feed form on fast and slow-growing broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, 13: pp 540-548.

Svihus, B., Uhlen, A. and Harstad, O. 2005. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. *Animal Feed Science and Technology*, Volume 122, Issue 3-4, pp 303-320.