

Calidad en la fabricación actual de piensos

Prevención, control y corrección

A. Vargas Laguna*

Introducción: Evolución de la metodologías de análisis

Tradicionalmente el control de calidad de las materias primas en una fábrica de piensos tenía como objetivos fundamentales temas como el establecimiento de una barrera de entrada para mercancías en mal estado de conservación o con presencia de organismos vivos. También se ha realizado de forma común la determinación de su composición química, la verificación del cumplimiento de las especificaciones de contratos y la detección de posibles adulteraciones.

En el caso del producto final temas como la desviación entre composiciones teóricas y reales, la determinación de la calidad del producto granulado (durabilidad, dureza y % de finos) y la detección de posibles contaminaciones cruzadas (vía control organoléptico) eran las principales metas.

En una segunda etapa el control de calidad se extendió a las diferentes fases del proceso productivo: control del tamaño de partícula tras la molienda, control de la homogeneidad de la mezcla, control de la adición manual (premezclas medicamentosas y otros aditivos) y control de la contaminación cruzada (vía análisis).

La determinación de los constituyentes analíticos de las distintas materias primas y productos acabados se obtenía a través de análisis por vía húmeda (método de tipo Kjeldahl para las Materias Nitrogenadas, métodos de Weende sobre una hidrólisis ácida seguida de una básica para la Fibra Bruta, métodos de desecación para la humedad...).

Fue a finales de los finales de la década de los 80 emerge un nuevo concepto de análisis basado en la Absorción en la Región del Infrarrojo Cercano (NIRS). Esta nueva tecnología permite a la industria de fabricación de piensos incrementar el número de muestras analizadas por mes, reducir el coste por análisis y



aporta la posibilidad de tomar decisiones en tiempo real. No obstante se debe apuntar que, para conseguir fiabilidad en los resultados analíticos es necesaria una correcta calibración del equipo (a partir de determinaciones por vía húmeda). Las dos metodologías de análisis son, por tanto, complementarias.

Ya en el siglo XXI, como consecuencia de una mayor presión del consumidor, la sucesión de crisis alimentarias y una acción emergente de las grandes cadenas de alimentación, la nueva orientación de la producción animal es hacia la Seguridad y Transparencia Alimentaria. A tal efecto, en los últimos años, han surgido nuevos reglamentos en materia de etiquetado (RD 56/2002), sustancias indeseables (RD 74/2001 y sus últimas modificaciones aparecidas en el RD 465/2003), trazabilidad (RD 178/2002) e higiene de piensos (RD 183/2005). Es por este motivo que el

tradicional control de calidad debe ser una parte integrante de lo que se conoce por "sistemas de aseguramiento de la calidad" (métodos HACCP, Códigos de Buenas Prácticas...).

Para garantizar la calidad (en el sentido más amplio de la palabra) del producto final es necesario tener una visión integral de todo el proceso productivo.

El fin de este artículo es detallar una serie de medidas prácticas enfocadas hacia el control y aseguramiento de la calidad en los distintas fases del proceso.

Control y aseguramiento de la calidad en la entrada de materias primas

Las actuaciones previas a la adquisición de materias primas que se llevan comúnmente a cabo en fábrica son las siguientes:

• **Control y evaluación de proveedores**

Es una actuación importante en el caso de proveedores nacionales y locales y su aplicación es clave cuando existe un proceso de fabricación definido (subproductos de cereales, pulpas de cítricos, premezclas vitamínico-minerales...)

* Ingeniero Agrónomo- Piensos CARN



Variabilidad en la composición de las materias primas

Cebada Murcia 2004

| | P. Especifi. | Humedad | Proteína | Grasa B. | Fibra B. | Cenizas | Almidón |
|--------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Media | 65,13 | 8,15 | 10,01 | 1,98 | 4,75 | 2,08 | 51,68 |
| Std | 3,021428 | 1,164788 | 0,690136 | 0,089318 | 0,302437 | 0,12999 | 1,272117 |
| Stdm | 3,104222 | 1,196706 | 0,709047 | 0,091766 | 0,310724 | 0,133552 | 1,306976 |
| Max. | 70,3 | 10,0 | 11,6 | 2,1 | 5,5 | 2,3 | 52,9 |
| Min. | 58,9 | 6,5 | 8,8 | 1,9 | 4,3 | 1,7 | 48,5 |
| C.V. | 4,77 | 14,82 | 6,93 | 4,62 | 6,62 | 6,50 | 2,54 |

