

**Efecto de diferentes niveles de inclusión de
maíz entero antes del peletizado sobre el
rendimiento de los pollos de engorde de la
línea Ross 708[®]**

Juan Carlos Rafael Aranibar Arnez

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de diferentes niveles de inclusión de
maíz entero antes del peletizado sobre el
rendimiento de los pollos de engorde de la
línea Ross 708[®]**

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

Presentado por

Juan Carlos Rafael Aranibar Arnez

Zamorano, Honduras

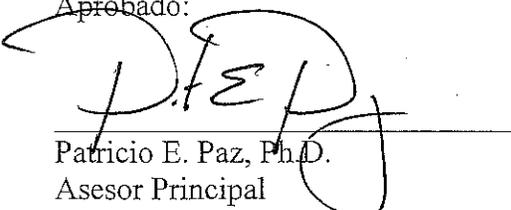
Noviembre, 2017

Efecto de diferentes niveles de inclusión de maíz entero antes del peletizado sobre el rendimiento de los pollos de engorde de la línea Ross 708[®]

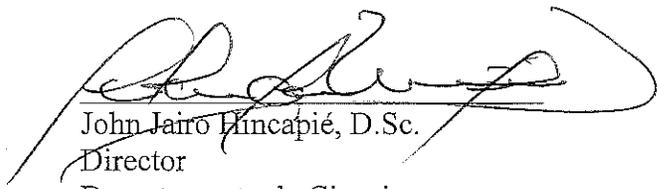
Presentado por:

Juan Carlos Rafael Aranibar Arnez

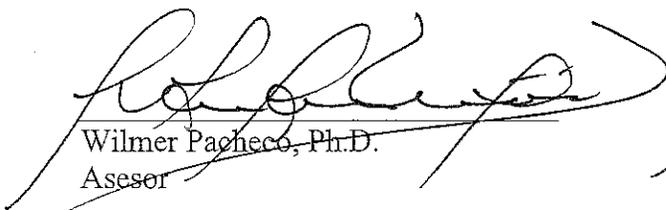
Aprobado:



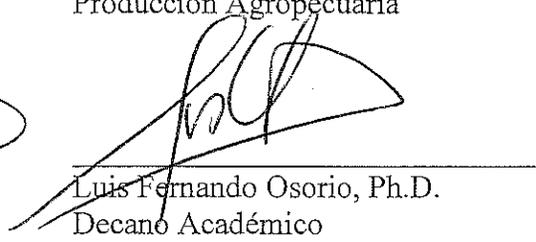
Patricio E. Paz, Ph.D.
Asesor Principal



John Jairo Hincapié, D.Sc.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria



Wilmer Pacheco, Ph.D.
Asesor



Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Decano Académico

Efecto de diferentes niveles de inclusión de maíz entero antes del peletizado sobre el rendimiento de los pollos de engorde de la línea Ross 708 ®

Juan Carlos Rafael Aranibar Arnez

RESUMEN. El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la influencia del uso de diferentes niveles de inclusión de maíz en grano entero antes del peletizado sobre el rendimiento y la canal de pollos de engorde. El ensayo se realizó en las granjas experimentales de la Universidad de Auburn, Alabama, Estados Unidos. Se utilizaron 1000 pollos machos de la línea Ross 708[®], las cuales fueron distribuidas en cuatro tratamientos y diez repeticiones en un diseño en bloques completamente al azar. Las raciones fueron dadas en forma de migaja de 1-14 días para el periodo de inicio, mientras que para el periodo crecimiento (14-28 días) y finalización (28-42 días) se ofrecieron en forma de pellet (4mm). El tamaño de partícula del maíz molido fue de 835-860 µm. El índice de durabilidad de los pellets de (IDP) fue de 40% a 86%. Se midieron el peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia por periodo y rendimiento de canal. Al día 43 se procesaron 10 aves por corral para determinar el rendimiento de canal. Al día 42 las dietas con niveles de inclusión de 2.5, 5 y 7% presentaron mejor conversión alimenticia por periodo ($P \leq 0.05$), y en cuanto al procesamiento las dietas de 5% tuvieron mejor rendimiento de pectorales superiores ($P \leq 0.05$).

