

## Granulación de piensos compuestos

FRANCISCO JAVIER CRESPO MONTERO. INGENIERO TECNICO AGRICOLA\*

**H**oy en día es muy importante producir el máximo de gránulos con una buena calidad y costes aceptables, para ello es indispensable conocer los factores que afectan al rendimiento y las producciones de la granulación.

El trabajo ha consistido en el estudio de la influencia de los factores:

- Granulometría de la harina.
- Peso específico de la harina.
- Melaza inyectada en melazador y acondicionador de la granuladora.
- Grasa inyectada en mezcladora y en reengrase.
- Intensidad eficaz media utilizada por la granuladora.
- Temperatura y humedad de la harina en los silos anteriores a la granulación.
- Temperatura y humedad de la harina una vez acondicionada en la granuladora.
- Temperatura de los gránulos a la salida de la matriz.
- Temperatura de los gránulos a la salida del enfriador.
- Durabilidad de los gránulos.
- Estado de matrices y rodillos.
- Humedad relativa y temperatura de la sala de granulación y enfriado.
- Composición de la fórmula.

Sobre las variables de referencia pueden influir un gran número de factores:

### Rendimiento y producciones:

- Composición de la fórmula:
  - Características físicas:
    - Granulometría.
    - Peso específico.
    - Calor específico.
    - Abrasión.
  - Características químicas:
    - Contenido de grasa.
    - Contenido de fibra.
    - Contenido de proteína.
    - Contenido de almidón.
    - Contenido de melaza.
    - Porcentaje de cenizas.
    - Contenido de humedad.



Se utilizaron tres fórmulas distintas para fabricar cada uno de los tipos de piensos elegidos.

- Capacidad de absorción.
- Sustancias aglomerantes.
- Características de la matriz:
  - Calidad y tratamiento del metal.
  - Espesor de la matriz.
  - Diámetro de los canales.
  - Número de canales.
  - Velocidad de giro de la matriz.
- Condiciones de fabricación:
  - Vapor.
  - Enfriado.
  - Mantenimiento-limpieza de la granuladora y el material complementario.
- Factores ambientales:
  - Temperatura.
  - Humedad relativa.
- Potencia motriz.

### Definiciones de rendimiento y producciones de la granulación

Entendemos por rendimiento la cantidad de producto vendible en kilogramos, por kilowatio hora de energía consumida.

En el estudio el consumo de energía se calculó a partir de la intensidad media observada en el perímetro del mando automático.

$$\text{Potencia activa} = P \text{ (kW)} = 1,73 \cdot I \cdot V \cdot \text{fp} / 1000$$

Siendo:

P: Potencia activa, corriente trifásica.

I: Intensidad eficaz media del motor principal de la granuladora en amperios.

V: Tensión entre fases en voltios.

fp: Factor de potencia.

t: Tiempo en horas invertido en granular «X» toneladas de pienso en harina.

$$\text{Consumo de energía eléctrica } c = \text{kWh} = P \cdot t$$

$$\text{Rendimiento de la granulación} = \eta \text{ (kg/kWh)} = C/c$$

Siendo:

C: Cantidad de producto granulado vendible en kilogramos.

c: Consumo de energía eléctrica en kilowatios hora.

En una instalación de granulación obtenemos varios tipos de producciones, todas ellas expresadas en toneladas por hora:

- Una **producción instantánea** que se denomina PI.

- Una **producción final** que se denomina PF.

- Una **producción de menudillo** que se denomina P.m.

• La producción instantánea (PI) se toma inmediatamente a la salida de la granuladora, bajo la matriz o delante de la

(\*) Resumen del trabajo final de carrera realizado en el Departamento de Producciones Agrarias de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. Tutores: David Chía Samper y Pere Costa-Batlloori.

# ALIMENTACION

entrada del enfriador. Es la producción más elevada de toda la instalación.

- La producción final (PF) se mide a la entrada del depósito de almacenamiento, antes de su expedición. Es la producción que interesa pues es la producción de pienso vendible que se utiliza para calcular el rendimiento de la granulación.

- La producción de menudillo (Pm) se mide en el retorno a la granuladora, en el conducto que recoge el diferente menudillo del cribado y de los ciclones.

Se puede establecer la regla siguiente:

$$PF + Pm = PI$$

El ensayo experimental se llevó a cabo en la fábrica de piensos compuestos Agrotur S.A. perteneciente al grupo Vall Companys.

Se trabajó con dos de las tres líneas de granulación independientes de las que disponía la fábrica; compuestas por equipos de idénticas características.

