

Comportamiento productivo y económico de pollos de engorde con dos niveles de trigo en la dieta, ofrecidos en dos diámetros de pelets

Fausto Castillo Jiménez

ZAMORANO

Departamento de Zootecnia

Diciembre, 1999

Comportamiento productivo y económico de pollos de engorde con dos niveles de trigo en la dieta, ofrecidos en dos diámetros de pelets.

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

presentado por

Fausto Castillo Jiménez

Zamorano - Honduras

Diciembre, 1999

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Fausto Castillo

Zamorano - Honduras
Diciembre, 1999

Comportamiento productivo y económico de pollos de engorde con dos niveles de trigo en la dieta, ofrecidos en dos diámetros de pelets.

presentado por

Fausto Castillo

Aprobada:

Abel Gernat, Ph. D.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph. D.
Jefe de Departamento

Marta Garay, Msc.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

John Jairo Hincapié, D.M.V.Z.
Coordinador PIA

Keith Andrews, Ph. D
Director

DEDICATORIA

A mi padre Fausto Castillo (Q.D.D.G) a mi madre Enma y a mis hermanas Enma y Carolina por su apoyo incondicional en todo momento.

En memoria de Abraham Kafati, Allan Ayes, tía Ruth y mis abuelos Carlos y Elisa.

A mis amigos.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por estar siempre a mi lado, ya que sin Ti nada de esto fuera posible.

A mi madre por todo el apoyo que me has brindado ayer, hoy y siempre, por tu esfuerzo económico que sé que lo hiciste depositando en mí toda tu confianza.

A mis queridas hermanas Enma y Carolina por su comprensión y todo tipo de ayudas brindadas durante estos cuatro años.

A mi familia por haberme ayudado siempre, tanto económica como espiritualmente.

A todos mis amigos de Tegucigalpa y sus familias por su sincera e incondicional amistad en todo momento.

A toda la clase Geos 97 por su compañerismo, A Eduardo Borjas, Samuel Reyes, René León, John Castellón, y en el PIA: Carlos Charris, Julio Erazo, Roger Huevo y Fabiola Chávez en Zootecnia.

A Mariel por todo su amor, comprensión y apoyo brindado, Te amo.

Al Sr. Federico Fiallos mil gracias por su ayuda, sin la cual, tampoco hubiera sido posible mis estudios en Zamorano.

A la ing. Marta Garay por todo el tiempo brindado y por sus consejos durante mi estadía con el grupo ALCON.

Al Dr. Abel Gernat y Gerardo Murillo por toda su valiosa colaboración al realizar este trabajo.

A Somny, Robleda, Murillo, Carlos, José Luis, Giovany, Denis, Roger, Regina y todo el personal de la planta de concentrados y las granjas de pollos de engorde de Santa Cruz de Yojoa del grupo ALCON que contribuyeron de una u otra forma con la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Agradezco al grupo ALCON, S.A. por financiar gran parte de mis estudios de ingeniería y por darme la oportunidad de adquirir una significativa experiencia en el manejo de pollos de engorde.

Agradezco al Fondo Alberto F. Smith por el préstamo brindado para continuar mis estudios de ingeniería.

Al Depto. de Zootecnia por contribuir financiera y académicamente en el Programa de Ingeniería Agronómica (PIA).

Agradezco a la Fundación W.K. Kellogg por la ayuda financiera de mis estudios en el Programa Agrónomo (PA).

RESUMEN

Castillo, Fausto. 1999. Comportamiento productivo y económico de pollos de engorde con dos niveles de trigo en la dieta, ofrecidos en dos diámetros de pelets. Proyecto Especial del Programa ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 24 p.

En el pollo se ha notado un bajo consumo cuando se cambia de alimento en migajas o “crumbles” a forma de pelets. El alimento peletizado en las granjas de pollos de engorde del grupo ALCON S.A. tiene baja durabilidad y presenta un alto porcentaje de finos (más del 20 %) y se adiciona trigo por ser un ingrediente con alto índice de peletabilidad. Se evaluaron las características físicas del alimento y los parámetros productivos del pollo con el fin de determinar el porcentaje de trigo y el diámetro de pelet que proporcionen el mayor beneficio productivo y económico. El estudio se realizó en la granja de pollos de engorde del grupo ALCON en Santa Cruz de Yojoa, Honduras. Se utilizaron 3,750 pollos de la línea “Arbor Acres” en 30 corrales experimentales de 4x3 m. Los tratamientos fueron: 0%, 5% y 10% de trigo para la etapa inicio, y los mismos niveles de trigo en dos diámetros de pelets (3.9 y 4.7 mm) para las etapas final y retiro. El pelet de 3.9 mm dió mejores resultados en cuanto a porcentaje de finos y durabilidad del pelet. No se encontraron diferencias significativas en el peso final, la ganancia semanal de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia y la mortalidad en cuanto a porcentaje de trigo o diámetro de pelet. La elección del mejor tratamiento se debe basar en el costo de la ración ya que no influyen en los parámetros productivos del pollo.

Palabras claves: trigo, diámetro de pelet, durabilidad del pelet, porcentaje de finos.

NOTA DE PRENSA

TRIGO: UNA ALTERNATIVA ECONÓMICA PARA DISMINUIR LOS COSTOS DE ALIMENTACIÓN EN POLLOS DE ENGORDE.

La empresa ALCON S.A. productora de pollos de engorde, estudia e investiga frecuentemente la posibilidad de introducir diferentes materias primas para la elaboración de sus concentrados con el fin de reducir sus costos de alimentación de pollos de engorde y mejorar así la calidad y el precio del producto brindado al consumidor hondureño.

El trigo es un ingrediente que puede ser importado por la compañía a un precio más bajo que el maíz, dependiendo de su precio internacional y de la política arancelaria del momento.

Durante el año de 1998 el grupo ALCON S.A. realizó un estudio en la granja experimental de pollos de engorde “Reproductora Yojoa”, ubicada en Santa Cruz de Yojoa bajo la asesoría del Dr. Abel Gernat y el Agr. Fausto Castillo del Depto. de Zootecnia de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano en donde se observó que la inclusión de 5 y 10% de trigo en la ración (ofrecidos en pelets de 3.9 ó 4.7 mm de diámetro) pueden sustituir parcialmente al maíz sin afectar los parámetros productivos del pollo.