Palabras clave: Consumo de alimento, conversión alimenticia por periodo, ganancia de peso, pelet, peso corporal, rendimiento de canal.

Abstract. The objective of the current study was to evaluate the influence of different levels of inclusion of whole corn in pellets, were the performance and carcass of those chickens were recorded. This trial was conducted at Auburn University, Department of Poultry Science, Agricultural Experimental Unit, Alabama, United States. A total of 1000 male Ross 708[®] broiler chickens were randomly assigned in four different treatments with ten repetitions. During the starter (1-14d) the diets were offered in crumbles and during grower (14-28d) and finisher (28-42d) diets were offered in form 4.4 mm pellet. The particle size of the corn was 835-860 µm. A pellet durability index (PDI) was obtained between 40 to 86 % in pelleted diets. Body weight, feed intake, period feed conversion ratio and carcass performance were recorded. At 42 d 10 broilers/pen were processed for yield determination. Diets with 2.5, 5, and 7% of inclusion presented a better period feed conversion ratio ($P \leq 0.05$), 5% of inclusion recorded better major pectoralis performance ($P \leq 0.05$).

Key words: Body weight, carcass, feed intake, pellet, period feed conversion ratio, weight gain.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4. CONCLUSIONES.....	10
5. RECOMENDACIONES.....	11
6. LITERATURA CITADA.....	12
7. ANEXOS	14

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Composición de las raciones (lb/100 lb) para los pollos de engorde de la línea Ross 708®	4
2. Composición de las dietas de pollo de engorde de la línea Ross 708®	4
3. Efecto de distintos niveles de inclusión sobre el peso corporal (g/ave)	6
4. Consumo de alimento con distintos niveles de inclusión de grano entero de maíz (g/ave	7
5. Efecto de distintos niveles de inclusión de grano entero en el Índice de conversión alimenticia por periodo (g: g).	8
6. Efecto de los distintos niveles de inclusión de grano entero sobre la canal (kg). ..	9

Anexos	Página
1. Producción anual de pollos de engorde en América Latina.	14
2. Cantidad de ahorro con inclusión de 5% de grano entero de maíz	14
3. Efecto en la calidad de carne de acuerdo a los niveles de inclusión de grano entero	14

1. INTRODUCCIÓN

Las dietas comerciales actualmente contienen aproximadamente un 65% de maíz, dando así un importante aporte de energía. De hecho, el maíz provee entre un 65 y 70% de energía y aproximadamente el 30% de la proteína total de la dieta (Chaves 2016). Los costos del alimento representan entre 60 y 70 % de los costos totales de producción en dietas para aves. La industria avícola está constantemente buscando alternativas para reducir los costos de producción mejorando la salud intestinal incrementando el tamaño de molleja para mejorar el peristaltismo reverso y de esa manera mejorar el desempeño del ave (Cumming 1992; Plavnik et al. 2002).

El uso de grano entero antes del peletizado reduce los costos de molienda y tiene una acción fisiológica muy importante ya que ayuda a un mejor desarrollo de la molleja y el proventrículo, permitiendo tener un reflujo gástrico (molleja-proventrículo) más eficiente (Jones y Taylor 2001). Al tener una molleja mejorada se mejora el desempeño del ave teniendo un mejor peristaltismo reverso lo que ayuda a que haya una liberación y absorción de nutrientes en el intestino mejorando así la conversión alimenticia y la utilización de los nutrientes del alimento (Truong et al. 2017).

