



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CONKAL

**USO DEL FORRAJE DE ARBÓREAS EN LA PRODUCCIÓN  
Y CALIDAD DEL HUEVO DE *Coturnix coturnix japonica*  
TESIS**

Que presenta:

**Alondra Montserrat Reyes Escalante**

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**Maestra en Ciencias en Producción Pecuaria Tropical**

Director de tesis:

**Dr. Edgar Aguilar Urquizo**

Conkal, Yucatán, México

Octubre, 2019



**TecNM**



Conkal, Yucatán, México, 01 de octubre de 2019

El comité de tesis de la candidata al grado: Alondra Montserrat Reyes Escalante, constituido por los CC. Dr. Edgar Aguilar Urquizo, Dr. José Roberto Sanginés García, y Dr. Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez, habiéndose reunido con el fin de evaluar el contenido teórico-metodológico y de verificar la estructura y formato de la tesis titulada: USO DEL FORRAJE DE ARBÓREAS EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL HUEVO DE *Coturnix coturnix japonica*, que presenta como requisito parcial para obtener el grado de Maestra en Ciencias en Producción Pecuaria Tropical, según lo establece el Capítulo 2, inciso 2.13.3, de los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado en el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos, dictaminaron su aprobación para que pueda ser presentada en el examen de grado correspondiente.

**ATENTAMENTE**

Dr. Edgar Aguilar Urquizo

Director de Tesis

Dr. José Roberto Sanginés García

Asesor de Tesis

Dr. Ángel Trinidad Piñeiro Vázquez

Asesor de Tesis

Conkal, Yucatán a 01 de octubre de 2019

## DECLARATORIA DE PROPIEDAD

Declaro que la información contenida en las secciones de materiales y métodos, resultados y discusión de este documento, es producto del trabajo de investigación realizado durante mis estudios de posgrado y con base en los términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de la Propiedad Industrial le pertenece patrimonialmente al Instituto Tecnológico de Conkal. En virtud de lo manifestado reconozco que los productos intelectuales o desarrollos tecnológicos que se deriven de lo correspondiente a dicha información son propiedad de la citada institución educativa.



Alondra Montserrat Reyes Escalante

## AGRADECIMIENTOS

*Al Dr. Edgar Aguilar Urquizo quien se ha tomado el arduo trabajo en transmitirme sus conocimientos, especialmente en campo y en temas que corresponden a mi profesión, pero además de eso, ha sido él quién me ha sabido orientar por el camino correcto y quien me ha ofrecido sabios conocimientos para lograr mis metas, un gran amigo y un ejemplo a seguir.*

*Al Dr. Roberto Sanginés García, hombre de gran sabiduría, gracias por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme tenido paciencia para guiarme en el desarrollo de la tesis.*

*Al Dr. Ángel Piñeiro Vázquez, por sus aportes en esta investigación, orientaciones profesionales, enseñanza durante el transcurso de esta investigación y en mi preparación como maestra en ciencias.*

*A mis amigos de generación, pero principalmente a Auri Pérez, Jesús Canto y Fidel Rodríguez, por su noble y honesta amistad, a los que estuvieron en la posta acompañándome en cada momento de mi estancia, a Estefany Escamilla por los momentos gratos que pasamos.*

*A mi amiga Gabriela Ruíz, por su compañía, por su amistad, por sus buenos consejos y los buenos momentos que hemos pasado juntas, te quiero amiga.*

*Al CONACYT por todas la facilidades y recursos financieros que me han permitido de esta gran oportunidad para mejorar como profesionista.*

*A DSM® por la donación de los abanicos de colores para yema, que tuvo un gran aporte para este trabajo.*

*A la maestra Magnolia Ceh por haberme apoyado en laboratorio.*

*Y por último a todos los profesores del departamento de posgrado y personal que estuvieron colaborando en mi formación como profesionista.*

## DEDICATORIAS

Este logro se lo dedico a la gran familia que pertenezco orgullosamente. También a mi padre Eduardo F. Reyes Burgos que no está físicamente pero que siempre y cada día está en los recuerdos y en mi corazón.

A mi madre, por su sacrificio y esfuerzo, por ayudarme en esta etapa, por mi futuro y por creer en mi capacidad, aunque a veces hemos pasado tiempos difíciles siempre ha estado brindándome su comprensión y cariño.

A mis hermanas Casandra y Daniela quienes me han apoyado en todo, a pesar de que a veces tengamos discusiones y malos encuentros, y de que tal vez seamos polos opuestos en ciertas cuestiones, han sido las principales personas involucradas en ayudarme a que este proyecto fuera posible.

A mi tío Salvador quien siempre ha estado apoyándome, por su invaluable cariño, paciencia y por qué ha ayudado en mi formación como persona y como profesionista.

A mi hermana Leslie y mi cuñado Mario, por su paciencia y cariño, me han apoyado y han sabido darme buenos consejos que me han servido para mejorar como persona, no me han dejado caer y han sido perseverantes para que cumpla con mis ideales.

Y principalmente a mis queridos sobrinos Mauricio, Vanessa y Constanza, soy una tía muy afortunada porque los tengo a ustedes, son niños de gran corazón y cariño, me alegra verlos, me sacan sonrisas, lágrimas y enojos, aunque mi paciencia cese siempre voy a estar ahí para ustedes, porque los quiero mucho y daría cualquier cosa para verlos siempre sanos y felices.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL</b>	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES	2
1.2.1 Uso de arbóreas alternativas en la alimentación animal	2
1.2.2 Composición química y valor nutritivo de la <i>Trichanthera gigantea</i> y <i>Moringa oleífera</i>	3
1.2.3 Producción de huevo de codorniz japónica	8
1.2.4 Calidad del huevo	10
1.3 Hipótesis	13
1.4 Objetivos	14
1.4.1 General	14
1.4.2 Específicos	14
1.5 Procedimiento experimental	15
1.6 Literatura citada	16
<b>CAPÍTULO II. Uso de harina de hoja de <i>Trichanthera gigantea</i> y <i>Moringa oleífera</i> sobre la calidad del huevo de codorniz japónica</b>	21
2.1 Introducción	22
2.2 Materiales y métodos	23
2.3 Resultados y discusión	26
2.4 Conclusión	31
2.5 Resumen	31
2.6 Abstract	32
2.7 Literatura citada	33
<b>CAPÍTULO III. CONCLUSIONES GENERALES</b>	39

## ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

### CAPÍTULO I

Cuadro 1. Contenido nutrimental de algunas arbóreas utilizadas en la alimentación animal.	4
Cuadro 2. Contenido de Aminoácidos (g/ kg) de arbóreas utilizadas en la alimentación animal	6
Cuadro 3. Contenido de metabolitos secundarios de plantas forrajeras.	7
Cuadro 4. Características comparativas de producción entre huevos de gallina y huevos de codorniz.	10

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO II

Tabla 1.	Porcentaje del contenido en las dietas para codornices en etapa de postura.	25
Tabla 2.	Consumo y digestibilidad aparente de las dietas con inclusión de arbóreas	30
Tabla 3.	Peso de la canal, ovario y molleja de las codornices alimentadas con inclusiones de harina de forraje	31
Tabla 4.	Proporción de los componentes del huevo de codorniz japónica alimentada con harina de MO y TG	31
Tabla 5.	Cualidades del huevo de codorniz por efecto de las arbóreas	32



## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- |           |   |    |
|-----------|---|----|
| Figura 1. | Abanico de color DSM® para yema de huevo.   | 11 |
| Figura 2. | Patrón visual para la evaluación del color en la piel del pollo (Delgado et al., 2014). | 12 |

## RESUMEN

Las fuentes de proteína para la alimentación animal cada vez son más limitadas. Y las alternativas en la avicultura se expanden hacia la coturnicultura, siendo la codorniz japónica una alternativa para la seguridad alimentaria del país. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos niveles de inclusión del follaje de *Trichanthera gigantea* y *Moringa oleífera* sobre la producción y composición química del huevo de *Coturnix coturnix japonica*. El trabajo se realizó en la Unidad de Producción Agrícola y Pecuaria del Tecnológico de Conkal, Conkal, Yucatán. Se trabajaron 75 codornices en etapa de postura, se realizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial AXB+N con cinco tratamientos (n=15) siendo T0= Testigo, T1= 10% de *M. oleífera*, T2= 20% de *M. oleífera*, T3= 10% de *T. gigantea*, T4= 20% de *T. gigantea*. Las aves fueron alojadas en jaulas de 400 cm<sup>2</sup>. Los huevos fueron recolectados dos veces al día, se procedió a pesar cada parte del huevo y a medir la coloración con el abanico de colores de DSM® para yema. Se midió la frescura dl huevo por medio de las unidades Haugh. Las heces fueron colectadas en charolas y secadas hasta peso constante. No se observaron diferencias (P<0.05) en las variables de digestibilidad, peso de la canal y peso del ovario, para consumo se observó (P>0.05) que T0 (31.50 g) fue superior al resto de los tratamientos. Por el aumento de la fibra en las dietas el peso de la molleja fue superior en el T2 (5.62 g). para las variables del huevo se obtuvo que en peso del huevo, peso de la yema, peso de la albúmina y profundidad de la albúmina no hubieron diferencias (P<0.05) entre los tratamientos pero si hubieron diferencias (P>0.05) en la cáscara siendo T3 (1.82 g), grosor de la cáscara T0 (0.54 mM), para color de la yema T2 (5.37) y para unidades Haugh (UH) siendo inferior el T0 (71.99%) esto se puede deber a la capacidad antioxidante de las arbóreas. Se puede incluir hasta un 20% de harina de *Trichanthera gigantea* y *Moringa oleífera*, lo que favorece las características físicas del huevo, le brinda una mayor vida de anaquel y contribuye a mantener su frescura.

