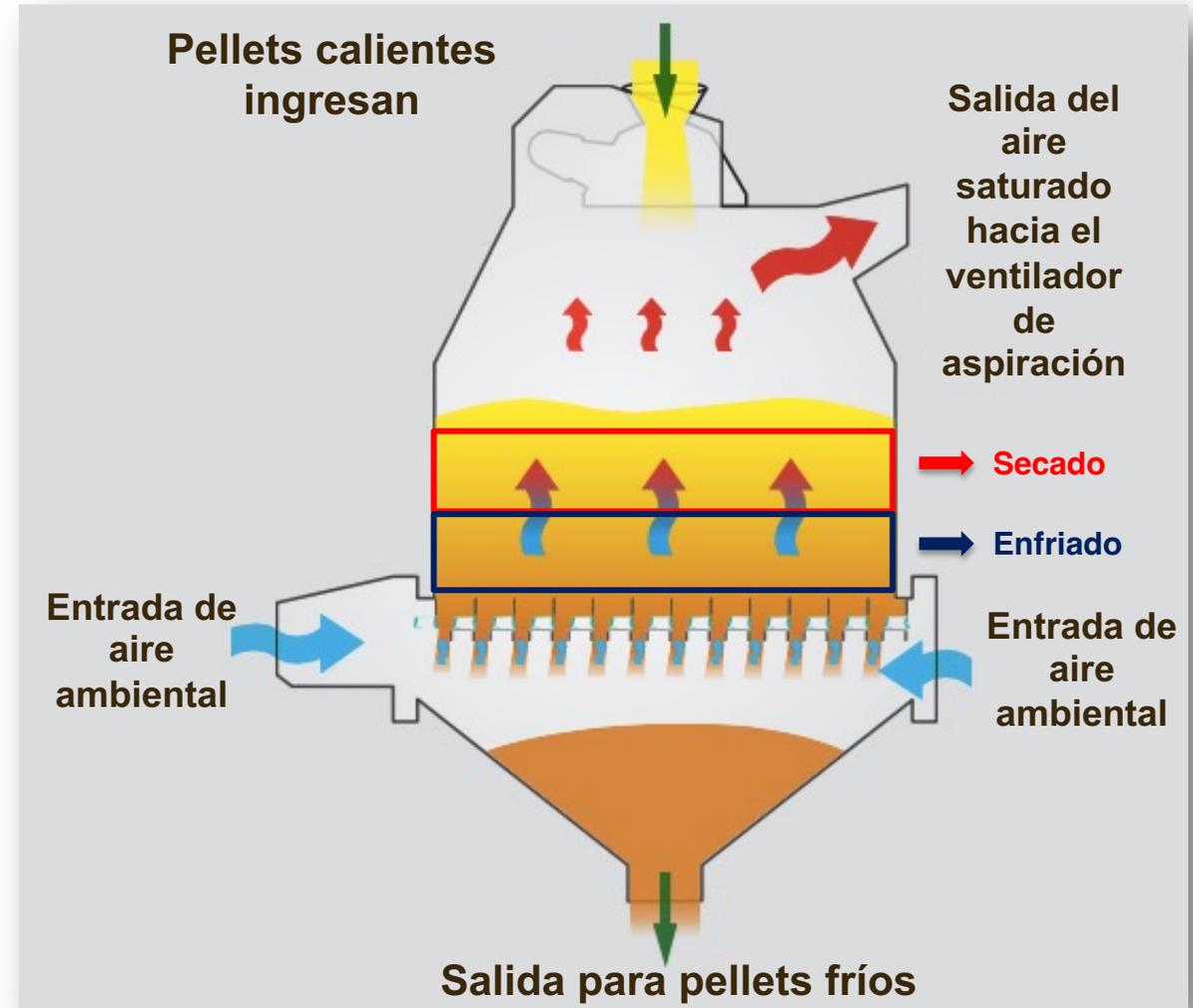


Enfriamiento de Pellets y Producción de Migajas

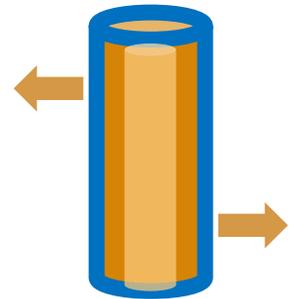
Enfriamiento

- **Propósito:** Remover *humedad y calor* añadidos durante el proceso de acondicionado
 - Permite el almacenamiento seguro del producto
 - Pellets calientes y húmedos:
 - Se deterioran rápidamente, lo que puede afectar negativamente la salud de las aves
 - Pobre conversión alimenticia – contenido de nutrientes diluido
 - Costos mas altos de transporte – moviendo agua de hacia la granja



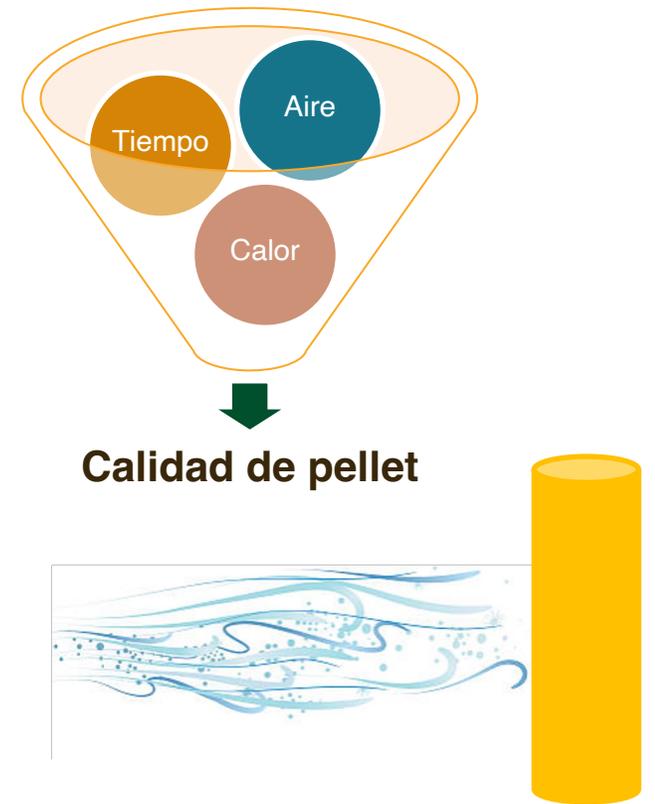
Remoción de Humedad

- Debe realizarse antes del enfriamiento del producto
 - Un enfriamiento muy rápido dejará los pellets fríos pero húmedos
 - Someter los pellets a un cambio brusco puede romper la acción capilar y detener o reducir la migración de la humedad
- Alrededor de 4% de agua es añadida en el acondicionador
 - Peletizadoras operando a 50 toneladas/hora \times 4% = 2 toneladas de agua = 4,000 libras/hora
- La remoción de humedad es influenciada por:
 - Tamaño de pellet
 - Temperatura del pellet
 - Contenido de grasa
 - Humedad relativa