Debido a que la forma física en la que se ofrece el alimento tiene un alto impacto en el ave, se utiliza migaja o micro-pelet en las dietas de inicio y en el resto del programa se usa pelet (Dozier et al. 2010). El uso de micro-pelet, migaja o pelet reduce el desperdicio de alimento, selectividad del alimento, segregación, la cantidad de patógenos en el alimento y se mejora la palatabilidad en comparación con la harina (Aviagen 2014). El uso de migajas o micro peletes durante la etapa de inicio (1-14 días), mejora el peso corporal y el rendimiento de pechuga a los 35 días de edad (Rubio et al. 2016).

El peletizado es un proceso durante el cual ingredientes individuales o alimentos en forma de harina son compactados usando calor, humedad y presión. Los objetivos principales del peletizado incluyen reducción de la segregación después del mezclado, alimentación selectiva y desperdicio, así como también mejoramiento del peso corporal, ganancia diaria, eficiencia alimenticia, uniformidad de las aves y la digestibilidad de los nutrientes (carbohidratos, grasas y proteínas). Durante el peletizado ocurre la gelatinización de almidones la cual se puede definir como una fase de orden-desorden que incluye la entrada de agua a los gránulos de almidón, hidratación e hinchazón, absorción de calor, pérdida de cristalinidad y lixiviación de amilosa (California Pellet Mill Co. 2012). Al momento de la lixiviación de amilosa se forman doble hélices que hacen que se formen agregados. Al bajar la temperatura se forma una pasta o gel que funciona como un adhesivo o agente de unión

de partículas (Moritz et al. 2005). Este proceso de gelatinización permite que el alimento tenga un impacto positivo en el desempeño animal, ya que rompe la matriz de proteína que contiene los gránulos de almidón, convirtiendo los almidones insolubles en azúcares, aumentando a su vez la digestibilidad y permitiendo una mayor absorción de nutrientes en el intestino delgado (Meosa 2006). El estudio consistió en determinar el efecto de los diferentes niveles de inclusión de maíz, en el rendimiento productivo y procesamiento de pollos de engorde a los 42 días de edad.

Los objetivos de la investigación fueron:

- Determinar el efecto de distintos niveles de inclusión de maíz entero antes del peletizado.
- Evaluar las variables peso corporal, consumo acumulado de alimento y conversión alimenticia por periodo.
- Evaluar peso de canal y rendimiento de pechuga de los pollos de engorde en la planta de proceso.

2. METODOLOGÍA

Ubicación

La investigación se realizó del 14 de febrero al 30 de marzo del 2017, en la granja experimental del departamento de Ciencia Avícola de la Universidad de Auburn, Alabama, Estados Unidos. La temperatura promedio anual es de 17.4 °C, una precipitación de 1337 mm anual y una altitud de 214 msnm.

Aves e Instalación

Se utilizaron 1000 pollos machos de la línea Ross 708[®]. Se manejaron 25 aves por corral con un total de 40 corrales experimentales (1.5 m × 2 m). El estudio se realizó en el transcurso de 42 días, con un programa de 23 horas luz y 1 hora de oscuridad del día 0 al 7 (0h-1h); 21 horas luz y 3 de oscuridad (0h-3h) del día 8 al 21 y 16 horas luz y 8 oscuridad (0h-8h) del día 22 hasta la cosecha. La temperatura inició con 35 °C durante el día uno y fue descendiendo gradualmente a 23 °C al día 42.

Dietas

Las dietas ofrecidas fueron formuladas para cumplir o exceder los niveles mínimos de nutrientes recomendados (Cuadro 1) por el Consejo Nacional de Investigación (NRC 1994). Cuatro dietas experimentales (Cuadro 2) fueron determinadas por el nivel de inclusión 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de grano entero de maíz. Durante los 42 días de investigación las siguientes fases fueron: 0-14 días: inicio, 14-28 días: crecimiento, 28- 42 días: finalización. Las dietas de inicio fueron ofrecidas en forma de migaja, las dietas de crecimiento y finalización en forma de pellet (4.4mm).