Para el estudio se seleccionaron dos tipos de pienso de engorde de ganado porcino:

- CC-21. Pienso completo para cerdos de cebo de 8-16 semanas.

- CC-31. Pienso completo para cerdos de cebo de 17 a 6 meses.

Se utilizaron tres fórmulas distintas para fabricar cada uno de los tipos de pienso elegidos atendiendo cada una de ellas a las mismas necesidades nutritivas.

Para analizar la influencia de los distintos factores sobre las variables rendimiento y producciones de la granulación, se efectuaron controles en lotes de pienso de un mínimo de 30 t.

### Condiciones del ensayo y maquinaria.

- Presión del vapor a la entrada de la granuladora: 2,1 kg/cm<sup>2</sup>.

- Temperatura del vapor a la entrada del acondicionador de la granuladora: 121 °C.

- Granuladoras Kubex DPAA de Bühler con motor principal de 230 kW. Y mando automático DFZP-0.

- Matrices con espesor de 55 mm y agujeros cilíndricos de 3,5 mm de diámetro.

- Enfriadores horizontales DFKZ (Bühler).

- Cribas DFTA (Bühler). Tamiz superior con luz de malla de 3 mm e inferior de 2 mm.

- Molinos de martillos Zinal DFZC (Bühler). Parrillas de 3 mm de diámetro.

- Tambores de rociado de gránulos DMWT-30 (Bühler).

## Resultados

Los valores medios que figuran en los

**CUADRO I. VALORES MEDIOS, MAXIMOS Y MINIMOS DE LOS PARAMETROS FISICOS CONTROLADOS**

Peso específico de la harina ant. a la granul. (kg/Hl)	Granulometría Tamiz de luz 2 mm (%)	Granulometría Tamiz de luz 0,8 mm (%)	Granulometría Tamiz de luz 0,4 mm (%)	Granulometría inferior a 0,4 mm (%)
55,137	4,073	39,222	30,413	25,940
62,7	12,970	49,59	43,27	37,85
52,3	1,17	30,79	20,28	18,32

**CUADRO II. VALORES MEDIOS DE LAS CARACTERISTICAS QUIMICAS Y NUTRITIVAS DE LAS MATERIAS PRIMAS**

Melaza depositada en acondicionador (%)	Melaza depositada en melazador (%)	Grasa depositada en mezcladora (%)
2,139	2,726	3,113
3	4,8	6
0	0	2,3

**CUADRO III. VALORES MEDIOS, MAXIMOS Y MINIMOS DE LOS PARAMETROS PERTENECIENTES A LAS CONDICIONES DE FABRICACION**

Intensidad de la granuladora (A)	Temperatura de la harina en el silo ant. a granulación (°C)	Temperatura de la harina en acondicionador (°C)	Temperatura del gránulo a la salida de la granuladora (°C)	Temperatura del gránulo a la salida del enfriador (°C)	Humedad de la harina en el silo ant. a granulación (%)	Humedad de la harina una vez acondicionada (%)	Durabilidad de los gránulos (0-100)
358,696	34,558	59,785	65,838	26,645	12,31	13,921	91,456
410	37,4	72	78,4	35,9	14,18	15,79	98
340	31,0	50	52,1	20,6	9,9	11,94	66

cuadros siguientes se han considerado válidos cuando la desviación típica calculada resulta admisible para poder afirmar que los datos instantáneos no eran significativamente diferentes, y eso ocurrió en la práctica totalidad de los casos.

- Valores medios de las características físicas de las materias primas (**cuadro I**).

- Valores medios de las características químicas y nutritivas de las materias primas (**cuadro II**).

- Valores medios de las condiciones de fabricación (**cuadros III y IV**).

- Valores medios del rendimiento y producciones (**cuadro V**).

Para la obtención de resultados sobre la influencia de todos los parámetros de factores de variación (peso específico, granulometría, ...) sobre las variables: rendimiento, producción final, producción de menudillo y producción instantánea, se efectuaron los siguientes tratamientos estadísticos (estadísticamente los parámetros de los factores son variables):

1. Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson y significaciones para

**CUADRO IV. VALORES MEDIOS, MAXIMOS Y MINIMOS DE LOS PARAMETROS PERTENECIENTES A LAS CONDICIONES DE FABRICACION**

Toneladas realizadas por la matriz	Horas realizadas por la matriz	Toneladas realizadas con rodillo 1	Horas realizadas con rodillo 1	Toneladas realizadas con rodillo 2	Horas realizadas con rodillo 2	Temperatura del interior del local de granulación (°C)	Humedad del interior del local de granulación (%)
6.447,761	438,531	2.348,722	157,165	3.402,038	230,633	27,030	57,342
13,760	923	5,058	340	8,713	586	38,0	78
228	17	225	17	201	17	20,6	40