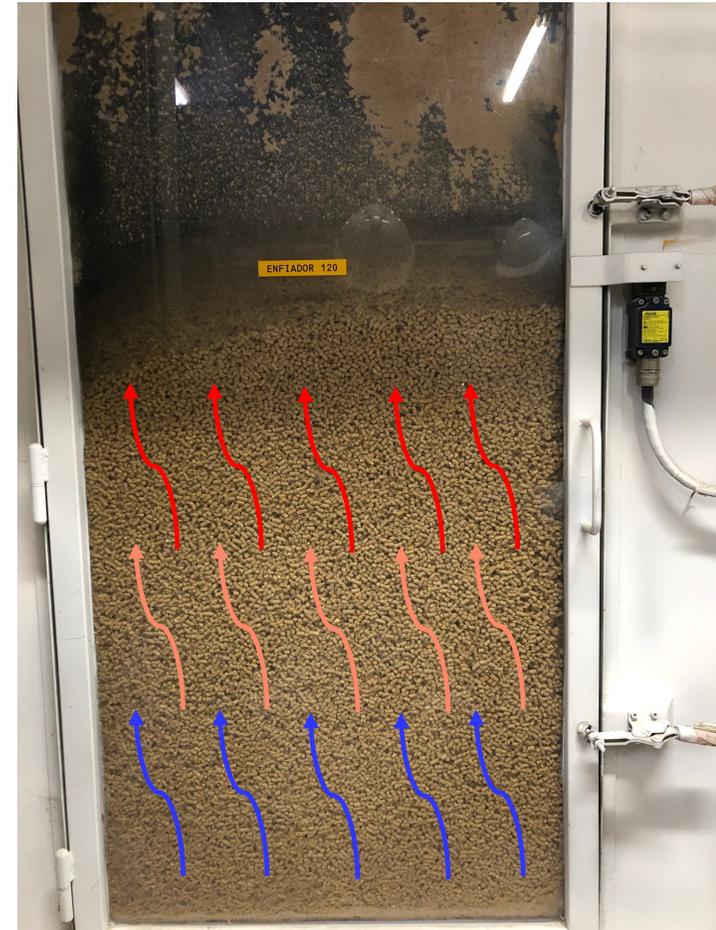
Requerimientos Para el Enfriamiento

- **Aire**
 - Remueve el calor y la humedad
 - Trabaja sobre la superficie de los pellets
- **Calor**
 - Requerido para remover humedad
 - El aire caliente se expande disminuyendo la humedad relativa e incrementando se capacidad de secado
- **Tiempo**
 - Necesario para que el calor y la humedad migren a la superficie del pellet
 - Típicamente se requiere de 7.5 a 8.5 minutos para un enfriado/secado óptimo

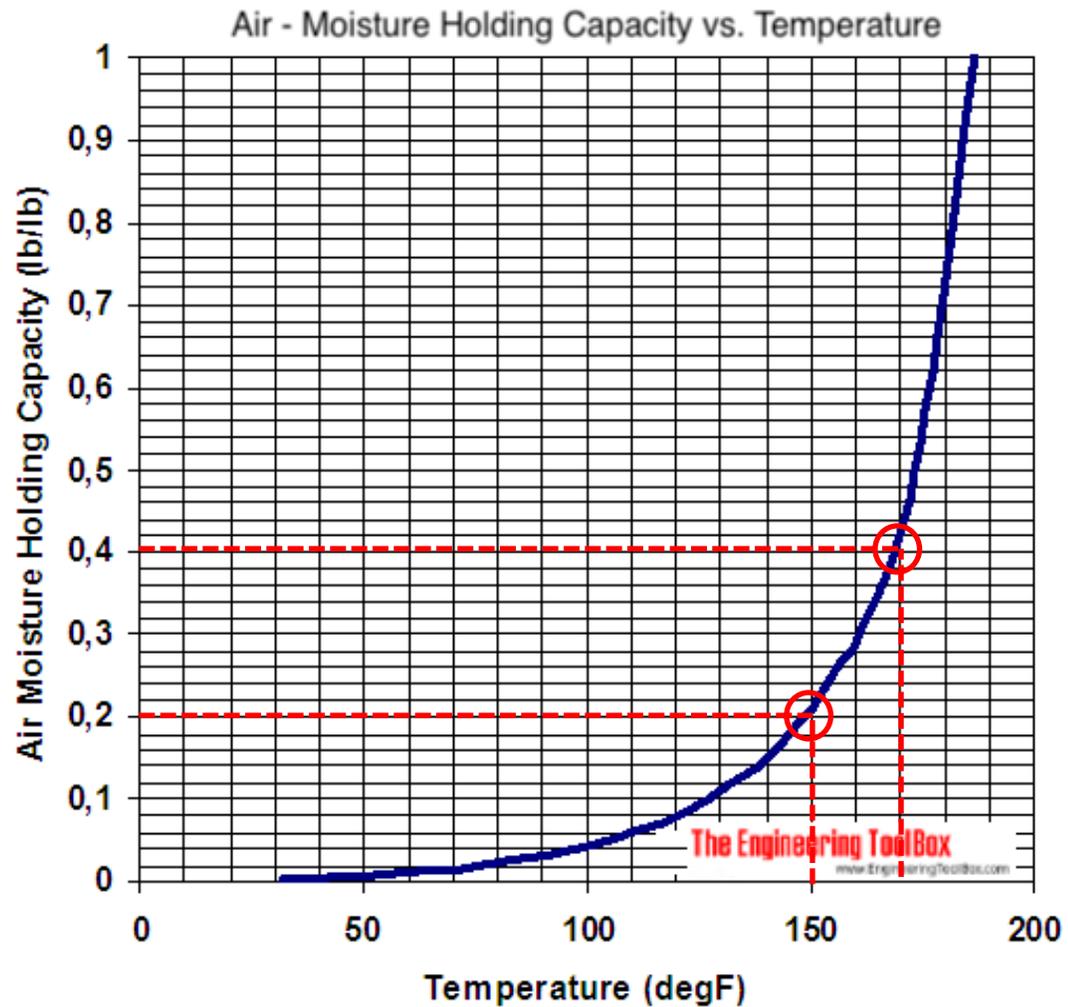


Enfriado y Secado

- **Los enfriadores tienen dos funciones:**
- **Secar**
 - La humedad es transferida al aire caliente
 - Parte superior del enfriador
- **Enfriar**
 - El calor es transferido al aire
 - Parte inferior del enfriador
- **Proceso dinámico**
 - A medida que el aire entra al enfriador, entra en contacto con los pellets en el nivel mas bajo y se precalienta, lo que reduce su humedad relativa y aumenta su capacidad de retención de agua
 - Por cada incremento de 20°F (11°C), la capacidad de retención de agua se duplica