Palabras clave: codorniz, huevo, *Trichanthera gigantea*, *Moringa oleífera*, calidad del huevo

## ABSTRACT

Protein sources for animal feed are increasingly limited. And the alternatives in poultry farming expand towards coturniculture, with the Japanese quail being an alternative for the country's food security. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of two levels of inclusion of the foliage of *Trichanthera gigantea* and *Moringa oleifera* on the production and chemical composition of the egg of *Coturnix coturnix japonica*. The work was carried out in the Agricultural and Livestock Production Unit of the Technological Conkal, Conkal, Yucatán. 75 quails were worked in the posture stage, a completely randomized design was carried out with AXB + N factorial arrangement with five treatments (n = 15) with T0 = Witness, T1 = 10% of *M. oleifera*, T2 = 20% of *M. Oleifera*, T3 = 10% of *T. gigantea*, T4 = 20% of *T. gigantea*. The birds were housed in cages of 400 cm<sup>2</sup>. The eggs were collected twice a day, each part of the egg was weighed and the color was measured using the DSM® color range for the yolk. The freshness of the egg was measured by means of the Haugh units. The feces were collected in trays and dried to constant weight. No differences were observed (P < 0.05) in the variables of digestibility, the weight of the carcass and weight of the ovary, for consumption it was observed (P > 0.05) that T0 (31.50 g) was superior to the rest of the treatments. Due to the increase in fiber in the diets, the gizzard weight was higher in T2 (5.62 g). for the egg variables it was obtained that in egg weight, yolk weight, albumen weight and albumin depth there were no differences (P < 0.05) between treatments but there were differences (P > 0.05) in the shell being T3 (1.82 g), thickness of the shell T0 (0.54 mm), for color of the yolk T2 (5.37) and for Haugh units (UH) being lower the T0 (71.99%) this may be due to the antioxidant capacity of the trees. It can include up to 20% of flour of *Trichanthera gigantea* and *Moringa oleifera*, which favors the physical characteristics of the egg, gives it a longer shelf life and helps maintain its freshness.

Keywords: quail, egg, *Trichanthera gigantea*, *Moringa oleifera*, egg quality

# I. CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

## 1.1. Introducción

La codorniz japónica (*Coturnix coturnix japonica*) es una especie doméstica de importancia económica para la comercialización de carne y huevo. Es un animal rústico, resistente a enfermedades, que requiere menor espacio y equipamiento (Minvielle, 2004). Las hembras de codorniz son muy prolíficas ya que en promedio rompen postura a las 6 semanas y pueden poner entre 250 y 300 huevos por año. Además, la codorniz es un animal con buena conversión alimenticia. Una hembra deposita un huevo comestible que representa el 8% de su peso corporal en comparación con el 3% del peso corporal del huevo de una gallina (Martín *et al.*, 1998).

Por otra parte, el contenido de proteína en los alimentos determina la calidad y el costo de la alimentación que se brinda a los animales (Bejar, 2017), dado que la alimentación representa al menos un 60-70% del costo de producción de las aves (Cuca *et al.*, 2016), su impacto en la rentabilidad de la empresa es considerable. Por lo cual, es importante buscar alternativas forrajeras en la alimentación animal que puedan reemplazar parcialmente o en su totalidad algún ingrediente en la dieta. Recientemente, la harina de hojas de arbóreas se ha utilizado ampliamente como suplemento alimenticio en las dietas de aves domésticas con el fin de mejorar la productividad y la calidad del producto (Hien *et al.*, 2017).

La *Trichanthera gigantea* y la *Moringa oleífera* son dos plantas que contienen proteína, fibra, calcio y con un contenido de más del 16% de proteína, proponiendo como una alternativa en la alimentación ya que se han utilizado en aves de postura para mejorar la calidad del huevo.

Los huevos de codorniz contienen muchas sustancias esenciales para el crecimiento y desarrollo humano, especialmente para la nutrición infantil. Su contenido de aminoácidos en

proteínas es más alto que el de otros tipos de huevos (Cleusa *et al.*, 2005) y de acuerdo con Tokuşođlu (2005) indica que el huevo de codorniz fortalece el sistema inmune.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de dos niveles de inclusión del follaje de *Trichanthera gigantea* y *Moringa oleífera* sobre la producción y calidad externa del huevo de *Coturnix coturnix japonica*.

## **1.2 Antecedentes**

### **1.2.1 Uso de arbóreas alternativas en la alimentación animal**

Las arbóreas tropicales suministran una gran variedad de alternativas en la alimentación de los animales, por ser una fuente de proteína y energía que los animales requieren, además de tener una alta producción de biomasa. Sin embargo, existe una escasa fuente de bancos forrajeros que puedan cubrir con la demanda ya que ha existido una competencia entre los animales de producción y la alimentación humana.

El crecimiento animal necesita una eficiente producción con bajos costos para animales monogástricos, que lleva a una búsqueda de forrajes poco convencionales, que reduzca el uso de cereales y que no compita con la alimentación humana (Savón, 2005). Las dietas de las aves son usualmente formuladas con cereales como la principal fuente de energía y proteína, la soya es la harina más utilizada como fuente de proteína (NRC, 1994). Sin embargo, la avicultura y otras producciones ganaderas tienden a la dependencia de cereales como el maíz, sorgo y soya para la realización de los concentrados balanceados, elevando los costos de las materias primas a nivel internacional, afectando los costos de producción en la explotación avícola y de otras especies (Buitrago *et al.*, 2001).

El uso de forrajes en la alimentación de animales monogástricos ha aumentado en los últimos años, por lo que se ha vuelto competencia con el uso de biocombustibles y en la

alimentación humana afectando considerablemente la seguridad alimentaria a nivel internacional (Savón *et al.*, 2008). Por otra parte, hay una diversidad de productos vegetales que recientemente se han utilizado como fuentes de proteína para la elaboración de alimento alternativo en la producción de aves (Fasuyi *et al.*, 2007).

### **1.2.2 Composición química y valor nutritivo de la *Trichanthera gigantea* y *Moringa oleífera***

En el trópico se dispone de una gran cantidad de especies de plantas con altos rendimientos en biomasa forrajera con un alto valor alimenticio para los animales (Nieves *et al.*, 2002). El valor nutritivo de una planta está determinado a través de la composición química (Savon *et al.*, 2008), su aporte de energía y la capacidad que tiene el animal para digerir, absorber y metabolizar los nutrientes (Hall y Huntington, 2008). Miranda *et al.* (2015), han demostrado que los sistemas de producción de rumiantes que utilizan arbóreas y arbustivas en la alimentación de estos resultan mejores ya que el follaje ofrece un mayor contenido de proteína.

La *Trichanthera gigantea* y la *Moringa oleífera* son plantas que rinden elevadas cantidades de biomasa, con buen contenido nutrimental (cuadro 1) que incluye porcentajes superiores al 16 % de proteína cruda (PC) y el contenido de fibra detergente neutro (FDN) en estas plantas es inferior al 50 %, seguido del alto aporte de calcio, sugiriendo su posibilidad para ser incluidas en planes de suplementación en animales lactantes o en aves de postura. Sin embargo, el contenido químico de la planta depende de la estación, las condiciones edafológicas y el manejo agronómico.

**Cuadro 1.** Contenido nutrimental de algunas arbóreas utilizadas en la alimentación animal.

<b>Especie</b>	<b>Parte de la planta</b>	<b>MS (%)</b>	<b>PC (%)</b>	<b>FDN (%)</b>	<b>Ca (%)</b>	<b>P (%)</b>	<b>Referencia</b>
<i>Trichanthera gigantea</i>	Hoja	93.82	19.83	45.34	0.62	0.22	2
	Hoja	87.60	25.00	40.80	5.36	0.28	5
<i>Moringa oleífera</i>	Hoja	91.22	19.76	44.42	2.13	0.24	1
	Hoja	NE	27.10	NE	2.00	0.20	4
<i>Leucaena leucocephala</i>	Hoja	91.86	17.10	51.61	NE	NE	3
	Hoja	85.20	26.78	34.15	NE	NE	6

Abou-Elezz *et al.* (2012)<sup>1</sup>; Delgado *et al.* (2007)<sup>2</sup>; Nieves, *et al.* (2009)<sup>3</sup>; Dhakar *et al.* (2011)<sup>4</sup>; Brenes-Soto (2015)<sup>5</sup>; Martínez *et al.* (2016)<sup>6</sup>

Por su parte, Walugembe *et al.* (2014) indican que la inclusión de la fibra en la dieta de aves de producción tiende a incrementar el consumo de alimento como una compensación por la concentración reducida de nutrientes digestibles.

Bejar (2017), evaluó el efecto de la harina de hoja de *T. gigantea* en codorniz japónica, con inclusiones de 0, 15 y 25%, en este estudio tuvo como resultados que el 25% de inclusión aumentó significativamente el color de la yema, sin embargo, este disminuyó el porcentaje de postura en comparación al del 15%, concluyendo que este es el máximo nivel de inclusión para obtener buenos niveles de crecimiento, producción y cualidades para el mejoramiento del huevo de codorniz.

