PROBLEMÁTICA DE UTILIZACIÓN DE MATERIAS PRIMAS FIBROSAS EN FÁBRICAS DE PIENSOS Y PLANTAS DE MEZCLAS, INFLUENCIA SOBRE LA TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN A EMPLEAR

Juan Acedo-Rico González
Acedo-Rico & Asociados, S.L.

1.- INTRODUCCIÓN

El concepto de materias fibrosas es muy variable si se analiza dentro de un contexto nutricional ya que podríamos encontrar oscilaciones que irían desde materias primas como las pulpas con un contenido en fibra bruta del 10-11% al de una alfalfa henificada de mala calidad que pudiera acercarse a un 30% en este nutriente. Si este análisis se realiza desde una óptica de utilización y manejo en la fábrica volvemos a encontrarnos con una gran dispersión.

Bastaría considerar que una misma materia prima dependiendo del tipo de presentación en que se reciba deberá ser procesada con diferentes tipos de tratamientos y de equipos. En adición a esto en función del sistema de fabricación con el que se cuente se deberá elegir muy bien la presentación de las materias fibrosas que se recepcionen. Como ejemplo fácil de todo lo anterior bastaría con pensar en que una misma alfalfa deshidratada con igual nivel nutricional podría llegar a recepcionarse en una fábrica bajo presentaciones muy diversas:

- Gránulada en 6 mm
- Granulada en 12 mm
- Empacada en fardos de 800 kg. (110x80x240 cm.)

Es obvio que su manipulación y proceso variaría mucho hasta el caso de que la primera presentación se podría emplear bien en una fábrica de piensos y en una planta de mezclas. La segunda presentación se manejaría con dificultad en una fábrica de piensos

con sistema de fabricación en premolienda aunque bien si el sistema es en premezcla. Por último la alfalfa deshidratada presentada en balas de 800 kg tan solo se podría manipular en una planta de mezclas.

En este trabajo se pretende por tanto revisar aquellos aspectos que influyen en la manipulación de este tipo de materias primas tanto en fábricas de pienso como de mezclas, entendiendo por éstas últimas aquellas que se realizan sobre sistemas mezcladores tipo unifeed. Evidentemente hay diferencias aún más notables entre materias primas fibrosas distintas y este aspecto también se abordará en el presente estudio.

2.- FÁBRICAS DE PIENSOS Y PLANTAS DE MEZCLAS

Previo a entrar en el análisis de comportamiento de materias primas fibrosas en fábricas de piensos y mezclas sería bueno repasar los tipos de unidades de fabricación más comúnmente encontrados en nuestro mercado.

2.1.- Fábricas de piensos

Con independencia de la antigüedad, tipo de construcción y estado de conservación es importante considerar los siguientes aspectos:

- Sistema de fabricación:
    - Premolienda: molturación independiente de las materias primas y dosificación posterior de harinas de cada materia prima.
    - Premezcla: dosificación en grano de las materias primas y molturación posterior del conjunto dosificado.
    -
- Presentación de los piensos:
    - Harina
    - Granulado, migajado, tacos
    - Mezclas con materias primas sin procesar

En todas las fábricas de pienso hay un elemento común que es la mezcladora, la cual podrá ser de hélice ó de palas pero siempre de tipo horizontal. El tiempo de mezcla es de 3 a 5 minutos. (Obviaremos en este trabajo el análisis de los antiguos sistemas verticales ya que aún en servicio en algunas fábricas son equipos antiguos y no de futuro). Este tipo de mezcladoras tienen dos limitaciones importantes a considerar:

- No pueden cargarse con forrajes y no los mezclan de forman homogénea.

- No admiten la incorporación de productos sólidos con alta humedad, ya que se adhieren a las paredes y elementos internos causando apelmazamientos y problemas de contaminación posterior.
- No se puede incorporar sobre ellas líquidos alimentarios viscosos, como la melaza, por iguales motivos que los anteriormente descritos.

2.2.- Plantas de mezclas

Más variables en cuanto a su diseño, cuentan siempre con un elemento común que sería el tipo de mezclador de cargas, éste puede ser horizontal ó vertical, pero siempre adecuado para la mezcla de forrajes secos y húmedos. Normalmente, se denomina mezclador Unifeed. Estos equipos precisan de un mayor tiempo de mezcla, 15 a 20 minutos, y aunque se emplean preferentemente para mezclar forrajes junto a materias primas concentradas también se utilizan para hacer mezclas sin forrajes.

El grado de homogeneidad obtenido es menor que en un mezclador convencional a la vez que el ciclo de trabajo es mas lento, ya que solo se consigue hacer 3 a 4 cargas a la hora frente a las 10 que se deben conseguir con una mezcladora convencional si todo está bien diseñado.