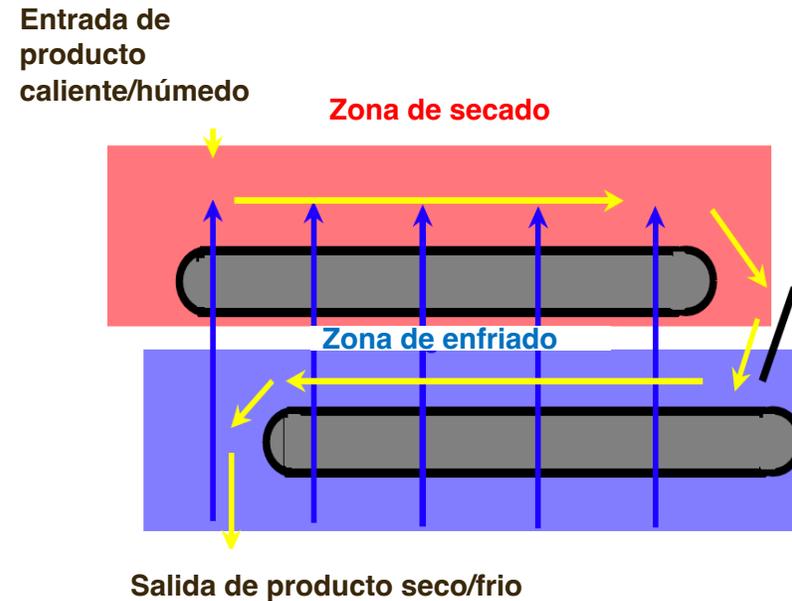
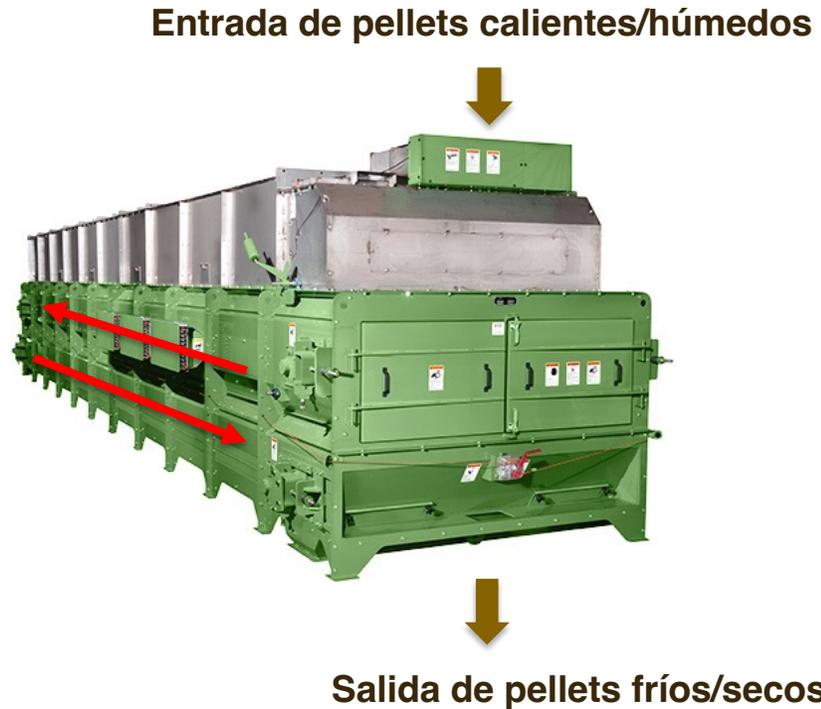


Enfriado y Secado



Temperatura		Libras de agua por libras de aire
Celsius	Fahrenheit	
30	86	0.027
45	113	0.065
60	140	0.150
87	190	1.000

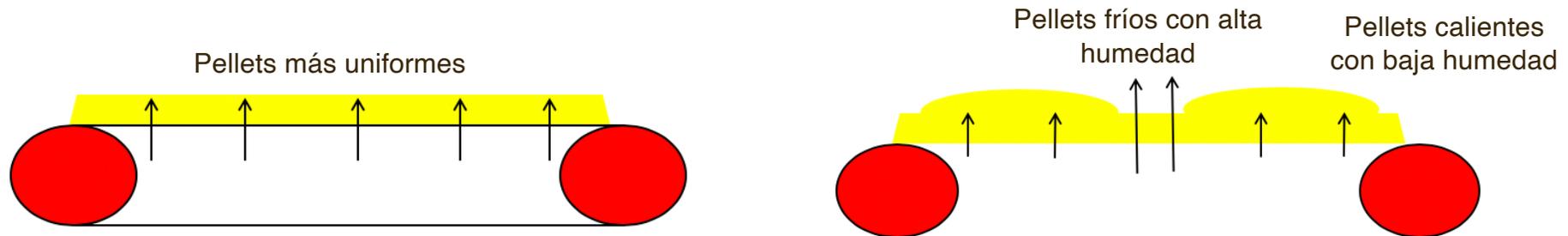
Enfriadores Horizontales



- El tiempo de enfriado es determinado por la longitud del enfriador, número de pisos y velocidad de la banda
- La capacidad de enfriamiento es determinada por el ancho del enfriador, la profundidad de la cama de pellets y la densidad del alimento

Enfriadores Horizontales

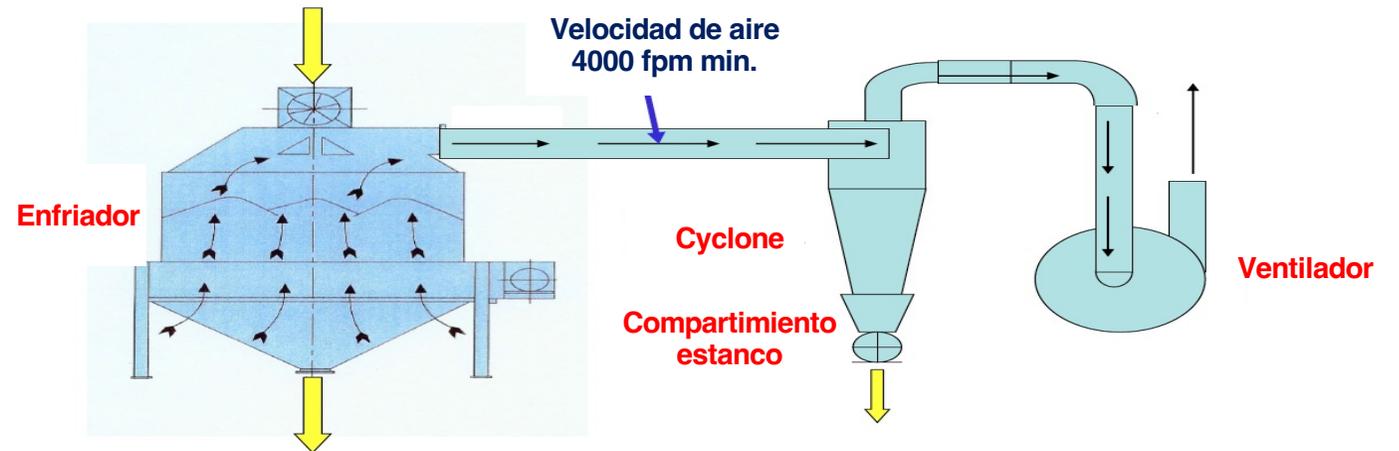
- El producto es desplazado por las bandejas desde un extremo del enfriador hasta el extremo opuesto, donde cae al piso inferior y es transportado al extremo inicial
- El paso inferior se considera la zona de enfriamiento
 - El aire se precalienta antes de pasar por los pellets en el piso superior, donde se produce la mayor parte del secado
- Es importante mantener la profundidad de la cama de pellets ya que el aire seguirá el camino de menos resistencia y sólo enfriará los pellets en la zona menos profunda de la cama de pellets



Enfriadores de Contraflujo



El aire se calienta a medida que se mueve hacia arriba a través de la cama de pellets, incrementando su capacidad de retención de agua