Al evaluar el efecto del trigo en la durabilidad y cantidad de finos del alimento, no se observaron mejoras, pero sí al utilizar el pelet de 3.9 mm de diámetro.

Aunque estos niveles de trigo no demuestran una mejora en los parámetros productivos del pollo, económicamente se puede implementar este ingrediente a manera de reducir el costo de la ración cuando sea una oportunidad de mercado para la compañía

Sin embargo, es necesario realizar más investigaciones con más niveles de trigo con el fin de reducir aún más los costos por alimentación y mejorar la calidad del alimento para que al llegar a las galeras comerciales, obtener mejores respuestas para optimizar la eficiencia productiva y brindar así la mejor carne de pollo al consumidor final.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	v
Agradecimiento a patrocinadores	vi
Resumen	vii
Nota de prensa	viii
Contenido	ix
Indice de cuadros	xi
Indice de anexos	xiii
1 INTRODUCCION	1
1.1 Objetivo general	3
1.2 Objetivos especificos	3
2 MATERIALES Y METODOS	4
2.1 Localización	4
2.2 Animales.....	4
2.3 Tratamientos	4
2.4 Diseño experimental.....	5
2.5 Variables a medir.....	5
2.6 Análisis estadístico.....	6
3 RESULTADOS Y DISCUSION	7
3.1 Peso corporal	7
3.2 Ganancia semanal de peso	8
3.3 Consumo de alimento	9
3.4 Conversión de alimento.....	11
3.5 Mortalidad	13
3.6 Indice de Durabilidad del Pelet.....	14
3.7 Porcentaje de finos	15
3.8 Análisis de costos	17
4 CONCLUSIONES	18
5 RECOMENDACIONES	19
6 BIBLIOGRAFIA	20

7	ANEXOS	21
---	---------------------	----

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Distribución de los tratamientos para final y retiro.....	4
2.	Composición química porcentual del grano de trigo y de maíz.....	5
3.	Efecto de los niveles de trigo sobre el peso corporal en la etapa inicio.....	7
4.	Efecto de los niveles de trigo sobre el peso corporal en las etapas final y retiro.....	7
5.	Efecto de los diámetros de pelets sobre el peso corporal en las etapas final y retiro.....	7
6.	Efecto de los niveles de trigo ofrecidos en dos diámetros de pelets sobre el peso corporal en las etapas final y retiro.....	8
7.	Efecto de los niveles de trigo sobre la ganancia semanal de peso en la etapa inicio.....	8
8.	Efecto de los niveles de trigo sobre la ganancia semanal de peso en las etapas final y retiro.....	9
9.	Efecto de los diámetros de pelets sobre la ganancia semanal en las etapas final y retiro.....	9
10.	Efecto de los niveles de trigo ofrecidos en dos diámetros de pelets sobre la ganancia semanal de peso en las etapas final y retiro.....	9
11.	Efecto de los niveles de trigo sobre el consumo de alimento en la etapa inicio.....	10
12.	Efecto de los niveles de trigo sobre el consumo de alimento en las etapas final y retiro.....	10
13.	Efecto de los diámetros de pelets sobre el consumo de alimento en las etapas final y retiro.....	10

14.	Efecto de los niveles de trigo ofrecidos en dos diámetros de pelets sobre el consumo de alimento en las etapas final y retiro.....	11
15.	Efecto de los niveles de trigo sobre la conversión de alimento en la etapa inicio.....	11
16.	Efecto de los niveles de trigo sobre la conversión de alimento en las etapas final y retiro.....	11
17.	Efecto de los diámetros de pelets sobre la conversión de alimento en las etapas final y retiro.....	12
18.	Efecto de los niveles de trigo ofrecidos en dos diámetros de pelets sobre la conversión de alimento en las etapas final y retiro.....	12
19.	Efecto de los niveles de trigo sobre la mortalidad en la etapa inicio.....	13
20.	Efecto de los niveles de trigo sobre la mortalidad en las etapas final y retiro.....	13
21.	Efecto de los diámetros de pelets sobre la mortalidad en las etapas final y retiro.....	13
22.	Efecto de los niveles de trigo ofrecidos en dos diámetros de pelets sobre la mortalidad en las etapas final y retiro.....	14
23.	Efecto de los niveles de trigo sobre el PDI del alimento final y retiro.....	15
24.	Efecto del diámetro de pelet sobre el PDI del alimento final y retiro.....	15
25.	Efecto de los niveles de trigo en dos diámetros de pelets sobre el PDI del alimento.....	15
26.	Efecto de los niveles de trigo sobre el porcentaje de finos del alimento final y retiro.....	16
27.	Efecto del diámetro de pelet sobre el porcentaje de finos del alimento final y retiro.....	16
28.	Efecto de los niveles de trigo y dos diámetros de pelets sobre el porcentaje de finos del alimento.....	16

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Temperatura y humedad relativa promedio del estudio.....	21
2.	Aspectos importantes de considerar al incluir trigo en dietas para animales....	21
3.	Contenido y grado de variación de β -glucanos en distintos cereales.....	22
4.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y ganancia semanal en el día 35 (cosecha).....	22
5.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para consumo de alimento y conversión alimenticia en el día 35 (cosecha).....	22
6.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para mortalidad en el día 35 (cosecha).....	23
7.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para PDI y porcentaje de finos del alimento en la etapa final.....	23
8.	Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para PDI y porcentaje de finos del alimento en la etapa retiro.....	23
9.	Tambor giratorio (Probador de durabilidad de pelets).....	24

1. INTRODUCCIÓN

La industria avícola ha adquirido mucha importancia económica ya que la carne de pollo se ha vuelto la fuente de proteína más barata comparada con otras carnes del mercado. En la producción de pollos de engorde el alimento representa del 50 al 70% del costo total (Penz, 1997).

Se ha observado la respuesta del pollo en cuanto a consumo de alimento y se ha notado una baja, en la transición de alimento en forma de migajas o “crumbles” a forma de pelets. El alimento peletizado ofrecido a las granjas de pollo de engorde del grupo ALCON S.A. actualmente no es íntegro, tiene baja durabilidad y presenta un alto porcentaje de finos, más de 20%.

