



Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ciencias Veterinarias
Corrientes - Argentina

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN
MÓDULO DE INTENSIFICACIÓN PRÁCTICA

OPCIÓN: PRODUCCIÓN ANIMAL

TEMA: Efecto de la forma del huevo sobre el peso y los
índices técnicos de la incubación de los huevos fértiles
de gallinas camperas

TUTOR EXTERNO: Dr. MV Martín Luis María Sindik

TUTOR INTERNO: Dr. MV Fernando A. Revidatti

RESIDENTE: Marina de los Ángeles Firman

e-mail: mar.firman@gmail.com

2023.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Veterinarias por haber forjado una mujer audaz que no baja los brazos ante las adversidades. A la Cátedra de Aves por abrirme sus puertas y hacerme sentir como en casa, por su apoyo y confianza. A mis tutores especialmente al Dr. Revidatti y al Dr. Sindik por brindarme desinteresadamente herramientas valiosísimas para insertarme en el competitivo mercado laboral, por invertir su tiempo y sus conocimientos en pos de mi excelencia profesional. A la Estación Experimental Agropecuaria INTA Corrientes por permitir mi formación en sus instalaciones perfectamente adaptadas para investigar y enseñar a los que recién nos iniciamos en el sector agropecuario. A Ortiz y a López, gracias por su calidez y respeto.

A mis padres, por confiar en mis decisiones, por su sacrificio y esfuerzo, por brindarme su comprensión, cariño y amor en momentos difíciles, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día, por darme una segunda oportunidad y por creer en mi capacidad. Se la dedico sobre todas las cosas, por haberme hecho vivir una vida rodeada de amor a pesar de las adversidades que se cruzaron en nuestro camino.

A mi esposo por sus palabras de aliento, por su confianza y por brindarme su amor incondicional. A mi hijo que, con su paciencia y templanza, me permitió cumplir este mi gran anhelo, ser médica veterinaria. Gracias son la fortuna de mi vida.

A mis abuelos, gracias por su apoyo, cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida. Este logro, también es suyo. Se lo dedico también a mis tías y a la familia a la que pertenezco orgullosamente, a ellos les debo quién hoy soy.

ÍNDICE

Agradecimientos	1
Índice	2
Resumen	3
Introducción	4
Objetivos	6
Material y Métodos	6
Resultados	13
Discusión	14
Conclusiones	16
Bibliografía	16

RESUMEN

La calidad del huevo fértil es un aspecto crítico para la viabilidad de la cadena de producción avícola porque afecta en forma directa la incubabilidad y la evolución productiva de la progenie. De todos los aspectos cualitativos empleados para seleccionar huevos fértiles con destino a la incubación, la calidad de la cáscara, y específicamente su forma, es un aspecto de relevancia por su potencial relación con el peso, la fertilidad e incubabilidad de los huevos fértiles. Para evaluar el efecto de la forma sobre la calidad del huevo fértil en gallinas camperas en etapa de persistencia de postura se trabajó con un lote de 400 gallinas obtenidas mediante el cruzamiento de tres vías de poblaciones sintéticas maternas del pollo Campero-INTA (Macho AH' x hembra ESxA). El análisis comparativo se efectuó mediante un diseño completamente aleatorizado, considerando como límite un nivel de significancia de 5%. No se observaron diferencias significativas para la variable peso del huevo, para la variable porcentaje de fertilidad con valores de $99,19 \pm 1,52$, $98,01 \pm 1,79$ y $97,31 \pm 3,72$ para los huevos normales, alargados y redondos respectivamente. El porcentaje de nacimiento fue $89,94 \pm 5,13$ para los huevos normales, $86,6 \pm 6,14$ para los alargados y $84,36 \pm 8,47$ para los redondos. A partir de los resultados obtenidos se concluye que la forma del huevo no influye sobre los resultados de los indicadores técnicos de la incubación, ni en el peso del pollito. Sin embargo, se debe destacar que la magnitud de las diferencias numéricas en los porcentajes de fertilidad, incubabilidad y nacimientos a favor de los huevos considerados normales y alargados, en detrimento de los redondos, sugiere un posible efecto adverso de esta forma sobre los demás indicadores.

