

**Sustitución de maíz convencional por maíz de
descarte (mochote) en dietas para gallinas
ponedoras Dekalb White[®]**

**Jesus Enrique Montes Castillo
Rafael Esteban Pimentel Delgado**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2018**

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Sustitución de maíz convencional por maíz de descarte (mochote) en dietas para gallinas ponedoras Dekalb White®

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

Presentado por

**Jesus Enrique Montes Castillo
Rafael Esteban Pimentel Delgado**

ZAMORANO, HONDURAS
Noviembre, 2018

Sustitución de maíz convencional por maíz de descarte (mochote) en dietas para gallinas ponedoras Dekalb White®

**Rafael Esteban Pimentel Delgado
Jesus Enrique Montes Castillo**

Resumen. Un total de 336 gallinas Dekalb White® de 1600 a 1650g de peso vivo y 38 semanas de edad, se distribuyeron según diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y 14 repeticiones, a razón de cuatro gallinas/jaula, con el objetivo de sustituir el maíz por mochote y reducir los costos de la alimentación. Los cuatro tratamientos consistieron en: una dieta control de maíz, en el primer tratamiento, en el segundo se sustituyó el 50% de maíz convencional por mochote molido, en el tercero se sustituyó el 100% del maíz por mochote molido y en el cuarto se sustituyó el 100% del maíz por 50% de mochote molido + 50% de mochote entero sin moler. La producción de huevos/gallina y el porcentaje de postura no difirió entre el tratamiento de Maíz convencional y el tratamiento de 50% mochote molido + 50% mochote entero. Las dietas con 50 o 100% de sustitución del maíz por mochote molido redujeron significativamente la producción de huevos/gallina y el porcentaje de postura. Las dietas de 50 y 100% de mochote molido mostraron una reducción significativa en el peso del huevo. Se demostró la posibilidad de sustituir totalmente al maíz convencional por una combinación de 50% de mochote molido + 50% de mochote entero. La sustitución del maíz por mochote reduce el costo de las dietas y el costo del huevo por concepto de alimentación.

Palabras clave: Grano entero, nutrición avícola, postura.

Abstract. A total of 336 DeKalb White® hens with 1600 to 1650g of body weight and 38 weeks old, were distributed with a completely random design with four treatments and 14 repetitions, with a density of four hens/cage, with the objective of substituting corn with mochote to reduce feeding costs. The four treatments were: corn control treatment, a 50% substitution of conventional corn with ground mochote; a 100% substitution of conventional corn with ground mochote, and a 100% substitution of conventional corn with 50% whole mochote and 50% ground mochote. The production of eggs/hen and the percent of oviposition showed no differences between the conventional corn treatment and the 50% whole mochote + 50% ground mochote. The treatments with 50 and 100% ground mochote represented a significant reduction in the production of eggs/hen and the percentage of oviposition. The treatments with 50 and 100% ground mochote represented a significant reduction in egg weight. This experiment showed the possibility of substituting conventional corn diets with a combination of ground mochote and whole grain mochote. The substitution of corn by mochote reduced the costs of the meals and the costs of egg production.

Key words: Oviposition, poultry nutrition, whole grain.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Pagina de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Indice de cuadros	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	11
5. RECOMENDACIONES.....	12
6. LITERATURA CITADA	13

INDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Oferta de alimento (g) para los cuatro tratamientos.	3
2. Dieta con maíz convencional.....	5
3. Dieta con 50 % mochote M.....	5
4. Dieta con 100 % mochote M.....	6
5. Dieta con 50 % mochote M + 50 % mochote E	6
6. Indicadores de postura con base a diferentes tratamientos.....	7
7. Calidad del huevo a 45 semanas de edad	8
8. Costos del huevo por concepto de alimentación.	10

1. INTRODUCCIÓN

El huevo de gallina es un alimento esencial para la dieta humana, es la proteína más barata a la que la población tiene acceso (Latham 2002). Siendo un alimento altamente consumido en todo el mundo, solo en Centro América el consumo per cápita ronda los 300 huevos (FAO 2015).