Si hay menos de un 10-15% de finos en un concentrado peletizado, los efectos sobre el crecimiento y la conversión son mínimos, al llegar a un 25-30% de finos el crecimiento disminuye alrededor de un 2% y si se alcanza a un 50 a 70% de finos este parámetro disminuye alrededor de un 4%.

Cada fábrica tiene su patrón a este respecto aunque unos límites máximos de finos que se considerarían aceptables serían del orden de 10-15 %. La durabilidad del pelet es el concepto más utilizado y pretende expresar el comportamiento del pelet desde que está fabricado hasta que llega al pico del ave (Capdevila, 1997).

El Índice de Durabilidad del Pelet (PDI) promedio para un pelet de excelente calidad es de 90-96 % (MacMajon y Payne, sf), sin embargo algunos investigadores indican que solo se necesita un valor del 65-80 % en los alimentos de pollo de engorde.

Según Nilipour (1993) no es posible producir un alimento totalmente peletizado debido a los altos costos y para pollos de engorde el porcentaje ideal de pelets es de 65-80%. Una posible razón para explicar la baja en el consumo es que las aves producen saliva viscosa que tiene la finalidad de lubricar el alimento para ser ingerido. Cuando el pelet no es íntegro la cantidad de saliva no es suficiente ya que los finos reaccionan con la saliva formando una pasta (trigo, centeno, cebada) que se pega al canto de la boca, perjudicando el consumo (Morán, 1987; citado por Penz, 1997).

La humedad proporcionada por el vapor en el proceso de peletizado sirve para aumentar las propiedades plásticas y de lubricación del alimento cuando éste es comprimido al pasar por el canal de compresión (Díaz, 1994).

En las dietas se utiliza trigo ya que en algunas épocas puede ser importado a un precio relativamente bajo y también posee un “factor de calidad de pelet” de 8, dentro de una escala de 0-10 (MacMahon y Payne, s.f.). Esto le da un alto índice de peletabilidad debido a la fácil gelatinización de los almidones en su estructura química, o sea, una ruptura de la molécula de almidón en partículas más pequeñas, acción que ocurre cuando el calor aplicado al alimento funde los cristales o gránulos de almidón.

El contenido de β -glucanos y pentosanos en el trigo puede limitar su uso en los concentrados para aves y por eso se hace necesario el uso de enzimas para romper las macromoléculas de polisacáridos no almidonados (PNAs), obteniéndose moléculas más pequeñas que son digeribles. (Bosch, 1996).

Según Overseas Development Natural Resources Institute (1988) los límites máximos normales para la inclusión de trigo en alimento para aves son de 5% para dietas de inicio, 40% para “Broilers” y 40% para ponedoras. Esta es la clave para lograr la máxima adhesión de partículas individuales en el alimento y la formación de un pelet durable (Gardecki, 1993).

En algunos experimentos realizados en Bélgica por Zoons (1996) citado por Gérard (1997) en el Instituto Provincial de Investigación de Anvers, en dietas para pollos de engorde, se ha utilizado trigo en grano entero introducido en cantidades crecientes durante la alimentación teniendo como resultado un crecimiento y un índice de conversión iguales a la dieta testigo (sin trigo).

Bennett *et al.* (1995) citados por Penz (1997), diluyeron la ración con niveles crecientes de trigo, siendo ofrecido en forma de granos enteros o peletizados/molidos, y concluyeron que la dilución de la dieta con diferentes niveles de trigo no fue suficiente para comprometer la ganancia de peso de los pollos (machos y hembra) pero comprometió la conversión alimenticia de los machos pues posiblemente, ellos necesitan de más proteína en la dieta que las hembras.

Si los pelets son de alta calidad, se mejorarán los parámetros económicos y el desempeño de las aves (Nilipour, 1993), pero son muchos los factores que afectan la calidad del pelet: cantidad producida por la fábrica, rapidez de la peletización, presión del vapor, especificaciones, temperatura y velocidad del dado, tamaño de partícula, formulación y acondicionamiento de la harina.

Para pollos de engorde, alimentados con raciones con alto contenido de granos (almidón) los diámetros de pelets más utilizados en países de la región son de 4.3 y 4.7 mm (Díaz, 1994). Existe poca información publicada acerca del desempeño de las aves al consumir determinado diámetro de pelet, aunque se cuenta con referencias visuales en las granjas de pollos de engorde del grupo ALCON, S.A. de que existe una reducción del consumo al usar el pelet de 4.7 mm comparado con el de 3.9 mm de diámetro.

Actualmente el trigo tiene un costo de introducción mas bajo que el maíz y puede convertirse en una excelente materia prima para la fabricación de los alimentos de pollos. En base a lo anterior se realizó un experimento comparando diferentes niveles de trigo ofrecidos en dos diámetros de pelets con los objetivos siguientes:

1.1 Objetivo general:

- Evaluar las características físicas de los alimentos y los parámetros productivos del pollo (peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia) que proporcionen el mayor beneficio productivo y económico.

1.2 Objetivos específicos:

- Determinar si la inclusión de trigo en la fórmula del alimento peletizado reduce el porcentaje de finos.
- Comparar los alimentos con los dos diámetros de pelets (3.9 mm y 4.7 mm) y determinar el que proporcione la mejor respuesta en consumo.
- Determinar la rentabilidad de cada tratamiento mediante un análisis de costos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El estudio se llevó a cabo en la granja de pollos de engorde “REPRODUCTORA YOJOA”, perteneciente al grupo ALCON S.A. ubicada en Santa Cruz de Yojoa a 75 km al sur de la ciudad de San Pedro Sula, con una altura de 600 msnm y una temperatura promedio de 27 °C.

2.2 ANIMALES

El estudio constó de dos repeticiones con un intervalo de 25 días entre cada una. Se utilizaron 3,750 pollos mixtos de la línea de progenitores “Arbor Acres” que fueron aleatoriamente distribuidos y alojados en 30 corrales experimentales de 4 x 3 m con 125 pollos por corral y una densidad de 10.4 pollos por m²

Los corrales fueron dispuestos en dos filas paralelas de 15 corrales cada una, en una galera con costados abiertos y ventilación forzada cuando la temperatura excedía el rango adecuado según la edad del ave. Los pollos recibieron alimento y agua *ad libitum* usando equipo convencional y fueron criados siguiendo las prácticas de manejo dictadas por el departamento de pollos de engorde del grupo ALCON S.A.