Palabras clave: Avicultura, genética, calidad del huevo.

Introducción

La calidad del huevo fértil es un aspecto crítico para la viabilidad de la cadena de producción avícola porque afecta en forma directa la incubabilidad y la evolución productiva de la progenie (Roberts y Ball, 2004). De todos los aspectos cualitativos empleados para seleccionar huevos fértiles con destino a la incubación, la calidad de la cáscara, y específicamente su forma, es un aspecto de relevancia por su potencial relación con el peso, la fertilidad e incubabilidad de los huevos fértiles (Peebles y McDaniels, 2013).

Factores que influyen sobre la calidad de la cáscara

La calidad de la cáscara del huevo durante la vida reproductiva de la gallina se encuentra bajo la influencia de distintos factores que afectan su estructura. Entre los aspectos más relevantes se pueden destacar la constitución genética, la alimentación, el clima, el alojamiento y la edad de las aves, factores que, debido a su variabilidad, deben ser tenidos en cuenta al momento de evaluar los huevos que serán destinados a la incubación (Peebles y McDaniels, 2013).

Como resultado global del proceso de selección genética, diferentes estirpes de gallinas presentan variaciones muy significativas en la calidad de la cáscara, como así también en el tamaño y la producción de huevos (Curtis *et al.*, 1995), lo que se traduce en diferencias marcadas entre las modernas aves comerciales y las razas tradicionales de gallinas ponedoras (Hocking *et al.*, 2003). Se ha señalado que la selección para una característica del huevo puede afectar otras de igual importancia desde el punto de vista productivo, por lo cual es importante monitorear todos los aspectos en conjunto, evitando de esta forma los desbalances en la calidad final del producto obtenido (Roberts y Ball, 2004). El genotipo y la edad de la gallina, como también las condiciones de almacenamiento, influyen sobre la incubabilidad de los huevos, la calidad del pollito y su crecimiento. Se ha sugerido que algunas estirpes de pollos parrilleros utilizan las reservas de la yema más eficientemente que otras cuando son incubadas con un perfil de incubación común (Wolanski *et al.*, 2007). Las diferencias genéticas en las características de calidad de la cáscara del huevo, para una especie determinada, se observan entre razas, estirpes y líneas de aves. La forma, el peso del huevo y el espesor de la cáscara son determinados por el patrimonio genético de la población (Hanusová *et al.*, 2015). La forma de los huevos es influida por factores

genéticos e individuales y, además, ha sido señalada como una causa de mayor incidencia de huevos quebrados o rotos y es determinada en el oviducto (Popova Ralcheva et al., 2009).

Medición de la calidad de la cáscara

La relevancia de medir la calidad de los huevos incubables en relación a sus funciones fisiológicas, ha llevado al desarrollo y empleo de distintos métodos para su determinación. Los métodos de medición de la calidad de la cáscara presentan distintos grados de precisión, en tanto su utilidad en condiciones de campo en algunos casos se encuentra fuertemente condicionada por la complejidad del método, como así también, por el costo de los materiales e instrumental necesarios para llevar a cabo la técnica (Peebles & McDaniels, 2013).

La calidad de la cáscara de los huevos fértiles puede ser medida por un gran número de métodos y técnicas, algunas de las cuales hacen necesaria la destrucción de los huevos, lo que resta utilidad práctica al método. En términos generales los métodos de evaluación de la calidad de la cáscara se clasifican en directos e indirectos. Los métodos directos incluyen mediciones de la resistencia a la rotura del huevo, tales como fuerza de fractura por impacto, fuerza puntual y la compresión cuasi-estática. Por su parte, las medidas indirectas incluyen la forma, la gravedad específica, la deformación no destructiva, el espesor de la cáscara y su peso (Ketta & Tumová, 2016).