**CUADRO V. VALORES MEDIOS, MAXIMOS Y MINIMOS DEL RENDIMIENTO Y PRODUCCIONES**

Rendimiento (kg/kWh)	Producción final (t/h)	Producción de menudillo (t/h)	Producción instantánea (t/h)
78,63481013	15,17170686	0,73856962	15,91027848
116,92	20,000	1,968	21,446
46,39	9,000	0,220	9,220

**CUADRO VI. ESTIMACION DE LA VARIABLE DEPENDIENTE RENDIMIENTO A PARTIR DE LAS VARIABLES REGRESORAS SELECCIONADAS**

Variables regresoras seleccionadas	Significación
• Peso específico de la harina anterior a granuladora (PE)	0,0013
• Intensidad de la granuladora (GI)	0,0407
• Estado de la matriz. Toneladas realizadas (MTM)	0,0759
• Melaza depositada en el melazador (M)	0,2129
• Granulometría. Retención en luz de malla con 0,8 mm (M08)	0,3855
• Granulometría. Inferior a 0,4 mm (MI04)	0,4016
• Temperatura del gránulo salida de la granuladora (GTGS)	0,5650
• Temperatura de la harina en el acondicionador (GTHA)	0,6755
• Temperatura del interior del local de granulación (TL)	0,7199
• Temperatura del gránulo a la salida del enfriador (GTGE)	0,8840
<b>Significación de la regresión múltiple</b>	<b>0,0001</b>
<b>Coefficiente de correlación múltiple</b>	<b>0,661966</b>
<b>Desviación típica</b>	<b>9,375300</b>
<b>Ecuación de regresión múltiple</b>	
Rendimiento estimado = 1,419 PE-0,186 GTHA+0,233 GTGS+0,001 MTM-0,379 MI04+1,148M+0,351 M08-0,214 GI-0,142 GTGE+0,308TL+59,046	

estudiar el grado de relación existente entre todas las variables.

2. Se analizaron regresiones lineales múltiples sobre las variables dependientes, rendimiento y producciones. El problema en el uso del análisis de la regresión múltiple radicaba en escoger las variables regresoras que debían incluirse en la ecuación. Se utilizaron como variables regresoras, las que habían resultado significantes en la correlación anterior para  $\alpha = 0,05$ .

• Regresiones lineales múltiples utilizando como variables regresoras los parámetros con coeficientes de correlación simple significativos para  $\alpha < 0,05$  (cuadros VI, VII, VIII y IX).

Para la obtención de resultados sobre la influencia de las fórmulas sobre las variables: rendimiento, producción de menudillo y producción instantánea, fueron efectuados los siguientes tratamientos estadísticos:

1. Se realizaron análisis de la varianza sobre las seis fórmulas utilizadas en el ensayo. En los casos en que se encontraban diferencias significativas, se aplicó una se-

paración de medias mediante el test Student-Newman-Keuls.

Respecto a la influencia de la composición de la fórmula sobre las variables rendimiento y producciones se observó que existían diferencias significativas entre las fórmulas utilizadas en el ensayo. Las causas se citan en las conclusiones.

## Discusión de resultados

Respecto a los parámetros de factores de variación, la discusión de resultados se centra básicamente sobre aquellos cuyas correlaciones fueron significativas al 5%.

### • Estado de la matriz. Toneladas realizadas

Tiene una correlación positiva con el rendimiento y las producciones, final, instantánea y de menudillo. Esto es debido a que los canales de compresión, al estar sometidos a enormes esfuerzos y a la naturaleza abrasiva de las mezclas, van incrementando su diámetro y disminuyendo su longitud. Se ha de resaltar que a un deter-

minado número de toneladas y de horas, se llega a un punto en el que se produce una disminución del rendimiento y de la producción final por la excesiva producción de menudillo (recordemos:  $PF = PI - Pm$ ); una vez se detecta este aumento estrepitoso de menudillo, se rectifican las matrices y si no es posible (por el elevado deterioro), se cambian por nuevas.

Otra razón que explica el aumento progresivo del rendimiento y las producciones final e instantánea, son los cambios incorrectos que se producen en la mayoría de fábricas: camisas o llantas de rodillos nuevas con matrices usadas o matrices nuevas con rodillos usados. Al efectuar alguno de estos cambios, se observa dicho aumento. Esto es debido al mejor acoplamiento producido entre matriz y rodillos a medida que van trabajando juntos (se van compensando los desgastes).