Existen dos tipos de mezcladores, los de tipo horizontal y los verticales. Ambos son operativos y cuentan con adeptos y detractores. Se trata de equipos diseñados para su empleo en granja acoplados sobre elementos móviles que posteriormente se han adaptado a las plantas de mezclas de forma estática. La dosificación se realiza normalmente a través de un sistema mixto por sinfín desde silos sobre el mezclador y con pala autopropulsada descargando directamente por la parte superior. El equipo esta apoyado sobre células de carga y cuenta con lector para control del peso.

Se trata pues de equipos versátiles y funcionales pero de poca efectividad desde un punto de vista industrial. No tienen las limitaciones de las mezcladoras convencionales ya que sobre los mezcladores tipo unifeed se pueden incorporar forrajes secos y húmedos, productos concentrados semi húmedos así como líquidos viscosos como las melazas.

3.- TIPOS DE MATERIAS PRIMAS FIBROSAS

Considerando como base la 2º edición de las tablas FEDNA del 2003 y sus posteriores ampliaciones con las tablas de forrajes de 2004 se podrían hacer los siguientes grandes grupos que nos atrevemos a subdividir en función de su manejo potencial en fabricación.

3.1.- Subproductos de cereales

Contenido medio en fibra bruta (7 a 14%).

Suelen presentarse deshidratados y granulados en pellets de 4 a 8 mm.

Entre los principales se encuentran los salvados que se comercializan mayoritariamente sin granular y con niveles de humedad en ocasiones por encima del 12%.

En cuanto a productos húmedos, tan solo se comercializa habitualmente el bagazo de cervecería más conocido por cebadilla (75-78% humedad) el cual se destina principalmente a consumo directo en explotaciones de vacas de leche. No obstante, algunas plantas de mezclas lo incorporan dentro de su dinámica de fabricación según su disponibilidad la cual se ve afectada por la estacionalidad del consumo de cerveza. Su elevado contenido en humedad hace que sea inmanejable en una fábrica de piensos.

3.2.- Concentrados de proteína vegetal

Dentro de este grupo de materias primas, si se consideran las de alto nivel de fibra se podrían hacer las siguientes divisiones:

3.2.1.- Semilla Entera de Algodón

Su particular tipo de presentación hace que sea muy diferencial al resto de semillas oleaginosas en cuanto a su comportamiento en la instalación como luego se evaluará. Cuenta con un bajo peso específico, a la vez que con una cubierta de fibras de algodón la cual hace que su textura se esponjosa a la vez que tiende al apelmazamiento. Su elevado contenido en aceite (18-20%), junto a su nivel de fibra (20-25%), hacen que su manipulación se vea limitada a plantas de mezclas y fábricas de piensos con instalaciones particulares para su proceso.

Esta materia prima debido a su equilibrio nutricional, su demanda por los ganaderos y su disponibilidad tiene un uso extendido y suele estar presente en todas las plantas de mezclas.

Por el contrario son muy limitadas las fábricas de piensos que emplean esta materia prima sobre su sistema central de mezcla y suelen resolver su empleo en las instalaciones anexas de fabricación de mezclas sobre un mezclador tipo unifeed.

No obstante es posible adaptar las instalaciones de la fábrica de piensos para manejar esta materia prima a pesar de su complejidad.

3.2.2.- Semillas Oleaginosas

Las pipas de girasol normal y alto oleico, son las más empleadas. Las de colza y linaza no son tan frecuentes en nuestro mercado. El nivel de fibra en ellas varía del 13 al 16%, lo cual unido a los altos contenidos en aceite (35-45%) hace que se precise de un tratamiento específico para su proceso.

3.2.3.- Harinas de Oleaginosas

Entre todas las oleaginosas, solamente algunas de sus harinas resultantes de los procesos de extracción parcial (expeller) ó total (solvente) de aceite cuentan con elevados contenidos de fibra bruta. Así pues se podría citar:

- Haba de soja tratada (18-20% aceite y 5% fibra bruta)
- Harina de Girasol (1-2% aceite, 18 – 22% fibra bruta)
- Harina de Colza (1-2% aceite, 13% fibra bruta)
- Palmiste (2-9% aceite, 20% fibra bruta)
- Coco (2-7% aceite, 13-14% fibra bruta)

Al igual que en las semillas oleaginosas, la combinación de los niveles de fibra con los de aceite hacen que la manipulación tenga sus limitaciones en algunos de los procesos. Pero a diferencia de las semillas, en las harinas de oleaginosas al estar rota la cutícula externa, el nivel de conservación es menor y comportamiento físico es más problemático ya que el aceite está liberado. Esto implica que hay una mayor tendencia al apelmazamiento y la impregnación de los equipos e instalaciones por los que circulen.

3.3.- Alimentos fibrosos

En este grupo se incluyen aquellas materias primas con elevado contenido en fibra, aunque hay también una gran variabilidad en sus niveles en este nutriente además de en las formas de presentación.

