



**FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y
BIOLÓGICAS**

**CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN DE LA EDAD DE REPRODUCTORAS PESADAS
SOBRE EL PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PESO DEL HUEVO
INCUBABLE DURANTE EL PROCESO DE INCUBACIÓN”**

Tesis para optar el título profesional de:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Presentado por:
Sara Fiorella Paredes Solsol (0000-0002-4246-4634)

Asesora:
Connie Gallardo Vela (0000-0002-8070-8767)

Lima – Perú
2021

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 30 de diciembre del 2021.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. CARLOS ALBERTO CABALLERO MONTAÑEZ
Miembro: M. en C. JUAN RAUL ZEGARRA VALENCIA
Miembro: Mg. JORGE ABELARDO CAMPOS LOYOLA

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“EVALUACIÓN DE LA EDAD DE REPRODUCTORAS PESADAS SOBRE EL PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PESO DEL HUEVO INCUBABLE DURANTE EL PROCESO DE INCUBACIÓN”

Presentada por la bachiller:

SARA FIORELLA PAREDES SOLSOL

Para optar el Título Profesional de **Médico Veterinario Zootecnista**

Asesorada por el: **Dra. CONNIE GALLARDO VELA**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la bachiller de la carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** en la sustentación, concluyen de manera unánime () por mayoría simple (x) calificar a:

Tesis: SARA FIORELLA PAREDES SOLSOL			Nota: Dieciocho
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (x)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.


Mg. CARLOS ALBERTO CABALLERO MONTAÑEZ
Presidente


Dra. CONNIE GALLARDO VELA
Asesora


M. en C. JUAN RAUL ZEGARRA VALENCIA
Miembro 1


Mg. JORGE ABELARDO CAMPOS LOYOLA
Miembro 2

DEDICATORIA

“A mi primer maestro, mi padre, por inculcarme los valores que me forjaron a ser el profesional de hoy. Aunque ya no pueda abrazarlo físicamente, lo abrazo con el alma.”

“A mi madre porque es el pilar de mi formación y ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores. De quien siempre tengo un amor inmensamente incondicional.”

AGRADECIMIENTOS

“A Dios por haberme dado las fuerzas necesarias para poder afrontar los momentos más difíciles de mi camino. Por el día a día que brinda salud y vida a mis seres amados.”

A la Dra. Connie Gallardo, asesora de mi tesis, quien fue pieza clave por su valiosa guía y asesoramiento en la realización de este proyecto.”

RESUMEN

El huevo debe ir perdiendo agua mientras el proceso de incubación avanza para poder obtener un pollito de buena calidad ya que, de no obtener un porcentaje ideal de pérdida de peso, habrá dificultades a la hora del nacimiento. El principal propósito de esta investigación fue evaluar la relación entre el porcentaje de pérdida de peso de huevos incubables y la edad de las reproductoras. Para ello, se utilizaron 35640 huevos incubables, provenientes de gallinas reproductoras pesadas de la línea Ross Ap 305, divididos en tres grupos: una categoría joven (30-35 semanas), una categoría adulta (40-45 semanas) y una categoría viejo (55-60 semanas). Se pesaron todos los huevos al día 1 y al día 19 y se obtuvo el porcentaje de pérdida de peso en ese intervalo de tiempo. La edad de las reproductoras por cada grupo y entre los grupos tuvo efectos significativos ($p < 0.05$) sobre el porcentaje de pérdida de peso del huevo a la transferencia, obteniéndose que la pérdida de peso en las reproductoras jóvenes fue de 12.68%, en las adultas de 13.57% y en las reproductoras viejas de 14.57%. También se evaluó el efecto de la ubicación de las bandejas dentro de la incubadora sobre el porcentaje de pérdida de peso no obteniendo diferencias significativas ($p > 0.05$). La medición de la pérdida de humedad de los huevos en referencia a la edad de las reproductoras resulta ser clave para poder determinar las medidas de temperatura y humedad que se debe de considerar durante la incubación con la finalidad de que la pérdida de la humedad sea controlada y esto no afecte posteriormente la calidad del pollito.