Si observamos las horas y toneladas realizadas por los rodillos, uno y dos, vemos que el rodillo número uno, situado en un plano superior, realiza menos toneladas y horas que el número dos, o sea, que el rodillo número uno siempre se desgasta antes que el rodillo dos. Se trata de un suceso anormal, pero por lo observado en otras fábricas y con la misma granuladora, bastante común. Esta descompensación es debida a un mal reparto de la harina en la garganta de la matriz hacia los rodillos, provocado por una incorrecta regulación de los deflectores-rascadores o por desgaste de éstos y no cambiarlos o recargarlos por soldeo.

### • Durabilidad del gránulo

Tiene una correlación negativa con la producción de menudillo de  $-0,55$  y muy significativa. Un gran número de factores de los que afectan al rendimiento y las producciones constituyen las causas que condicionan la durabilidad del gránulo.

### • Granulometría. Porcentaje retenido en tamiz de luz 0,8 mm.

Tiene una correlación positiva con el rendimiento y las producciones final e instantánea. Esto muestra la estrecha relación de este tamaño de partícula concreto, con el diámetro del gránulo ensayado (3,5 mm).

### • Granulometría. Porcentaje inferior a 0,4 mm

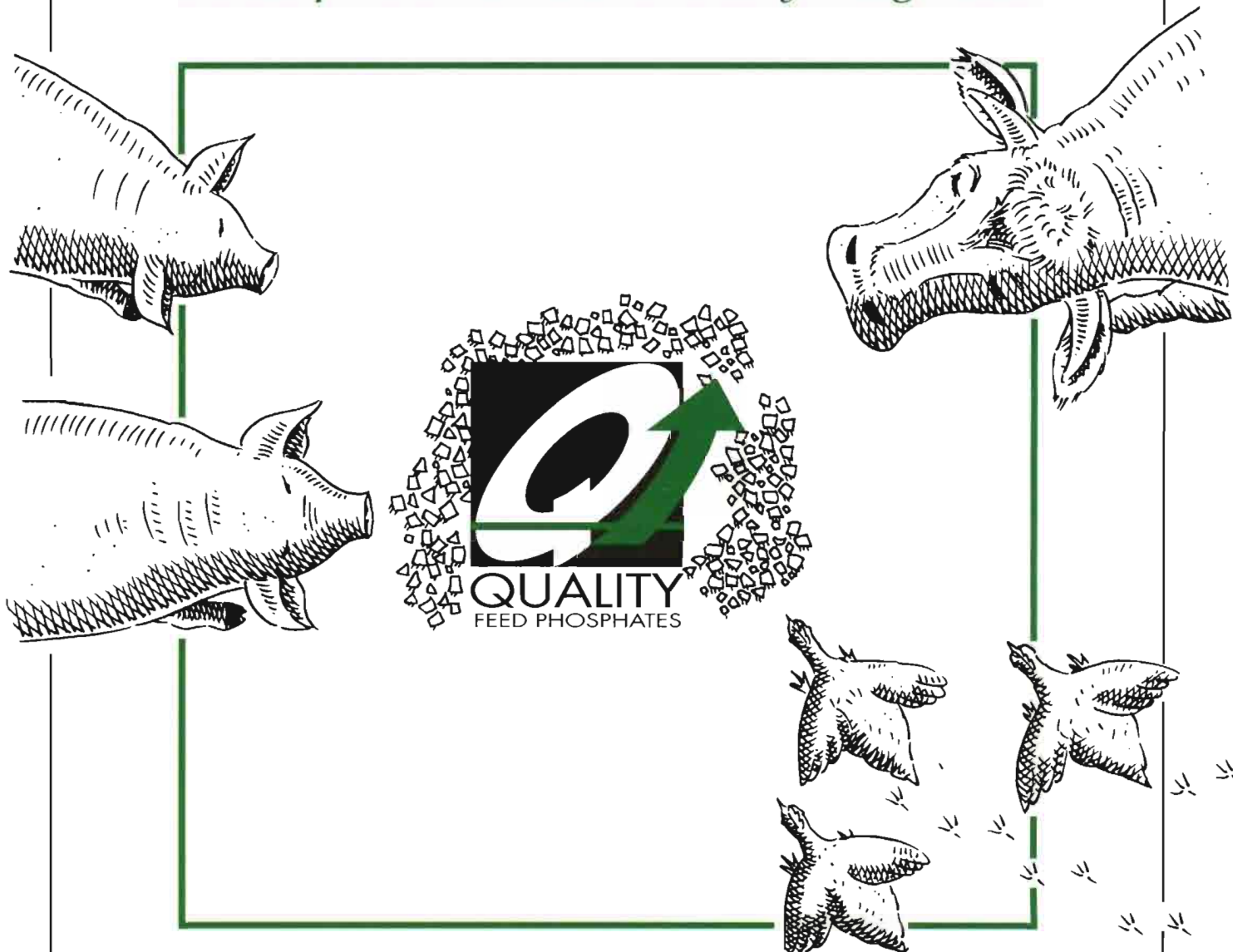
Al igual que el porcentaje retenido en tamiz de luz 0,8 mm, tiene una correlación positiva con el rendimiento y las producciones final e instantánea; los conjuntos de partículas de menor tamaño disponen de una superficie mayor expuesta al vapor, obteniéndose como resultado una mejor lubricación y un aumento de la producción.