3.3.1.- Alfalfas

Existen diferentes calidades que podrían clasificarse según:

- Tipo de proceso: deshidratadas ó henificadas
- Tipo de presentación: granuladas ó empacadas
- Nivel nutricional: Nivel variable de relación proteína: fibra bruta, desde: 18:25 a 13:29.

A nivel de su manipulación en fábrica las mayores limitaciones vendrían por su presentación, como ya se expuso anteriormente. Las presentaciones en pacas solo se pueden manipular en las plantas de mezclas mientras que las granuladas se pueden utilizar también en las fábricas de pienso. Los niveles de inclusión de las alfalfas empacadas sobre las mezclas para rumiantes son significativos y es muy importante, de cara a la presentación del producto final, controlar las longitudes de fibra en la paca. Este aspecto es importante no sólo de cara a la presentación final de la mezcla, sino también de cara a los resultados nutricionales sobre todo en vacas de leche de alta producción. La longitud de fibra debe de controlarse en la recepción ya que de ser menor de la exigida, el proceso de fabricación de la mezcla nunca podrá corregir esta deficiencia.

3.3.2.- Cascarillas

Existen diferentes tipos desde las más fibrosas como algodón (47% FB) ó girasol (48%FB) a soja (33%FB) y avena (28%FB). Su manipulación en fábricas de piensos y plantas de mezclas está muy extendida y no revierte en una problemática especial.

3.3.3.- Subproductos de uva y aceituna

Existe una cierta disponibilidad de diferentes subproductos de las almazaras, bodegas y de las plantas de destilación de alcohol de origen vínico. Los niveles de fibra son más altos en los de origen de la uva (40-45% FB) frente a los de aceituna (35–45% FB). No son productos especialmente difíciles de procesar ya que los niveles de inclusión en fórmula no suelen ser altos al ser productos de acotado nivel nutricional y no siempre muy estables en su composición.

3.3.4.- Paja cereales

Su manipulación está más condicionada a la presentación que a su valor nutricional ya que suele ser siempre de alto nivel de FB (40-45%) y como único valor de distorsión puede aparecer la humedad si no se ha tratado bien previamente.

La presentación en pacas al igual que en la alfalfa se ve limitada a las plantas de mezclas por el contrario cuando se presenta granulada, se maneja sin dificultad en la fábrica.

3.3.5.- Pulpas

Remolacha y cítricos son las más empleadas. Su aprovisionamiento suele ser casi siempre bajo forma deshidratada y granulada. Los niveles de fibra son más altos para la remolacha (17-18%) frente a los cítricos (13%), mientras que su contenido en minerales es

similar en ambas (7-8%). En ocasiones este contenido se eleva y esto representa un problema en ciertos procesos de fabricación como la granulación. Es el caso de la pulpa de remolacha, a la que en ocasiones se le adiciona en la azucarera un alto nivel de vinazas. Como resultado se eleva el nivel de minerales debido al alto contenido en potasio de las vinazas. Esto hace que el propio pellet de la pulpa se endurezca en exceso y su posterior molturación en la fábrica de piensos se vea dificultada especialmente en sistemas en premolienda.

Ambos tipos de pulpa se encuentran disponibles en forma húmeda con frecuencia, remolacha (75%), cítricos y manzana (80%). Su empleo se ve limitado a instalaciones con mezclador tipo unifeed.

3.4.- Forrajes

Existen diferentes presentaciones que a grandes rasgos se podrían clasificar según diferentes parámetros:

- Presentación: Húmeda ó seca
- Conservación: Deshidratados, henificados ó ensilados
- Origen: Directo del campo ó subproducto industrial

En todos ellos existe un denominador común que es su imposibilidad de poder ser utilizados en fábricas de piensos debido a su forma física ya que las instalaciones de proceso no pueden manipularlos.

En cuanto a las plantas de mezclas se podría generalizar que todos los forrajes secos ó deshidratados pueden manipularse en todas las plantas pero los forrajes húmedos exigen una dinámica de trabajo distinta, ya que la posterior manipulación y conservación de la mezcla acabada es distinta.

Como generalidad se podría apuntar a que la mayor parte de las plantas de mezclas con actividad industrial para terceros trabaja solo con forrajes secos.

El número de plantas de mezclas industriales que emplea producto húmedo es limitado pero posibilita a estas plantas a trabajar con materia prima a menor coste a la vez que producir mezclas para su suministro diario a explotación. Esto representa un compromiso mayor de la planta con el ganadero.