2.3 TRATAMIENTOS

Se usó una dieta testigo (0 % trigo) y dos dietas con dos niveles de trigo para la etapa de inicio (ofrecida en migajas) y con dos diámetros de pelets para las etapas final y retiro (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos para final y retiro

TRATAMIENTO	% TRIGO	DIAMETRO DE PELET (mm)
1	0	3.9
2	5	3.9
3	10	3.9
4	0	4.7
5	5	4.7
6	10	4.7

Cuadro 2. Composición química porcentual del grano de trigo y de maíz

COMPONENTES	TRIGO	MAIZ
Materia seca	88.0	88.0
Proteína cruda	13.5	9.1
Extracto etéreo	1.9	3.6
Fibra cruda	3.0	2.2
Cenizas	2.0	1.3
Energía metabolizable (kcal/kg)	3,170	3,312
Aminoácidos		
Lisina	0.40	0.30
Metionina	0.25	0.20
Cistina	0.30	0.10
Valina	0.69	0.50
Isoleucina	0.69	0.40
Leucina	1.0	1.2
Histidina	0.17	0.30
Arginina	0.60	0.40
Triptofano	0.18	0.10
Treonina	0.35	0.40

Fuente: Dale (1998), adaptado por el autor.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los tratamientos fueron distribuidos en los 30 corrales experimentales en un diseño de bloques completamente al azar con cinco repeticiones por cada tratamiento, cada bloque contenía los seis tratamientos. El experimento se llevó hasta los 35 días de edad.

2.5 VARIABLES A MEDIR

Se determinaron las siguientes variables.

- **Peso corporal:** se tomó a la llegada de los pollitos a la granja (peso inicial) luego semanalmente hasta los 35 días de edad. Se utilizó una báscula de reloj en gramos y se pesó el 80 % de la población del corral.

- **Ganancia semanal de peso:** se calculó mediante la diferencia entre el peso inicial y final (en gramos) de cada semana.

- **Consumo de alimento:** se pesó el alimento ofrecido y al final de cada semana el alimento rechazado y por diferencia se obtuvo el consumo semanal en gramos por ave.

- **Conversión alimenticia:** se calculó para cada corral utilizando el peso corporal y el consumo de alimento. Esta variable se obtuvo en forma semanal y acumulada.

- **Mortalidad:** se anotó diariamente y luego se calculó el porcentaje de mortalidad acumulado semanal y final.

- **Porcentaje de finos e Índice de Durabilidad del Pelet (PDI) en el alimento:**

Estos se midieron en la planta de alimentos concentrados y se analizaron cuatro muestras por cada tratamiento (para las tres etapas: inicio, final y retiro). Para el porcentaje de finos se utilizó un tamiz de 2 mm y una muestra de alimento de 10 libras (lb).

Para el PDI se usó el medidor de durabilidad de la Universidad Estatal de Kansas, el “Tumbling can” (tambor giratorio), ha sido utilizado por la industria por más de 20 años (Nilipour, 1994). Para la prueba se utilizaron 500 g de alimento peletizado tamizado y se sometieron a 50 rpm durante 10 minutos, estableciéndose la diferencia entre el peso del pelet que queda entero después de la prueba con la cantidad inicial (Capdevila, 1997).

- **Temperatura y humedad relativa de la galera:** Se registraron diariamente y se utilizó un medidor digital el cual mostraba ambas lecturas.

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de cada repetición fueron evaluados con ANOVA usando el modelo lineal general (GLM) del paquete estadístico “Statistical Analysis System” (SAS). El ANOVA indicó que no existían diferencias entre las repeticiones, por lo que los datos de ambas fueron agrupados. Los datos porcentuales fueron sometidos a la corrección con la función matemática arcoseno. La separación de medias de los tratamientos se realizó con la prueba de Diferencia Mínima Significativa. Una probabilidad de $P < 0.05$ fue requerida para conocer el grado de significancia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 PESO CORPORAL

No hubo diferencias en el peso corporal a los 7 y 14 días entre los niveles de trigo ofrecido en “crumbles” (Cuadro 3). Para las etapas final y retiro (21, 28 y 35 días) no hubo diferencias en el peso corporal entre los niveles de trigo ofrecidos en pelets (Cuadro 4).

Cuadro 3. Efecto de los niveles de trigo sobre el peso corporal en la etapa inicio

	O %	5 %	10 %
	------(g)-----		
7 d	141.6	144.9	140.1
14 d	321.7	327.5	326.8

Cuadro 4. Efecto de los niveles de trigo sobre el peso corporal en las etapas final y retiro

	O %	5 %	10 %
	------(g)-----		
21 d	691.6	692.7	698.1
28 d	1185.4	1201.5	1196.5
35 d	1708.8	1729.0	1684.0

El diámetro de pelet no causó diferencias ($P < 0.05$) en los pesos corporales para los días 21 al día 35 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de los diámetros de pelets sobre el peso corporal en las etapas final y retiro

	3.9 mm	4.7 mm
	------(g)-----	
21 d	692.4	695.9
28 d	1,196.6	1,192.3
35 d	1,717.3	1,697.7

La inclusión de diferentes niveles de trigo en dos diámetros de pelets (etapas final y retiro) del día 21 al día 35, no causó diferencias ($P < 0.05$) en los pesos corporales (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de los niveles de trigo ofrecidos en dos diámetros de pelets sobre el peso corporal en las etapas final y retiro

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	------(g)-----					
21 d	696.3	690.7	690.3	687.0	694.7	706.0
28 d	1,198.3	1,206.8	1,184.9	1,172.5	1,196.2	1,208.2
35 d	1,716.8	1,729.5	1,705.8	1,700.9	1,728.6	1,662.2

T1= 0 % trigo- pelet 3.9 mm.
T2= 5 % trigo- pelet 3.9 mm.
T3= 10% trigo- pelet 3.9 mm.
T4= 0 % trigo- pelet 4.7 mm.
T5= 5 % trigo- pelet 4.7 mm.
T6= 10% trigo- pelet 4.7 mm.