El índice de forma del huevo se define como la relación entre su ancho y su largo expresado como porcentaje. La importancia de este parámetro consiste en el rol que juega la forma del huevo en la dirección del volteo lo que determina los movimientos del embrión y, consecuentemente, la utilización de los nutrientes (Hristakieva et al. 2017). Estudios previos (Kgwatalala et al. 2016; Nowaczewski et al. 2008; Hristakieva, 2010) han informado resultados contradictorios sobre la relación existente entre la forma del huevo y otras características de importancia productiva, como su peso e indicadores técnicos de la incubación, lo que justifica la inclusión de la variable forma del huevo en los estudios de sobre la calidad del huevo fértil en distintos genofondos avícolas.

Objetivo general

Evaluar el efecto de la forma sobre la calidad del huevo fértil en gallinas camperas en etapa de persistencia de postura.

Objetivos particulares

Evaluar el efecto que produce la forma sobre el peso del huevo en gallinas camperas en las mismas condiciones de manejo.

Evaluar el efecto que produce la forma del huevo sobre la fertilidad, incubabilidad y nacimientos en gallinas camperas bajo las mismas condiciones de incubación.

Material y métodos

Condiciones experimentales

El ensayo se llevó a cabo en el Centro de Multiplicación de Aves de la Estación Experimental Agropecuaria INTA, ubicada en la Ruta Nacional N°12, km 1.008, El Sombrero, Corrientes, Argentina, a 27° 40' 5" latitud Sur, 58° 45' 48" longitud Oeste y 64 metros sobre el nivel del mar.

Se trabajó con un lote de 400 gallinas obtenidas mediante el cruzamiento a tres vías de poblaciones sintéticas maternas del pollo Campero-INTA (Macho AH' x Hembra ESxA).

Las reproductoras se alojaron en ocho boxes de iguales características por cada genotipo. Para esta etapa se utilizaron bebederos pendulares, comederos tolva de 6 kg de capacidad y nidales de madera en una proporción de una boca cada 5 aves. Cada box ofició como una repetición simple de la variable independiente (forma del huevo), de manera que cada una de las formas asumidas en el estudio contó con ocho repeticiones para un diseño completamente aleatorizado.

Los huevos incubables fueron obtenidos de las reproductoras de los diferentes grupos experimentales, correspondiente a la semana 48 del ciclo. El proceso de incubación se llevó a cabo en una máquina de edades múltiples, de volteo automático con estanterías fijas y con una capacidad total de 3.000 huevos. Los huevos permanecieron en esta máquina hasta el día 18, ajustando la temperatura a 37,5°C y la humedad relativa a 55%. El nacimiento se realizó en una misma máquina nacedora automática de 4.500 huevos.

Manejo de alimentación

Las aves consumieron a lo largo de todo el estudio la misma calidad de alimento, acorde al período del ciclo en que se desarrolló el estudio (Tabla 1).

Tabla 1: Composición de la ración en etapa de reproducción según periodo del ciclo.

Composición	Dieta de reproducción
Energía Metabolizable (kcal/kg)	2.850
Ca (%)	3,5
P (%)	0,5
Proteína (%)	17
Grasa (%)	3,5
Fibra (%)	3
Ácido linoleico (%)	1,7
Lisina (%)	0,8
Metionina (%)	0,4
Metionina + Cistina (%)	0,7
Treonina (%)	0,65

Manejo sanitario:

El programa sanitario incluyó vacunas contra Enfermedad de Marek, Enfermedad de Newcastle, Bronquitis Infecciosa aviar y Enfermedad de Gumboro, Laringotraqueitis infecciosa aviar, Encefalomiелitis infecciosa aviar, Cólera aviar, Coriza infecciosa, Síndrome Caída de Postura (Tabla 2).

Tabla 2: Programa de vacunación.