A pesar de estas consideraciones los forrajes más extendidos para su uso en alimentación de rumiantes son dos grandes grupos:

- Ensilados: maíz – hierba , según la época del año
- Alfalfa: deshidratada ó henificada según disponibilidad

La mayor parte de las plantas de mezclas suministran a sus ganaderos toda la ración (concentrados, minerales, correctores, semilla de algodón y alfalfa) siendo luego el ganadero quién complementa normalmente con ensilados para componer el total de la ración. Las plantas que trabajan con forrajes húmedos realizan lo anterior para algunos ganaderos pero para otros incorporan los ensilados y completan la ración. Esto descarga al ganadero de la obligación de preparar la ración y la planta de mezclas adquiere la responsabilidad de dar un servicio diario de distribución de la ración a la explotación ganadera. Por razones de conservación y especialmente en épocas de media y alta temperatura no se puede admitir el suministro si no es de reciente fabricación.

4.- INFLUENCIA EN LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

En este capítulo se pretende integrar lo evaluado en los apartados anteriores, de forma que siguiendo la secuencia de los procesos de fabricación tanto de una fábrica de piensos como de una planta de mezclas, se irá analizando la problemática previsible con la utilización de este tipo de materias primas.

4.1.- Aprovisionamiento de materias primas

Dentro de la planificación de compras, la logística de aprovisionamiento juega un papel fundamental de cara a la buena fabricación de la planta. Es importante evitar la rotura de stock de cualquier tipo de materia prima, pero en el caso de las fibrosas, es aún más relevante debido a razones como:

- Algunas son imposibles de sustituir sin alterar el aspecto físico y comercial del pienso ó de la mezcla , por ejemplo la semilla entera de algodón ó la alfalfa
- Los niveles de inclusión pueden ser elevados, por ejemplo los ensilados en mezclas húmedas.
- El comportamiento en ciertos procesos se puede ver afectado por estas sustituciones, por ejemplo en la fabricación de tacos.

Se podrían enunciar más razones abundando en lo mismo y se llegaría a la misma conclusión. Para conseguir una buena logística de aprovisionamiento se ha de conocer bien al proveedor y su dinámica de servicio a la vez que contar con una respuesta ágil y fiable en el transporte desde origen a la fábrica.

4.2.- Recepción

En todas las fábricas se cuenta con al menos una báscula puente para control de entradas y salidas. La dinámica de pesaje es siempre igual de rápida en casi todas las fábricas pero no así la de las labores que la acompañan como son:

- La identificación y control de la mercancía
- Su gestión administrativa
- La simultaneidad en las llegadas.

Las materias fibrosas son todas sólidas y se aprovisionan a granel por lo que su paso por báscula es obligado y su destino de descarga será:

- Piquera de sólidos: para los gránulos y harinas de materias concentradas
- Almacén de planta de mezclas para la semilla de algodón, forrajes y ciertas materias concentradas como pulpas, cascarillas, concentrados de proteína vegetal... etc.

En la recepción por piquera de sólidos se ha de considerar la densidad de estas materias primas así como su fluidez ya que es frecuente que en algunas de ellas como los salvados de trigo, los rendimientos en descarga y elevación sean muy inferiores a los de referencia (cereales). En ocasiones se ha producido el caso de recepción de gránulos excesivamente largos y de gran dureza (pulpa de remolacha) los cuales han inducido a problemas en la cadena de arrastre del fondo de piquera, este aspecto se debe vigilar.

Las descargas en las plantas de mezclas de las materias a granel son rápidas ya que se bascula la mercancía directamente sobre el área diferenciada para ella.

Los forrajes empacados se descargan con carretillas ó palas con brazo telescópico normalmente de forma ágil y sin problema siempre que la mercancía llegue bien apilada y no haya habido desplazamiento de la carga y desmoronamiento de la misma si existían huecos no ocupados. Esta casuística se debe prevenir con objeto de evitar pérdidas de tiempo del personal y ocupación de máquinas que pueden necesitarse para otras operaciones.

Es necesario contar con control de calidad en recepción y aplicarlo a todas las materias fibrosas con independencia de su origen, presentación ó forma física. En el caso de los forrajes deshidratados, si posteriormente se van a almacenar de forma prolongada es fundamental un exhaustivo control de la humedad en prevención de posteriores problemas de auto combustión de la mercancía.

4.3.- Almacenaje

Las materias primas fibrosas pueden ser almacenadas en cualquier tipo de instalación dependiendo de diferentes factores como su presentación y composición nutricional.

En las fábricas de piensos se podrán almacenar en silos ó celdas metálicas verticales aquellas materias fibrosas que estén bien granuladas y no tengan un alto nivel de humedad. Es muy importante mantener el movimiento en este tipo de almacenaje y no tener la mercancía parada en prevención de apelmazamientos. Los silos exteriores a fábrica se construyen preferentemente metálicos ya que los de hormigón son de mayor coste de implantación. La transmisión de temperatura es menor en los de hormigón y son de una mejor estanqueidad y duración pero la realidad es que la industria de piensos cada vez invierte menos en ellos por razones de coste. Los silos metálicos exteriores al edificio así como, las celdas metálicas interiores se emplean más como unidades de almacenaje ó/y dosificación de materias primas concentradas. La mejor utilidad para estas materias primas se consigue cuando los paños interiores son lisos, lo cual no siempre se consigue ya que los paños ondulados ó en zig-zag tienen un menor coste constructivo.