El alimento y el agua fueron ofrecidos *ad libitum* durante los 42 días que duró el estudio. Las aves fueron alimentadas con 1.4 lb/ave de iniciador, 4 lb/ave de crecimiento y aproximadamente 7 lb/ave. Para todas las etapas se usaron comederos de tolva con capacidad de 45 lb y bebederos individuales de boquilla. La calidad del alimento se midió en el laboratorio de la planta de concentrados del Departamento de Ciencia Avícola de la Universidad de Auburn, determinando el Índice de Durabilidad de Pellet (IDP) usando la metodología europea Holmen- NHP100 y la caja de volteo estadounidense Tumbler.

Cuadro 1. Composición de las raciones (lb/100 lb) para los pollos de engorde de la línea Ross 708[®].

Ingrediente	Etapa		
	Inicio	Crecimiento	Finalización
Maíz*	51.97	58.87	61.88
Harina de Soya	35.98	27.52	22.69
DDGS	5.00	7.00	9.00
Aceite Avícola	3.40	3.33	3.45
Fosfato Di cálcico	1.27	0.98	0.48
Caliza	1.24	1.16	1.02
Sal	0.37	0.36	0.28
Metionina	0.31	0.25	0.20
Lisina	0.12	0.17	0.18
TM Premix	0.10	0.10	0.10
Premix Vitamínico	0.10	0.10	0.05
Colina 70%	0.080	0.075	0.080
L-Treonina	0.040	0.055	0.060
Intelibond	0.020	0.020	0.020
Fitasa Cuántica	0.010	0.010	0.010
Dióxido de Titanio	0.000	0.000	0.500

*Maíz entero varía al nivel de inclusión de cada dieta.

Cuadro 2. Composición de las dietas de pollo de engorde de la línea Ross 708[®].

Tratamiento	Inicio		Crecimiento		Finalización	
	Energía (Kcal)	% Grasa	Energía (Kcal)	% Grasa	Energía (Kcal)	% Grasa
0%	3994	4.93	4019	6.02	4080	6.11
2.5%	4029	5.88	4003	6.05	4087	6.28
5%	4047	6.26	4036	5.82	4090	6.22
7.5%	3996	5.82	4018	5.73	4124	6.21

Recolección de Información

La salud animal de las aves fue monitoreada los 42 días. Al inicio de los turnos de la mañana como el de la tarde se recolectaron aves muertas, pesadas y registradas por corral. En los días 0, 14, 28 y 42 del ensayo, se pesaron todas las aves de cada corral al igual que los comederos. Simultáneamente se registró el peso corporal (g/ave) usando la Formula [1], el consumo de alimento (g/ave) usando la Formula [2], y la conversión alimenticia (ICA) con la Formula [3].

Peso Corporal = Peso de aves /número de aves por corral [1]

Consumo de Alimento = Alimento ofrecido – Alimento Rechazado [2]

Conversión Alimenticia = Consumo de Alimento por jaula /Ganancia de peso por [3]
jaula

Para los datos de procesamiento se seleccionaron 10 aves aleatoriamente por corral dando un total de 400 aves al día 43, donde se obtuvo los pesos de canal caliente, pectorales mayores y menores.

Análisis Estadístico

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño en bloques completamente al azar, y la selección de las aves fue al azar para cada tratamiento. Los resultados obtenidos fueron evaluados usando un Análisis de Varianza (ANDEVA) y un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Se utilizó la prueba HSD (Honestly-Significant-Difference), por el método de comparaciones múltiples de medias de Tukey- Kramer, usando el paquete estadístico JMP[®] de Statistical Analysis System (SAS[®] versión 9.2 2010).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso corporal

En los días 1, 14, 28 y 42 (Cuadro 3) no hubo diferencia ($P > 0.05$) por efecto de los tratamientos en el peso corporal. No se encontraron investigaciones relacionados con grano entero de maíz, sin embargo, estos resultados son similares a los encontrados por Taylor y Jones (2004) y Husvéth et al. (2015) quienes usaron grano entero de trigo, determinaron que el nivel de inclusión de grano entero en las dietas a los 42 días no afecta el peso corporal del ave.