**CUADRO VII. ESTIMACION DE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCCION FINAL A PARTIR DE LAS VARIABLES REGRESORAS SELECCIONADAS**

Variables regresoras seleccionadas	Significación
• Peso específico de la harina anterior a granuladora (PE)	0,0004
• Estado de la matriz. Toneladas realizadas (MTM)	0,0713
• Melaza depositada en el melazador (M)	0,2445
• Granulometría. Inferior a 0,4 mm (MI04)	0,4260
• Granulometría. Retención en luz de malla con 0,8 mm (M08)	0,4286
• Temperatura del gránulo salida de la granuladora (GTGS)	0,5021
• Temperatura del gránulo a la salida del enfriador (GTGE)	0,5070
• Temperatura de la harina en el acondicionador (GTHA)	0,5940
<b>Significación de la regresión múltiple</b>	<b>0,0001</b>
<b>Coefficiente de correlación múltiple</b>	<b>0,630555</b>
<b>Desviación típica de la variable</b>	<b>1,741571</b>
<b>Ecuación de regresión múltiple</b>	
Producción final estimada = 0,288 PE-0,0001 MTM- 0,044 GTHA-0,066 MI04+0,196 M+0,044 GTGE+0,049 GTGS+0,059 M08-4,372	

# FOSFATOS ALIMENTICIOS

*vitales para la nutrición animal y la seguridad*



Para conseguir una producción ganadera óptima y segura, así como una buena conservación del medio ambiente, resulta fundamental suministrar al ganado unas cantidades equilibradas y previsibles de fósforo disponible biológicamente - un fósforo que se presente de manera que el animal lo pueda digerir con facilidad.

A diferencia de otras fuentes de fósforo, sólo los fosfatos alimenticios inorgánicos que lleven el símbolo de calidad de "fosfatos para alimentación animal" garantizan que son los que tienen el contenido en fósforo exigido y la disponibilidad biológica necesaria.

Fabricados con las técnicas de producción más modernas, estos productos ofrecen un alimento suplementario a base de fósforo de la mejor calidad y con unos niveles de impurezas perjudiciales (flúor, metales pesados y otros contaminantes) mínimos.

Para estar seguro de que proporciona unas cantidades de fósforo equilibradas, use sólo los fosfatos alimenticios inorgánicos que lleven el símbolo de calidad de "fosfatos para alimentación animal".



EUROPEAN CHEMICAL INDUSTRY COUNCIL

## FOSFATOS ALIMENTICIOS INORGÁNICOS

grupo sectorial del C E F I C

Av. E. Van Nieuwenhuysse 4 - Box 2 - B-1160 Brussels  
Tel.: (32) 2 676 72 79 - Fax: (32) 2 676 73 01

**CUADRO VIII. ESTIMACION DE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCCION DE MENUDILLO A PARTIR DE LAS VARIABLES REGRESORAS SELECCIONADAS**

Variables regresoras seleccionadas	Significación
• Durabilidad del gránulo (DURA)	0,0003
• Estado de la matriz. Toneladas realizadas (MTM)	0,0078
• Granuladora utilizada (GRAN)	0,2076
• Grasa depositada en mezcladora (G)	0,3662
<b>Significación de la regresión múltiple</b>	<b>0,0001</b>
<b>Coefficiente de correlación múltiple</b>	<b>0,662570</b>
<b>Desviación típica de la variable</b>	<b>0,295516</b>
<b>Ecuación de regresión múltiple</b>	
Producción de menudillo estimada = 0,121 GRAN-0,023 DURA+0,00003636 MTM+2,246	

Una molienda fina disminuye el consumo eléctrico de las granuladoras y el desgaste matriz-rodillos; su inconveniente está en que se incrementan los costes de la molturación.

• **Peso específico de la harina en el silo anterior a la granulación**

El peso específico de la harina anterior a la granulación tiene una correlación positiva con el rendimiento de 0,54 y con las producciones, final e instantánea de 0,55 y 0,53 respectivamente; todas ellas muy significativas.