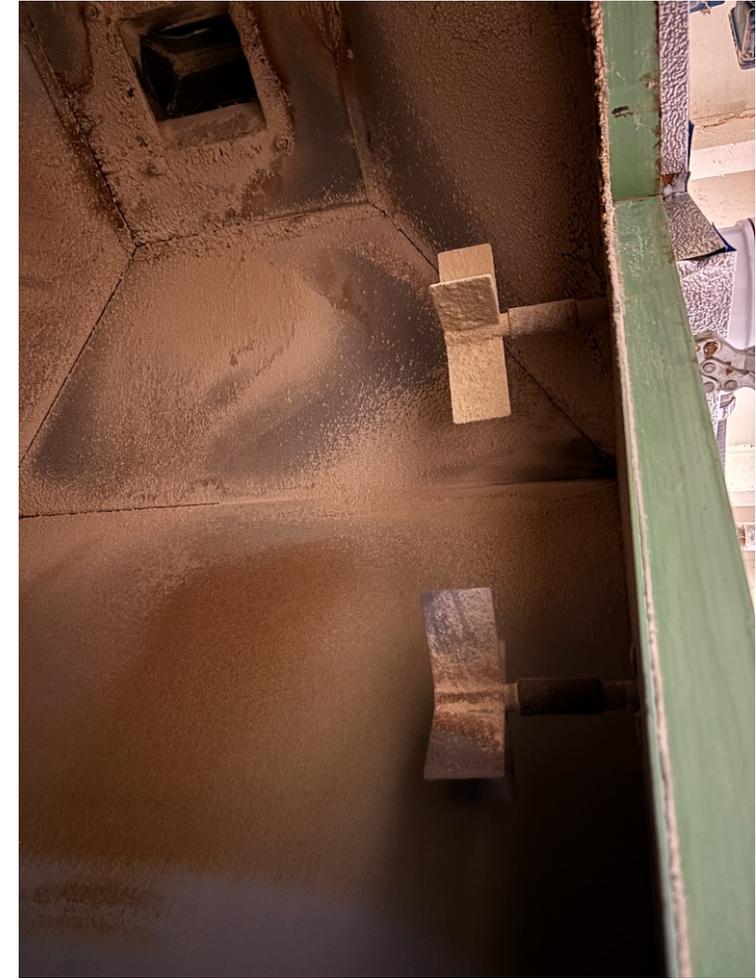
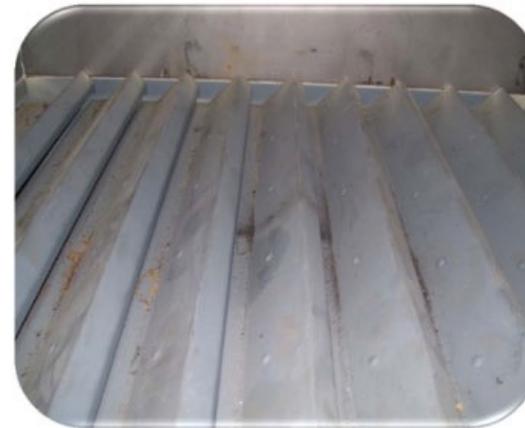
Los pellets son enfriados a través de la exposición a aire gradualmente más frío a medida que se mueven hacia abajo en el enfriador

- Los pellets ingresando al enfriador son expuestos al aire mas caliente, lo cual reduce el cambio de temperatura
- Un cambio brusco de temperatura puede romper la acción capilar y reducir la migración de humedad a la superficie y producir fracturas en los pellets

Enfriadores de Contraflujo



El brazo de distribución ayuda a mantener una profundidad uniforme en la cama de pellets



La rejilla del piso permite que el aire fluya a través de ella, pero cuando gira 90 grados, los pellets enfriados salen del enfriador.

Enfriadores de Contraflujo

- Un brazo de distribución ayuda a mantener la profundidad de la cama de pellets
- La rejilla del piso permite que el aire fluya a través de la rejilla, pero cuando rota 90° los pellets fríos pueden salir del enfriador
- La uniformidad de la cama es importante en el proceso de enfriado
 - Si el espesor de la cama no es uniforme, el aire seguirá el camino de menos resistencia
 - La poca uniformidad en la profundidad de cama de pellets provoca variaciones en la temperatura y humedad del producto terminado

Secado Durante el Verano

- 95°F (35°C) con 50% de humedad relativa
 - Temperatura de la harina es 100°F (38°C)
 - Humedad de la harina es 12.5%
 - La temperatura de descarga del acondicionador es 180 °F (82°C)
 - Cada incremento de 27°F (15°C) en la temperatura de la harina en el acondicionador, resultará en un incremento del 1.0% en la humedad de la harina
 - $(180(82) - 100(38))^{\circ}\text{F} / 27(15) =$ adición de 2.9% de humedad en el acondicionador
 - Pellets que caen en el enfriador = 15.4%
 - El sistema esta diseñado para 50 toneladas por hora y eso es exactamente a lo que esta operando

Secado Durante el Verano

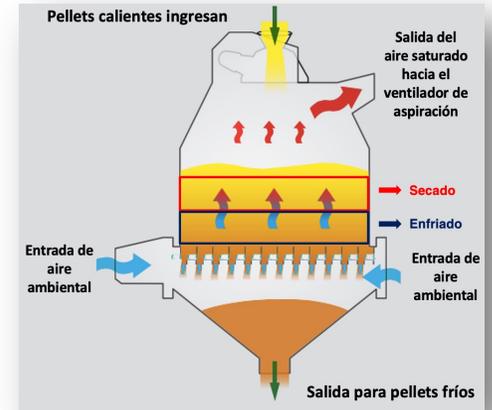
- ¿Qué conclusiones podemos obtener de este ejemplo?:
 - Solo añadimos 2.9% de humedad a la harina en el acondicionador
 - El aire a temperatura ambiente esta a 95°F (35°C) con 50% de humedad relativa
- Menor cantidad de humedad agregada al alimento y aire que ingresa al enfriador es más caliente:
 - Incrementa la capacidad de retención de agua del aire
 - Pellets mas fáciles de secar
- Pellets más secos
 - Plantas de concentrados comerciales = más merma
 - Plantas de concentrados integradas = mayor merma, pero el contenido nutricional del alimento estará más concentrado
 - Mejor conversión alimenticia

Impacto Económico

- Pérdida de humedad – incrementa la merma
 - Ejemplo - merma del 1%
 - $1,000 \text{ toneladas/semana} \times 1.00\% = 10 \text{ toneladas perdidas de producto} \times \$500/\text{ton} = \$5,000$
- Ganancia de humedad – menos merma, pero puede tener un efecto negativo en la conversión alimenticia
 - Una ganancia del 1% en el contenido de humedad desde las materias primas compradas hasta el alimento terminado es una ganancia del 1.00%
 - $1,000 \text{ toneladas/semana} \times 1.00\% = 10 \text{ toneladas de producto ganado}$
 - El pollo tendrá que comer más alimento para tener la misma ingesta nutricional debido a la dilución del valor nutricional
 - Ganancia del 1% de humedad = pérdida de 2 puntos de conversión alimenticia