Edad	Enfermedad	Vía de aplicación	Cepa
1er día	Enfermedad de Marek	Inyectable	HVT
12 días	Newcastle	Ocular	Hitchner B1
	Bronquitis	Ocular	Massachusetts
	Gumboro	Ocular	Virus vivo
	Difteroviruela	Punción	Cepa FPT-ATCC
6 semanas	Newcastle	Ocular	Hitchner B1
	Bronquitis	Ocular	Massachusetts
	Gumboro	Ocular	Virus vivo

8 semanas	Laringotraqueítis	Ocular	
10 semanas	Coriza	Inyección	Serovariedad A, B y C cepa 1 y 2, bacterina.
15 semanas	Encefalomiелitis aviar	Punción	Cepa Calnek
	Difteroviruela	Punción	Cepa Cutter
16 semanas	Cólera	Inyección	Bacterina
18 semanas	Coriza	Inyección	Bacterina
	Newcastle	Inyección	Virus inactivado
	Bronquitis	Inyección	Virus inactivado
	Síndrome de Caída de Postura	Inyección	Virus inactivado
Cada 8 semanas	Newcastle	Agua	Hitchner B1
	Bronquitis	Agua	Massachusetts
	Gumboro	Agua	Virus vivo

Variables independientes

En el presente trabajo de investigación, se analizó el efecto de la forma del huevo en una población híbrida producto del cruzamiento entre tres genotipos sintéticos maternos de pollos Campero INTA sobre el peso, la fertilidad, la incubabilidad y el nacimiento del huevo fértil en condiciones estandarizadas de incubación.

En el ensayo se trabajó con gallinas pertenecientes al híbrido resultante del cruzamiento de tres vías de poblaciones sintéticas maternas del pollo Campero-INTA (Macho AH' x Hembra ESxA).

La forma del huevo se obtuvo mediante el cálculo del porcentaje del ancho del huevo respecto a su longitud, lo que estableció su clasificación en tres grupos que constituyeron la variable independiente. Los huevos que alcanzaron valores mayores a 78 % fueron clasificados como Redondos (R), los menores a 75 % fueron incluidos en el grupo de Alargados (A), en tanto que, los que se encontraron entre ambos valores se denominan Normales (N).

El análisis comparativo se efectuó mediante un diseño completamente aleatorizado, considerando como límite un nivel de significancia de 5% (Poole, 1974; Steel & Torrie, 1988).

Variables dependientes

*Peso del huevo recolectado (PHR, en g) **: En la semana 48 de edad de las reproductoras se registraron con balanza electrónica digital todos los huevos obtenidos en cada box, obteniendo el promedio de peso semanal.

Fertilidad (Fer %): Se calculó dividiendo el número de huevos fértiles al momento de la transferencia por el número de huevos puestos en bandeja por 100.

Incubabilidad (Inc %): Se calculó dividiendo el número de pollitos nacidos por el número de huevos fértiles al momento de la transferencia, multiplicando por 100.

Nacimiento (Nac %): Se calculó dividiendo el número de pollitos nacidos por el número puestos en bandeja multiplicando por 100.

*Peso del pollito al nacimiento (PBB, en g) **: En la semana 48 de edad de las reproductoras se registró con balanza electrónica digital un total de 30 pollitos por box, obteniendo el promedio.

(*) Registrado mediante balanza electrónica digital con peso máximo de 9 kg y sensibilidad de 0,1 g.



Figura N° 1:
Registro del peso de

pollitos bebés de 1 día de gallinas Campero con balanza electrónica digital.



Figura N° 2: Determinación de la forma de los huevos fértiles de gallinas Campero.



Figura N° 3: Almacenamiento de los huevos fértiles marcados según su forma de los huevos de gallinas Campero.



Figura N° 4: Carga de la incubadora con huevos fértiles marcados según su forma de gallinas Campero.