Las materias fibrosas que puedan tener un nivel alto de humedad como los salvados ó de aceite (cilindro de arroz, soja full-fat, palmiste ó coco expeller) pueden tener tendencia al apelmazamiento y a pegarse sobre las superficies inclinadas de las caras internas. Esto debe de vigilarse y en caso de que se produzca mantener una dinámica de control, rotación y limpieza para que no se lleguen a producir tapones que pueden reducir la fluidez de salida incluso su taponamiento total. Este problema no solo implica pérdidas de tiempo sino que entraña riesgos de conservación del producto (enranciamiento, enmohecimiento, contaminación microbiológica) así como de seguridad de la instalación (explosión).

Es muy importante de cara a romper el gradiente térmico que se produce entre el día y la noche, entre exterior e interior de los silos ó celdas metálicas, que aparte de la propia pared metálica, haya un recubrimiento con cámara de aire de separación. Esto en silos metálicos exteriores no se suele considerar, pero en el caso de celdas metálicas incluidas en el edificio de fábrica se consigue con los cerramientos laterales del exterior del edifico en chapa galvanizada que se instalan apoyados sobre una estructura de correas metálicas que dejan una separación interior (cámara de aire). En la actualidad es muy infrecuente que se construyan fábricas sin esta protección aunque todavía hay muchas fábricas de piensos en funcionamiento que no cuentan con ello y en las que la pared de la celda es a la vez pared exterior del edificio.

En adición a la problemática que representa el propio cuerpo del silo, es muy importante no olvidar que se debe contar con un sistema de llenado adecuado y sobre todo de extracción. Normalmente la extracción de silo ó celda más empleada para este tipo de materia prima es por sinfín de paso progresivo. En el caso de la Semilla Entera de Algodón (SEA) normalmente se almacena en superficie, pero en alguna instalación se llega a almacenar en silo ó celda metálica para lo cual se descarga previamente en piquera y se transporta por un elevador para llenado de la celda.

Lo ideal en este sistema es contar con un circuito independiente al de recepción de otras materias primas de fábrica para evitar la contaminación cruzada de semillas y borra de algodón que siempre queda en el circuito. Si se trata de una planta de mezclas el problema es menor ya que todo acabará en el mezclador unifeed y casi todas las mezclas llevarán SEA.

En cuanto a los forrajes en las plantas de mezclas, deberán almacenarse sobre cubierto y en pavimentos bien acondicionados para evitar contaminaciones de tierra, agua y otros restos. En este tipo de plantas la mayor problemática que se encuentra es la de manejar siempre el estocaje con un criterio FIFO (*first in – first out*). Esto sucede no solo con los forrajes sino también con las materias fibrosas concentradas que suelen descargarse en una sección del almacén cerrada a tres caras y con una para descarga y carga de la mercancía. Normalmente se descarga un partida recepcionada (lote 2) sobre una todavía sin acabar (lote 1). Esto conlleva problemas de calidad y también de seguimiento de la trazabilidad.

4.4.- Dosificación

Las materias primas fibrosas emplazadas en silos ó celdas se dosifican á báscula normalmente con sinfín de paso progresivo. Las raseras oscilantes también se pueden emplear pero son menos adecuadas si se trata de gránulos mal formados ó harinas que puedan apelmazarse.

La báscula de dosificación está compuesta por una tolva metálica apoyada sobre 4 puntos en los que se emplazan las células de carga para el control del pesaje. Bajo esta tolva se sitúa la de desfonde de báscula, de similar capacidad para recoger la carga pesada en báscula y reiniciar así una nueva pesada, de forma que se agilice el ciclo de producción. El objetivo suele ser de conseguir 10 cargas a la hora.

Este sistema empleado desde casi siempre en fábricas de pienso no se contempla normalmente en las plantas de mezclas ya que se dosifica sobre el mismo elemento que luego mezcla lo cual ralentiza mucho el ciclo de trabajo. Esto se debe a que:

- La propia dosificación suele ser mas lenta ya que se incorporan forrajes, SEA y otras materias fibrosas con pala autopropulsada.
- La báscula hace también la mezcla (mezclador unifeed).
- El tiempo de mezcla es más elevado.
- La extracción de la mezcla desde el mezclador es lento.
- Hasta finalizar la extracción no se puede reiniciar la dosificación de la siguiente mezcla.

Con todo ello en plantas de mezclas se suelen conseguir del orden de 3 mezclas a la hora en vez de las 10 en una fábrica de piensos. Esto hace que sea un proceso más ineficiente desde un punto de vista industrial.