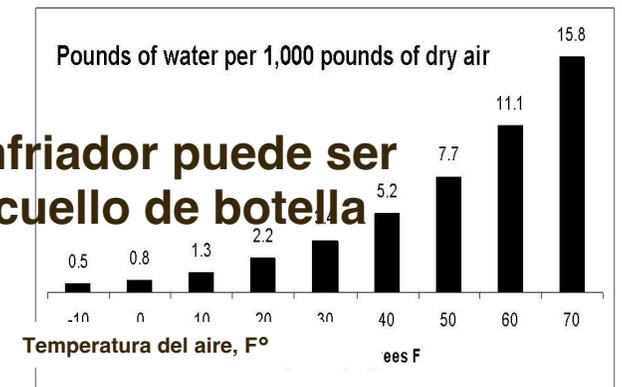
Manejo del Enfriador

- Consideraciones
 - Flujo de aire
 - Profundidad de la cama y uniformidad
 - Tiempo de retención
- Monitorear temperatura y contenido de humedad de alimentos terminados



Temperatura ¹	Humedad ²	Acción Correctiva	
		Flujo de Aire	Profundidad de cama
OK	Alta	↓	↑
Alta	Alta	↑	↑
OK	Baja	↑	↓
Baja	Alta	↓	↑
Baja	Baja	↓	-

El enfriador puede ser su cuello de botella

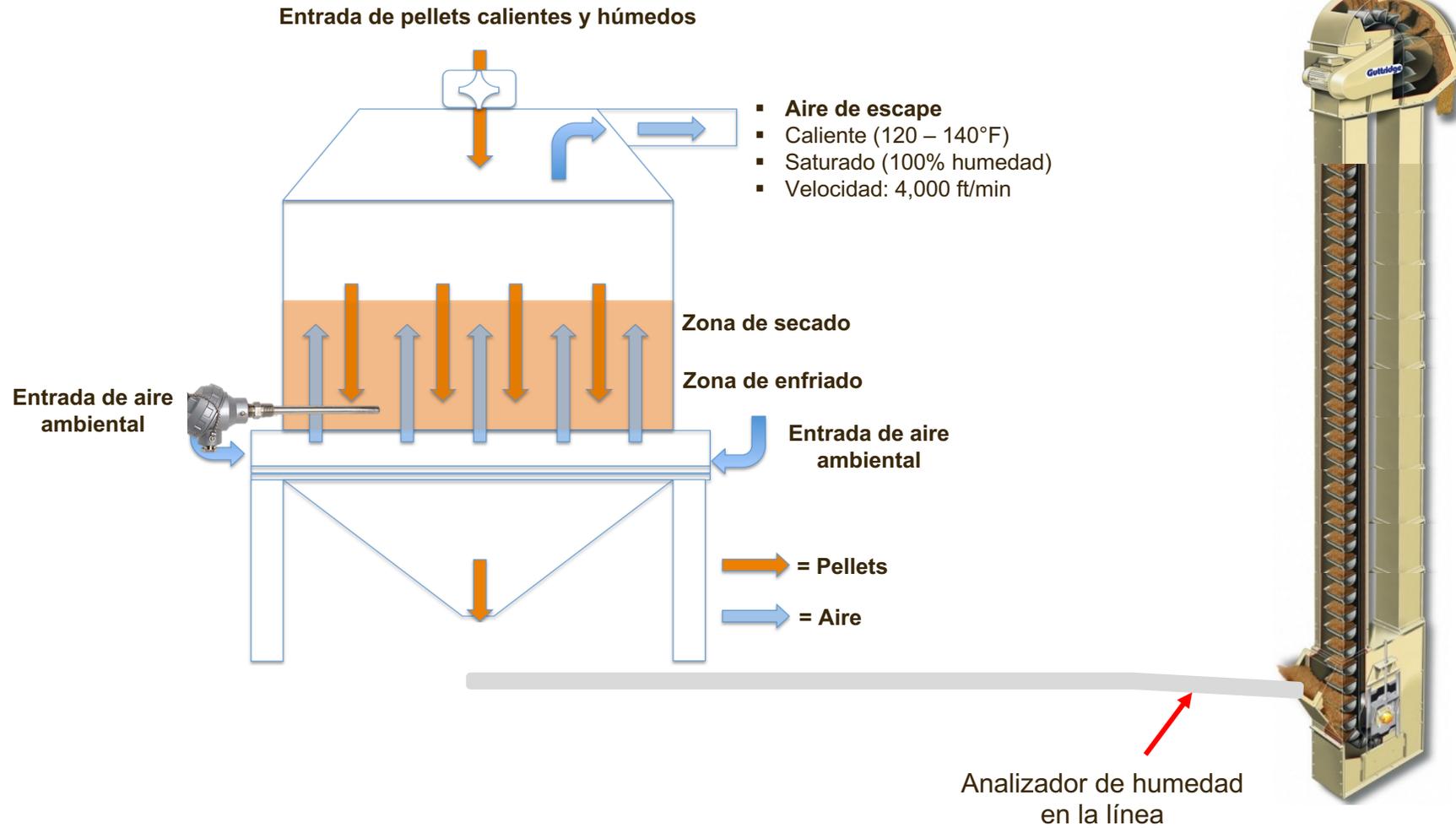


Adaptado de Fairchild, 2015 (IGP Institute, Basic Feed Manufacturing Short Course, Manhattan, KS)

¹ La temperatura de los pellets debe ser 5 - 10° superior a la temperatura ambiente

² Contenido de humedad \pm 0.5% de la muestra original de harina

Que se Puede Hacer?



Tasa de Producción

Los cambios en la tasa de producción ameritan cambios en las condiciones de enfriamiento



Mayor tasa de producción
= llenado/descarga más rápidos
= pellets calientes y húmedos
con menor densidad
nutricional

Sistema de Escape

- Mantener la velocidad correcta dependiendo de la tasa de producción
 - Un mal diseño puede provocar condensación y acumulación de partículas en el sistema de conductos de aire
 - El aire saliendo del enfriador tiene una alta humedad
 - Humedad proveniente de los pellets
 - La condensación de la humedad conduce a la acumulación de partículas húmedas en los conductos
- 120 a 130°F (48.8°C) en el conducto para enfriador horizontal
- 130 a 140°F (54 - 57°C) en conducto para enfriadores de contraflujo

Sistema de Escape

- La humedad en el aire tiende a condensarse cuando hay ductos o ciclones fríos
 - El aire se enfría cuando baja la velocidad
 - Diámetro de conducto grande
 - Movimiento largo a través de un conducto
 - Riesgo - el aire puede alcanzar el punto de rocío y precipitarse lo que hace caer la humedad junto con cualquier partícula atrapada con la humedad
 - La velocidad de aire en el ducto debe ser 4,000 CFM o superior