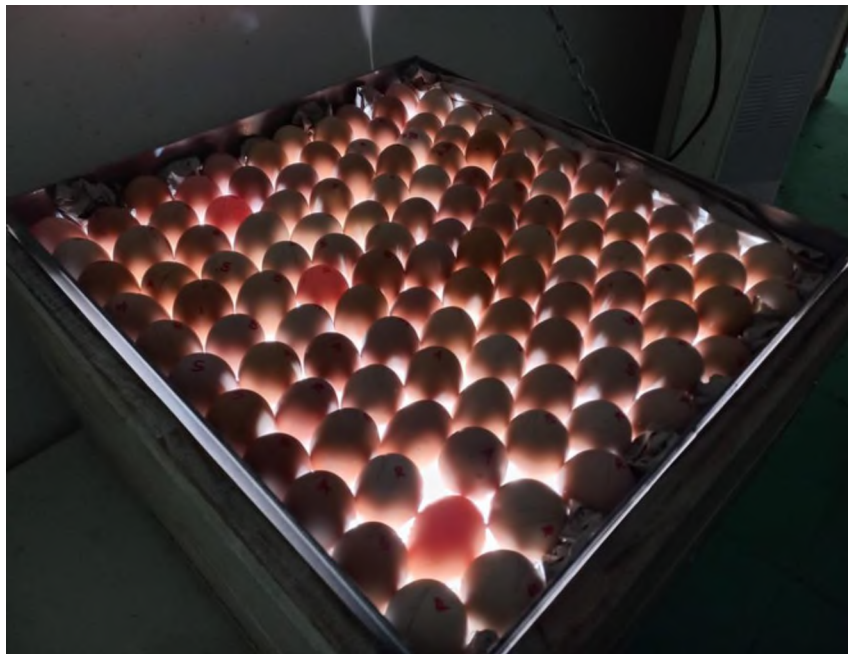


Figura N° 5: Ovoscopia de los huevos incubados marcados según su forma de gallinas Campero.



Figura N° 6: Transferencia de los huevos a la nacedora separados según su forma por medio de una tela metálica.



Figura N° 6: Registro de pesos de los pollitos nacidos vivos separados según su forma en planilla de Excel por medio de un teléfono móvil.

Registro de datos y Análisis estadístico

Los valores de las variables se ingresaron en forma categórica en planillas y archivos informáticos para su análisis estadístico. Se realizó la estadística descriptiva paramétrica a cada una de las variables dependientes, ordenadas según tratamientos. La distribución de todas las variables se constató mediante el método de Shapiro-Wilk modificado.

Se aplicó análisis de la varianza (ANOVA) para un diseño completamente aleatorizado, evaluando las diferencias entre tratamientos de las variables dependientes considerando límite un nivel de significancia del 5% (Poole, 1974; Steel y Torrie, 1988).

Resultados

En la Tabla 3 se observan los resultados obtenidos para las medidas de resumen sin discriminar los tratamientos incluidos en el ensayo. En términos generales los valores registrados para el peso de huevo recolectado, porcentaje de fertilidad, porcentaje de incubabilidad, porcentaje de nacimientos y peso del pollito bebé al nacimiento coinciden con datos obtenidos en estudios previos.

Tabla 3. Estadística descriptiva de las variables de incubación en gallinas camperas.

	Media	D.E.	C.V	Mínimo	Máximo
PHR (g)	64,03	1,46	2,29	61,16	66,88
Fertilidad (%)	98,17	2,54	2,59	89,30	100,00
Incubabilidad (%)	91,42	5,72	6,26	73,30	100,00
Nacimiento (%)	86,99	6,84	7,86	68,80	96,90
Peso del pollito (g)	42,91	1,32	3,09	40,49	45,55

En la Tabla 3 se observan los resultados obtenidos para el análisis de la varianza. No obstante, se debe destacar que los porcentajes de fertilidad, incubabilidad y nacimientos de los huevos de forma redonda registraron valores numéricos inferiores a

las demás categorías en porcentajes variables que alcanzaron un 2% para fertilidad, 3,5% para incubabilidad y 5,5% para nacimientos. También se debe señalar que el peso de los pollitos de los huevos redondos fue un gramo menos que en los demás grupos.

Tabla 5: Análisis de la varianza de las variables de incubación según la forma en gallinas camperas.