Por otro lado, Valdivié *et al.* (2016) realizaron un estudio en gallinas ponedoras L-33, en el cual incluyeron *M. oleífera* con niveles de 0, 10 y 20% de harina, este último tuvo una disminución del 14% en postura con respecto al tratamiento control, pero tuvo un efecto significativo en la pigmentación de la yema del huevo, sin embargo concluyen que se puede

utilizar hasta un 10% de Moringa en las dietas sin que este afecte el rendimiento de las aves. Sin embargo, Valdivié *et al.* (2012) mostraron la posibilidad de incluir hasta un 20% de harina de moringa en la dieta de gallinas ponedoras de 20-25 semanas de edad sin afectar su desempeño productivo y reduciendo los costos en la alimentación.

En el cuadro 2 se muestra el contenido de aminoácidos presentes en el follaje de algunas arbóreas, se puede observar que de acuerdo al NRC y a las tablas brasileñas (2017) con estas arbóreas se podría cubrir el requerimiento de las codornices japónicas en su etapa de postura.



**Cuadro 2.** Contenido de Aminoácidos (g/ kg) de arbóreas utilizadas en la alimentación animal.

Aminoácidos	<i>Trichanthera gigantea</i> <sup>2</sup>	<i>Moringa oleífera</i> <sup>3</sup>	<i>Erythrina indica</i> <sup>4</sup>	Tablas brasileñas (2017) <sup>5</sup>	NRC (1994) <sup>1</sup>
Arginina*	10.50	6.23	6.07	1.39	1.26
Histidina*	4.00	2.99	3.61	0.50	0.42
Isoleucina*	8.30	4.50	2.14	0.80	0.90
Leucina*	14.90	8.70	7.01	1.83	1.42
Lisina*	8.60	5.60	6.01	1.24	1.00
Fenilalanina*	9.80	6.18	4.91	0.90	0.78
Treonina*	8.60	4.66	3.21	0.79	0.74
Valina*	10.30	5.68	4.36	0.94	0.92
Metionina*	NE	1.98	0.81	0.54	0.45
Alanina	9.90	7.32	3.96	NE	NE
Aspártico	17.10	8.83	10.10	NE	NE
Glutámico	20.30	10.22	15.17	NE	NE
Glicina	10.30	5.47	4.01	NE	NE
Prolina	8.50	5.43	2.80	NE	NE
Serina	8.00	4.12	5.26	NE	NE
Cisteína	NE	1.35	0.56	NE	NE
Tirosina	7.00	3.87	3.68	NE	NE
Triptófano	NE	2.10	NE	0.26	0.19

NE: No Especificado; \*AA esenciales; NRC (1994)<sup>1</sup>; Zarkadas *et al.* (1995)<sup>3</sup>; Quirama *et al.* (2004)<sup>2</sup>; Pugalenti *et al.* (2004)<sup>4</sup>; Tablas brasileñas (2017)<sup>5</sup>.

Los metabolitos secundarios (cuadro 3), son sustancias que las plantas mismas sintetizan en modo de protección contra depredadores como bacterias, insectos y hongos. Estos compuestos se consideran indeseables dentro de las características de los alimentos

alternativos para animales, ya que pueden tener respuestas negativas en el ciclo de producción (Martínez, 2002). Trabajos realizados con animales no rumiantes han descubierto que estos metabolitos al consumirse en grandes cantidades causan toxicidad en el organismo, desarrollando un cuadro tóxico, que puede ser reversible o afectar de manera permanente al animal.

**Cuadro 3.** Contenido de metabolitos secundarios de plantas forrajeras.

<b>Especie</b>	<b>Fenoles</b>	<b>Saponinas</b>	<b>Alcaloides</b>	<b>Esteroles</b>	<b>Taninos</b>	<b>Referencias</b>
<i>Gliricidia sepium</i>	NE	-	+++	NE	+	3
<i>Moringa oleífera</i>	NE	-	+	-	+	1
<i>Leucaena leucocephala</i>	++	+	-	NE	+	4
<i>Morus alba</i>	NE	-	+	NE	++	3
<i>Trichanthera gigantea</i>	-	-	+	NE	++	2

NE: No Especificado; Echavarría *et al.* (2016)<sup>1</sup>; Albert y Rodríguez (2014)<sup>2</sup>; Scull y Savón (2011)<sup>3</sup>; López *et al.* (2008)<sup>4</sup>.

Recientemente, las hojas de plantas locales o introducidas con potencial en la nutrición animal se han utilizado ampliamente como suplementos alimenticios en dietas de aves de corral para mejorar la productividad y la calidad del producto. Gracias al contenido de pigmento en el follaje arbóreo, se ha demostrado que este contenido aumentaba el color amarillo oscuro de la piel del pollo, mejoraba el color de la yema de huevo y aumentaba la preferencia a la carne y el huevo (Hien *et al.*, 2016).

### 1.2.3 Producción de huevo de codorniz japónica

Con el aumento en la demanda de comida rápida y la competencia en el consumo de productos avícolas como el pollo y el huevo, ya existen granjas alternativas que han logrado ser esenciales para la estabilidad económica de los productores (Panda *et al.*, 2017). La cría de codorniz japónica es una alternativa viable a la cría de pollos, ya que esta ha estado surgiendo por sus cualidades como su rápido crecimiento, temprana madurez sexual, resistencia a enfermedades, menor requerimiento de espacio en piso o en jaula, período de incubación corto y baja ingesta de alimento haciendo que sea competitiva para cría comercial en condiciones de manejo intensivo (Egbeyale *et al.*, 2013; Mnisi *et al.*, 2017).

De acuerdo con Adachi *et al.* (1977) el huevo de codorniz japónica era consumido únicamente por los japoneses; ahora en países de Europa, Asia y África está ganando atención de ganaderos, investigadores y empresarios ya que la producción de esta ave es económicamente factible y puede resultar una alternativa como fuente de proteína para el consumo de la población (Dauda *et al.*, 2014).

Los huevos han sido colectados y consumidos desde hace muchos años antes de la domesticación de las gallinas y otras aves, es un alimento que ha sido aceptados en muchas regiones y por muchas culturas. Un huevo contiene los nutrientes necesarios como lípidos, aminoácidos y vitaminas, aptos para una nueva vida, la composición de este depende de la alteración genética o línea del ave, así como de la edad y del tipo de dieta con la que es alimentada.

El huevo es un alimento esencial en la dieta del mexicano, es una fuente de proteína de primera calidad, siendo este superior en consumo a la leche y la carne (Torre *et al.*, 2012; SIAP, 2018). México posee el cuarto y sexto lugar en producción de huevo y pollo a nivel mundial, con un consumo *per cápita* de 22.6 kg al año (SIAP, 2018); la carne de codorniz y los huevos de estas tienen un mercado prometedor en países como China, Brasil, Japón,

España, Francia y Estados Unidos, entre estos China se ha convertido en el primer productor de huevo de codorniz y España el primer productor de carne de codorniz (Gutiérrez, 2018); sin embargo, no existen datos donde indique la posición de la codorniz en México.

La codorniz japónica es igual conocida como el mini-ganado por excelencia, está tomando importancia por sus aportes en la nutrición humana en programas de seguridad alimentaria (FAO, 2012), debido a la capacidad de producir carne y huevo en comparación a los pollos de engorde y a las gallinas de postura (cuadro 4).

**Cuadro 4.** Características comparativas de producción entre huevos de gallina y huevos de codorniz.

<b>Características</b>	<b>Gallina</b>	<b>Codorniz</b>
Período de incubación del huevo	21 días	16 días
Peso del huevo en proporción al ave	3%	10%
Comienzo de la postura	154 días	42 días
Continuidad de la postura	Curva de postura	Continua
Postura anual	300	260
Tiempo entre postura	cada 26 horas	Cada 22 horas
Peso del huevo	50-60 g	10-12 g
Relación 12 huevos: kilo de alimento	2,2	0,3
Vida útil de la ponedora	2 años	1 año
Densidad de cría por m <sup>2</sup>	100	1000
Alimentación (tipos diferentes)	3	2
Mantenimiento del fotoperíodo	Requiere	Requiere
Trabajadores por nave	2	1

Fuente: Secretaría de Fomento Agropecuario (2009).

#### **1.2.4 Calidad del huevo**

El huevo es uno de los alimentos más completos que existen. Sin embargo, establecer los detalles y control de la calidad de éste para consumo humano no ha sido una fácil solución para muchos productores de huevo, dado que éste involucra numerosos factores de mediciones (Juárez-Caratachea *et al.*, 2010). Durante mucho tiempo, para poder medir la calidad del huevo de manera interna y externa los rasgos más importantes han sido el peso

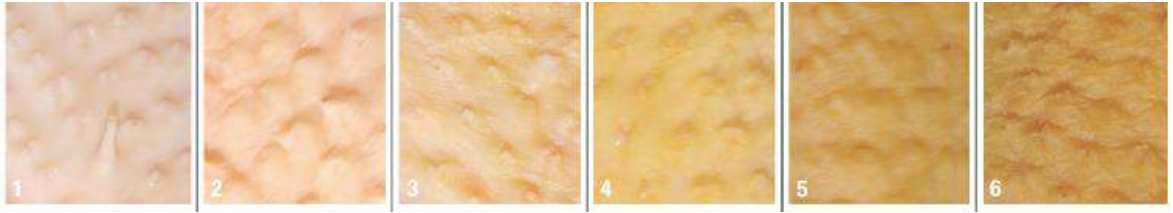
del huevo, la forma del huevo, grosor de la cáscara, la resistencia a la rotura, la cámara de aire, la atura de la albúmina y el peso, e indicadores de la yema (Johnson y Merrit, 1955).