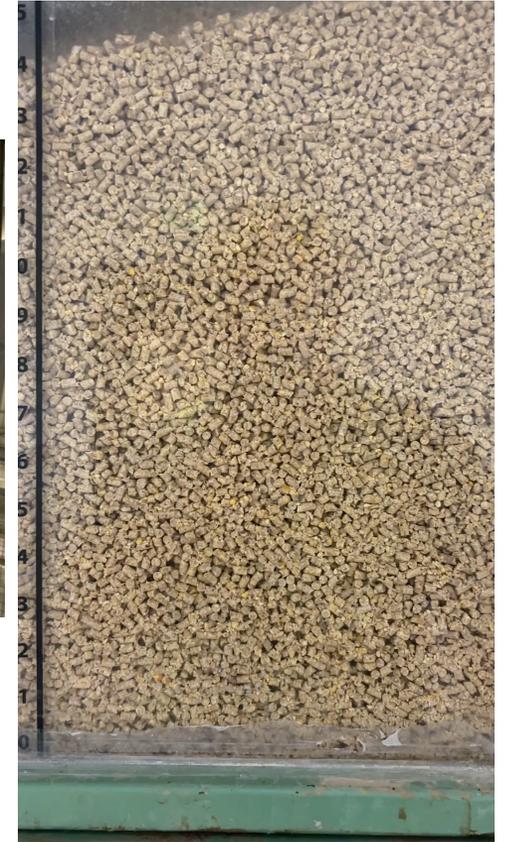
Manejo del enfriador



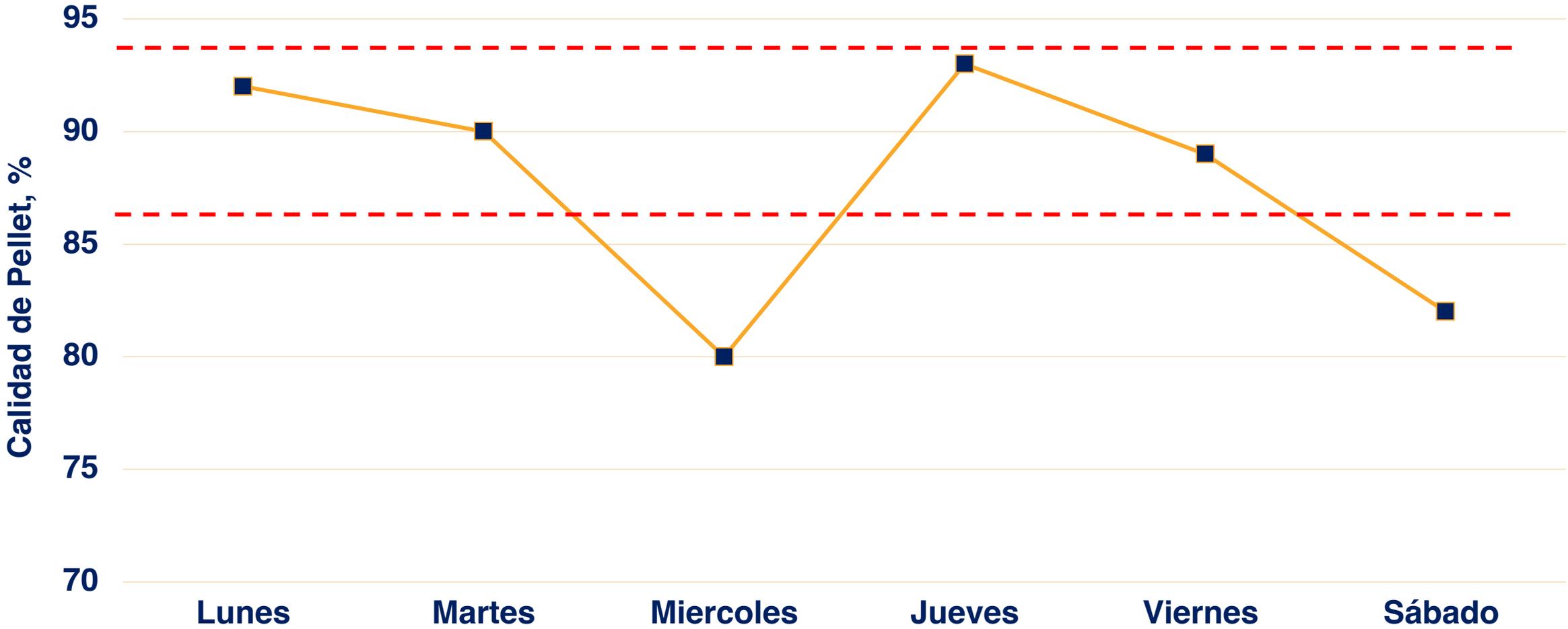
Sensor de temperatura



Sensor de humedad



Los datos son la piedra angular para la toma de decisiones



Use los datos para mejorar procesos

Muestra ID

Temperatura de acondicionamiento, C

Tiempo de retención, segundos

Grasa en la mezcladora, %

Operador

Tasa de producción, tons/hora

Notas

Estaba la peletizadora funcionando de manera constante?

Donde fue colectada la muestra?

Conclusiones

- Verificar el contenido de humedad y de temperatura del producto terminado es importante para evaluar el proceso de enfriado/secado
 - El enfriamiento no es una situación estática y debe modificarse entre el verano y en el invierno
 - Este preparado para hacer ajustes tanto en la profundidad de la cama como en el flujo de aire, teniendo en cuenta de que mientras más se documenten estos cambios y su impacto en la calidad del alimento, más fácil será la toma de decisiones efectivas

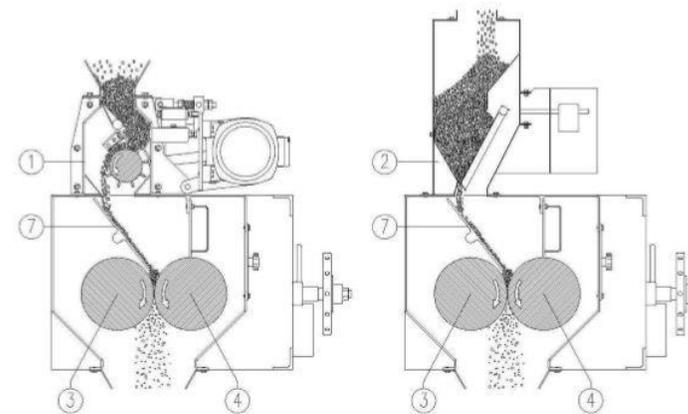
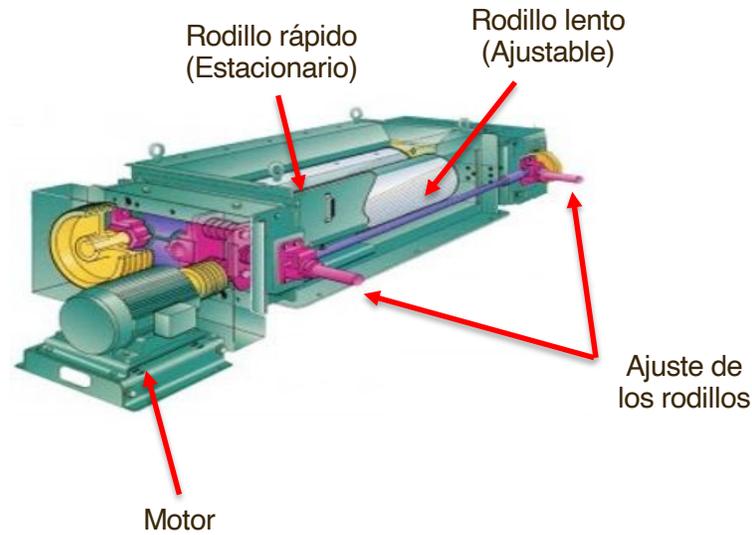
Producción de Migajas

- Debido a limitaciones en el tamaño de pico, los pollitos no pueden consumir pellets enteros con facilidad, por lo tanto se les debe ofrecer harina, migajas o micro pellets (1.8 a 2.2 mm) durante los periodos de pre-inicio e inicio
 - Los pollitos tienen preferencia por las partículas entre 1.0 y 3.0 mm
- Se consigue cortando/quebrando pellets enteros en pedazos más pequeños
 - Más eficiente que cambiar a un dado con orificios más pequeños, ya que la capacidad de la peletizadora disminuye significativamente con diámetros de pellets más pequeños