Normales Alargados Redondos								
	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	F	p valor
PHR (g)	64,39	1,34	64,21	1,37	63,49	1,68	0,83	0,45
Fertilidad (%)	99,19	1,52	98,01	1,79	97,31	3,70	1,12	0,34
Incubabilidad (%)	93,68	3,79	90,55	4,89	90,03	7,78	0,95	0,40
Nacimiento (%)	89,94	5,13	86,68	6,14	84,36	8,47	1,39	0,27
Peso del pollito (g)	43,05	1,60	43,12	1,08	42,56	1,35	0,40	0,67

Discusión

La medición de la calidad de los huevos incubables posee importancia en relación a sus funciones fisiológicas, lo que ha llevado al desarrollo y empleo de distintos métodos para su determinación. Las técnicas de medición de la calidad de la cáscara presentan distintos grados de precisión y su utilidad en condiciones de campo, en algunos casos se encuentra fuertemente condicionada por la complejidad del método, como así también por el costo de los materiales e instrumental necesarios para llevar a cabo la técnica (Peebles & McDaniels, 2013). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la forma sobre la calidad del huevo fértil en gallinas camperas en etapa de persistencia de postura. Se partió de la hipótesis que distintas formas de los huevos incubables impactan en los indicadores técnicos de la incubación, como así también en el peso del pollito al nacimiento, y, por lo tanto, en la eficiencia global del sistema. Si bien los resultados obtenidos no alcanzaron significancia estadística los valores permitieron establecer diferencias numéricas de carácter descriptivo que

sugieren una menor calidad desde el punto de vista de la incubación como proceso para los huevos de forma redonda, hecho que coincide con la base teórica existente en la bibliografía consultada y que es una consecuencia de las dificultades que posee el embrión para hacer su rotación normal en el día 14 de la incubación.

Se han realizado varios estudios para investigar el efecto de las características de calidad del huevo sobre los resultados del proceso de incubación (King'ori, 2011; Peruzzi et al., 2012; Dudusola, 2013). Varias características, incluido el índice de forma del huevo, el grosor de la cáscara y el tamaño de los poros de la cáscara, son importantes para el desarrollo embrionario y el logro de resultados satisfactorios en el proceso de incubación. Por lo general los huevos que presentan características físicas promedio son capaces de satisfacer la mayoría de los requerimientos del embrión a lo largo de su desarrollo (Narushin & Romanov, 2002). Alasahan y Copur (2016) hipotetizan que el resultado de la incubación logrado cuando se ponen huevos de forma normal es mayor que el obtenido con huevos de forma anormal. Esto se atribuye al cambio en la ubicación axial del embrión en huevos de forma normal durante las etapas avanzadas del desarrollo embrionario. En los huevos de gallina, el día 14 del periodo de incubación, la cabeza del embrión se mueve hacia el extremo romo del huevo y el embrión adquiere una posición paralela al eje del huevo, proceso que se ve facilitado cuando el huevo tiene una forma normal (Ricaurte Galindo 2005). Estos autores demuestran que el índice de forma del huevo influye tanto en la incubabilidad como en los demás indicadores técnicos, resultados con los cuales coinciden nuestros hallazgos. Estos reportes contrastan con investigaciones previas que sugieren que el índice de forma del huevo no afecta la incubabilidad (Lotfi et al., 2011; Taha, 2011). Además, los resultados muestran que el índice de forma del huevo afecta la tasa de muerte embrionaria temprana, en disidencia con estudios previos que sugieren que el índice de forma del huevo no tiene ningún efecto sobre este parámetro (Copur et al., 2010; Sari et al., 2010).