Durante muchos años, los carotenoides han sido conocidos como precursores de la vitamina A, experimentando la conversión a retinoides en la pared intestinal (Surai, 2002). En general, en la nutrición moderna de aves de corral, los ésteres de retinilo sintéticos son la principal fuente de vitamina A, y los carotenoides en el alimento proporcionan solo una pequeña parte del requerimiento total de vitamina A (Karadas *et al.*, 2005)

La relación existente entre lo que se percibe como calidad y la intensidad de la yema de huevo (figura 1) y pigmentación del pollo (figura 2), ya sea amarillo o amarillo naranja , puesto que se asocia con un pollo más saludable, de mayor calidad, mejor sabor y también asociado con parvadas criadas bajo condiciones naturales, lo cual ha traído como consecuencia una creciente competencia entre los avicultores para lograr identificar su marca comercial a través de la pigmentación de la piel del pollo de engorda y la yema de huevo. Para lograr estos niveles de pigmentación, ha sido necesario aumentar la dosis de xantofilas naturales y la adición de pigmentos sintéticos buscando “el tono dorado” (Hernández, 2014).



**Figura 1.** Abanico de color DSM® para yema de huevo



**Figura 2.** Patrón visual para la evaluación del color en la piel del pollo (Delgado et al., 2014)

La calidad del huevo también se mide por medio del albumen relacionado directamente con su fluidez y se puede medir a través de la altura de su densa capa externa. Las unidades Haugh son una medida que correlaciona esta altura en mm con el peso del huevo y se emplea como indicador de frescura (Instituto de Estudios del huevo, 2009).

Un estudio realizado por Kondaiyah *et al.* (1981) desarrollaron una fórmula para estimar las unidades Haugh en el huevo de codorniz llamada Unidad de Calidad Interna (U.Q.I.), esta es basada en variables similares a las utilizadas en las fórmulas para medir las UH del huevo de gallina, pero esta fórmula está corregida con base a un rango de peso de entre 9 y 11 gramos. Este cálculo es para un huevo de codorniz y se expresa en la siguiente ecuación:

$$U.Q.I.= 100 \log (H + 4.18 - 0.8989 W^{0.6674})$$

En donde:

H: altura del albumen

W: Peso del huevo

### **1.3. Hipótesis**

Las inclusiones del 20% de *Trichanthera gigantea* o *Moringa oleífera* en la dieta de codornices japónicas en etapa de postura favorecerán el comportamiento productivo y mejorarán la calidad del huevo sin afectar el consumo y la conversión alimenticia.



## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

Evaluar la eficiencia zootécnica y calidad del huevo de codornices alimentadas con una dieta a base de diferentes niveles de *T. gigantea* o *M. oleífera*.

### **1.4.2 Específicos**

Determinar el efecto de la inclusión de las arbóreas sobre el consumo y la conversión alimenticia.

Determinar el efecto de la inclusión de las harinas de follaje sobre la producción de huevo.

Evaluar el efecto del tipo de arbórea y su interacción con el nivel de inclusión en la dieta sobre la calidad del huevo.

## 1.5 Procedimiento experimental

### USO DE HARINA DE HOJA DE *Trichanthera gigantea* Y *Moringa oleífera* SOBRE LA CALIDAD DEL HUEVO DE CODORNIZ JAPONICA

#### Ubicación e infraestructura

Unidad de Producción e Investigación Agrícola y Pecuaria del Instituto Tecnológico de Conkal  
Jaulas metabólicas de 400 cm<sup>2</sup>, comederos

#### Diseño experimental

Diseño completamente al azar con arreglo factorial 2x2 + 1  
5 tratamientos (n=15)

#### Dietas

Tablas Brasileñas (2017)  
Cosecha de hojas y pecíolos, deshoje, secado y molienda  
Inclusiones: 0, 10 y 20 % cada arborea  
Agua y comida *ad libitum*

#### Animales

75 aves en etapa de postura  
Sacrificio: NOM-033-SAG/ZOO-2014

#### Variables

Consumo  
Digestibilidad aparente  
Peso canal ovarios, molleja, TGI e hígado  
Pesaje al inicio y final del experimento

Peso huevo, cáscara, yema y albúmina  
Color yema  
Grosor cáscara  
Profundidad albúmina  
Unidades Haugh

## 1.6 Literatura citada

- Abou-Elezz, F.M.K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R., Solorio-Sánchez, F. (2012). Apparent digestibility of Rhode Island red hens' diets containing *Leucaena leucosephala* and *Moringa oleífera* leaf meals. *Tropical and subtropical Agroecosystems*. 15:199-206
- Adachi, S., Sumaya, K., Sugawara, H., Nagay, J. (1977). Lipids in the egg yolk of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Comp. Bioch. Physiol.* 60: 117-120
- Bejar, F. (2017). Madre de agua (*Trichanthera gigantea*) leaf meals as fed to quails with Aloe vera extract and acid cheese whey supplementation. *The countryside development research journal*. 5(1):15-23
- Brenes-Soto, A. (2015). Respuesta productiva de conejos alimentados con follaje fresco de nacedero (*Trichanthera gigantea lamiales*: Acanthaceae). *UNED research journal. Cuadernos de investigación UNED*. 6(2):205-211
- Buitrago, J. Gil, J., Ospina, B. (2001). La yuca en la alimentación avícola. *Papel house group. Cuadernos avícolas*. 48
- Cuca, M., Ávila, E. (2016). Nutrición de aves. Segunda edición. Universidad Autónoma de Chapingo. 20-23
- Dauda, G., Momoh, O.M. Dim, N.I., Ogah, D.M. (2014). Growth, production and reproduction in performance of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) in humid enviromental. *Egypt Poultry Science*. 34(2):381-395
- Delgado, D.C., González, R., Galindo, J., Cairo, J., Almeida, M. (2007). Potencialidad de *Trichanthera gigantea* y *Morus alba* para reducir la producción de metano *in vitro*. *Revista cubana de ciencia agrícola*. 41(4):339-342
- Delgado, E., Castañeda, P., Braña, D., Espinosa, P. (2014). Patrones fotográficos para la evaluación del color en piel y carne de pollo. *UNAM. México*. Pp. 13-16
- Echavarría, A., D'Armas, H., Matutel, N.L., Jaramillo, C., Rojas, A.C. Benitez, R. (2016). Evaluación de la capacidad antioxidante y metabolitos secundarios de extractos de dieciséis plantas medicinales. *Revista ciencia UNEMI*. 9(20):29-35

- Egbeyale, L.T., Fatoki, H.O., Adeyemi, O.A. (2013). Effect of egg weight and oviposition time on hatchability and post hatch performance of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Nigerian J. Anim. Prod. 40: 102-110
- Fasuyi, A.O., Dairo, F.A.S. Olujimi, O.T. (2007). Protein supplementary quality of vegetable leaf meal (*Amaranthus cruentus*) in the diets of laying hens: egg laying performance, egg quality and hematological implications. J. food Agric. Environ. 5:294-300
- Hall, M.B., Hunting, G.B. (2007). Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. J. Anim. Science. 86:287-292
- Hernández, M. (2014). Pigmentación en la industria avícola. BM Editores México. Disponible en: <http://bmeditores.mx/pigmentacion-en-la-industria-avicola>
- Hien, T.Q., Huan, T.T., Khoa, M.A., Kien, T.T., Huong, P.T., Nhung, H.T.H. (2017). Nutrient digestibility determination of Casava, Leucaena, Stylosanthes, Moringa and Trichanthera leaf meals in chickens. Bulgarian J. of Agric. Sci. 23(1):476-480
- Instituto de estudios del huevo. (2009). El gran libro del huevo. Primera edición. EVEREST. Madrid. p. 34
- Johnson, A.S., Merrit, E.S. (1955). Heritability of albumen height and specific gravity of eggs from white Leghorns and Barret Rocks and the correlations of these traits with egg productions. Poult. Sci. 35: 578-587
- Juárez-Caratachea, A., Gutiérrez-Vázquez, E., Segura-Correa, J., Santos-Ricalde, R. (2010). Calidad del huevo de gallinas criollas criadas en traspatio en Michoacán, México. Trop. And Subtrop. Agrosyst. 12: 109-115
- Karadas, F., Grammenidis, E., Surai, P.F., Acamouicb, T., Sparks, N.A.C. (2005). Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. Britanic Poult. Sci. 47:561-566
- Kondai, N., Panda, B., Singhal, A. (1981). Internal egg-quality measure for quail eggs. Indian. J. Anim. Sci. 53: 1261-1264
- Martin, A.G., Franklin, W.M., Maffiol, A. (1998). Quail: an egg and meat production system. ECHO. U.S.A.