El productor avícola se encuentra inmerso en un sector muy dinámico, al ser un negocio de alto lucro siempre se está buscando innovar tanto en sistemas productivos, dietas especializadas como en mejoramiento de líneas genéticas, para así generar un mayor número de huevos por ave al año y tener una mejor rentabilidad (Pérez y Pratt 1997).

Hay muchos factores que son determinantes para la producción del huevo, de entre los cuales están los internos, que comprende la genética propia del ave y los externos como el manejo, clima, sanidad y la nutrición siendo la más importante (Nilipour 2008).

La alimentación de las aves de corral se estima generalmente que es dos tercios de los costos totales de producción, lo cual indicaría el 60 a 70% de estos, dependiendo de la composición y tipo de dieta (Angeles y Rosales 2017).

Las plantas de procesamiento de semillas dejan una merma de semilla que no clasifica para ser empacada, ya sea porque está con materiales extraños, es semilla quebrada, muy pequeña o muy grande; todo este es clasificado como maíz mochote (información proporcionada por Nolasco J. Planta de semillas Escuela Agrícola Panamericana Zamorano). La planta de semillas de Zamorano procesa diversas semillas como sorgo, frijol y maíz, por lo cual deja dichas mermas.

El maíz que se suministra a las gallinas ponedoras de Zamorano es maíz amarillo proveniente de Estados Unidos, con un valor de US\$ 285.40 por tonelada (información proporcionada por Flores E. Planta de concentrados Escuela Agrícola Panamericana Zamorano), mientras que el precio del mochote en Zamorano es de US\$ 68.60 por tonelada, o sea un 75.97% más barato.

En los últimos años, un método de alimentación que ha llamado el interés para reducir los costos de manejo y procesamiento de los alimentos es el uso de granos enteros, como el trigo, o el maíz. El objetivo principal de la inclusión de grano entero en las dietas es reducir los costos de alimentación, eliminando la etapa de molienda (Angeles y Rosales 2017).

El proceso de molienda del maíz como los demás granos representa un costo de la producción de piensos de los animales, ya que es elaborado por molinos que trabajan con energía eléctrica; los cuales para generar un menor tamaño de partícula necesitan más

energía y tiempo para realizarlo (Angeles y Rosales 2017). Dicho costo de molienda en la planta de concentrados de Zamorano es de 1.43 dólares/tonelada (información proporcionada por Flores E. Planta de concentrados Escuela Agrícola Panamericana Zamorano).

El uso de grano entero tiene una acción fisiológica muy importante ya que ayuda a un mayor desarrollo de la molleja y el proventrículo, permitiendo tener un reflujo gástrico (molleja-proventrículo) más eficiente (Angeles y Rosales 2017).

El maíz mochote por su naturaleza puede ser suministrado de diferentes maneras a las aves, como puede ser molido o entero; ya que las aves tienen la habilidad de consumirlo de estas dos maneras (Angeles y Rosales 2017). Suministrar el grano entero en las dietas con mochote debe representar una disminución adicional de costos en la dieta.

- La investigación tuvo como objetivo el estudio de diferentes opciones de dietas para gallinas ponedoras Dekalb White[®] con el maíz de descarte (mochote) proveniente de la planta de procesamiento de semillas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, con el propósito de abaratar costos; dando así opciones, más rentables.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante los meses de febrero a junio del 2018 en el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el Valle del Yegüare, km 30 de la carretera Tegucigalpa a Danlí, Honduras. La localidad tiene una altitud de 800 msnm, precipitación promedio anual de 1100 mm y una temperatura promedio de 26 °C.

Para el estudio se utilizaron 336 aves Dekalb White[®] de 38 semanas de edad, que fueron distribuidas en 56 jaulas con una dimensión individual de 0.61 m × 0.36 m a una densidad de seis aves por jaula.

El peso vivo inicial de las aves fue de 1600 a 1650 g/ave. El consumo de agua fue *ad libitum*, utilizando dos bebederos tipo niple por jaula, la alimentación fue restringida como se muestra en el Cuadro 1. La temperatura del galpón fue regulada con ventiladores.