Estos resultados pueden compararse con los obtenidos en Bélgica por Zoons (1996); citado por Gérard (1997), el cual trabajó con 10, 20 y 30 % de trigo integral en la ración obteniendo diferencias no significativas en el peso corporal promedio, pero si obtuvieron pollos machos más pesados con la ración de 20 % trigo. Así mismo Bennett *et al.* (1995) citados por Penz (1997), diluyeron la ración con niveles crecientes de trigo siendo ofrecido en forma de granos enteros o peletizados/molidos concluyendo que el peso de machos y hembras no fue afectado por la dilución de la dieta con trigo.

3.2 GANANCIA SEMANAL DE PESO

No hubo diferencias en la ganancia semanal de peso a los 7 y 14 días entre los niveles de trigo ofrecido en “crumbles” (Cuadro 7). Para las etapas final y retiro (21, 28 y 35 días) no hubo diferencias en la ganancia semanal de peso entre los niveles de trigo ofrecidos en pelets (Cuadro 8).

Cuadro 7. Efecto de los niveles de trigo sobre la ganancia semanal de peso en la etapa inicio

	0 %	5 %	10 %
	------(g)-----		
7 d	100.5	103.8	99.1
14 d	179.9	182.5	186.6

Cuadro 8. Efecto de los niveles de trigo sobre la ganancia semanal de peso en las etapas final y retiro

	0 %	5 %	10 %
	------(g)-----		
21 d	368.9	365.1	372.8
28 d	495.5	508.7	498.2
35 d	523.3	523.8	522

El diámetro de pelet no causó diferencias ($P < 0.05$) en la ganancia semanal de peso para los días 21 al día 35 (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efecto de los diámetros de pelets sobre la ganancia semanal en las etapas final y retiro

	3.9 mm	4.7 mm
	------(g)-----	
21 d	368.8	369.1
28 d	504.2	496.9
35 d	520.6	525.5

La inclusión de diferentes niveles de trigo en dos diámetros de pelets (etapas final y retiro) del día 21 al día 35, no causó diferencias ($P < 0.05$) en la ganancia semanal de peso (Cuadro 10).

Cuadro 10. Efecto de los niveles de trigo ofrecidos en dos diámetros de pelets sobre la ganancia semanal de peso en las etapas final y retiro

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	------(g)-----					
21 d	374.4	362.4	369.6	363.4	367.9	376.0
28 d	501.9	516.1	494.4	487.2	501.4	502.1
35 d	518.4	522.6	520.8	528.2	525.1	523.2

T1= 0 % trigo- pelet 3.9 mm.

T2= 5 % trigo- pelet 3.9 mm.

T3= 10% trigo- pelet 3.9 mm.

T4= 0 % trigo- pelet 4.7 mm.

T5= 5 % trigo- pelet 4.7 mm.

T6= 10% trigo- pelet 4.7 mm.

3.3 CONSUMO DE ALIMENTO

No hubo diferencias en el consumo de alimento a los 7 y 14 días entre los niveles de trigo ofrecido en “crumbles” (Cuadro 11). Para las etapas final y retiro (21, 28 y 35 días) no hubo diferencias en el consumo de alimento entre los niveles de trigo ofrecidos en pelets (Cuadro 12).

Cuadro 11. Efecto de los niveles de trigo sobre el consumo de alimento en la etapa inicio

	0 %	5 %	10 %
	------(g)-----		
7 d	175.4	176.7	172.0
14 d	463.8	467.6	462.9

Cuadro 12. Efecto de los niveles de trigo sobre el consumo de alimento en las etapas final y retiro

	0 %	5 %	10 %
	------(g)-----		
21 d	1,037	1,015.8	1,030.5
28 d	1,898.8	1,969	1,943
35 d	2,940.6	3,014.2	3,032.8

El diámetro de pelet no causó diferencias ($P < 0.05$) en el consumo de alimento para los días 21 al día 35 (Cuadro 13).

Cuadro 13. Efecto de los diámetros de pelets sobre el consumo de alimento en las etapas final y retiro

	3.9 mm	4.7 mm
	------(g)-----	
21 d	1,038.7	1,040.7
28 d	1,943.3	1,924.0
35 d	2,989.1	3,004.0

La inclusión de diferentes niveles de trigo en dos diámetros de pelets (etapas final y retiro) del día 21 al día 35, no causó diferencias ($P < 0.05$) en el consumo de alimento (Cuadro 14).

Cuadro 14. Efecto de los niveles de trigo ofrecidos en dos diámetros de pelets sobre el consumo de alimento en las etapas final y retiro

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	------(g)-----					
21 d	1,041.2	1,041.6	1,033.4	1,032.8	1,062.1	1,027.3
28 d	1,911.7	1,961.9	1,956.4	1,865.9	1,976.1	1,930.1
35 d	2,934.9	2,981.8	3,050.7	2,946.2	3,048.0	3,015.0

T1= 0 % trigo- pelet 3.9 mm.

T2= 5 % trigo- pelet 3.9 mm.

T3= 10% trigo- pelet 3.9 mm.

T4= 0 % trigo- pelet 4.7 mm.

T5= 5 % trigo- pelet 4.7 mm.

T6= 10% trigo- pelet 4.7 mm.

Estos resultados pueden compararse con los de Zoons (1996) citado por Gérard (1997) quien no encontró diferencias significativas en el consumo de alimento promedio con 10, 20 y 30 % de trigo en grano entero, aunque los machos mostraron cierta tendencia de consumir un poco más con 20 % de trigo.

3.4 CONVERSIÓN DE ALIMENTO

No hubo diferencias en la conversión de alimento a los 7 y 14 días entre los niveles de trigo ofrecido en “crumbles” (Cuadro 15). Para las etapas final y retiro (21, 28 y 35 días) no hubo diferencias en la conversión de alimento entre los niveles de trigo ofrecidos en pelets (Cuadro 16).

Cuadro 15. Efecto de los niveles de trigo sobre la conversión de alimento en la etapa inicio

	0 %	5 %	10 %
	------(g de alimento/g de peso)-----		
7 d	1.25	1.22	1.23
14 d	1.46	1.44	1.44

Cuadro 16. Efecto de los niveles de trigo sobre la conversión de alimento en las etapas final y retiro

	0 %	5 %	10 %
	------(g de alimento/g de peso)-----		
21 d	1.51	1.52	1.48
28 d	1.62	1.64	1.62
35 d	1.72	1.75	1.76

El diámetro de pelet no causó diferencias ($P < 0.05$) en la conversión de alimento para los días 21 al día 35 (Cuadro 17).