Cebada Murcia 2005

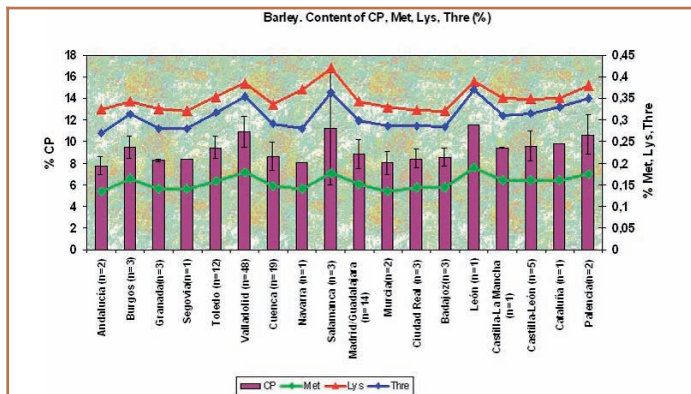
| | P. Especifi. | Humedad | Proteína | Grasa B. | Fibra B. | Cenizas | Almidón |
|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Media | 68,80 | 9,20 | 12,53 | 2,20 | 5,03 | 2,10 | 49,60 |
| Std | 2,12311986 | 1,32572486 | 2,29710958 | 0,30928542 | 0,50445868 | 0,18857554 | 1,67042853 |
| Stdm | 2,15821534 | 1,34768521 | 2,33504851 | 0,31459658 | 0,51584559 | 0,19183528 | 1,70589011 |
| Max. | 72,25 | 12,83 | 17,65 | 3,33 | 6,7 | 2,75 | 52,26 |
| Min. | 61,33 | 6,79 | 9,65 | 1,82 | 4,5 | 1,93 | 45,85 |
| C.V. | 3,17 | 14,48 | 18,28 | 13,93 | 9,95 | 8,41 | 3,58 |

Fuente: LABOCOR

tratos (por ejemplo el peso específico, la humedad, la proteína bruta...), corroborando el cumplimiento de las exigencias legales o manteniendo la bioseguridad en la fábrica. Algunas medidas necesarias para llevar a cabo este último paso son:

- Evitar la entrada de mercancías sospechosas de contaminación microbiana (correcto control organoléptico: color, olor, sabor, detección de crecimientos fúngicos...).
- Evitar la entrada de materias primas infestadas por insectos (ej. presencia de gorgojo en partidas de cereales...).
- Restringir la entrada de mercancías que por sus características físico-químicas puedan dar problemas en su almacenamiento y conservación (ej. elevado contenido en humedad, elevada temperatura).

También es necesario realizar una



Cebada. Contenido de PB, Metionina, Lisina y Treonina (%). Fuente: Degussa

Resulta asimismo esencial conocer sus procesos productivos, así como sus sistemas de control del proceso (puntos críticos) como son el grado de automatización y el programa de control de calidad del producto elaborado.

El fabricante de piensos debería poder transmitir al proveedor sus inquietudes, necesidades y exigencias legales.

La búsqueda de una cooperación entre cliente y proveedor debe ser la meta a alcanzar.

• **Establecimiento de especificaciones concretas en los contratos.**

Para ello es necesario la colaboración del departamento de compras, así como mentalizar al personal de recepción de la importancia de su trabajo.

• **Definir los objetivos del control de calidad:**

Verificando el cumplimiento de las especificaciones de los con-

Para garantizar la calidad del producto final es necesario tener una visión integral de todo el proceso productivo

detección de posibles adulteraciones (hoja de olivo o paja en pellets de alfalfa, elevado contenido en cascarilla en harina de soja 44, adulteración con aceites de freiduría en cisternas de grasa animal, adulteración con agua en cisternas de melaza...) y de la contaminación microbiana y metabolitos tóxicos presentes en las materias primas, para lo que es imprescindible contar con información actual y detallada sobre la composición química de las mismas.

Todos estos datos aportan información retroalimentan el control y evaluación de proveedores.