- Martínez, S., González, J., Culebras, J.M., Tuñón, J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acción antioxidante. *Nutr. Hop.* 17: 271-273
- Martínez, M.M., Reyes, C.A., Lara, B.A., Miranda, R.L.A., Huerta, B.M., Uribe, G.M. (2016). Composición nutricional de leucaena asociada con pasto estrella en la Huasteca Potosina de México. *Rev. Mexicana Cienc. Agric.* 16: 3343-3355
- Minvielle, F. (2004). The future of Japanese quail for research and production. *World's Poult Sci.* 60:500-507
- Miranda, T., Machacado, H., Bover, K., Oropesa, K., Suset, A., Lezcano, J.C. (2015). Principales limitantes y soluciones para la producción de alimentos: contribución del programa de innovación en Matanzas, Cuba. *Pastos y Forrajes.* 38(3):202-208
- Mnisi, C.M., Matshogo, T.B., Van Nieker, R.F. Mlambo, V. (2017). Growth performance, haematological and serum biochemical parameters and meat quality characteristics of male Japanese quail fed a *Lippia javanica* based diets. *South Africa J. Anim. Sci.* 47(5):661-671
- Nieves, D., Basilia, S., Terán, O., González, C. (2002). Niveles crecientes de *Leucaena leucocephala* en dietas para conejos de engorde. *Revista científica.* 12(2):419-421
- Nieves, D., Moncada, I., Terán, O., González, C., Silva, L., Ly, J. 2009. Parámetros digestivos en conejos de engorde alimentados con dietas basadas en follajes tropicales digestibilidad ileal. *Bioagro.* 21(1):33-40
- N.R.C. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition*
- Panda, S., BABu, L.K., Tnuja, S., Panda A.K., Mohanty, A., Panigrahy, K.K., Samal, P. (2017). Effect of dietary supplementation of fermented fish silage on serum biochemical parameters of broiler Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Veterinary world.* 10(4): 380-385
- Pugalenthi, M., Valdivié, V., Gurumoorth, P., Janardhanan, K. (2004). Comparative nutritional evaluation of little know legumes, *Tamarindus indica*, *Erytrina indica* and *Sesbania bispinosa*. *Trop. and Subtrop. Agrosyst.* 4: 107-123

- Sastre, G.A., Sastre, G.R.M., Tortureo, C.A., Suárez, F.G., Vergara, G.G., López, N.C. (2002). Lecciones sobre el huevo. Primera edición. Madrid. pp. 45-55
- Savón, L. (2005). Alimentación no convencional de especies monogástricas: utilización de alimentos altos en fibra. VIII Encuentro de nutrición y reproducción de animales monogástricos. Venezuela. 30
- Savón, L., Mora, L., Rodríguez, V., Rodríguez, Y., Scull, I., Hernández, Y., Ruíz, T. (2008). Efecto de la harina de follaje de *Tithonia divresifolia* en la morfometría del tracto gasatointestinal de cerdos en crecimiento-ceba. *Zootecnia tropical*. 26(3):387-390
- Scull, I., Savón, L. (2011). Caracterización fitoquímica de forrajes de plantas con potencial de uso en la alimentación animal. *Rev. Cubana de Cien. Agrop.* 32(1): 15-17
- Secretaría de Fomento Agropecuario. (2009). Encuesta y consulta bibliográfica sobre codorniz. SAGARPA. p. 9
- SIAP. (2018). Atlas agroalimentario 2012-2018. Primera edición. México. p. 176
- Surai, P.F. (2002). *Natural antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction*. Nottingham University Press. Nottingham.
- Tablas Brasileñas. (2017). *Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales para aves y cerdos*. 4a Edición. Brasil. p. 361
- Tokuşoğlu, Ö. (2005). Egg yolk and breast milk based long chain-polyunsaturated fatty acids (lc-pufa): Nutraceutical and Clinical aspects. Practical short course: Speciality and functional oils: Consumer perceptions, market trends and health. Book of proceedings. University of Ghent. Bélgica
- Valdivié, M., Mesa, O., Rodríguez, B. (2016). Use of diets with *Moringa oleífera* (stems+leaves) meals in laying hens. *Revista cubana de ciencia agrícola*. 50(3):445-454
- Walugembe, M., Rothschild, M.F., Persia, M.E. (2014). Effects of high fiber ingredients on the performance metabolizable energy and fiber digestibility of broiler and layer chicks. *Animal feed science Technol.* 188:46-52

Zarcadas, C.G., Yu, Z., Burrows, V.D. (1995). Protein quality of three new Canadian-development naked oat cultivars using amino acids compositional data. *Journal of agricultural and food chemistry*. 43:415-421

**CAPÍTULO II. USO DE HARINA DE HOJA DE *Trichanthera gigantea* O *Moringa oleífera* SOBRE LA CALIDAD DEL HUEVO DE CODORNIZ JAPÓNICA**

**USE OF *Trichanthera gigantea* OR *Moringa oleifera* LEAF MEAL ON THE QUALITY OF THE JAPAN QUAIL EGG**

Aguilar Urquizo Edgar<sup>1\*</sup>, Reyes Escalante Alondra Montserrat<sup>1</sup>, Sanginés García José Roberto<sup>1</sup>, Piñeiro Vázquez Ángel Trinidad<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/ I.T. Conkal, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Avenida Tecnológico S/N, Conkal, Yucatán, México \*Autor de correspondencia: [edgar.aguilar@itconkal.edu.mx](mailto:edgar.aguilar@itconkal.edu.mx)

Formato de la Revista Brasileira de Ciencia Avícola



## II CAPÍTULO 2.

# Uso de harina de hoja de *Trichanthera gigantea* o *Moringa oleífera* sobre la calidad del huevo de codorniz japónica

Aguilar Urquizo Edgar<sup>1\*</sup>, Reyes Escalante Alondra Montserrat<sup>1</sup>, Sanginés García José Roberto<sup>1</sup>, Piñeiro Vázquez Ángel Trinidad<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/ I.T. Conkal, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Avenida Tecnológico S/N, Conkal, Yucatán, México \*Autor de correspondencia: [edgar.aguilar@itconkal.edu.mx](mailto:edgar.aguilar@itconkal.edu.mx)

### Introducción

Teniendo en cuenta la crisis económica y alimentaria a nivel mundial, los países de América Latina han desarrollado estrategias para la alimentación animal con el propósito de aumentar la producción en condiciones tropicales (García *et al.*, 2008; Cuervo *et al.*, 2013). En los últimos años el desarrollo y la implementación de alternativas económicas en la alimentación animal ha estado avanzando en la valoración de los recursos forrajeros locales, adaptados al medio y con la aceptación de los productores (Posso *et al.*, 2011). El follaje de plantas arbustivas y arbóreas ha tenido resultados positivos como alternativa de alimentación para rumiantes por sus cualidades en niveles altos de proteína y el contenido del valor nutritivo (García *et al.*, 2008).

En las regiones tropicales existe una abundancia de plantas forrajeras que tienen potencial nutritivo para ser incluidas en la ración de animales monogástricos. Sin embargo, el alto contenido de fibra en estos recursos limita su inclusión y por lo tanto el balanceo de la dieta. En este sentido, los sistemas de producción avícola se ven obligados a utilizar más

del 50% de granos de importación en la dieta a precios elevados; lo cual, reduce la rentabilidad de los sistemas, debido a que el costo de la alimentación representa hasta un 60% del costo total de producción de las aves (Cuca *et al.*, 2016). Por lo cual, ha sido imperante la búsqueda de alternativas forrajeras para la alimentación animal que puedan reemplazar parcialmente los ingredientes convencionales en la dieta. Recientemente, la harina de hojas de arbóreas se ha utilizado ampliamente como suplementos alimenticios en las dietas de aves domésticas con el fin de mejorar la productividad y la calidad del producto (Hien *et al.*, 2017).

La *Trichanthera gigantea* y la *Moringa oleífera* son plantas que tienen grandes características de adaptación en climas tropicales, son buena fuente de proteína (superior al 16%) y calcio, haciéndolas aptas para el consumo de aves de postura y animales lactantes.

La codorniz japonesa es originaria de Asia y Europa (NRC, 1992). Esta especie de ave es económicamente viable ya que se pueden obtener dos productos como la carne y el huevo. Sin embargo, la producción de codorniz no está establecida en México, pero ocupa un lugar importante en la producción de aves de corral (Genchev *et al.*, 2008), ya que ofrece una serie de ventajas sobre el pollo, como el tamaño corporal, la resistencia a muchas enfermedades, el inicio de postura a edad temprana, alta tasa de reproducción, así como una baja ingesta de alimento (Iwamoto *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2011).

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de dos niveles de inclusión del follaje de *Trichanthera gigantea* y *Moringa oleífera* sobre la producción y composición química del huevo de *Coturnix coturnix japonica*.

## Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en la Unidad de Producción e Investigación Agrícola y Pecuaria del Instituto Tecnológico de Conkal, que se encuentra ubicado a 21° 05' latitud Norte, 89° 32' longitud Oeste (Conkal, Yucatán, México) y 8 msnm (Flores-Guido y Espejel-Carvajal, 1994).