Cuadro 3. Efecto de distintos niveles de inclusión sobre el peso corporal (g/ave).

Tratamientos	Edad (días)			
	1	14	28	42
0%	39.04	461.80	1660.28	3312.63
2.5%	38.90	465.56	1649.76	3346.41
5%	39.00	460.37	1642.39	3307.82
7.5%	38.72	458.79	1636.69	3299.21
Error estándar de la media	0.778	13.44	50.334	67.323
Probabilidad	0.7989	0.7094	0.7471	0.4295
Coefficiente de variación	1.999	2.911	3.056	2.03

Consumo de alimento

Las diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$) para la variable consumo de alimento (Cuadro 4). Estos resultados son diferentes a los reportados por Gabriel et al. (2008) quienes usando grano entero de trigo encontraron diferencias a los días 15 y 29, y concluyeron que las dietas con grano entero tienen un mayor consumo. De igual manera reportaron no encontrar ninguna diferencia a los 43 días. No se encontraron reportes usando grano entero de maíz.

Cuadro 4. Consumo de alimento con distintos niveles de inclusión de grano entero de maíz (g/ave).

Tratamientos	Edad (días)		
	14	28	42
0%	525.58	2250.45	5524.22
2.5%	525.52	2254.94	5528.38
5%	522.56	2227.65	5466.57
7.5%	522.27	2218.10	5434.99
Error estándar de la media	12.266	50.796	125.724
Probabilidad	0.88	0.32	0.29
Coefficiente de variación	2.34	2.27	2.29

Índice de Conversión Alimenticia por periodo (ICA)

Aunque no hubo diferencia en los días 14 y 28 (Cuadro 5), en el día 42 la conversión alimenticia por periodo es afectada ($P \leq 0.05$) donde se observa que los tratamientos con nivel de inclusión de grano entero afectan de manera positiva la conversión alimenticia. Tal como se observó en el peso corporal y el consumo de alimento no se encontró ninguna diferencia estadística a los días 14 y 28, dichos resultados no concuerdan con Husvéth et al. (2015), quienes reportaron tener un efecto positivo por el uso de grano entero de trigo en la conversión alimenticia por periodo; sin embargo, son diferentes a los reportados por Taylor y Jones (2004) y de Fernandes et al. (2013), quienes reportaron no tener ninguna diferencia estadística al día 42. Las dietas con inclusión de grano entero tienden a afectar la conversión alimenticia debido al desarrollo de la molleja, dicho desarrollo es un ajuste que realiza el ave para poder procesar el alimento (Bennett et al. 2002). Al llegar partículas de mayor tamaño a la molleja esta realiza una mejor molienda, incrementando la exposición de los nutrientes a los líquidos digestivos mejorando la digestión de los nutrientes (Jankowski et al. 2016). Las enzimas alfa amilasa, tripsina y lipasa se incrementan en el yeyuno debido al uso de grano entero, dicho incremento beneficia la digestión del alimento, este mecanismo puede estar afectado debido al estímulo del nervio vago y colecistoquinina debido al incremento de la molleja (Svihus 2011; Husvéth et al. 2015).

Cuadro 5. Efecto de distintos niveles de inclusión de grano entero en el Índice de conversión alimenticia por periodo (g: g).

Tratamientos	Edad (días)		
	1-14d	14-28d	28-42d
0%	1.244	1.442	2.006 ^a
2.5%	1.231	1.461	1.933 ^b
5%	1.241	1.445	1.947 ^{ab}
7.5%	1.243	1.441	1.937 ^b
Error estándar de la media	0.029	0.026	0.048
Probabilidad	0.606	0.292	0.00058
Coefficiente de variación	2.363	1.839	2.482

^{ab}Medias en columnas con distinto superíndice difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

Procesamiento

Los resultados del efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de la canal son mostrados en el Cuadro 6. No hubo diferencia sobre el rendimiento de la canal y de los pectorales inferiores ($P > 0.05$) pero se encontró una diferencia ($P = 0.039$) sobre el rendimiento de los pectorales mayores para los tratamientos con niveles de inclusión 2.5% y 5% respectivamente. Se encontró que un nivel de inclusión del grano entero de 7.5% afectó negativamente ($P \leq 0.05$) el rendimiento de pectorales mayores. Respecto al rendimiento de la canal estos resultados son similares a los obtenidos por Plavnik et al. (2014) y Singh et al. (2014), quienes no encontraron diferencia por el uso de grano entero de trigo.