Palabras claves: huevos, incubación, reproductoras, porcentaje de humedad

ABSTRACT

The egg must lose water while the incubation process progresses in order to obtain a good quality chick since, if an ideal percentage of weight loss is not obtained, there will be difficulties at the time of hatching. The main purpose of this research was to evaluate the relationship between the percentage of weight loss of hatching eggs and the age of the breeders. For this, 35640 hatching eggs were used, from heavy breeder hens of the Ross Ap 305 line, divided into three groups: a young category (30-35 weeks), an adult category (40-45 weeks) and an old category (55-60 weeks). All the eggs were weighed on day 1 and day 19 and the percentage of weight loss in that time interval was obtained. The age of the breeders for each group and between the groups had significant effects ($p < 0.05$) on the percentage of weight loss of the egg at the transfer, obtaining that the weight loss in the young breeders was 12.68%, in the 13.57% in adults and 14.57% in old breeders. The effect of the location of the trays inside the incubator on the percentage of weight loss was also evaluated without obtaining significant differences ($p > 0.05$). The measurement of the moisture loss of the eggs in reference to the age of the breeders turns out to be key to be able to determine the temperature and humidity measurements that must be considered during incubation in order that the loss of humidity is controlled and this does not subsequently affect the quality of the chick.

Key words: eggs, incubation, layers, moisture percentage

**EVALUACIÓN DE LA EDAD DE REPRODUCTORAS PESADAS SOBRE EL
PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PESO DEL HUEVO INCUBABLE DURANTE
EL PROCESO DE INCUBACIÓN**

EVALUATION OF THE AGE OF HEAVY BREEDING BREEDS ON THE
PERCENTAGE OF WEIGHT LOSS OF THE HATCHING EGG DURING THE
INCUBATION PROCESS

Sara Fiorela Paredes-Solsol¹; Connie Gallardo-Vela^{1,2}

¹Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Veterinarias y
Biológicas, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

² Email: cgallardov@cientifica.edu.pe

1. Introducción

En el Perú, la industria avícola se destaca por ser la actividad económica más importante del sector pecuario, la cual se mantiene creciendo durante los últimos 20 años, invirtiendo en tecnología para obtener mejores resultados en todo el ciclo productivo. Esto obedece a la misión de cubrir el aporte más importante de proteína para el consumo del pueblo peruano. Uno de los principales eslabones de la cadena productiva son las plantas de incubación, pues es el lugar donde se crean las condiciones óptimas para que se pueda dar el correcto desarrollo de los embriones.

El éxito de la incubación se mide por el número de pollitos nacidos expresado como un porcentaje de todos los huevos incubados, lo cual se conoce como incubabilidad. Adicionalmente, se evalúa la calidad de los pollos nacidos basándonos en una correcta cicatrización del ombligo, ojos brillosos, patas sin codos rojos, picos bien conformados, en general un pollo bebe activo, hidratado y con baja mortalidad (Hill, 2004; Wolanski et al., 2007). Las incubadoras no tienen influencia sobre la fertilidad, el nacimiento de estos huevos es una medida de la eficiencia de las máquinas incubadoras, por lo que se debe considerar en conjunto la fertilidad, la categoría de aves y la incubabilidad al momento de llevar a cabo un proceso de incubación.

En la incubación, la cantidad de pollos nacidos no es el principal impacto, puesto que la incubabilidad no determina que haya una buena calidad de pollito, el reto es que tengan un buen desempeño en granja basándonos en su crecimiento y desarrollo (Barbosa et al., 2013). Por esa razón, también se deben considerar otros factores al momento de incubar que puedan afectar la condición del producto y uno de los principales es la calidad del huevo incubable. Existen varios factores que pueden influir sobre la calidad del huevo incubable, entre los cuales está el manejo y nutrición de las reproductoras, higiene del ambiente donde se crían las aves, almacenamiento de los huevos incubables y la desinfección de la incubadora (Barbosa et al., 2013; Atif et al., 2015). Son todas estas condiciones en conjunto las que llevarán a tener un proceso en el cual se obtengan pollitos vivaces, sanos y no contaminados por patógenos como hongos, bacterias o virus.