Cuadro 17. Efecto de los diámetros de pelets sobre la conversión de alimento en las etapas final y retiro

	3.9 mm	4.7 mm
	----- (g de alimento/g de peso) -----	
21 d	1.51	1.51
28 d	1.62	1.63
35 d	1.74	1.75

La inclusión de diferentes niveles de trigo en dos diámetros de pelets (etapas final y retiro) del día 21 al día 35, no causó diferencias ($P < 0.05$) en la conversión de alimento (Cuadro 18).

Cuadro 18. Efecto de los niveles de trigo ofrecidos en dos diámetros de pelets sobre la conversión de alimento en las etapas final y retiro

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	----- (g de alimento/g de peso) -----					
21 d	1.50	1.51	1.51	1.52	1.54	1.46
28 d	1.59	1.63	1.65	1.65	1.66	1.59
35 d	1.71	1.72	1.79	1.73	1.78	1.74

T1= 0 % trigo- pelet 3.9 mm.

T2= 5 % trigo- pelet 3.9 mm.

T3= 10% trigo- pelet 3.9 mm.

T4= 0 % trigo- pelet 4.7 mm.

T5= 5 % trigo- pelet 4.7 mm.

T6= 10% trigo- pelet 4.7 mm.

Los resultados se pueden comparar con los de Zoons (1996) citado por Gérard (1997) quien no encontró diferencias significativas en la conversión de alimento al usar dietas con 10, 20 y 30 % de grano de trigo entero en la ración. Bennett *et al.* (1995) citados por Penz (1997), concluyeron que la dilución de la dieta con diferentes niveles de trigo entero o molido afectó la conversión alimenticia de los machos al final del experimento pero no afectó la conversión alimenticia de las hembras, atribuyendo esto a que posiblemente los machos necesitan de más proteína en la dieta que las hembras.

3.5 MORTALIDAD

No hubo diferencias en la mortalidad a los 7 y 14 días entre los niveles de trigo ofrecido en “crumbles” (Cuadro 19). Para las etapas final y retiro (21, 28 y 35 días) no hubo diferencias en la mortalidad entre los niveles de trigo ofrecidos en pelets (Cuadro 20).

Cuadro 19. Efecto de los niveles de trigo sobre la mortalidad en la etapa inicio

	0 %	5 %	10 %
	------(%)-----		
7 d	0.50	0.40	0.36
14 d	1.24	1.12	0.95

Cuadro 20. Efecto de los niveles de trigo sobre la mortalidad en las etapas final y retiro

	0 %	5 %	10 %
	------(%)-----		
21 d	1.64	1.60	1.48
28 d	1.84	2.08	1.56
35 d	2.32	2.49	1.72

El diámetro de pelet no causó diferencias ($P < 0.05$) en la mortalidad para los días 21 al día 35 (Cuadro 21).

Cuadro 21. Efecto de los diámetros de pelets sobre la mortalidad en las etapas final y retiro

	3.9 mm	4.7 mm
	------(%)-----	
21 d	1.73	1.41
28 d	1.92	1.73
35 d	2.32	2.03

Bennett *et al.* (1995) citados por Penz (1997), hicieron estudios con niveles crecientes de trigo entero o peletizado/molido teniendo como resultados que la mortalidad no fue afectada por la dilución de la dieta con trigo. La baja mortalidad pudo deberse a que el pollo fue cosechado a una edad joven en comparación con otros estudios donde son cosechados a los 42-49 días, y esto puede reducir las pérdidas por estrés calórico, muerte súbita.

La inclusión de diferentes niveles de trigo en dos diámetros de pelets (etapas final y retiro) del día 21 al día 35, no causó diferencias ($P < 0.05$) en la mortalidad (Cuadro 22).

Cuadro 22. Efecto de los niveles de trigo ofrecidos en dos diámetros de pelets sobre la mortalidad en las etapas final y retiro

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
	------(%)-----					
21 d	1.76	1.76	1.68	1.52	1.44	1.28
28 d	1.92	2.00	1.84	1.76	2.16	1.28
35 d	2.48	2.32	2.16	2.16	2.66	1.28

T1= 0 % trigo- pelet 3.9 mm.

T2= 5 % trigo- pelet 3.9 mm.

T3= 10% trigo- pelet 3.9 mm.

T4= 0 % trigo- pelet 4.7 mm.

T5= 5 % trigo- pelet 4.7 mm.

T6= 10% trigo- pelet 4.7 mm.

3.6 ÍNDICE DE DURABILIDAD DEL PELET (PDI)

No hubo diferencia ($P < 0.05$) en el Índice de Durabilidad del Pelet (PDI) entre los niveles de trigo (Cuadro 23). El diámetro de pelet causó diferencias ($P < 0.05$) en el PDI del alimento final y retiro teniendo más alto PDI el pelet de 3.9 mm (Cuadro 24). La inclusión de trigo y los dos diámetros de pelets provocaron diferencias ($P < 0.05$) en el PDI, para ambas etapas los tratamientos con el diámetro de pelet de 3.9 mm fueron significativamente mayores que los tratamientos con diámetro de pelet 4.7 mm en cuanto a PDI (Cuadro 25).

Estas diferencias pueden ser debidas posiblemente a que los pelets de 4.7 mm necesitan mayor cantidad de humedad absorbida por los ingredientes para evitar producir pelets secos y por lo tanto quebradizos, también temperatura de acondicionamiento, presión, cantidad de grasa en la fórmula, tipo de molienda pueden ser factores que tengan que modificarse de manera tal que la mezcla se vuelva lo suficientemente plástica para poder moldearse y compactarse y así aumentar la durabilidad en los pelets de mayor diámetro (4.7 mm).

Los pelets de 3.9 mm de diámetro se pueden catalogar de muy buena calidad al ser comparados con los datos de MacMajon y Payne (sf) que indicaron que un PDI de 90-96 % es el promedio para un pelet de excelente calidad.