Las granuladoras trabajan a partir de un volumen de harina y no de peso. Una reducción en el peso específico significa un menor rendimiento ya que el peso específico bajo informa indirectamente de un contenido de fibra elevado, lo que implica, a su vez, un incremento del consumo eléctrico.

La aglomeración es muy diferente según los alimentos y al no tener una matriz para cada tipo de fórmulas, es necesario admitir rendimientos diferentes.

• **Grasa depositada en la mezcladora**

Tiene una correlación positiva con la producción de menudillo. Los distintos estudios efectuados sobre la adición de grasas demuestran que su incorporación

aumenta el porcentaje de finos y la producción instantánea, y disminuye la durabilidad y el consumo energético. En este caso particular, el rendimiento no resulta significativo por muy poco ( $\alpha = 0,06$ ).

• **Melaza depositada en melazador**

Tiene una correlación positiva con el rendimiento y las producciones final e instantánea. Su incorporación con los niveles usados en el ensayo, aumenta la cohesión de las partículas, facilitando el funcionamiento de la granuladora.

• **Temperatura de la harina en el acondicionador**

Tiene una correlación negativa con el rendimiento y las producciones final e instantánea.

Se sabe que usando bien el vapor se incrementa el rendimiento y las producciones. La máxima producción se obtendrá usando tanto vapor en la harina como permita la granuladora obteniendo una buena calidad del gránulo.

En nuestro caso particular, nos encontramos que al aumentar la temperatura (cantidad de vapor) disminuimos la producción y el rendimiento. Las causas pueden ser debidas a que se trabajaba con una presión excesiva (2,1 kg/cm<sup>2</sup>) y a una temperatura demasiado elevada.

En el trabajo sobre la utilización del vapor llevado a cabo por la Firma C.P.M. (Reed Mac Bain, 1971) se indica que para hidratar al máximo las fórmulas ricas en cereales, la mejor producción se obtenía trabajando con presiones débiles (1 kg/cm<sup>2</sup>), permitiendo un aporte de humedad elevado, con un aumento de temperatura sensible.

• **Temperatura del gránulo a la salida de la granuladora**

Al igual que la temperatura de la harina en el acondicionador, tiene una correlación negativa con el rendimiento y las producciones final e instantánea. Las causas son las mismas que se atribuyeron a la temperatura de la harina en el acondicionador.

• **Temperatura del gránulo a la salida del enfriador**

Tiene una correlación negativa con el rendimiento y la producción final; y positiva respecto a la producción instantánea. La correlación negativa indica que cuanto menor temperatura tienen los gránulos en el enfriador, la producción final aumenta y por lo tanto el rendimiento. Esto es normal, ya que los gránulos más finos disponen de una mayor dureza y se desmenuzarán menos en su viaje a través de elevadores, caídas en básculas, etc.

• **Temperatura del interior del local de granulación**

Tiene una correlación negativa con el rendimiento y la producción instantánea. La temperatura está relacionada estrechamente con la refrigeración de los gránulos. Cuanto más fino esté el aire ambiente mejor será el enfriado de los gránulos.

• **Intensidad de la granuladora**

Tiene una correlación negativa con el rendimiento. Se puede pensar que al aumentar la intensidad del motor principal de la granuladora, aumentará también el rendimiento. En nuestro caso no ocurre así por lo siguiente. Llega un punto en que la producción final no aumenta proporcionalmente con la intensidad de la granuladora, o sea, a partir de este punto aumenta la intensidad y la producción final a penas aumenta debido al alto porcentaje de finos que retornan a la granuladora. Cuando ocurre esto el cociente entre kilogramos de pienso vendible y los kilovatios gastados tiende a disminuir.

Algunas veces es imposible aumentar la intensidad del motor sabiendo que este puede dar mucho más. Esto ocurre cuando se granulan materias fáciles de aglomerar y se utiliza correctamente el vapor; se llega a un punto en que la cavidad de la matriz admite más harina y el motor

**CUADRO IX. ESTIMACION DE LA VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCCION INSTANTANEA A PARTIR DE LAS VARIABLES REGRESORAS SELECCIONADAS**