Otros factores que afectan la productividad son las condiciones en el proceso de incubación, entre las principales tenemos la temperatura y la humedad relativa de las máquinas (Barbosa et al., 2013; Grochowska et al., 2019). El óptimo manejo de estas

variables se verá reflejado directamente sobre la cantidad y calidad de pollitos nacidos. Los embriones deben mantener una temperatura y humedad óptima para que se desarrollen de manera ideal (Onagbesan et al., 2007). Mientras el proceso de incubación avanza, el huevo debe perder agua para poder obtener un pollito de buena calidad, ya que de no obtener un porcentaje ideal de pérdida de peso, habrán dificultades al nacimiento (Almeida et al., 2008; Molenar et al., 2011).

Así, también deben ser considerados otros factores que puedan afectar la conductividad del agua a través de la cáscara del huevo, como la edad de las reproductoras, la composición de la cáscara del huevo, grosor de la cáscara, cantidad de poros, longitud de los poros y la cutícula de la cáscara (Seymour y Ackerman, 1980; Barbosa et al., 2013; Maiorka, 2015; Iqbal et al., 2016; Ketta y Tůmová, 2016; Grochowska et al., 2019).

Para que exista la eclosión de los huevos es necesario mantener durante la incubación la circulación del agua de manera uniforme y así garantizar un ambiente con adecuada humedad, favoreciendo la pérdida de humedad de los huevos. Esta pérdida de humedad está influenciada por la cantidad de agua del medio ambiente y las variaciones de temperatura interna del huevo que va modificándose conforme el embrión se desarrolla, así durante la primera semana el embrión solo absorbe calor de su entorno para el proceso de multiplicación y diferenciación celular, pero conforme va creciendo el embrión libera calor, existiendo mayor pérdida de humedad por los poros del huevo (Meijerhof, 2015). La mayor parte de agua contenida en el huevo se encuentra inicialmente en el albumen y a nivel de la cáscara, de manera simultánea y proporcional se realiza la liberación al medio ambiente de CO₂ y agua provenientes del albumen y los líquidos internos (Decuyper et al., 2007; Decuyper, 2015), aumentando la cámara de aire, reduciendo el peso del huevo y a la vez ingresando oxígeno al interior (Barbosa et al., 2013; Ketta y Tůmová, 2016; Attard y Portugal, 2021).

La pérdida de humedad de los huevos generalmente es predicha por la primera ley de difusión de Fick (Ar et al., 1974), basada en la conductancia de la cáscara de huevo y depende de la resistencia de la cáscara, de las membranas del huevo y de la diferencia en la presión de vapor de agua a través de la cáscara (Meijerhof y van Beek, 1993).

La cáscara del huevo actúa como una barrera externa que sirve para proteger al embrión y que en promedio tiene alrededor de 7 000 a 15 000 poros. Está constituida por dos membranas las cuales están unidas y se separan durante la postura por la contracción del albumen del huevo y por los cambios de temperatura durante la puesta generándose

la cámara de aire (Ketta y Tûmová, 2016). Los poros de la cáscara están siempre rellenos con gases o vapor de agua, y el espacio entre la membrana interna y externa con aire. Es así como el embrión en desarrollo puede intercambiar oxígeno y dióxido de carbono con el aire de la incubadora, así el alantoides, queda envuelto en una atmosfera gaseosa haciendo que el pollito se desarrolle en ese medio (Maiorka, 2015).

El huevo debe perder una cantidad correcta de agua hasta la fase del picaje durante el nacimiento del pollito. Si el huevo retiene mucha agua, el embrión puede estar muy débil para poder picar porque la cámara de aire será muy pequeña, caso contrario cuando se pierde gran cantidad de agua, hay riesgo de deshidratación y mortalidad embrionaria (Tona et al., 2004; Maekawa et al., 2014; Macari et al., 2015). Durante la incubación debidamente realizada, varios investigadores determinaron que los huevos pierden una media del 12 a 14% de su peso hasta la transferencia a los 18 días de incubación (Hulet et al., 1987; Meir y Ar, 2008).