El control de calidad en origen ya está en marcha en alguno de nuestros puertos (frecuente puerta de entrada de materias primas de importación), donde los resultados son excelentes ya que se ha mejorado en general la calidad de las materias primas entrantes.

Este proceso suele ser subcontratado por las asociaciones de fabricantes, y consta de un servicio de muestreo y otro de análisis, con una toma de muestra sobre camión a la descarga del barco o bien sobre almacén.

Además se realiza un control organoléptico y una determinación de parámetros físico-químicos vía NIRS más un análisis de sustancias indeseables, microbiología y pesticidas con un poste-

Inspección física y toma de muestras de materias primas



rior envío de información a todos los asociados. El sistema permite generar "alertas" y con él se obtiene una mayor implicación y colaboración de las empresas importadoras.

Si se realiza el establecimiento de un programa de **control de calidad analítico** para un periodo de tiempo (semana, mes, año), éste deberá ser dinámico; el número de muestras, frecuencia, parámetros y método de análisis de cada materia prima dependerá de los siguientes factores:

- Equipamiento de laboratorio propio.
- Laboratorio/s de destino por tipo de análisis.
- Número de proveedores.
- Especificaciones de contrato.
- Procesado.
- Almacén o barco de origen (en el caso de materias primas de importación).
- Consumo de la materia prima en cuestión/periodo de tiempo.
- Variabilidad en su composición.
- Inclusión por tipo de fórmula.
- Riesgo de contaminación microbiológica.
- Riesgo de posibles adulteraciones.

En el caso de un **control de calidad microbiológica** se deberá realizar un muestreo en condiciones estériles y análisis periódicos de Salmonella, Enterobacterias, E. Coli, Staphylococcus aureus, levaduras, hongos y Clostridium perfringens, tanto en materias primas como en los distintos puntos críticos del proceso de fabricación.

Para un **control de la composición química** se procederá a :

- Comparar los resultados analíticos (composiciones reales) con las composiciones teóricas.
- Analizar las características químicas más representativas de cada materia prima (ej. en sueros lácteos los análisis de proteína bruta, lactosa y cenizas son fundamentales, no así la determinación del extracto etéreo (información secundaria)).
- Analizar sustancias indeseables (ej. cadmio y plomo en fosfatos)
- La variabilidad en la composición química de cualquier materia prima se traduce en variabilidad del producto terminado. Como indicadores se suelen utilizar la desviación estándar y el coeficiente de variación por ingrediente y por ingrediente y proveedor. Es necesario realizar asimismo la **detección de posibles adulteraciones**. Algunos ejemplos clásicos son los siguientes:

- Niveles altos de humedad en melazas y grasas.
- Niveles altos de FB y LAD en alfalfas (asociados o no (adulteración con urea) con niveles bajos de proteína bruta) podrían indicar una adulteración con hoja de olivo o paja de cereales.
- Niveles altos de FB y cenizas en cilindro de arroz podrían indicar un elevado contenido en cascarilla.
- Niveles bajos de PB asociados con niveles altos de FB en harinas de soja podrían indicar niveles altos de cascarilla.
- Perfil de esteroides para detectar posibles adulteraciones de grasas animales con grasas vegetales.

Si se realiza un **control de la "calidad nutricional"** se deberá valorar:

- La presencia de factores antinutricionales, (taninos en sorgo, alcaloides en altramuz, polisacáridos no amiláceos en cereales...)
- La calidad del procesado (actividad ureásica y proteína soluble



en harinas de soja y habas de soja extrusionadas que pueden indicar un sobre o subcalentamiento

- La digestibilidad enzimática del almidón en cereales tratados térmicamente.
- La degradación oxidativa de las grasas.

Toda esta información deberá ser organizada y gestionada en el programa de control de calidad de materias primas, y la información que se obtendrá de aquí permitirá la:

- Evaluación y selección de proveedores.
- Modificación de las matrices de composición de materias primas.
- Gestión de reclamaciones.
- Intensificación de tratamientos bactericidas/fungicidas.
- Adopción de medidas especiales en la utilización de materias primas (reducción de la inclusión en fórmula, utilización de sequestrantes de micotoxinas).