Cuadro 6. Efecto de los distintos niveles de inclusión de grano entero sobre la canal (kg).

Tratamiento	Canal	Rendimiento de pectorales mayores (kg/kg)	Rendimiento de pectorales inferiores (kg/kg)
0%	2.541	0.2911 ^{ab}	0.057
2.5%	2.593	0.290 ^{ab}	0.057
5%	2.583	0.292 ^a	0.056
7.5%	2.580	0.284 ^b	0.055
Error estándar de la media	0.204	0.022	0.009
Probabilidad	0.293	0.039	0.706
Coficiente de variación	7.907	7.282	15.244

^{ab}Medias en columnas con distinto superíndice difieren significativamente ($P \leq 0.05$).

4. CONCLUSIONES

- En general el uso de diferentes niveles de grano entero de maíz pre peletizado no afectó los parámetros de peso corporal, consumo de alimento, conversión alimenticia y rendimiento de la canal.
- Solo se observó efecto positivo en conversión alimenticia a los 42 días y a niveles de 7.5% se afectó negativamente el rendimiento de pectorales mayores.
- La dieta con una inclusión de 5% de grano entero de maíz, logró tener una excelente conversión alimenticia y obtuvieron el mejor rendimiento de pectorales mayores, siendo así los mejores tratamientos ofrecidos para las aves.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el trabajo usando otras líneas genéricas, para determinar la influencia que pudieran tener.
- Realizar estudios relacionados con mayores niveles de inclusión superiores durante todo el ciclo productivo.
- Realizar estudios en los que se tengan variables tanto de digestibilidad, peso de molleja y peso de buche, para determinar si el grano entero afecta en el rendimiento de dichas variables.

6. LITERATURA CITADA

- Aviagen. 2014. Ross 708 Handbook [internet]. EEUU: Aviagen; [consultado 2017 ene 29]. http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-Broiler-Handbook-2014i-EN.pdf.
- Bennett CD, Classen HL, Riddell C. 2002. Feeding broiler chickens wheat and barley diets containing whole, ground and pelleted grain. *Poult Sci.* 81(7):995–1003.
- California Pellet Mill Co. 2012. The Pelleting Process [internet]. EEUU: CPM; [consultado 2017 may 9]. <https://www.cpm.net/downloads/Animal%20Feed%20Pelleting.pdf>.
- Chaves D. 2016. Valoración Energética del Maíz en Dietas de Aves [internet]. Ecuador: Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Avicultura del Ecuador; [consultado 2017 may 26]. http://amevea-ecuador.org/web_antigua/datos/Valoracion%20Energetica%20Maiz%20en%20Dietas%20de%20Aves.pdf
- Cumming RB. 1992. Mechanism of biological control of coccidiosis in chickens. In: *Proceeding of the Australian Poultry Science Symposium, Vol 4: University of Sydney.* Sydney, Australia. p.46-51.
- Dozier WA, Behnke KC, Gehring CK, Branton SL. 2010. Effects of feed form on growth performance and processing yields of broiler chickens during a 42-day production period. *The J of Appl Poult Res.* 19(3):219–226.
- FAOSTAT. 2014. Estadísticas de producción agropecuaria [internet]. Roma: FAO; [consultado 2017 mar 17]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QA>.
- Fernandes EA, Pereira WJS, Hackenhaar L, Rodrigues RM, Terra R. 2013. The use of whole grain sorghum in broiler feeds. *Rev. Bras. de Cienc. Avic.* 15(3):217–222.
- Gabriel I, Mallet S, Leconte M, Travel A, Lalles JP. 2008. Effects of whole wheat feeding on the development of the digestive tract of broiler chickens. *Anim Feed Sci and Technol.* 142(1-2):144–162.
- Husvéth F, Pál L, Galamb E, Ács KC, Bustyaházai L, Wágner L, Dublec F, Dublec K. 2015. Effects of whole wheat incorporated into pelleted diets on the growth performance and intestinal function of broiler chickens. *Anim Feed Sci and Technol.* 210(3):144–151.