Cuadro 23. Efecto de los niveles de trigo sobre el PDI del alimento final y retiro

ETAPA	0 %	5 %	10 %
	------(%)-----		
FINAL	88.1	85.2	86.6
RETIRO	83.1	82.5	82.3

Cuadro 24. Efecto del diámetro de pelet sobre el PDI del alimento final y retiro

ETAPA	3.9 mm	4.7 mm
	------(%)-----	
FINAL	91.1 ^a	82.6 ^b
RETIRO	91.4 ^a	73.8 ^b

Cuadro 25. Efecto de los niveles de trigo en dos diámetros de pelets sobre el PDI del alimento

	FINAL	RETIRO
	------(%)-----	
T1	91.6 ^a	90.0 ^a
T2	91.8 ^a	92.6 ^a
T3	90.1 ^{ab}	91.7 ^a
T4	86.0 ^{bc}	76.2 ^b
T5	78.7 ^d	72.4 ^b
T6	83.1 ^c	72.9 ^b
Valor F	12.57	42.4
Probabilidad	0.0001	0.0001

T1= 0 % trigo- pelet 3.9 mm.

T2= 5 % trigo- pelet 3.9 mm.

T3= 10% trigo- pelet 3.9 mm.

T4= 0 % trigo- pelet 4.7 mm.

T5= 5 % trigo- pelet 4.7 mm.

T6= 10% trigo- pelet 4.7 mm.

3.7 PORCENTAJE DE FINOS

No hubo diferencia ($P < 0.05$) en el porcentaje de finos entre los niveles de trigo (Cuadro 26). El diámetro de pelet causó diferencias ($P < 0.05$) en el porcentaje de finos del alimento final y retiro teniendo menor cantidad de finos el pelet de 3.9 mm (Cuadro 27).

Cuadro 26. Efecto de los niveles de trigo sobre el porcentaje de finos del alimento final y retiro

ETAPA	0 %	5 %	10 %
	------(%)-----		
FINAL	25.8	25.0	27.8
RETIRO	36.2	30.6	25.4

Cuadro 27. Efecto del diámetro de pelet sobre el porcentaje de finos del alimento final y retiro

ETAPA	3.9 mm	4.7 mm
	------(%)-----	
FINAL	19.9 ^a	22.4 ^b
RETIRO	32.5 ^a	39.1 ^b

La inclusión de trigo y los dos diámetros de pelets provocaron diferencias ($P < 0.05$) en el porcentaje de finos, para ambas etapas los tratamientos con diámetros de pelets de 3.9 mm fueron significativamente menores que con diámetros de pelets de 4.7 mm en cuanto a porcentaje de finos (Cuadro 28). En un experimento realizado con pavos machos tipo “Large White” (Morazán, 1984; citado por Nilipour, 1993) se obtuvo el mejor peso corporal cuando la dieta contenía 20 % de finos y la conversión alimenticia igual cuando se tenía 20 y 80 % de finos.

Estos resultados pueden deberse a que el porcentaje de finos depende del PDI y los tratamientos que tuvieron mejor PDI (3.9 mm de diámetro) son también los que tienen menor porcentaje de finos.

Cuadro 28. Efecto de los niveles de trigo en dos diámetros de pelets sobre el porcentaje de finos del alimento

	FINAL	RETIRO
	------(%)-----	
T1	22.2 ^{bc}	28.7 ^{bcd}
T2	15.9 ^c	20.4 ^{cd}
T3	21.7 ^{bc}	18.1 ^d
T4	29.5 ^{ab}	43.7 ^a
T5	34.2 ^a	40.9 ^{ab}
T6	33.9 ^a	32.8 ^{abc}
valor F	12.50	7.40
Probabilidad	0.0002	0.0001

T1= 0 % trigo- pelet 3.9 mm.

T2= 5 % trigo- pelet 3.9 mm.

T3= 10% trigo- pelet 3.9 mm.

T4= 0 % trigo- pelet 4.7 mm.

T5= 5 % trigo- pelet 4.7 mm.

T6= 10% trigo- pelet 4.7 mm.

3.8 ANALISIS DE COSTOS

El análisis de costos debe hacerse cada vez que el trigo represente una oportunidad de mercado para la empresa. Es política del grupo ALCON no dar a conocer sus costos de formulación y producción, sin embargo se representará una relación de costos de producción por alimentación de una unidad de peso de pollo vivo, aclarando de que los siguientes valores pueden variar según la época del año.

<u>Dieta</u>	<u>Costo</u>
0 % trigo_____	100
5 % trigo_____	101.4
10 % trigo_____	104.6

El costo por diámetro de pelet es igual para ambos, ya que el dado para fabricar el pelet de 3.9 mm fue modificado en su grosor para obtener la misma proporción de producción que con el dado utilizado para fabricar el pelet de 4.7 mm de diámetro.

4. CONCLUSIONES

Todos los tratamientos mostraron un comportamiento muy similar en peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad; encontrándose diferencias únicamente en el porcentaje de finos y PDI del alimento para el diámetro de pelet 3.9 mm (T1, T2, T3) en comparación a menor porcentaje de finos y mayor PDI con los diámetros de pelets 4.7 mm (T4, T5, T6).

En dietas de pollos de engorde se puede incluir 5 ó 10 % de trigo en la ración y utilizar ambos diámetros de pelets (3.9 y 4.7 mm) sin que se afecten los parámetros productivos del pollo (peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad).

La decisión de usar niveles de trigo en sustitución parcial del maíz dependerá del precio que tenga éste y el maíz en el mercado; por lo tanto la selección del mejor tipo de alimento será netamente económica.

Con un diámetro de pelet de 3.9 mm de diámetro se obtienen mejores características físicas en el alimento (durabilidad y porcentaje de finos) comparado con un pelet de 4.7 mm de diámetro.

El porcentaje de trigo en la fórmula del alimento no afectó el porcentaje de finos y se obtuvo un menor PDI sólo para la ración con 5 % de trigo y pelet de 4.7 mm en la etapa final.

Cualquier ventaja que se obtenga en el precio de los alimentos puede tener una gran significación en el costo total de producción de la carne puesto que el costo de los alimentos es el factor que más influye en el costo de producción.