4.5.- Molturación

En general las materias primas fibrosas que se han de molturar se deben a que su presentación de origen es bajo forma granulada, salvo el caso de las semillas de oleaginosas. En el caso de algunas materias fibrosas, de uso extendido como son los salvados de trigo, su presentación habitual en nuestro mercado es en harina aunque dos de los mayores grupos harineros españoles, están ya comercializando salvado granulado. Lógicamente cuando se recibe salvado en harina, no hace falta su molturación pero tampoco se asegura su tamaño de partícula si no se hace.

En los sistemas de fabricación en premolienda, las materias recibidas en harina se dosifican tal cual y a la mezcla entran con aquel tamaño de partícula que traían. Este sería el caso de algunas materias fibrosas como los salvados, la harina de girasol ó la soja tratada. En estas circunstancias se evita un proceso pero se dificulta uno posterior como es la granulación ya que si los tamaños de partícula son altos, esto redundará en una dificultad añadida para la posterior granulación. Un ejemplo frecuente es en la fabricación de tacos para vacas de campo en la que se trabaja con alta inclusión de materias fibrosas.

En fabricación en premolienda a veces se producen alteraciones en los rendimientos de la prensa y calidad del gránulo debido a que entra alguna de estas materias primas con un tamaño de partícula superior al habitual y, como bien es sabido, hay una relación inversamente proporcional entre tamaño de partícula y capacidad de compactación. En sistemas de fabricación en premezcla esto no ocurre ya que todo el conjunto de materias dosificadas pasa por el molino con lo que se asegura un tamaño de partícula del conjunto.

En general las materias fibrosas precisan de mayor consumo energético en el molino que las de alto contenido en almidón para conseguir un mismo tonelaje de harina. Esto se debe al diferente comportamiento de la alimentación del molino y sobre todo de que la fracción de fibra al impacto del martillo no rompe con igual comportamiento que las fracciones amiláceas. Esta diferencia puede llegar a ser de 2 a 1 entre una materia amilácea como el trigo y una fibrosa como la pulpa de remolacha.

Las materias primas fibrosas que además del contenido en fibra cuentan con un alto nivel de aceite como las semillas de oleaginosas, se desaconseja molturarlas de forma independiente ya que suele ocurrir que además de la fricción elevada que se produce para romper la cutícula externa de la semilla, la liberación del aceite tiende a empañar las

aberturas de las cribas con lo que se pueden llegar a obturar. Esto trae como consecuencia un sobrecalentamiento de la materia prima dentro de la cámara del molino al ser golpeada por los martillos de forma repetitiva y no poder salir por los agujeros de la criba al estar estos tapados. Se ha llegado a producir la combustión de la materia dentro de la cámara debido a este problema. La estrategia a seguir para evitar este problema es la de molturar la premezcla con lo que normalmente se evita el problema. Un ejemplo de esta situación es cuando se emplean pipas de girasol las cuales tienen mucho aceite y además una cubierta externa muy lignificada lo cual dificulta aún más la operación.

Los molinos de martillos son más adecuados que los de rodillos para la molturación de materias fibrosas ya que los de martillos rompen por impacto y los de rodillos por fricción y esto se ve dificultado cuando hay un alto nivel de fibra. Existen en el mercado unos nuevos molinos que se denominan de discos basados en igual principio que los antiguos molinos de piedras. La molienda se produce por cizallamiento de la materia prima al estar presionada interiormente entre dos discos que giran en contra sentido.

En el caso de forrajes, la molturación nunca se hace en la planta de mezclas, ya se reciben con un tamaño de fibra acordado especialmente los henificados y deshidratados. En las plantas de proceso de forrajes, tras la deshidratación de los mismos se someten a un picado y una molturación posterior para que luego se puedan granular ó enfardar. Los rendimientos de molienda para la alfalfa son muy bajos debido a su estructura fibrosa así como al tipo de fibra que contiene.

Los forrajes que se reciben semihúmedos (ensilados) ó húmedos nunca se molturan y es por ello que las exigencias de tamaño de partícula debe venir definida de las operaciones previas en campo de corte y picado en el momento de la recolección.

La planta de mezclas deberá asegurar la homogeneidad posterior de la mezcla pero no podrá influir en los tamaños de partícula de los componentes que entren en la ración. Este aspecto es de mucha trascendencia en los rumiantes productores de leche resultando necesidades distintas para el vacuno que para el ovino. Para raciones de vacuno de leche se buscan tamaños de fibra largos en el picado de la alfalfa mientras que para el ovino se prefieren tamaños más cortos.