Cuadro 1. Oferta de alimento (g) para los cuatro tratamientos.

Edad (semanas)	Cantidad de alimento (g/gallina/día)*
38	109
39	110
40	110
41	112
42	112
43	112
44	112
45	112
46	112
47	112
48	112
49	112
50	112
51	112
52	112

*El consumo total durante todo el experimento fue de 11.71 kg/gallina.

Las aves se distribuyeron según Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con cuatro tratamientos y 14 repeticiones para la producción de huevos y calidad de huevo. En el análisis de varianza (ANDEVA), se empleó una separación de medias DUNCAN, con un grado de significancia ($P \leq 0.05$), bajo un modelo lineal general (GLM). Para el cual fue usado el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.4[®]).

Los cuatro tratamientos consistieron en cuatro dietas. En la primera o control el maíz convencional fue la fuente básica de energía. En el segundo se sustituyó el 50% de maíz convencional por mochote molido (mochote M), en la tercera se sustituyó el 100% del maíz convencional por mochote molido y en la cuarta se sustituyó el 100% del maíz convencional por 50% de mochote molido + 50% de mochote entero sin moler (mochote E).

El experimento tuvo una duración de 15 semanas (105 días). En este periodo se evaluó, producción de huevos/gallina, porcentaje de postura y calidad del huevo. Los huevos se recolectaron una vez al día. La calidad del huevo se analizó a las 45 semanas de edad.

Para evaluar la calidad se recolectaron 30 huevos de cada uno de los tratamientos para un total de 120 huevos a analizar en la unidad de aves de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano donde se midieron en el siguiente orden: se colocó el huevo en una báscula analítica para medir el peso de este (g), luego se midió con un texturómetro la resistencia a la fractura (gf/cm^2), el huevo luego una vez fracturado se mide la altura de albumina con una aguja milimetrada en unidades Haugh, ($\text{uH} = 100 * \text{Log} (h - 1.7w^{0.37} + 7.6)$) a continuación la yema se separó del huevo y a este se le midió la coloración con un refractómetro escala Roche, por último se toma una fracción del cascarón y se mide su grosor (mm) con un micrómetro.

Algunos datos económicos del estudio se definieron a partir de precio del maíz, mochote y demás componentes de la dieta. La composición de las dietas y sus precios se muestran en los Cuadros 2, 3, 4 y 5.

Cuadro 2. Dieta con maíz convencional.

Ingredientes	Porcentajes
Maíz convencional	51.50
Harina de soya	25.20
Salvado de trigo	8.00
Sal común	0.35
Metionina	0.16
Fosfato de calcio	1.23
Cloruro de colina	0.12
Vitamelk de gallina	0.25
Carbonato de calcio gris fino	4.72
Carbonato de calcio gris grueso	4.72
Aditivo mycofix plus	0.25
Aceite de palma crudo	3.50
Total%	100.00
Precio	\$18.14

*Cambio Dólar (\$) 1 = 24.05 Lempiras (L)

Cuadro 3. Dieta con 50 % mochote M

Ingredientes	Porcentajes
Maíz convencional	31.14
Maíz mochote	31.14
Harina de soya	24.81
Sal común	0.35
Metionina	0.15
Fosfato de calcio	1.31
Vitamelk de gallina	0.20
Carbonato de calcio gris fino	4.70
Carbonato de calcio gris grueso	4.70
Aceite de palma crudo	1.50
Total%	100.00
Precio	\$13.31

*Cambio Dólar (\$) 1 = 24.05 Lempiras (L)

Cuadro 4. Dieta con 100 % mochote M

Ingredientes	Porcentajes
Maíz mochote	64.13
Harina de soya	22.87
Sal común	0.35
Metionina	0.16
Fosfato de calcio	1.35
Vitamelk de gallina	0.20
Carbonato de calcio gris fino	4.72
Carbonato de calcio gris grueso	4.72
Aceite de palma crudo	1.50
Total%	100.00
Precio	\$9.84