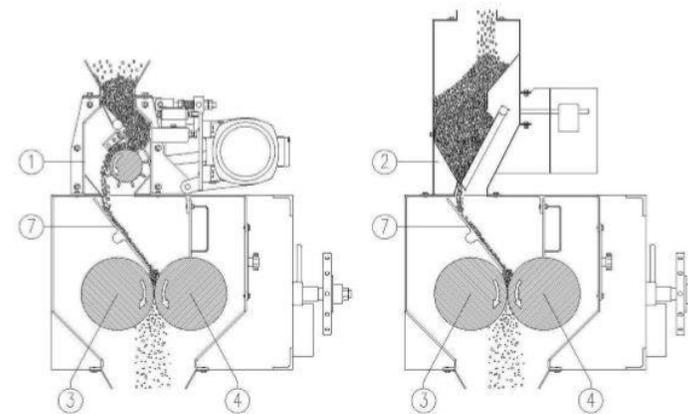
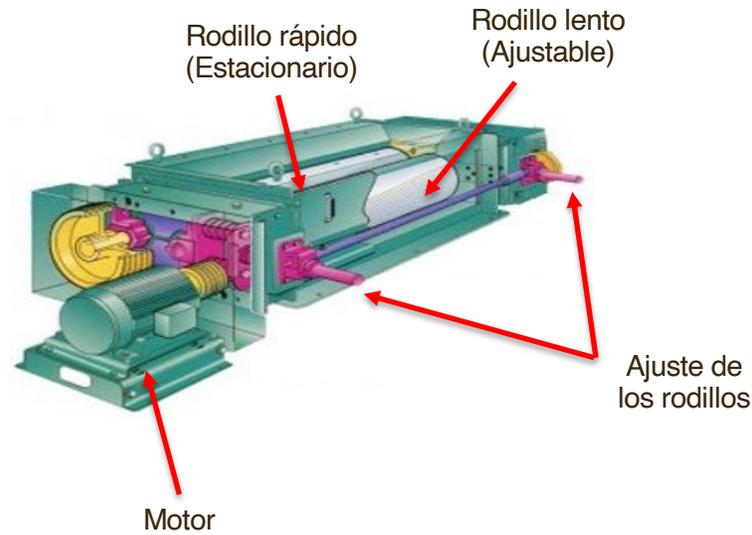
Crumbler/Migajador

- Usado para romper pellets en pequeñas migajas sin producir muchas partículas finas menores a 1 mm
- Parecido a un molino de rodillos simple con dos rodillos de metal montados sobre cojinetes antifricción y fijados a una estructura de acero, que garantiza la correcta alineación de los rodillos y los mantiene paralelos



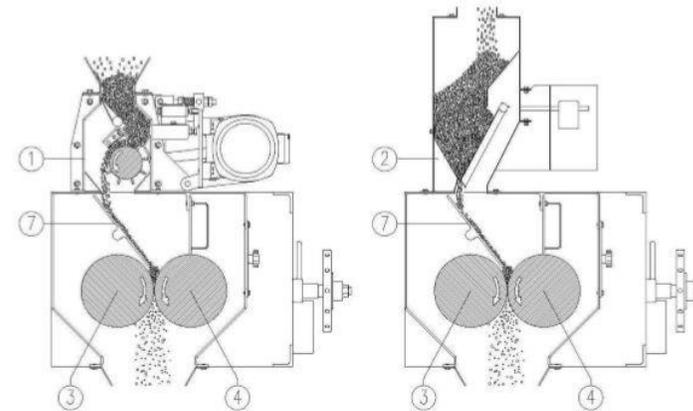
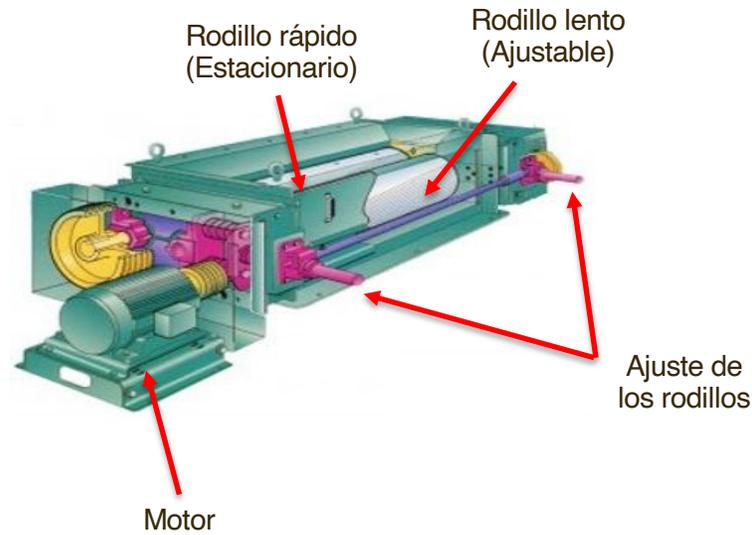
Crumbler/Migajador

- Las migajas son formadas por la acción de cizallamiento y triturado que se produce entre un rodillo moviéndose más rápido
- El tamaño de las migajas se controla por medio del ajuste de la abertura entre los rodillos
 - Si los rodillos del migajador necesitan un ajuste individual en ambos lados, una buena práctica es contar el número de vueltas al abrir o los rodillos del migajador y luego tomar muestras de diferentes lugares del migajador para garantizar la uniformidad de las migajas