Por otra parte, la edad de las reproductoras es una variable importante del programa de control de calidad de rutina en cualquier planta de incubación, así los huevos procedentes de reproductoras Cobb 500 que son colocados en incubadoras de etapas múltiples y que proceden de categorías de reproductoras jóvenes deben perder de 10 a 11% de peso, mientras que, las categorías adultas de 11 a 12.5% de peso y las categorías viejas de 12 a 13.5% hacia el día 18 de incubación (Guía de manejo Cobb, 2018). Por su parte, en la línea Ross en una incubación correcta, la pérdida de peso promedio desde la carga hasta la transferencia es de 11 a 12% (Aviagen, 2013).

Se debe tomar en cuenta que el espesor de la cáscara disminuirá y el peso del huevo aumentará a medida que avance la edad de la reproductora. Por ello, la calidad de la cáscara del huevo incubable es otro factor que influye en la pérdida de humedad, una cáscara delgada favorecerá en la pérdida de vapor de agua durante la incubación, teniendo como consecuencia mortalidad embrionaria en la tercera semana y pollitos deshidratados. Además, una cáscara delgada tendrá tendencia a agrietarse favoreciendo la contaminación de los huevos y la pérdida de humedad, traduciéndose en bajos porcentajes de nacimiento y mala calidad de los pollos. Con el avanzar de la edad de las reproductoras, el tamaño del huevo aumenta, mas no el peso de la cáscara y, como consecuencia, disminuye el grosor y el porcentaje de la cáscara en relación con el peso del huevo (Baiao et al., 2009; Lamot et al., 2014).

Maiorka (2015) y posteriormente Ketta y Tûmová (2016) indicaron que los huevos de aves viejas tienen la membrana externa con una composición de aminoácidos

distinta de los producidos por aves jóvenes. Es esa diferencia en la composición la cual podría justificar la diferencia en la calidad de las cáscaras. Es así como, la edad de la reproductora influye tanto en la calidad de la cáscara como en el tamaño del huevo, el cual va aumentando de 45 g a las 24 semanas de edad, hasta 80 g a las 64 semanas (Brandalize, 2001). Los pollitos provenientes de reproductoras más jóvenes tienden a tener un rendimiento inferior en comparación a los que provienen de reproductoras más viejas, teniendo como consecuencia una menor cantidad de albumen y yema (Maiorka, 2015).

El factor relevante es la cáscara del huevo, debido a la variación natural en el grosor y la porosidad que normalmente se observa entre las cargas de huevos. Así, durante la incubación artificial a nivel de la cáscara del huevo de manera simultánea y proporcional se realiza la liberación al medio ambiente de CO₂ y agua provenientes del albumen y los líquidos internos, esto aumenta la cámara de aire, reduciendo el peso del huevo y a la vez ingresando oxígeno al interior del huevo (Barbosa et al., 2013; Ketta y Tûmová, 2016; Attard y Portugal, 2021).

Es importante considerar que el manejo de los rangos de humedad de las máquinas de incubación va a depender del tipo de huevo que se va a incubar, los huevos con cáscaras débiles o porosas, característico de categorías de reproductoras viejas, pierden humedad con mayor facilidad, por lo que se hacen ajustes al momento de la programación, por lo general se aumentan los porcentajes de humedad en categorías de huevos de reproductoras más jóvenes debido a que la cáscara es más dura y poco permeable (Brandalize, 2001).

El cálculo de pérdida de peso se basa en el hecho de que en la cascara no exista micro fisuras y que la perdida de agua se realice solo a través de los poros existentes. La cantidad de agua eliminada depende también de otros factores, tales como: humedad relativa del aire dentro de la incubadora, y porosidad funcional de la cáscara (Ketta y Tûmová, 2016; Durant et al., 2019).

Tomando en consideración los diversos factores que afectan la correcta pérdida de peso del huevo, se puede deducir que este evento es fundamental para poder obtener un pollito de calidad que se pueda desarrollar de manera efectiva en granja. En base a lo mencionado, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la edad de las reproductoras pesadas sobre el porcentaje de pérdida de peso del huevo incubable durante el proceso de incubación.