La calidad del alimento peletizado para pollo de engorde producido por ALCON S.A. se encuentra dentro de los rangos aceptables en cuanto a durabilidad del pelet pero se necesita reducir el porcentaje de finos.

Para obtener un pelet de calidad es necesario combinar varios factores como humedad y temperatura de acondicionamiento, presión en el dado, cantidad de grasa, tipo de molienda.

5. RECOMENDACIONES

Es recomendable realizar más estudios en galeras comerciales completas que reciban alimento peletizado directamente del camión de la compañía al silo de la galera para evaluar si ese transporte y manejo alteran la durabilidad del pelet y cantidad de finos en el alimento y, por consiguiente, los parámetros productivos del pollo.

Se recomienda realizar pruebas con el pelet de 4.7 mm de diámetro, modificando ciertos factores en el proceso como (humedad, temperatura, tipo de molienda) para evaluar si se mejoran las características físicas de éste (durabilidad y porcentaje de finos).

Se debe evitar en lo posible mover los pelets inmediatamente después de procesados ya que no están completamente enfriados y secos para poder resistir golpes y así evitar que se desmoronen o se quiebren y al final tener un producto que no llene los estándares de calidad.

6. BIBLIOGRAFIA

BOSCH, A. 1996. Enzimas en avicultura. Selecciones Avícolas (ESP). Abril. Pag 212-214.

CAPDEVILA, J. 1997. Efectos de la granulación sobre la formulación de raciones en avicultura. Selecciones avícolas. Agosto. Pag 466-474.

DALE, N. 1998. Feedstuffs ingredient analysis table. University of Georgia, Athens, Ga. s.p.

DIAZ, A. 1994. Evaluación del valor del PDI de los alimentos a diferentes temperaturas de acondicionamiento. Tesis Ing.Agrónomo ENA-ALCON S.A. Villanueva, Honduras. s.p.

GARDECKI, J. 1993. Elevando la calidad del pelet. Alimentos balanceados para animales. Julio/agosto. s.p.

GÉRARD, C. 1997 En Bélgica, el pollo revaloriza al trigo. Selecciones avícolas. Junio. Pag 333-337.

MAcMAHON, M; PAYNE, J. s.f. The Holmen Pelleting Handbook. Holmen Chemicals Limited, Inglaterra. 64 p.

NILIPOUR, A. 1993. ¿La peletización mejora el desempeño?. Industria avícola (HON) 10:42-46.

-----, 1994. Produciendo pelets de calidad. Industria avícola (HON) 41(2):28-35.

OVERSEAS DEVELOPMENT NATURAL RESOURCES INSTITUTE. 1988. The small-scale manufacture of compound animal feed. Compiled by W.H. Parr. P.irr.

PENZ, A.M. 1997. Novedades en la nutrición del pollo de engorde, ponedoras y reproductoras de engorde. Porto Alegre, Brasil. Pag 334-341.

7. ANEXOS

Anexo 1. Temperatura y humedad relativa promedio del estudio.

		REPETICION 1	REPETICION 2
TEMPERATURA (°F)	07:00 AM	80	76
	12:00 PM	85	79
	05:00 PM	82	77
HUMEDAD RELATIVA (%)	07:00 AM	83	87
	12:00 PM	75	80
	05:00 PM	76	82

Anexo 2. Aspectos importantes de considerar al incluir trigo en dietas para animales

Factor	Almidón
Estado natural físico y químico	Forma una pasta no digestible si se Tritura finamente
Efecto en animales	Reduce la ingesta y puede causar muerte en pollitos
Procesamientos que se deben evitar	- Sobretriturado - Altos niveles en pollitos
Niveles de inclusión (%): Para aves Para otros animales	5-10 40

Adaptado de Overseas Development Natural Resources Institute (1988).

Anexo 3. Contenido y grado de variación de β -glucanos en distintos cereales

Tipo de cereal	Valor mínimo	Valor medio	Valor máximo
	-----g/kg-----		
Cebada	16	49	107
Avena	30	43	66
Centeno	19	24	29
Trigo	6	10	14

Fuente: Bosch (1996), adaptado por Dierick (1989).

Anexo 4. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para peso corporal y ganancia semanal en el día 35 (cosecha)

Fuente	G.L.	Peso Corporal	Ganancia semanal de peso
Tratamiento	5	28,950.0	575.4
Bloque	4	35,877.7	8,960.2
Error	49	726,782.8	94,490.7
C.V.		7.1	7.9
R ²		0.08	0.10
Valor F (trat)		0.39	0.07
Probabilidad		0.85	0.99

Anexo 5. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para consumo de alimento y conversión alimenticia en el día 35 (cosecha)

Fuente	G.L.	Consumo de alimento	Conversión alimenticia
Tratamiento	5	124,327.9	0.04788
Bloque	4	8,025.5	0.01458
Error	49	1,167,107.7	0.28580
C.V.		5.15	4.36
R ²		0.10	0.17
Valor F (trat)		1.04	1.64
Probabilidad		0.4	0.16

Anexo 6. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para mortalidad en el día 35 (cosecha)

Fuente	G.L.	Mortalidad
Tratamiento	5	0.01869
Bloque	4	0.02959
Error	49	0.23861
C.V.		52.8
R ²		0.16
Valor F (trat)		0.77
Probabilidad		0.57

Anexo 7. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para PDI y porcentaje de finos del alimento en la etapa final

Fuente	G.L.	PDI	Porcentaje de finos
Tratamiento	5	1,094.8	2,153.6
Bloque	3	7.6	43.2
Error	38	661.8	2,494.1
C.V.		4.7	31.0
R ²		0.6	0.46
Valor F (trat)		12.57	6.56
Probabilidad		0.0001	0.0002

Anexo 8. Cuadrados medios, probabilidades y grados de libertad para PDI y porcentaje de finos del alimento en la etapa retiro

Fuente	G.L.	PDI	Porcentaje de finos
Tratamiento	5	3,554.5	4,066.8
Bloque	3	1.8	16.17
Error	36	602.4	3,953.6
C.V.		4.9	34.6
R ²		0.85	0.50
Valor F (trat)		42.48	7.41
Probabilidad		0.0001	0.0001

Anexo 9. Tambor giratorio (Probador de durabilidad para pelets)