- Jankowski J, Zdunczyk Z, Juskiewicz J. 2016. Whole grain in turkey nutrition. Part 1: Gastrointestinal development and function. *World Poult Sci J.* 72(3):521–530.
- Jones G, Taylor R. 2001. The incorporation of whole grain into pelleted broiler chicken diets: Production and physiological responses. *Br Poult Sci.* 42(4):477–483.
- Meosa. 2006. Manejo Animal: Beneficios del alimento hojuelado o rolado [internet]. Argentina: Sitio Argentino de Producción Animal; [consultado 2017 abr 30]. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/94-alimento_hojuelado_o_rolado.pdf.
- Moritz JS, Parsons AS, Buchanan NP, Calvalcanti WB, Cramer KR, Beyer RS. 2005. Effect of Gelatinizing Dietary Starch Through Feed Processing on Zero- to Three-Week Broiler Performance and Metabolism. *The J of Appl Poult Res.* 14(1):47–54
- NRC. 1994. Nutrient requirements of poultry. 9th ed. Washington DC (EEUU): National Academy Press. 81.p.
- Plavnik I, Macovsky B, Sklan D. 2002. Effect of feeding whole wheat on performance of broiler chickens. *Anim Feed Sci and Technol.* 96(3-4):229–236.
- Rubio A, Lezcano E, Dozier W, Pacheco W. 2016. Effects of feed form during the starter period productive and processing performance of broilers, International Poultry Scientific Forum, Enero 2017, Atlanta, Georgia.
- Svihus B. 2011. The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *Worlds Poult Sci J.* 67(2):207–224.
- Singh Y, Amerah A, Ravindran V. 2014. Whole grain feeding: Methodologies and effects on performance, digestive tract development and nutrient utilization of poultry. *Anim Feed Sci and Technol.* 190(3):1–18.
- Taylor R, Jones G. 2004. The incorporation of whole grain into pelleted broiler chicken diets. II. Gastrointestinal and digesta characteristics. *Br Poult Sci.* 45(2):237–246.
- Truong HH, Moss AF, Liu SY, Selle PH. 2017. Pre- and post-pellet whole grain inclusions enhance feed conversion efficiency, energy utilisation and gut integrity in broiler chickens offered wheat-based diets. *Anim Feed Sci and Technol.* 224(1):115–123.

7. ANEXOS

Anexo 1. Producción anual de pollos de engorde en América Latina.

Región	Producción	Unidades	Total
Sud América	2315147	1000 Cabezas	2.3151E+10
Centro América	692829	1000 Cabezas	692829000
Caribe	278184	1000 Cabezas	278184000
América Latina	3286160	1000 Cabezas	2.4122E+10

*Datos de acuerdo FAOSTAT 2014

Anexo 2. Cantidad de ahorro con inclusión de 5% de grano entero de maíz

Consumo total por ave (kg)	Alimento total (kg)	Maíz total procesado (ton)	Ahorro (\$/ton) inclusión de 0.5%	Ahorro total (\$)
5.524	1.33253E+11	86614187.46	0.2	17322837.5

Anexo 3. Efecto en la calidad de carne de acuerdo a los niveles de inclusión de grano entero.

Tratamiento	%Pérdida de peso	Fuerza de mordida (N)
0%	31.98%	13.468
2.5%	31.56%	12.758
5%	31.26%	12.717
7.5%	30.05%	13.244