Control y aseguramiento de la calidad en el almacenamiento de las materias primas

El objetivo prioritario que se persigue con este procedimiento será optimizar y conocer en todo momento el estado de conservación de las materias primas almacenadas con objeto de reducir la contaminación microbiana desde que entra la materia prima hasta que se utiliza para la fabricación.

- Una gestión racional del almacenamiento deberá contar de esta forma con unas premisas básicas:
- El establecimiento de un programa de limpieza y desinfección de silos. Éste debe incluir la metodología seguida, el calendario de actuación y los productos utilizados. Se deberá registrar documentalmente el cumplimiento de dicho programa.
- El establecimiento de un programa de limpieza y desinfección de pies de elevadores y otros puntos en los que puedan aparecer incrustaciones. Se deberá registrar documentalmente el cumplimiento de dicho programa.
- El establecimiento de un programa de rotación de silos.
- Evitar, en la medida de lo posible, almacenamientos demasiado prolongados.

Medidas previas al almacenamiento de materias primas

Las más esenciales serán aplicar un tratamiento con bactericidas y/o fungicidas para reducir la carga microbiana y realizar un control de calidad, integrado por un control de la temperatura de almacenamiento y el seguimiento del grado de contaminación microbiana a lo largo del tiempo de almacenamiento.

Control y aseguramiento de la calidad en la molienda

Los objetivos serán conseguir la distribución preestablecida del tamaño de partícula en el producto terminado y mejorar la uniformidad de la mezcla.

Para ello habrá que tener en cuenta los principales aspectos que determinan la granulometría del pienso:

- Naturaleza de la materia prima: humedad, origen, higroscopicidad...
- Inclusión de cada ingrediente en fórmula.
- Tipo de molino.

Criterios de calidad (ufc hongos/g) en materias primas

| | Bajo | Medio | Alto |
|----------------------|---------|--------------|---------|
| Alfalfa deshidratada | 0-10000 | 10000-25000 | >25000 |
| Cebada | 0-20000 | 20000-40000 | >40000 |
| Trigo | 0-5000 | 5000-10000 | >10000 |
| Maíz | 0-40000 | 40000-100000 | >100000 |
| Salvado de trigo | 0-30000 | 30000-50000 | >50000 |
| Harina de soja | 0-5000 | 5000-10000 | >10000 |

Criterios de calidad (ufc hongos/g) en piensos

| | Bajo | Medio | Alto |
|-----------------------|---------|--------------|---------|
| Pienso para porcino | 0-40000 | 40000-80000 | >80000 |
| Pienso para aves | 0-30000 | 30000-70000 | >70000 |
| Pienso para rumiantes | 0-70000 | 70000-150000 | >150000 |

- Luz del tamiz.
- Sistema de producción: pre/postmolienda.

Una gestión racional de la molienda implicará el establecimiento de la distribución de tamaños de partícula ideal para cada pienso, un cambio y revisión periódica del estado de cribas, martillos o rodillos, una evaluación del coste energético de la molienda y el posterior establecimiento de un programa de limpieza y desinfección de pies de elevadores y otros puntos en los que puedan aparecer incrustaciones.

Es imprescindible que se registre documentalmente el cumplimiento de dicho programa.

Para realizar el control de calidad en esta etapa se tomará una muestra representativa (aproximadamente de 100 g) de la materia prima o pienso en cuestión y se le hará pasar por una serie de tamices de luces decrecientes (1000, 800, 600, 400, 200 y 100 µm). Posteriormente se determinará el tanto por ciento de la muestra que queda retenido en cada tamiz.

Asimismo será necesario realizar un control organoléptico de la calidad de la harina así como determinar la presencia de "agregados" de grasa, sueros lácteos...

Control y aseguramiento de la calidad en el proceso de mezclado

En este caso, el objetivo será optimizar y conocer la homogeneidad de la mezcla.

Los aspectos que condicionan esta homogeneidad son los siguientes:

- Granulometría de las distintas materias primas.
- Presencia de materias primas higroscópicas.
- Adición uniforme de líquidos.
- Tiempo y velocidad de mezclado.
- Volumen de la mezcla.
- Dosificación correcta de los distintos ingredientes. Programa



La higiene en el proceso de fabricación de piensos es esencial. Mezcladora limpia (izda.) frente a mezcladora sucia (dcha.).

de calibración y verificación de instrumentos de pesaje y contadores volumétricos.