Se manejaron 75 hembras de codorniz japónica en etapa de postura (peso  $243 \pm 15$  g), las cuales estuvieron divididas en un diseño completamente al azar en cinco tratamientos (T0: Testigo, T1: 10% de *M. oleífera*, T2: 20% de *M. oleífera*, T3: 10% de *T. gigantea*, T4: 20% de *T. gigantea*), cada tratamiento con cinco repeticiones ( $n=5$ ), el experimento se realizó en tres periodos de nueve días, cada período estuvo dividido en siete días de adaptación al manejo y a la dieta y dos días para la medición de las variables evaluadas.

Las dietas fueron balanceadas con base a las tablas Brasileñas (2017) con un contenido proteico de 19% de PC y 2800 Kcal de EM/kg de MS, las dietas de los tratamientos fueron elaboradas con harina (hoja y pecíolos) de *T. gigantea* y *M. oleífera*, con una inclusión de 10 y 20% según el tratamiento (cuadro 1).

**Tabla 1.** Porcentaje del contenido en las dietas para codornices en etapa de postura.

<b>Insumo</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>
<i>Trichanthera gigantea</i>	-	-	-	10	20
<i>Moringa oleífera</i>	-	10	20	-	-
Maíz	40	30	30	30	28
Soya	31	29	24	31	30
Sorgo	12	10	7	8	1
Salvado de trigo	2.50	-	-	-	-
Melaza	9	9	8	9	9
Aceite	1.20	8.28	8	8	8
Carbonato de calcio	3.20	2.96	2.75	3.11	3.06
Fósforo di cálcico	0.60	0.68	0.68	0.70	0.70
Lisina	0.28	-	-	-	-
Metionina	0.24	0.07	-	0.26	0.28
Treonina	0.04	-	-	-	-
<b>Análisis químico proximal de las dietas evaluadas (AOAC methods)</b>					
MS	88.34	86.58	86.15	88.73	86.27
Proteína	19.46	17.89	18.18	17.70	17.79
E.E.	1.65	6.35	7.54	7.62	7.06
FDN	50.43	42.93	52.11	56.90	53.26

FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácida; E.E.: Extracto etéreo.

Las aves fueron alojadas en jaulas individuales de 400 cm<sup>2</sup> provistas de charolas para la recolección de heces, las codornices tuvieron acceso *ad libitum* al agua y se alimentaron dos

veces al día con una ración considerando el 15% de su peso corporal con un excedente del 2 % para asegurar el consumo de materia seca.

Durante el período experimental, cada 24 h se recolectaron las heces en charolas se pesaron y mantuvieron en una estufa de aire forzado a 100° C hasta peso constante para determinar el contenido de materia seca.

Se recolectaron huevos dos veces al día, se mantuvieron almacenados durante 24 horas, se pesaron completos y por fracción (Cáscara, yema y albumen), se midió el grosor de la cáscara con un Micrómetro digital (Pittsburgh®), el color de la yema se midió con el abanico de colores de yema (DSM®) y la profundidad de la albúmina con la barra de profundidad del vernier digital (Truper CALDI-6MP®).

Las variables zootécnicas que se midieron fueron: consumo voluntario, digestibilidad, peso de la canal, peso del ovario, peso de la molleja, peso del huevo. Para las variables de calidad del huevo se determinó: peso de la cascara, peso de la albúmina, peso de la yema, coloración de la yema, profundidad de la albúmina, grosor de la cáscara y las unidades Haugh.

El análisis estadístico se realizó mediante el procedimiento ANOVA de SAS (versión 9.1, 2003) y la prueba de comparación de medias se efectuó mediante el procedimiento de Tukey (95% de significancia). Debido a que la variable del color de la yema es una variable cualitativa se hizo un análisis no paramétrico con la prueba de Kruskal Wallis ( $P \leq 0.05$ ).

## **Resultados y discusión**

Los niveles de inclusión de las arbóreas influyeron en el consumo voluntario (Tabla 2) de las dietas, habiendo diferencia ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, siendo las aves del T0 las

que tuvieron el mayor ( $P < 0.05$ ) consumo de Materia Seca (MS) respecto de los T1 y T4, mientras que T2 y T3 fueron intermedios ( $P \leq 0.05$ ) para esta variable. Los resultados de consumo de alimento en éste ensayo, son superiores a los indicados en las tablas Brasileñas (24.48 g/ave día) y por los reportados por Mnisi *et al.* (2017), quienes trabajaron con una dieta que incluía 25% de *L. javanica* el cual tuvo un consumo bajo (20.40 g/ave día) en las codornices de postura. En lo que respecta a la digestibilidad (Tabla 2), no se encontraron diferencias ( $P > 0.10$ ) entre los tratamientos, sin embargo, en el T0 se observó un tendencia a una mayor digestibilidad (41.55%), lo cual se puede atribuir a la ausencia del contenido de fibra de las arbóreas. Por su parte, Abou-Elezz *et al.* (2012), indican que a mayor porcentaje de la arbórea decrece la digestibilidad de la dieta en las aves. Esto se puede deber al contenido de fibra en las arbóreas, ya que contienen un baja concentración, la *T. gigantea* con 34.21% (Best *et al.*, 2016) y la *M. oleífera* con 30.80% (Sánchez *et al.*, 2006), en comparación con otras especies usadas para la alimentación de los monogástricos como la *L. leucocephala* con 51.61% (Nieves *et al.*, 2009), caña de azúcar con 59.60% (Dihigo *et al.*, 2008) e incluso que algunos pastos como *C. ciliaris* con 72.51%. Una mayor ingesta de fibra reduce la digestibilidad de la materia orgánica, la materia seca y la energía aparente metabolizable (Liu *et al.*, 2011). Una mayor ingesta de fibra resultará en una mayor proporción de la dieta fermentada con una reducción de la energía neta (Jamroz *et al.*, 2002). Por lo tanto, en este estudio se esperaba que la energía disponible para el mantenimiento del peso disminuyera con el aumento del nivel de fibra, teniendo en consecuencia animales con canales de bajo peso como se puede observar en el Tabla 3.

Una vez concluida la fase experimental, los animales fueron sacrificados y evaluadas las canales (Tabla 3), no se observaron diferencias ( $P > 0.10$ ) en el peso de la canal y del ovario, pero si en el peso de la molleja siendo el T2 superior ( $P < 0.05$ ) al T0 y T3, pero el T1 y T4

fueron intermedios a estos. Cardoso *et al.*, (2010) reportan que dietas altas en FDN mejoran la producción de saliva, jugos gástricos y pepsina. El aumento en el contenido de FDN hace que la ingesta se retenga durante mayor tiempo, mientras que las partículas alcanzan el tamaño requerido para avanzar hacia el intestino delgado (Hetland *et al.*, 2005); esto aunado al incremento del volumen que se presenta en las dietas fibrosas, lo que puede ocasionar un aumento en el número e intensidad de las contracciones que favorecen el desarrollo e hipertrofia del tejido muscular que forman la molleja. Las aves que consumen elevados niveles de fibra tienen mayor peso en el tracto digestivo, lo cual afecta directamente en el rendimiento de la canal (Savón, 2006).

El peso promedio del huevo no difirió entre los tratamientos (Tabla 4), por lo que se procedió a determinar el peso de la albúmina, yema y cáscara; este último tuvo diferencia ( $P < 0.05$ ) siendo superior en el peso de la cáscara en los tratamientos con inclusión de las arbóreas con respecto al T0 que fue el de menor pesaje. Lo anterior se puede atribuir al buen empleo del calcio en la dieta, a pesar de ser dietas isocalóricas. El contenido de Ca en los forrajes de *T. gigantea* y *M. oleífera* son 4.81% (Savón *et al.*, 2006) y 12.90% (Debela y Tolera, 2013) respectivamente, siendo superiores en comparación con otras especies como la *L. leucocephala* con 1.8% (Ayssiwede *et al.*, 2010) y *G. sepium* con 1.7% (Gómez *et al.*, 2002); como se muestra en el Cuadro 5, en lo que se refiere a la variable grosor de la cáscara, se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ), siendo el T0 superior al resto de los tratamientos, sin embargo, este resultado comparado con el peso del huevo no es congruente el cual indica que el huevo de codorniz del T0 fue de menor tamaño, haciendo una cáscara más compacta al resto de los tratamientos.

Se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) para el color de la yema (Tabla 5) teniendo como dato mayor el T2 en el que se obtuvo una yema con color amarillo más intenso de acuerdo a

la escala de colores DSM, siendo el T0 menos amarilla en comparación al resto de los tratamientos que tienen un color más intenso. El color es importante y valorado por el consumidor, ya que este puede determinar la calidad del huevo y a la preferencia debido a que lo relacionan con una alimentación más natural en el ave de postura (Beardsworth y Hernández, 2004). Esto se debe al incremento en las inclusiones del forraje ya que estas plantas contienen carotenoides los cuales representan un grupo de pigmentos distribuidos que pueden tener un efecto tanto en animales como en sus productos y subproductos (Rodrigo *et al.*, 2004). Abou-Elezz *et al.* (2011), tuvieron resultados semejantes a este experimento trabajando con gallinas de postura alimentadas con dietas que tenían inclusiones de harina de hoja de *M. oleífera* y *L. leucocephala* con respecto al color de la yema, en el cual nos indican que al elevar el porcentaje de inclusión de harina de forraje en la dieta aumenta la coloración de la yema. Bejar (2017), obtuvo resultados semejantes al trabajar con codornices en etapa de postura, cuyas dietas tenían inclusiones de harina de *T. gigantea* y dietas con inclusiones de aloe vera más suero de queso, comprobando que las inclusiones de *T. gigantea* tenían un efecto en la yema de huevo al aumentar la coloración de esta a un amarillo más intenso.