Otros autores investigan el efecto de las características de la calidad del huevo en los parámetros de incubabilidad y encuentran una relación significativa entre la tasa de fertilidad y la mortalidad embrionaria tardía con el índice de forma de los huevos de diferentes grupos (Aci et al., 2015). La forma de los huevos depende de la estructura anatómica de la gallina, particularmente del oviducto, la distribución de los órganos internos y la forma de los huesos pélvicos (King'ori, 2016). El índice de forma del huevo es la relación entre el ancho máximo del huevo y la longitud máxima del huevo

(Narushin y Román o v, 2002) y representa un valor numérico de la forma del huevo (Alasahan y Copur, 2016). Un experimento realizado para investigar el efecto del índice de forma del huevo en la incubabilidad encuentra que el índice de forma del huevo tiene efecto sobre la mortalidad embrionaria temprana y no posee influencia del índice de forma del huevo sobre la mortalidad embrionaria media o tardía, el peso del pollito y el peso corporal durante 1 a 5 semanas. King'ori (2012) sugiere que los mejores parámetros de incubabilidad se logran cuando los huevos con forma normal son mayores que los huevos con forma anormal. Esto se debe al cambio de la posición axial del embrión en huevos de forma normal durante las etapas avanzadas del desarrollo embrionario, ya que la cabeza del embrión se mueve hacia el extremo romo del huevo el día 14 y adquiere una posición paralela al eje del huevo. Según Duman et al. (2015) los huevos se pueden clasificar con respecto al índice de forma, es decir, como huevos alargados (<71), huevos normales (estándar) ($SI= 72-76$) o huevos redondos ($SI>76$). Debido a la forma anormal de los huevos, es difícil para el embrión cambiar su orientación axial en el huevo, lo que provoca más muerte en la cáscara. El índice de forma de los huevos es un factor crítico para lograr los parámetros estándar de la planta de incubación.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se concluye que la forma del huevo no influye sobre los resultados de los indicadores técnicos de la incubación, ni en el peso del pollito. Sin embargo, se debe destacar que la magnitud de las diferencias numéricas en los porcentajes de fertilidad, incubabilidad y nacimientos a favor de los huevos considerados normales y alargados, en detrimento de los redondos, sugiere un posible efecto adverso de esta forma sobre los demás indicadores.

Referencias bibliográficas

1. ALASAHAN, S; COPUR A. G. 2016. Hatching characteristics and growth performance of eggs with different egg shapes. Brazilian Journal of Poultry Science. 18, 01-08.
2. ASCI, F; DURMUS, I. 2015. Effect of Eggs Shape Index on Hatching Characteristics in Hens. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. 3 (7), 583-587.

3. COPUR, G; BAYLAN, M; CANOGULLARI, S. 2010. Egg weight but egg shape Index, determines the hatchability in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Journal of Animal and Veterinary Advances. 9(13), 1890- 1895.
4. CURTIS, P. A; GARDNER, F. A; MELLOR, D. B. 1995. A comparison of selected quality and compositional characteristics of brown and white shell eggs. Shell quality. Poultry Science 64: http://mafes.msstate.edu/publications/bulletins/bl_139.pdf
5. DUDUSOLA, I. O. 2013. The effect of parental age and egg weight on fertility, hatchability and day-old chick weight of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Standard Research Journal of Agricultural Sciences. 1(2), 13-16.
6. DUMAN, M; ŞEKEROĞLU, A; YILDIRIM, A; ELEROĞLU HAND CAMCI, O. 2015. Relation between egg shape Index and egg quality characteristics. European Poultry Science. 80, 1612- 9199.
7. HANUSOVA, E; HRNCÁR, C; HANUS, A; ORAVCOVÁ, M. 2015. Effect of breed on some parameters of egg quality in laying hens. Acta fytotechnica et zootechnica. 18(1), 20-24.
8. HOCKING, P. M; BAIN, M; CHANNING, C. E; FLEMING, R; WILSON, S. 2003. Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. British Poultry Science. 44, 365-373.
9. HRISTAKIEVA, P. 2010. Index of the form of the turkey eggs and his relationship with fertility and hatch. Journal of Animal Science. 6, 15-19.
10. HRISTAKIEVA, P; OBLAKOVA, M; MINCHEVA, N; LALEV, M; KALIASHEVA, K. 2017. Phenotypic correlations between the egg weight, shape of egg, shell thickness, weight loss and hatchling weight of turkeys. Slovak Journal of Animal Science. 50(2), 90-94.
11. KETTA, M; TUMOVÁ, E. 2016. Eggshell structure, measurements, and quality - affecting factors in laying hens: a review. Czech J. Animal Sci. 61 (7), 299-309.
12. KGWATALALA, P. M; MOLAPISI, M; THUTWA, K; SEKGOPI, B; SELEMOGE, T. P; NSOSO, S. J. 2016. Egg quality characteristics and phenotypic correlations among egg quality traits in the naked neck, normal and dwarf strains of Tswana chickens raised under intensive management System. International Journal of Environmental & Agriculture Research. 8, 96-105.
13. KING'ORI, A. M. 2011. Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. International Journal of Poultry Science. 10 (6), 480-491.