4.6.- Mezcla

Las mezcladoras en fábricas de piensos tienen la particularidad de no poder manejar forrajes ni productos húmedos ó melaza. Esto imposibilita trabajar con ellas para la fabricación de mezclas con este tipo de materias primas pero si se pueden emplear para fabricar mezclas que contengan productos fibrosos secos aunque éstos no se encuentren molidos (pulpas, cascarilla, gluten, DDGS....)

Es la situación de algunas plantas de mezclas del Noroeste Español que fabrican con mezcladoras convencionales, mezclas de cereales molidos y otras materias fibrosas sin moler, como pueden ser la SEA, pulpa de remolacha, cascarillas, gluten, DDGS a la vez que gránulos de pienso previamente fabricado. videntemente no se trata de una ración unifeed, pero es la fracción de la misma que posteriormente el ganadero en la explotación complementa con su ensilado de maíz ó de hierba y en ocasiones con alfalfa rama ó deshidratada fibra larga.

La miscibilidad de las materias fibrosas es buena tanto en mezcladoras convencionales como en las unifeed, por lo que alcanzar una buena homogeneidad no representa problema. La secuencia de carga (dosificación) a las mezcladoras unifeed si deben de cuidarse de forma que se minimicen las mermas de las materias pulverulentas a la vez que se facilite el inicio de la mezcla evitando en los fondos las materias mas complicadas. Normalmente se busca cargar primero los ensilados, luego los forrajes secos y sobre ellos, las materias primas concentradas para al final adicionar la melaza por un rociado desde la parte superior del mezclador.

4.7.- Adición de líquidos

La incorporación de líquidos cuando se emplean materias fibrosas no se ve alterada frente a una situación sin ellas. La adición en mezcladoras convencionales de piensos suele contemplar la inclusión de grasas, aceites, aminoácidos y ácidos orgánicos.Las materias fibrosas absorben dichos líquidos y no son especialmente conflictivas para la formación de grumos ó apelmazamientos sí la instalación está debidamente ejecutada. Como ya se expuso anteriormente, existe la limitación del empleo de melaza en este equipo. Los mezcladores unifeed no cuentan con esta limitación y manejan niveles de melaza altos consiguiendo una buena homogenización posterior.

No suele ser frecuente instalar incorporación de otros líquidos pero en el caso de los ácidos orgánicos se han realizado instalaciones con buena ejecución y resultados posteriores adecuados.

4.8.- Acondicionamiento – Granulación

En la fase de acondicionamiento si hay un gran diferencial entre la capacidad de absorción de vapor entre las materias primas con alto nivel de almidón y las fibrosas a favor de las primeras. Esto hace que en fórmulas con alto contenido en almidón se pueda adicionar más vapor en el acondicionador con lo que se consigue alcanzar una mayor temperatura de la harina a la vez que un mejor acondicionado, lo cuál redunda en un mayor rendimiento de la prensa y una mejor calidad de gránulo (si el resto de factores acompañan).

Por el contrario en fórmulas fibrosas, la capacidad de absorción de vapor es más reducida y se consiguen alcanzar menores temperaturas y los rendimientos de producción bajan. Si se fuerza la adición de vapor, al no absorberse este, se produce un deslizamiento de la harina entre matriz y rodillos que de no controlarse puede acabar obturando la matriz y se producen los temidos atranques. Esto redunda en pérdidas de tiempo y de eficacia en el proceso. Los actuales sistemas de automatización previenen estas circunstancias ya que limitan la adición de vapor cuando no hay capacidad de absorberlo.

En cuanto a la calidad de gránulo, las materias fibrosas tienen un comportamiento favorable en la mayoría de los casos aunque también hay diferencias. Pulpa de remolacha y alfalfa son buenas para granular y otras materias fibrosas, sobre todo las que cuentan con fibra muy lignificada, tienen peor predisposición a la compactación. Es el caso de la fibra del girasol.

A priori ningún tipo de materia fibrosa se ha de descartar tan solo se ha de buscar un elevado nivel de inclusión y una variabilidad en las fuentes de fibra. No se debe olvidar que a veces las distorsiones en la compactación no vienen por la materia fibrosa en sí sino en el tamaño de partícula con que la estamos empleando.

Es difícil dar una recomendación de los tipos de cribas a utilizar para cada materia prima pues varía según el tipo de molino, las rpm del motor principal y la aspiración pero si tuviéramos que apuntar una cifra aconsejaríamos para materias fibrosas:

- En sistemas en premolienda: moler con cribas entre 3 y 5 mm
- En sistemas en premezcla: moler con cribas entre 2,5 y 3 mm

Como regla nemotécnica general, cuanto más fino se muela mejor se podrá compactar posteriormente. Evidentemente hay otros condicionantes nutricionales que en el caso del porcino no aconsejan ir a niveles tan bajos de tamaño de partícula y se ha de buscar alcanzar ese objetivo aunque la calidad del gránulo pueda empeorar.