La altura de la clara (Tabla 5;  $P < 0.05$ ) es una de las variables más utilizadas para determinar la calidad interna del huevo, ya que esta sirve para comprobar que tan fresco es el huevo o para aproximar el tiempo de almacén, esta se expresa en unidades Haugh, en lo que se refiere a las unidades Haugh (Tabla 5) se encontraron diferencias ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, obteniendo los mejores resultados en los tratamientos con las inclusiones de las arbóreas (T1, T2, T3 y T4) y el porcentaje más bajo en el T0. Odunsi *et al.* (2002), trabajaron con inclusiones de *G. sepium*, estos autores reportan que al incluir hasta un 15% de la harina en la dieta de gallinas no tuvo efecto en la frescura del huevo, obteniendo resultados contrarios al de este experimento; esto se puede deber a las diferentes capacidades



antioxidantes de las arbóreas haciendo que el huevo se mantenga más fresco durante más tiempo. Sin embargo, Quevedo Filho *et al.* (2013), trabajaron con diferentes inclusiones de salvado de arroz sancochado y no obtuvieron diferencia en sus resultados ya que estos no modificaron ni el peso de la albúmina y por consecuente las unidades Haugh. Shi *et al.* (2012), obtuvieron resultados inferiores a este trabajo, teniendo como resultado datos menores al 80%, cuyas dietas en gallinas de postura fueron con inclusiones de harina de semilla de girasol, por lo que Karunajeewa *et al.* (1989) piensan que esto se puede deber a que algún factor anti-nutricional pudo haber causado la baja producción de albumen en el huevo.

**Tabla 2.** Consumo y digestibilidad aparente de las dietas con inclusión de arbóreas

<b>Indicador</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>DE</b>
Consumo voluntario (g)	31.50 <sup>a</sup>	27.15 <sup>b</sup>	27.65 <sup>ab</sup>	29.00 <sup>ab</sup>	27.42 <sup>b</sup>	4.44
Digestibilidad (%)	41.55	37.06	30.18	34.35	31.20	16.59

<sup>ab</sup>Medias con distinta literal son diferentes (P<0.05); DE: Desviación estándar;

T0= Testigo, T1= 10% de *M. oleífera*, T2= 20% de *M. oleífera*, T3= 10% de *T. gigantea*, T4= 20% de *T. gigantea*

**Tabla 3.** Promedios de los parámetros *post-mórtem* de las codornices alimentadas con inclusiones de harina de forraje.

<b>Indicador</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>DE</b>
Peso canal (g)	128.64	120.69	125.53	125.28	125.42	17.33
Ovario (g)	14.21	18.10	15.71	17.14	15.90	6.49
Molleja (g)	4.42 <sup>c</sup>	4.51 <sup>bc</sup>	5.62 <sup>a</sup>	4.46 <sup>c</sup>	5.29 <sup>ab</sup>	0.77

<sup>abc</sup>Medias con distinta literal son diferentes (P<0.05); DE: Desviación estándar;

T0= Testigo, T1= 10% de *M. oleífera*, T2= 20% de *M. oleífera*, T3= 10% de

*T. gigantea*, T4= 20% de *T. gigantea*

**Tabla 4.** Proporción de los componentes del huevo de codorniz japónica alimentada con harina de *M. oleífera* y *T. gigantea*

<b>Indicador</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>DE</b>
Peso huevo (g)	12.21	12.35	12.45	12.88	12.21	1.49
Yema (g)	3.94	4.75	4.56	6.13	4.61	2.50
Albúmina (g)	5.73	5.95	5.95	6.43	7.88	2.80
Cáscara (g)	1.61 <sup>b</sup>	1.73 <sup>ab</sup>	1.66 <sup>ab</sup>	1.82 <sup>a</sup>	1.81 <sup>ab</sup>	0.87

<sup>ab</sup>Medias con distinta literal son diferentes (P<0.05); DE: Desviación estándar;

T0= Testigo, T1= 10% de *M. oleífera*, T2= 20% de *M. oleífera*, T3= 10% de

*T. gigantea*, T4= 20% de *T. gigantea*

**Tabla 5.** Cualidades del huevo de codorniz por efecto de las arbóreas

<b>Indicador</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>DE</b>
Grosor de la cáscara (mm)	0.54 <sup>a</sup>	0.23 <sup>b</sup>	0.24 <sup>b</sup>	0.25 <sup>b</sup>	0.27 <sup>b</sup>	0.21
Color de la yema	2.40 <sup>c</sup>	3.87 <sup>b</sup>	5.37 <sup>a</sup>	3.57 <sup>b</sup>	3.64 <sup>b</sup>	1.45
Profundidad de la albúmina (mm)	7.66	7.43	7.38	7.44	7.24	1.16
Unidades Haugh (%)	71.99 <sup>b</sup>	82.75 <sup>a</sup>	82.49 <sup>a</sup>	81.89 <sup>a</sup>	81.41 <sup>a</sup>	10.95

<sup>abc</sup>Medias con distinta literal son diferentes (P<0.05); DE: Desviación estándar;

T0= Testigo, T1= 10% de *M. oleífera*, T2= 20% de *M. oleífera*, T3= 10% de *T. gigantea*, T4= 20% de *T. gigantea*

## **Conclusión**

A pesar que los niveles de inclusión de las arbóreas fueron altos, no se encontraron diferencias en las variables de peso de huevo, pero si en el peso de la cáscara y color de la yema, lo cual permite incluir hasta un 20% de harina de *Trichanthera gigantea* y *Moringa oleífera*, lo que favorece las características físicas del huevo, le brinda una mayor vida de anaquel y contribuye a mantener su frescura.

## **Resumen**

Las fuentes de proteína para la alimentación animal cada vez son más limitadas. Por lo que el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de dos niveles de inclusión del follaje de *Trichanthera gigantea* y *Moringa oleífera* sobre la producción y composición química del huevo de *Coturnix coturnix japonica*. El trabajo se realizó en la Unidad de Producción Agrícola y Pecuaria (Posta) del Tecnológico de Conkal, Conkal, Yucatán. Se trabajó con 75

codornices en etapa de postura, distribuidas en un diseño completamente al azar con arreglo factorial AXB+N con cinco tratamientos (n=15) siendo T1= 10% de *M. oleífera*, T2= 20% de *M. oleífera*, T3= 10% de *T. gigantea*, T4= 20% de *T. gigantea*, T0= Testigo. No se observaron diferencias ( $P>0.10$ ) en las variables de digestibilidad, peso de la canal y peso del ovario, para consumo voluntario se observó ( $P<0.05$ ) que T0 (31.50 g) fue superior al resto de los tratamientos. Por el aumento de la fibra en las dietas el peso de la molleja fue superior en el T2 (5.62 g). Para las variables del huevo se obtuvo que en peso del huevo, peso de la yema, peso de la albúmina y profundidad de la albúmina no hubieron diferencias ( $P>0.10$ ) entre los tratamientos, pero si en el peso de la cáscara siendo T3 (1.82 g) mayor ( $P<0.05$ ) al resto de los tratamientos, en lo que se refiere al color de la yema el T2 (5.37) fue más intenso al resto de los tratamientos y para unidades Haugh (UH) el T0 (71.99%) fue inferior ( $P<0.05$ ) al resto de los tratamientos. Se concluye que es factible incluir hasta un 20% de harina de *Trichanthera gigantea* y *Moringa oleífera* en la dieta de las codornices, lo que favorece las características físicas del huevo, le brinda una mayor vida de anaquel y contribuye a mantener su frescura.

Palabras clave: codorniz, huevo, *Trichanthera gigantea*, *Moringa oleífera*, calidad del huevo

## **Abstract**

Protein sources for animal feed are increasingly limited. Therefore, the objective of this work is to evaluate the effect of two levels of inclusion of the foliage of *Trichanthera gigantea* and *Moringa oleífera* on the production and chemical composition of the *Coturnix coturnix japonica* egg. The work was carried out in the Agricultural and Livestock Production Unit (Posta) of the Technological Conkal, Conkal, Yucatán. We worked with 75 quails in the posture stage, distributed in a completely randomized design with AXB + N factorial

arrangement with five treatments (n = 15) being T1 = 10% of *M. oleifera*, T2 = 20% of *M. oleifera*, T3 = 10% of *T. gigantea*, T4 = 20% of *T. gigantea*, T0 = Witness. No differences (P> 0.10) were observed in the variables of digestibility, carcass weight and ovarian weight, for voluntary consumption, it was observed (P <0.05) that T0 (31.50 g) was superior to the rest of the treatments. Due to the increase in fiber in the diets, the gizzard weight was higher in T2 (5.62 g). For the egg variables it was obtained that in egg weight, yolk weight, albumen weight, and albumin depth there were no differences (P> 0.10) between treatments, but in the weight of the shell being T3 ( 1.82 g) greater (P <0.05) to the rest of the treatments, in what refers to the color of the yolk the T2 (5.37) was more intense to the rest of the treatments and for Haugh units (UH) the T0 (71.99% ) was lower (P <0.05) than the rest of the treatments. It is concluded that it is feasible to include up to 20% of *Trichanthera gigantea* and *Moringa oleifera* flour in the quail diet, which favors the physical characteristics of the egg, gives it a longer shelf life and helps maintain its freshness. Keywords: quail, eggs, *Trichanthera gigantea*, *Moringa oleifera*, egg quality

## Literatura citada

Abou-Elezz, F.M.K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, L., Solorio-Sánchez, F. (2011).