14. KING'ORI, A. M. 2012. Poultry egg external characteristics: egg weight, shape and shell colour. *Research Journal of Poultry Sciences*. 5(2), 14-17.
15. KING'ORI, A. M. 2016. Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *International Journal of Poultry Science*. 10 (6), 483-492.
16. LOTFI, A; SHADRYAR, H A; MAHERISIS, N; ABEDI, A. S; NAHAND, M. K. 2011. Hatching characterizes of Japanese quail eggs with different egg shape indexes. *American Eurasian Journal Agricultural & Environmental Sciences*. 10 (3), 475-477.
17. NARUSHIN, V. G; ROMANOV, M. N. 2002. Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poultry Science Journal*. 58, 297-303.
18. NOWACZEWSKI, S; WITKIEWICZ, K; FRATCZAK, M; KONTECKA, H; RUTKOWSKI, A; KRYSTIANIAK, S; ROSINSKI, A. 2008. Egg quality from domestic and French guinea fowl. *Science Nature Technologies*. 2, 1-9.
19. PEEBLES, E. D; MCDANIEL, C. D. 2013. *A Practical Manual for Understanding the Shell Structure of Broiler Hatching Eggs and Measurements of Their Quality*. Office of Agricultural Communications.
20. PERUZZI, N. J; SCALA, N. L; MACARI, M; FURLAN, R. L; MEYER, A. D; FERNANDEZ ALARCON, M. F; KROETZ NETO, F. L; SOUZA, F. A. 2012. Fuzzy modelling to predict chicken egg hatchability in commercial hatchery. *Poultry Science*. 91, 2710-2717.
21. POOLE, R. 1974. Sampling and the estimation of population parameters. *An introduction to quantitative ecology*. Editorial McGraw Hill. 292-324.
22. POPOVA RALCHEVA, S; SREDKOVA, V; VALCHEY, G; BOZAKOVA, N. 2009. The effects of the age and genotype on morphological egg quality of parent stock hens. *Archiva Zootechnica*. 12 (2), 24-30.
23. RICAURTE GALINDO, S. L. 2005. Embriodiagnosis y ovoscopia, análisis y control de calidad de los huevos incubables. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 6 (3), 1-25.
24. ROBERTS, J. R; BALL, W. 2004. Egg quality guidelines for the Australian egg industry. *Australian Egg Corporation Limited Publication*. 3(19), 32.
25. SARI, M; TILKI, M; SAATCI, M; ISIK, S; ONK, K. 2010. Effect of parental age, egg weight and egg shape Index on hatchability traits and liveability in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Firat University Veterinary Journal of Health Sciences*. 24(2), 93-97.

26. STEEL, R; TORRE, J. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. En: Bioestadística Veterinaria 2da. Edición. Editorial McGraw Hill Interamericana de México. México.
27. TAHA, A. E. 2011. Analyzing of quail eggs hatchability, quality, embryonic mortality and malpositions in relation to their shell colors. Online Journal of Animal and Feed Research. 1(6), 267-273.
28. WOLANSKI, N. J; RENEMA, F. E; ROBINSON, V. L; CARNEY FANCHER, B. I. 2007. Relationships among egg characteristics, chick easurements, and early growth traits in ten broiler breeder strains. Poultry Science Journal. 86, 1784-1792.