- Secuencia de volcado.

Una gestión racional del proceso de mezclado implica el establecimiento de los binomios tipo de pienso/tiempo de mezcla y tipo de pienso/volumen mínimo de mezcla.

Asimismo se debería realizar un programa de limpieza de inyectores de líquidos y de la mezcladora. Éste último debe incluir la metodología seguida, el calendario de actuación y los productos utilizados.

Como consecuencia de la presión del consumidor, las crisis alimentarias y la acción de las grandes cadenas de alimentación, la nueva orientación de la producción animal es hacia la Seguridad y Transparencia Animal

También se deberá registrar documentalmente el cumplimiento de dicho programa.

Se finalizaría con el establecimiento de un programa de limpieza y desinfección de pies de elevadores y otros puntos en los que puedan aparecer incrustaciones que también se deberá registrar documentalmente.

El control de calidad: homogeneidad de la mezcla se puede realizar por tres vías diferentes:

- Una primera técnica consiste en determinar el contenido en manganeso de 10 muestras tomadas en distintos tiempos de salida de la mezcladora (en una misma mezcla).
- La segunda técnica es similar a la anterior pero lo que se determina es, por vía húmeda, el contenido en las 10 muestras de aminoácidos sintéticos añadidos.

• La tercera técnica es el empleo de marcadores inocuos. Consiste en la adición de partículas uniformes de hierro coloreado fácilmente recuperables con un separador magnético.

Los resultados esperados deberán ser los siguientes:

- $CV < 5\%$ Homogeneidad correcta
- $5\% < CV < 10\%$ Aceptable pero debería ser objeto de estudio.
- $CV > 10\%$ Problemas de dosificación y/o mezclado. Inaceptable

Control y aseguramiento de la calidad en el proceso de granulación y enfriado

El objetivo será optimizar y conocer la dureza y durabilidad del gránulo.

Para ello será necesario tener en cuenta los aspectos que condicionan la calidad del mismo:

- % de inclusión de las distintas materias primas en fórmula.
- Cantidad y calidad del vapor.
- Rendimiento de granulación.
- Acondicionamiento previo.
- Adición de melazas, grasas...
- Procesado previo de la harina.
- Tamaño de partícula.
- Temperatura y humedad de salida.

Realizar una gestión racional del proceso de granulación y enfriado implicará establecer, para cada tipo de fórmula, las condiciones de granulación (vapor, rendimiento), longitud y diámetro deseado del gránulo, dureza, durabilidad y % de finos.

El programa de cambio de matrices y rodillos por su parte deberá incluir la metodología seguida, el calendario de actuación y los productos utilizados. Como siempre deberá registrar documentalmente el cumplimiento de dicho programa.

Es interesante realizar el establecimiento de un programa de limpieza y desinfección de pies de elevadores y otros puntos en los que puedan aparecer incrustaciones, que también se deberá registrar documentalmente el cumplimiento de dicho programa.

El control de calidad aportará datos como durabilidad, dureza, % de finos y humedad.

Control y aseguramiento de la calidad en el producto terminado

En esta etapa será necesario realizar una serie de actuaciones previas al control de calidad del producto terminado, la mentalización de todo el personal implicado en la carga, transporte y descarga del pienso fabricado en el concepto de calidad.

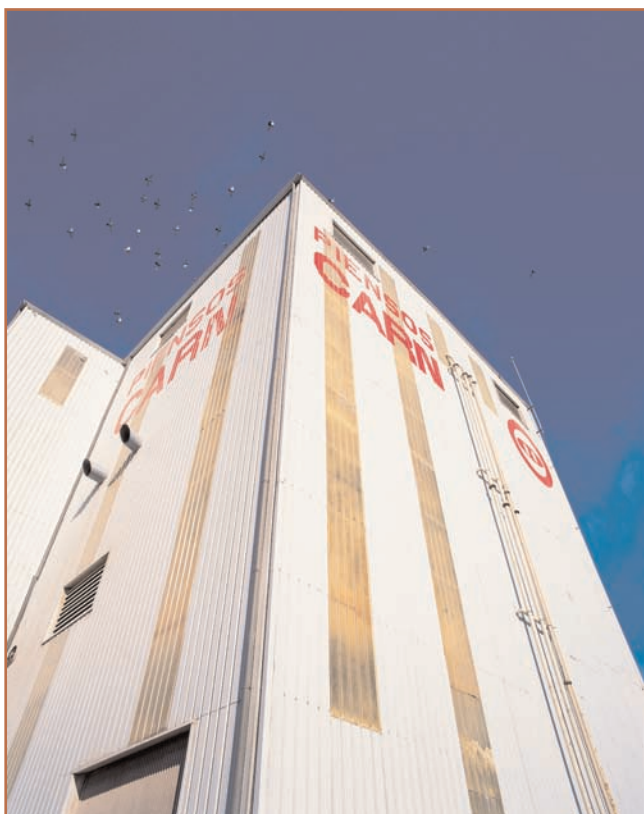
También habrá que definir las especificaciones (físicas, químicas y microbiológicas) del producto terminado.