Variables regresoras seleccionadas	Significación
• Peso específico de la harina anterior a granuladora (PE)	0,0010
• Estado de la matriz. Toneladas realizadas (MTM)	0,0622
• Granulometría. Retención en luz de malla con 0,8 mm (M08)	0,4638
• Granulometría. Inferior a 0,4 mm (M04)	0,4767
• Melaza depositada en el melazador (M)	0,5043
• Temperatura del gránulo salida de la granuladora (GTGS)	0,5572
• Temperatura de la harina en el acondicionador (GTHA)	0,5603
<b>Significación de la regresión múltiple</b>	<b>0,0001</b>
<b>Coefficiente de correlación múltiple</b>	<b>0,552177</b>
<b>Desviación típica</b>	<b>1,885502</b>
<b>Ecuación de regresión múltiple</b>	
Producción instantánea estimada = 0,277 PE-0,0001 MTM-0,052 GTHA-0,06 M04+0,059 M08+0,046 GTGS+0,122 M-1,138	

# «Las diferencias de una buena marca»

**Crotales y catéteres**  
**Hermanos Miralles Productos Ecológicos, SL.**

## 1. Crotales y catéteres.

Tenemos a su disposición crotales para ganado vacuno, ovino y caprino y catéteres de inseminación para porcino.

## 2. Larga duración.

Todos nuestros crotales tienen una duración mínima equivalente a la vida del animal.

## 3. Inviolables.

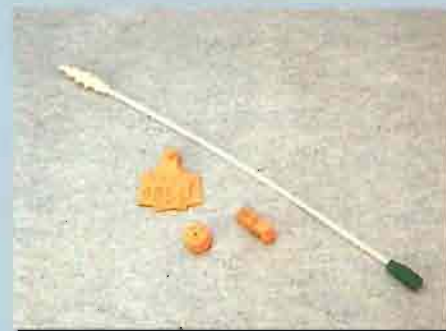
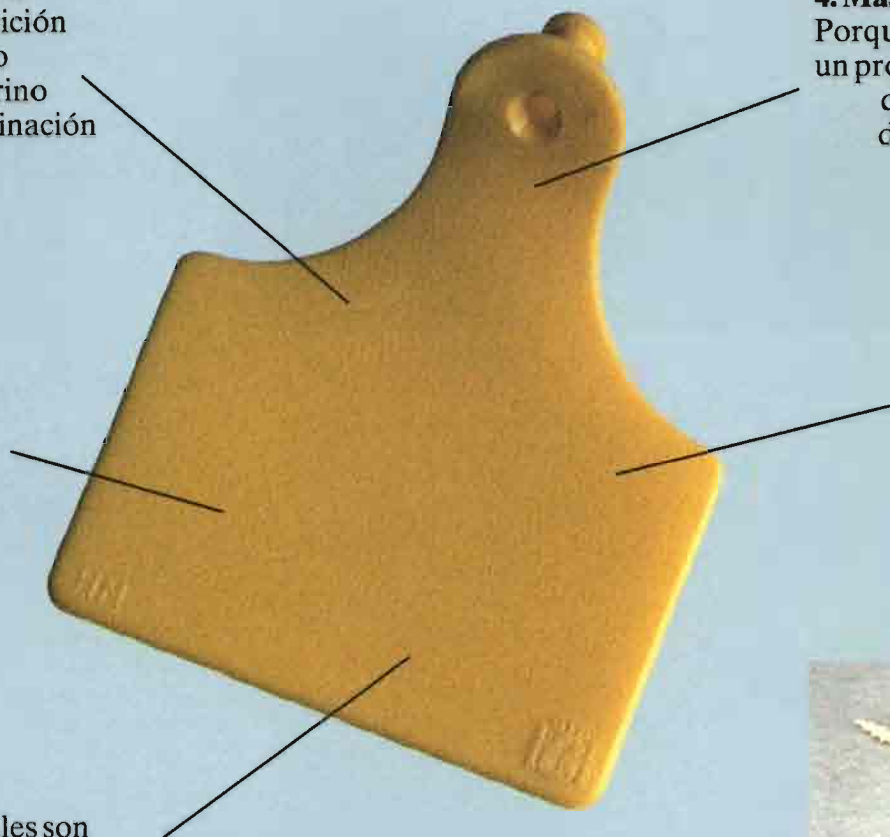
Nuestros crotales son de fabricación nacional, grabados con laser, e imposibles de manipular.

## 4. Más higiénicos.

Porque tienen un producto bactericida que evita la necrosidad del tejido animal.

## 5. Servicio 24 horas.

Además le entregamos su pedido en un plazo de 24 horas y a unos precios muy competitivos.



**Hermanos  
Miralles  
Productos  
Ecológicos, SL**

C/ B, nave 20. Edif. Enterprise D.  
Polígono P-29. Collado Villalba-28400.  
Teléf.: (91) 851 91 50 Fax: (91) 851 91 20

**Nuestro éxito está en dar el mejor servicio al ganadero**  
**!!compruébelo!!**  
**Llamos ahora al teléfono: 91-851 91 50**



La experiencia se llevó a cabo con maquinaria de la marca Bühler.

está todavía por debajo de su potencia nominal.