Los sistemas de acondicionamiento de harinas de nueva generación están más enfocados a la higienización que a la mejor capacidad de granulación posterior. El empleo de estrategias como el empleo de la doble granulación, expander ó superacondicionadores, no se justifica si se enfoca su utilización para lograr una mejor calidad de gránulo en piensos con alto nivel de fibra. Esto se debe al sobrecoste de inversión que supone, el sobre coste energético y el de desgaste de materiales fungibles en la prensa.

En la actualidad se trabaja en granulación de piensos con alto contenido en fibra con granuladoras convencionales equipadas con un acondicionador bien dimensionado y tipo de matriz y rodillos adecuados, consiguiéndose buenos resultados si la calidad de la molienda precedente ha sido adecuada.

Las plantas de mezcla no cuentan con granulación de la misma aunque hay algunas equipadas con un sistema de compactación basado en una prensa hidráulica para poder producir pacas de gran tamaño para su posterior comercialización. Las dimensiones de estas pacas son variables pero se busca que tengan una dimensión que permita maximizar la carga del camión que luego vaya a transportarlas.

4.9.- Expedición

En las fábricas de piensos la expedición tanto a granel como envasado se puede ver condicionada por el empleo de materias primas fibrosas cuando los niveles de inclusión son altos y se trata de materias con alto peso específico. El salvado de trigo es un ejemplo que avala esta situación cuando se emplea a niveles altos > 20-25%. En este tipo de piensos se da la circunstancia en algunas fábricas que el módulo de carga en mezcladora se ha de reducir ya que físicamente no caben los mismos kg que cuando se hacen otro tipo de piensos.

En las plantas de mezclas la expedición mayoritaria se hace a granel y se extiende el uso de transporte en cajas de piso móvil, las cuales aseguran la descarga de la mezcla en su totalidad sin necesidad de bascular y minimizan los riesgos de restos a la finalización.

La expedición de mezcla seca en pacas es una actividad en desarrollo pero no de gran extensión.

En cuanto a las mezclas semihúmedas, existe un sistema de expedición en forma de bolsas que contienen la mezcla muy prensada y cerrada herméticamente con plástico para evitar aire y asegurar su conservación llamadas microsilos, por ser de similar filosofía de operación que los ensilados que se preparan en plástico para maíz u otras gramíneas. Esta presentación permite producir raciones completas ó complementarias para rumiantes en las que la elección de las materias fibrosas así como su nivel de humedad permitirán un mantenimiento prolongado de su calidad nutricional sin especiales cuidados posteriores salvo él de mantener el hermetismo de la bolsa.

5.- RESUMEN y CONCLUSIONES

La disponibilidad de materias primas fibrosas y su coste de oportunidad deberán influir en los diseños de las instalaciones de fabricación tanto de piensos como de mezclas.

La fabricación es más eficiente en una planta de piensos que en una de mezclas cuando se realiza sobre un mismo producto que ambas puedan manejar

Las plantas de mezclas permiten manejar materias fibrosas como los forrajes (secos y semihúmedos) y líquidos como la melaza.

En las fábricas de pienso no se pueden manejar forrajes de ningún tipo y la melaza precisa de incorporarse en mezcladores en continuo nunca en la mezcladora principal

En aquellas empresas que precisan acometer la doble actividad de fabricar piensos y mezclas es muy importante diseñar instalaciones que maximicen las sinergias entre ambas operaciones aprovechando instalaciones comunes y separando aquellas que exigen diferenciación.

Las nuevas exigencias de la normativa de higiene serán de mayor dificultad de aplicación en plantas de mezclas que en fábricas de pienso.

En parte esto se deberá al tipo de almacenamiento que precisan las materias primas fibrosas (especialmente forrajes y SEA) en las plantas de mezclas

6.- REFERENCIAS

ACEDO-RICO, J. (2004) En: *Degussa Symposium*. June 2004.

ACEDO-RICO, J. (2005) En: *Europorc*. Vic, 25-26 Junio 2006.

ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL DE FORRAJES ESPAÑOLES (2003) *Metodología de la Producción de Alfalfa en España*.

CLAYTON, G. (1998) *Feed International*. June 1998.

DECKERS, T. (1997) *Feed Milling International*. April 1997 .

Fairfield, D. y Gill, C. (2004) *Feed International*. August 2004.

FEDNA (2003) *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos*. 2ª edición. Julio 2003.

FEDNA (2004) *Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. I-Forrajes*. Noviembre 2004.

FRANKE MATTHIAS (2006) *Feed Tech*. 10.3 2006

GRAHAM, C. (2003) *Grain and Feed Milling Thecnology.* November- December 2003

HEIMANN, M. (2006) *Feed Thecnology update*. Vol 1.Issue 5. 2006.

VAN DER STEEGE, P. (1998) *Kraftfutter* 5 / 98

WINOWISKI T (2006) *Feed International*. July 2006.