Los objetivos del control de calidad son los siguientes:

- Verificación del cumplimiento de las especificaciones establecidas.
- Verificación del cumplimiento de las exigencias legales.
- Detección de contaminaciones cruzadas.
- Detección de errores en la carga.
- Evaluación del control de calidad de materias primas.
- Evaluación de los ajustes en formulación.
- Evaluación del proceso de fabricación.
- Evaluación indirecta del tratamiento de las materias primas. Valorar tendencias. Acciones preventivas.
- Verificación de la adición manual.

Se deberán realizar inspecciones físicas exhaustivas en el procedimiento de toma de muestras. La mejor medida de control tanto de los productos que entran como de los que salen es un buen control organoléptico.

El establecimiento de un programa de control de calidad analítico para un periodo de tiempo (semana, mes año) deberá ser dinámico. El número de muestras, frecuencia, parámetros y método de análisis de cada pienso dependerá de los siguientes factores:



- Equipamiento de laboratorio propio.
- Laboratorio/s de destino por tipo de análisis.
- Especificaciones del producto.
- Producción del pienso en cuestión/periodo de tiempo.
- Variabilidad en su composición.
- Pienso críticos (piensos de primeras edades).
- Riesgo de posibles contaminaciones cruzadas.
- Componentes de adición manual.

Para el control de calidad microbiológica se deberá realizar un muestreo en condiciones estériles, preferiblemente con muestras en harina, así como realizar análisis periódicos de Salmonella, Enterobacterias, E. Coli, Staphylococcus aureus, levaduras, hongos y Clostridium perfringens

Para el control de la composición química se deberá realizar una comparación de los resultados analíticos (composiciones reales) con las composiciones teóricas (al menos 3 de los parámetros que figuran en la etiqueta). Asimismo se deberá relacionar la variabilidad en la composición del producto acabado con la variabilidad en la composición de las materias primas utilizadas para su fabricación.

Se deberá realizar el análisis de las características químicas más representativas de cada pienso (ej. el análisis del contenido en lisina de un pienso de lechones tiene más sentido que en un pienso de ovejas en lactación), así como el de sustancias indeseables.

También habrá que tener en cuenta las posibles contaminaciones cruzadas:

- Niveles altos de cobre en piensos de ovino (no cobre añadido, exclusivamente el propio de las materias primas utilizadas) pueden indicar una posible contaminación cruzada con piensos de porcino de primeras edades (cobre añadido en cualquiera de sus formas).
- Presencia de promotores de crecimiento en piensos de caballos podría indicar que ha existido una contaminación cruzada con piensos de porcino.
- Pienso medicados frente a piensos blancos.

Asimismo será necesario proceder al análisis de componentes de adición manual (premezclas medicamentosas, aditivos...), así como el análisis de medicación (preferentemente en gránulo). Esto nos dará información de la correcta adición del medicamento e incluso de la estabilidad del mismo ante el tratamiento térmico.

Conclusión

La adopción de medidas de prevención, control y corrección junto con la implantación del concepto de calidad en todas las fases de producción deben ser los principales objetivos en la fabricación actual de piensos. La implicación de proveedores y de todos los departamentos de la empresa (compras, administración, nutrición, calidad, ventas, producción y logística) en el proceso de mejora continua es el reto actual de la industria. Ésta es la única forma de conseguir la confianza del consumidor final: la búsqueda de la Transparencia y Seguridad Alimentaria.