*Cambio Dólar (\$) 1 = 24.05 Lempiras (L)

Cuadro 5. Dieta con 50 % mochote M + 50 % mochote E

Ingredientes	Porcentajes
Maíz mochote M	32.03
Maíz mochote E	32.03
Harina de soya	22.87
Sal común	0.35
Metionina	0.14
Fosfato de calcio	1.35
Vitamelk de gallina	0.20
Carbonato de calcio gris fino	4.72
Carbonato de calcio gris grueso	4.72
Aceite de palma crudo	1.50
Total%	100.00
Precio	\$9.82

*Cambio Dólar (\$) 1 = 24.05 Lempiras (L)

El costo del alimento consumido se estimó multiplicando el consumo de alimento de cada gallina por el precio de la dieta, mientras que el gasto en alimentación /huevo producido se estimó multiplicando el alimento necesario para producir un huevo, por el precio del alimento.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento productivo.

En el Cuadro 6 se muestra que la producción de huevos/gallina y el porcentaje de postura no difirió entre el tratamiento de maíz convencional y el tratamiento de 50% mochote molido + 50% mochote entero, lo que demuestra la posibilidad de sustituir totalmente el maíz tradicional por esta combinación de 50% de mochote molido + 50% de mochote entero.

Las dietas con 50 o 100% de sustitución del maíz por mochote molido redujeron significativamente la producción de huevos/gallina y el porcentaje de postura, cuando se comparan con el tratamiento con maíz convencional (Cuadro 6).

En aves con la molleja bien desarrollada, las dietas que incluyen alguna cantidad de granos enteros, presentan un comportamiento productivo similar o algunas veces superior a las aves alimentadas con dietas en las cuales solo incluyen granos molidos (Plavnik *et al.* 2014).

El consumo de granos enteros modifica el tracto digestivo de las aves, aumentando el tamaño de la molleja y reduciendo la velocidad de tránsito del alimento por el tracto gastrointestinal (Svihus 2011; Singh *et al.* 2014). Unido a lo anterior, Truong *et al.* (2017) determinaron una mejora del desempeño de las aves debido a un mejor peristaltismo reverso, que ayuda a que haya una liberación y absorción de nutrientes en el intestino, mejorando la conversión alimenticia y la utilización de los nutrientes del alimento.

Cuadro 6. Indicadores de postura con base a diferentes tratamientos.

Indicadores	Tratamientos				P	ES
	Maíz conv.	50% Mochote M	100% Mochote M	50% Mochote M + 50% Mochote E		
Producción de Huevos/Gallina	80.00 ^a	75.00 ^b	74.00 ^b	78.00 ^{ab}	0.001	1.42
% Postura	75.90 ^a	71.60 ^b	70.90 ^b	74.00 ^{ab}	0.001	1.35

M= Molido; E= Entero; P= Probabilidad; ES= Error Estándar

^{ab}= Medias con letras no coincidentes dentro de cada fila, difieren significativamente entre sí.

Calidad del Huevo a 45 semanas de edad.

A la semana 45 de edad, se encontró diferencia ($P \leq 0.05$) en el peso del huevo. El Cuadro 7 muestra que el peso del huevo no difirió entre el tratamiento de maíz convencional y el tratamiento de 50% Mochote M + 50% Mochote E, demostrando que la sustitución del maíz convencional por la combinación de 50% Mochote M + 50% Mochote E daría un buen resultado en el peso del huevo.

Cuadro 7. Calidad del huevo a 45 semanas de edad

Indicadores	Tratamientos				P	ES
	Maíz Conv.	50% Mochote M	100% Mochote M	50% Mochote M + 50% Mochote E		
Peso (g)	60.45 ^a	57.33 ^b	56.03 ^b	61.20 ^a	0.001	0.76
Unidades Haugh	98.00	98.00	99.00	99.00	n.s.	0.21
Resistencia de cáscara (gf/cm ²)	5039.00 ^b	5467.00 ^a	5458.00 ^a	4931.00 ^b	0.001	127.00
Grosor de cáscara (mm)	0.35 ^b	0.37 ^a	0.39 ^a	0.34 ^b	0.001	0.01
Coloración de Yema	3.40 ^a	3.13 ^a	2.80 ^b	2.13 ^c	0.001	-

M= Molido; E= Entero; NS= No Significativo; P= Probabilidad; ES=Error Estándar
^{ABC}= Medias con letras no coincidentes dentro de cada fila, difieren significativamente entre sí.