Efectos nutricionales de la inclusión dietética de harina de hojas de *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleifera* en el comportamiento de gallinas Rhode Island Red. Rev. Cubana de Cien. Agrí. 45(2):163-170

Abou-Elezz, F.M.K., Sarmiento-Franco, L., Santos-Ricalde, R., Solorio-Sánchez, F. (2012).

Apparent digestibility of Rhode Island red hens' diets containing *Leucaena leucosephala* and *Moringa oleifera* leaf meals. Tropical and subtropical Agroecosystems. 15:199-206

- A.O.A.C. (1990). Oficial methods of analysis assiciation of agricultural chemists. Virginia, D.C. U.S.A.
- Ayssiwede, S.B., Dieng, A., Chrysostome, C., Ossebi, W., Hornick, J.L., Missohou, A. (2010). Digestibility and metabolic utilization and nutritional value of *Leucaena leucocephala* (Lam.) leaves meal incorporated in the diets of indigenous Senegal chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 9(8): 767-776
- Beardworth, P.M., Hernández, J.M. (2004). Yolk colour – an important egg quality attribute. *Int. Poult. Sci.* 12(5):17-18
- Bejar, F.R. (2017). Madre de agua (*Trichanthera gigantea*) leaf meal as fed to quails with Aloe vera extract and acid Cheese whey supplementation. *The Contr. Develop. Reser. J.* 5(1):15-23
- Best, D.A., Lara-Lara, P., Aguilar-Urquizo, E., Cen-Chuc, F.E., Ku-Vera, J.C., Sanginés-García, J.R. (2016). In vivo digestibility and nitrogen balance in sheep diets with foliage of fodder trees in substitution for soybean meal. *Agroforest. Syst.* DOI 10.1007/s10457-016-9982-3
- Cardoso, D., Salem, A.Z.M., Provenza, F.D., Rojo, R., Camacho, L.M., Satterlee, D.G. (2011). Cereal type in diet and housing system influences on growth performance and carcass yield in two Japanese quail genotypes. *Anim. Feed Sci. Techn.* 163: 52-58.
- Cuca, M., Ávila, E. (2016). Nutrición de aves. Segunda edición. Universidad Autónoma de Chapingo. 20-23

- Cuervo-Jiménez, A., Narúdez-Solarte, W., Hahn von-Hesberg, C. (2013). Características forrajeras de la especie *Gliricidia sepium* (Jacq.) Stend, Fabaceae. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. 17(1):33-45.
- Debela, E., Tolera, A. (2013). Nutritive value of botanical fractions of *Moringa oleifera* and *Moringa stenopetala* grown in the mid-Rift Valley of southern Ethiopia. Agroforest Syst. DOI 10.1007/s10457-013-9626-9
- Dihigo, L.E., Savón, L., Hernández, Y., Domínguez, M., Martínez, M. (2008). Caracterización físico-química de las harinas de morera (*Morus alba*), pulpa de cítrico (*Citrus sinensis*) y harina de caña (*Saccharum officinarum*) para la alimentación de los conejos. Rev. Cub. Cien. Agri. 42(1):65-69
- Flores-Guido, J.S., Espejel-Carvajal, I. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- García, D.E., Madina, M.G., Cova, L.J., Soca, M., Pizzani, P., Baldizán, A., Domínguez, C.E. (2008). Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el estado de Trujillo, Venezuela. Zoo. Trop. 26(3):191-196.
- Gómez M. E. (2002). *Bore Alocasia macrorrhiza* (Linneo.) Schott, una especie con potencial para la agroforestería pecuaria. En: Ospina S.; Murgueitio R., E. (eds.). Tres especies vegetales promisorias: Nacedero *Trichanthera gigantea* (H & B) Nees; Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray; *Bore Alocasia macrorrhiza* (Linneo) Schott. Cipav-CAB-Colciencias. Colombia

- Hetland, H., Svihus, B., Choct, M. (2005). Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. *J. Appl. Poult. Res.* 14: 38-46
- Hien, T.Q., Huan, T.T., Khoa, M.A., Kien, T.T., Huong, P.T., Nhung, H.T.H. (2017). Nutrient digestibility determination of *Casava*, *Leucaena*, *Stylosanthes*, *Moringa* and *Trichanthera* leaf meals in chickens. *Bulgarian Journal of Agricultural Science.* 23(1):476-480
- Iwamoto, S., Sato, S., Hosomichi, K., Taweetungtragoon, A., Shiina, T., MATsubayashi, H., Hara, H., Yoshida, Y., Handzawa, K. (2008). Identification of heat shock protein 70 genes HSPA2, HSPA5 and HSPA8 from Japanese quail, *Coturnix coturnix japonica*. *J. Anim. Sci.* 79:171-181
- Jamroz, D., Jakobsen K., Bach K.K. E., Wiliczekiewicz, A., Orda J. (2002). Digestibility and energy value of non-starch polysaccharides in young chickens, ducks, and geese fed diets containing high amounts of barley. *Comp. Biochem. Physiol.* 131:657–668
- Liu, H.Y., Ivarsson, E., Jönsson, L., Holm, J., Lundh, T., Lindberg, J.E. (2011). Growth performance, digestibility, and gut development of broiler chickens on diets with inclusion of chicory (*Chicorium intybus L.*). *J. Poult. Sci.* 90:815-823
- Mnisi, C.M., Matshogo, T.B., van Niekerk, R., Mlambo, V. (2017). Growth performance, haemo-biochemical parameters and meat quality characteristics of male Japanese quails fed a *Lippia javanica*-based diet. *South African J. Anim. Sci.* 47(5):661-671.
- National Research Council. (1994). *Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition.*



- Nieves, D., Moncada, I., Terán, O., González, C., Silva, L., Ly, J. (2009). Parámetros digestivos en conejos de engorde alimentados con dietas basadas en follajes tropicales. Digestibilidad ileal. *Bioagro*. 21(1):33-40.
- Odunsi, A.A., Ogunleke, M.O., Alagbe, O.S., Ajani, O.T. (2002). Effect of feeding *Gliricidia sepium* leaf meal on the performance and egg quality of layers. *International J. Poult. Sci.* 1(1):26-28
- Posso, T.A.M., Cárdenas, H.H., Murgueito, E., Leterme, P., Muñoz, F.J.E. (2011). Diversidad genética de accesiones de nacedero *Trichanthera gigantea* (Humb. & Bonpl.) Nees, mediante RAM's. *Acta agronómica*. 60(2):120-131
- Quevedo Filho, I.B., Freitas, E.R., Filgueira, T.M.B., Do Nascimento, G.A.J., Braz, N.D.M., Fernández, D.R., Watanabe, P.H. (2013). Parboiled rice whole bran in laying diets for Japanese quails. *Pesq. Agrop. Bras.* 48: 582-588
- Rodrigo, M.J., Marcos, J.F., Zacarias, L. (2004). Biochemical and molecular analysis of carotenoid biosynthesis in flavedo of orange (*Citrus sinensis* L.) during fruit development and maturation. *J. Agric. Food Chem.* 52: 6724-6731.
- Sánchez, N.R., Ledin, S., Ledin, I. (2006). Biomass production and chemical composition of *Moringa oleifera* under different management regimes in Nicaragua. *Agroforest. Syst.* 66: 231-242.
- SAS (2010). Users Guide: Statistics. Version 9.3. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Savón, L., Dihigo, L.E., Gutiérrez, O., Albert, A., Orta, M. (2006). Valor nutritivo del follaje de tricantera (*Trichanthera gigantea*) en animales monogástricos. *Rev. Comp. Prod. Porcina*, 13 (1).

Shi, S.R., Lu, J., Tong, H.B., Zou, J.M., Wang, K.H. (2012). Effects of graded replacement of soybean meal by sunflower seed meal in laying hen diets on hen performance, egg quality, egg fatty acid composition, and cholesterol content. *J. Appl. Poult. Res.* 21:367–374.

Tablas Brasileñas para aves y cerdos. (2017). Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. Cuarta edición.

### **CAPÍTULO III. CONCLUSIONES GENERALES**

El uso de follaje de plantas ha demostrado ser factible para la alimentación de diferentes especies, esto queda evidenciado en este trabajo en donde se concluye que:

Es posible incluir hasta el 20 % de harina de hoja de *T. gigantea* o *M. oleífera*, como sustituto parcial en las dietas de codornices en su etapa de postura sin que esto modifique los indicadores de producción de huevo (peso del huevo, albumen y yema), pero si cambia la calidad de la cáscara alterando el peso y el grosor.

De igual manera la inclusión del 20 % de harina de hoja altera la coloración de la yema demostrando un color amarillo más intenso, lo que es atractivo para los consumidores.

La inclusión de la harina de hoja de *T. gigantea* y *M. oleífera* influyeron en las unidades Haugh, haciendo que el huevo permanezca fresco por más tiempo y dándole mayor vida de anaquel, ya que mantiene su sabor por más tiempo y una mayor posibilidad de venta.