Crumbler/Migajador

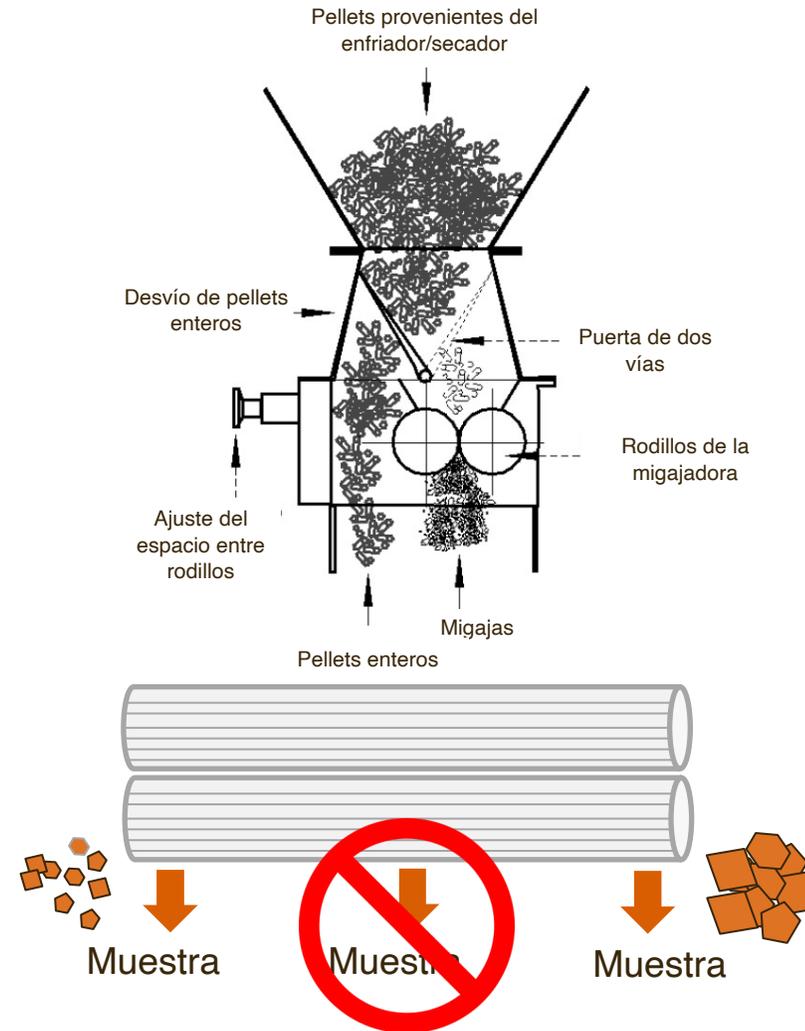
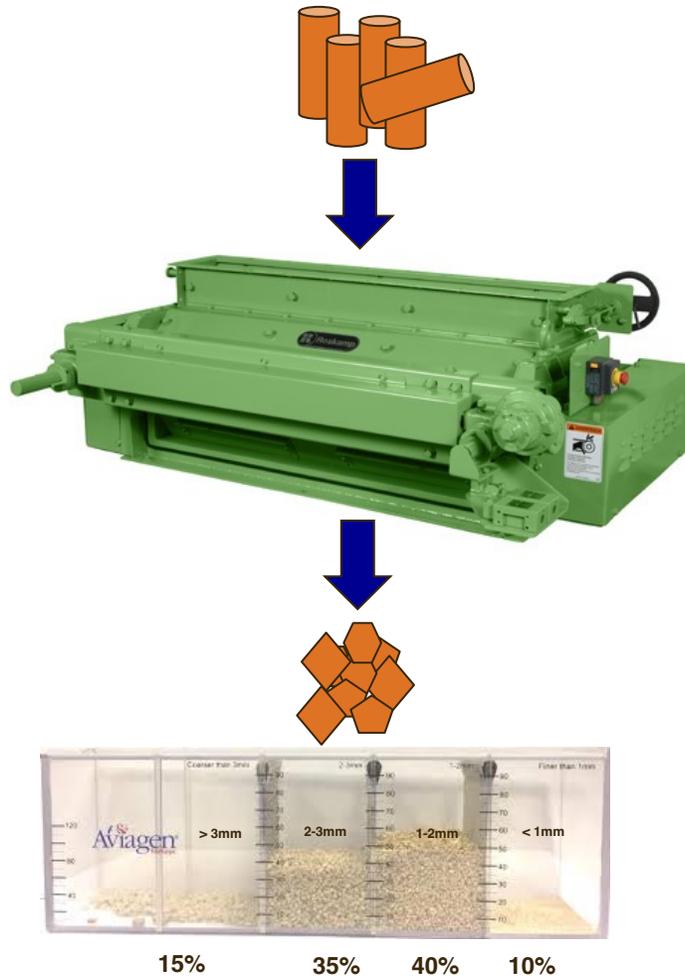
- Los migajadores tienen mecanismos de desvío manuales o automáticos cuando se requiere producir pellets
- Los mecanismos de desvío neumático controlado por el sistema de automatización permiten cambios más eficientes entre dietas en forma de pellets y migajas



Acción del Crumbler/Migajador

- **Acción de desmoronamiento**
 - Pasar pellets enteros entre un par de rodillos
- **Acción de corte**
 - Girar un rodillo más rápido que el otro
- **Diferencial de velocidad**
 - Por lo general, es una relación de 1.5:1
- **Consideraciones:**
 - Alimentación a través de toda la longitud de los rodillos
 - Ajuste de rodillos para obtener un espacio entre rodillos uniforme

Producción de Migajas

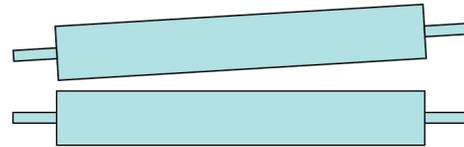


Ajustes de los Rodillos

Separación Entre Rodillos (vista para abajo desde arriba)



Correcto
(Separación
Uniforme)



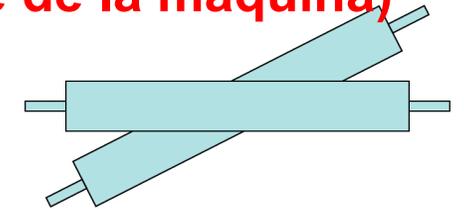
Incorrecto
(Separación Desigual)

Los rodillos deben estar paralelos

Alineación de Rodillos (vista desde enfrente de la máquina)



Correcto
(Rodillos Alineados)

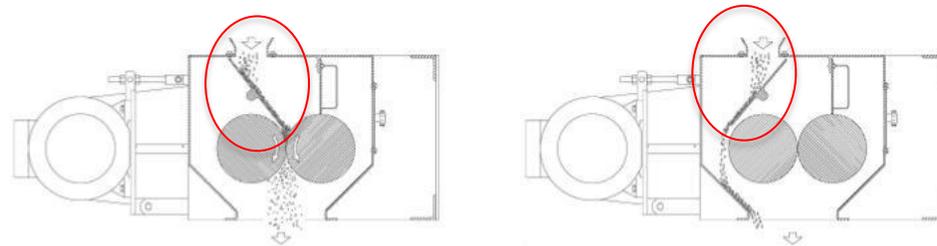


Incorrecto
(Rodillos No
Alineados)

Los rodillos deben estar alineados

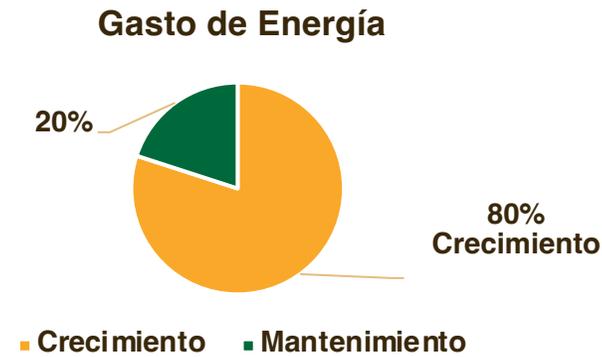
Ajustes de los Rodillos

- Todos los migajadores deben estar equipados con un método para desviar los pellets en dietas que se van a alimentar peletizadas
 - Los rodillos antiguos tenían una válvula de desvío incorporada
 - En los migajadores nuevos es posible abrir completamente los rodillos y permitir el paso de pellets enteros mientras los rodillos no están funcionando



Conclusiones

- La calidad de migaja puede influir en el desempeño de las aves
- Es importante ofrecer a los pollitos recién nacidos migajas de buena calidad y uniformes durante los primeros días de vida
 - Reduce la mortalidad a los 7 días (< 1%)
 - Incrementa el peso corporal a los 7 días ~ 4.5 veces (40 a 180 g)
 - Durante los primeros 7 días 80% de la energía es usada para crecimiento y 20% para mantenimiento
 - 1 gramo extra a los 7 días = 7 gramos extra al procesamiento



¿Preguntas?



Wilmer Javier Pacheco, MSc., PhD.
Especialista de Extensión y Profesor Asociado
Universidad de Auburn
wjp0010@auburn.edu