Los tratamientos con las dietas de 50% y 100% de mochote molido mostraron una reducción significativa en el peso del huevo, cuando se compara con el tratamiento de maíz convencional y 50% Mochote M + 50% Mochote E (Cuadro 8).

En Estados Unidos, La Unión Europea y otros países los huevos se clasifican por tamaño según el peso (pewee < 40 g/huevo; pequeño 42- 49 g/huevo; mediano 50-59 g/huevo; grande 60-64 g/huevo; extra grande 65-69 g/huevo y jumbo ≥ 70 g/huevo) y tienen precios mayores, así como mayor contenido de nutrientes en la medida que aumenta el peso del huevo (Instituto de Estudios del Huevo 2009; FAO 2015).

Las unidades Haugh, no presentaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Se debe tener en cuenta que las unidades Haugh son afectadas por el tiempo de almacenamiento, temperatura, edad del ave, la línea genética y nutrición (Ahmadi y Rahimi 2011), por lo que no eran de esperar diferencias entre los tratamientos comparados.

En la resistencia y el grosor de cascara se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$). El Cuadro 8 muestra que los tratamientos de 50 y 100% de maíz mochote no difirieron entre si mostrando las mejor resistencia y grosor de cascara comparado con los tratamientos de maíz convencional y 50% Mochote M + 50% Mochote E, que concuerda con Guerra y Molina (2016) y MacKenney y Monzón (2014) quienes definían que en la medida que el huevo tiene mayor tamaño la misma cantidad de calcio debe cubrir una superficie mayor y por ello la cascara tiene un mayor potencial a ser más débil.

Gavidia (2015) afirma que el grosor de la cascara se ve afectado según la edad del ave va aumentado, debido a que las necesidades de calcio van aumentando según avanza la edad del ave, convirtiéndose en un problema al momento de depositar el calcio en la cáscara del huevo. Unido a lo anterior Sevilla (2015) determinaron que, a mayor edad del ave, el tamaño del huevo va aumentando, hay un mayor peso del huevo, sin embargo, el peso de la cascara se mantiene constante, o incluso disminuye, reduciéndose sensiblemente el porcentaje de cáscara, lo cual conduce a una mayor fragilidad.

En la coloración de la yema se encontraron diferencias ($P \leq 0.05$). El Cuadro 8 muestra los valores que según la escala de Roche variaron en un rango de 2.13 a 3.40, por lo cual todos los valores están por debajo del parámetro ideal, según DSM (2013) que debería de ser de siete en la escala de Roche.

La intensidad del color variará en función del mercado al que vaya destinado, estos valores indican un bajo contenido de pigmentos carotenoides en todos los tratamientos y es necesario añadir aditivos pigmentantes a las dietas (Sevilla 2015).

En el Cuadro 8 se aprecia también que en las dietas donde se sustituyó totalmente el maíz convencional por mochote, la pigmentación de la yema se redujo significativamente, lo que se asocia con un menor contenido de pigmentos carotenoides en el mochote utilizado cuando se compara con el del maíz.

Indicadores económicos.

En el Cuadro 8 se presentan tres indicadores de tipo económico, que muestran como en la medida que se incrementa la sustitución del maíz convencional por mochote en las dietas para gallinas ponedoras, se reduce el costo de la dieta, el costo del alimento consumido por gallina y por tanto el gasto en alimentación por huevo producido, quedando demostrado que el tratamiento donde se sustituyó totalmente al maíz convencional por la combinación de 50% de mochote molido + 50% de mochote entero permitió producir los huevos a un menor precio.

Cuadro 8. Costos del huevo por concepto de alimentación.