#### • Rendimiento

Está muy correlacionado positivamente con la producción final e instantánea y en menor grado con la producción de menudillo. Es lógico que esté muy relacionado con la producción final e instantánea ya que el rendimiento se obtiene a partir de los kilogramos de gránulo vendible.

#### • Producción final

Está muy correlacionada positivamente con el rendimiento y las producciones de menudillo e instantánea. Recordar que:  $PF = PI - Pm$ .

#### • Producción de menudillo

Tiene una correlación positiva con el rendimiento y las producciones final e instantánea.

#### • Producción instantánea

Está muy correlacionada positivamente con la producción final y rendimiento y en menor grado con la producción de menudillo.

Respecto a la influencia de la composición de la fórmula sobre las variables rendimiento y producciones se observó que existían diferencias significativas entre las fórmulas utilizadas en el ensayo.

### Conclusiones

Una vez estudiados los factores de variación, condiciones de fabricación y las fórmulas utilizadas en el ensayo, sobre las

variables rendimiento y producciones, se llega a las siguientes conclusiones:

- Los principales parámetros que afectan al rendimiento de la granulación son:

- 1.º El peso específico de la harina anterior a la granuladora.
- 2.º La intensidad eficaz media a la que funcione el motor principal de la granuladora.
- 3.º La temperatura de la harina en el acondicionador de la granuladora.
- 4.º El estado de la matriz. Toneladas y horas realizadas.
- 5.º El porcentaje de melaza inyectado en el melazador a la harina ya mezclada.
- 6.º La granulometría de la harina. En concreto partículas con tamaños de 0,8 y < a 0,4 mm.
- 7.º La temperatura de los gránulos a la salida de la granuladora.
- 8.º La temperatura del interior del local de granulación y enfriado.
- 9.º La temperatura de los gránulos a la salida del enfriador

- Los principales parámetros que afectan a la producción final son:

- 1.º El peso específico de la harina anterior a la granuladora.
- 2.º La temperatura de la harina en el acondicionador de la granuladora.
- 3.º El estado de la matriz. Toneladas y horas realizadas.
- 4.º El porcentaje de melaza inyectado en el melazador a la harina ya mezclada.
- 5.º La granulometría de la harina. En concreto partículas con tamaños de 0,8 y < a 0,4 mm.
- 6.º La temperatura de los gránulos a la salida de la granuladora.

- 7.º La temperatura de los gránulos a la salida del enfriador.

- Los principales parámetros que afectan a la producción de menudillo son:

- 1.º La durabilidad del gránulo.
- 2.º La temperatura de la harina en el acondicionador.
- 3.º El porcentaje de grasa inyectado en la mezcladora.
- 4.º El estado de la matriz. Toneladas y horas realizadas.
- 5.º La temperatura de la harina en el silo anterior a la granulación.
- 6.º La humedad de la harina en el silo anterior a la granulación.
- 7.º La humedad del interior del local de granulación y enfriado.

- Los principales parámetros que afectan a la producción instantánea son:

- 1.º El peso específico de la harina anterior a la granuladora.
- 2.º La temperatura de la harina en el acondicionador.
- 3.º El estado de la matriz. Toneladas y horas realizadas.
- 4.º La granulometría de la harina. En concreto partículas con tamaños de 0,8 y < a 0,4 mm.
- 5.º El porcentaje de melaza inyectado en el melazador a la harina ya mezclada.
- 6.º La temperatura de los gránulos a la salida de la granuladora.
- 7.º La temperatura de la harina en el acondicionador.

- Las fórmulas con mayores rendimientos están granuladas a menor intensidad.

- Las fórmulas con mayor peso específico tienen un mayor rendimiento.

- A mayor número de toneladas granuladas por la matriz mayor es el rendimiento.

- Se obtienen prácticamente los mismos rendimientos a la granulación, utilizando un 2,8% de grasa inyectada en la mezcladora, que con un 3,3%; con el inconveniente de que usando este último porcentaje la producción de menudillo se dobla.

- Con las fórmulas de mayor cantidad de proteína bruta y fibra bruta se obtiene un rendimiento y una calidad del gránulo superiores.

- Las fórmulas a las que no se les incorpora melaza, tanto en melazador como en acondicionador dan porcentajes de menudillo mayores.

- Los rodillos situados en la parte superior de la granuladora sufren un mayor desgaste que los que se encuentran en la posición inferior.

**En general, el rendimiento óptimo se obtendrá siempre en función de la calidad que se requiera. ■**