Indicadores	Tratamientos			
	Maíz conv.	50% Mochote M	100% Mochote M	50% Mochote M + 50% Mochote E
Costo de la dieta dólares/tonelada	400.00	293.45	217.08	216.62
Costo del alimento consumido dólares/gallina	4.68	3.43	2.54	2.53
Gastos en alimentación dólares/huevo	0.058	0.045	0.034	0.032

M=molido; E=entero, Valores expresados en dólares americanos (\$)
 *Cambio Dólar (\$) 1 = 24.05 Lempiras (L)

4. CONCLUSIONES

- Se demostró la posibilidad de sustituir totalmente al maíz convencional por una combinación de 50% de mochote molido + 50% de mochote entero, obteniendo como resultado una reducción en costos y manteniendo la calidad del huevo.
- La sustitución del maíz convencional por mochote reduce el costo de las dietas y el costo del huevo por concepto de alimentación.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un nuevo experimento con diferentes porcentajes de inclusiones de maíz mochote entero a gallinas ponedoras.
- Realizar un nuevo experimento con pollos de engorde en el cual se le suministren dietas con inclusiones de maíz mochote entero.

6. LITERATURA CITADA

- Ahmadi F, Rahimi F. 2011. Factors affecting quality and quantity of egg production in laying hens: a review. *World Applied Sciences Journal* 12(3): 372-384.
- Angeles ML, Rosales Gomez S. 2017 Uso de granos de cereales enteros en la alimentación de aves. Centro nacional de investigación disciplinaria en fisiología y mejoramiento animal [internet] Mexico. folleto técnico N° 39. 63p [consultado 2018 jul 12] <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/4409/4689%20Uso%20de%20granos%20de%20cereales%20enteros%20en%20la%20alimntaci%C3%B3n%20de%20aves.pdf?sequence=1>
- DSM. 2013. Guía de DSM para la pigmentación de la yema de huevo con CAROPHYLL®. DSM Nutritional Products Ltd.
- FAO. 2015. El huevo en cifras. [internet] [consultado 2017 nov 22] <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/284415/>
- Gavidia M. 2015. Manejos gallinas ponedoras [Internet]. Perú: Actualidad Pecuaria; [consultado 2018 mayo 10]. <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/manejo-de-gallinas-ponedoras-iv-parte.html>
- Guerra Morales JL, Molina Diaz RG. 2016. Evaluación de la calidad del huevo procedente de tres distribuidoras como propuesta para estandarización de parámetros de calidad del mercado hondureño [tesis] Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras 18p.
- Instituto de estudios del huevo 2009. El gran libro del huevo. 1ra ed. Leon: EVEREST; [consultado 2018 jul 20]. <http://institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/EL-GRAN-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf>
- MacKenney Kirste LP, Monzón Díaz OR. 2014. Evaluación de las líneas de gallinas ponedoras Hy-Line CV-22® y Dekalb White® en un sistema de semipastoreo en Zamorano, Honduras: [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 26 p.
- Nilipour A. 2008 Los factores de éxito para una producción avícola de alta calidad [internet]. Panama: Engormix. [consultado 2018 jun 12] <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/los-factores-exito-produccion-t27650.htm>
- Latham MC, 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. N°29. Roma: FAO [fecha de consulta 2018 may 15] <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s00.htm>
- Perez JM, Pratt L 1997. Análisis de sostenibilidad de la industria avícola en Guatemala. [disertación] CLACDS. 20p.
- Plavnik I, Macovsky B, Sklan D. 2014. Effect of feeding whole wheat on performance of broiler chickens. *Anim Feed Sci Technol* 96(3-4): 229–236

- Sevilla S. 2015. Calidad y manejo de huevo para plato [tesis] Universidad autónoma agraria Antonio Narro-Mexico. 81p.
- Singh Y, Ameraha AM, Ravindran V. 2014. Whole grain feeding: Methodologies and effects on performance, digestive tract development and nutrient utilisation of poultry. *Anim Feed Sci Technol* 190:1-18
- Svihus B. 2011. The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *World's Poult Sci J* 67:207–224.
- 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.