2. Materiales y métodos

2.1 Diseño experimental

En la evaluación se utilizaron 35640 huevos incubables provenientes de diferentes categorías de reproductoras pesadas de la línea Ross Ap 305 procedentes del mismo origen, permanecieron almacenados en la granja por 1 día y posteriormente fueron trasladados a la planta de incubación permaneciendo por 2 días en la sala de almacén de huevos o sala de frío, bajo un ambiente controlado a una temperatura de 15 ± 0.32 °C con una humedad relativa de 65 %. Este periodo de almacenamiento se realizó con la finalidad de que ocurra una adecuada formación de la cámara de aire, asimismo se llevó a cabo el control de calidad de los huevos.

Los huevos fueron colocados en bandejas y fueron distribuidos en 9 tratamientos con un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 3 x 3, donde los factores evaluados fueron: la edad de las reproductoras jóvenes de 30 a 35 semanas de edad, adultas de 40 a 45 semanas y viejas de 55 a 60 semanas, y 3 ubicaciones dentro de la incubadora, en la parte de la entrada, medio y el fondo de la incubadora, abarcando todo el espacio en un solo plano de la máquina. La evaluación se realizó semanalmente por seis semanas consecutivas en cada categoría. En total fueron 35640 huevos evaluados, considerando 660 huevos por cada repetición por los 9 tratamientos por las 6 semanas evaluadas.

Las bandejas y los huevos previamente identificados se colocaron en una incubadora, de etapa múltiple marca Chick Master, modelo Classis C576-165 con control génesis IV, Ontario, Canadá, siguiendo las recomendaciones del fabricante, manteniendo de forma programada la incubadora a una temperatura constante de 37.39 °C, una humedad relativa de 82% y el volteo cada hora, el cual fue registrado por un panel de temperatura digital proveniente de la misma máquina incubadora. Los registros desde el día de la carga hasta la transferencia se controlaban cada dos horas, los cuales incluían: temperatura, humedad y cantidad de volteo.

2.2 Evaluación de huevos incubables

Los huevos fueron pesados al primer día de carga considerado como día 1 y a los 19 días durante el proceso de transferencia, con una balanza de plataforma con lector digital marca e-Accura, modelo; Sb51 de 5 g de precisión. El día de la carga, las bandejas

de prueba estaban previamente pesadas y rotuladas, se procedió a realizar la selección previa de los huevos y se excluyeron los huevos deformes, rotos, fisurados, manchados o de cáscara débil. Se procedió a pesar la bandeja y se registró el peso

Con los datos obtenidos se aplicó la fórmula de porcentaje de pérdida de peso:

$$PP = \left[\frac{PI - PF}{PI} \right] \times 100$$

Leyenda:

PP: Pérdida de peso

PI: Peso inicial

PF: Peso final

2.3 Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar, con arreglo factorial 3 x 3, considerando tres rangos de edades de las reproductoras pesadas y tres ubicaciones dentro de la incubadora, lo que totaliza 9 tratamientos.

Los datos fueron procesados con el comando GLM del programa estadístico SAS (9.4), en base al arreglo factorial considerando los efectos simples y el efecto principal. Se realizó el análisis de normalidad usando Shapiro Wilk y homogeneidad de varianzas por la prueba de Hartley, resultando todos los datos normales. El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + a_i + b_j + (a_i \times b_j) + e_{ij}$$

Donde Y_{ij} = variable respuesta de los tratamientos en las categorías de edades (i) y posición de las bandejas (j); μ = efecto global de la media; a_i = efecto del i-ésimo categoría de edad; b_j = efecto de la j-ésima posición de las bandejas; $(a_i \times b_j)$ = interacción entre las categorías de edades y la posición de las bandejas; e_{ij} = error experimental. Se realizó el análisis de varianza con un nivel de significancia de $p < 0.05$ y la prueba de DLS para comparar los tratamientos experimentales. La prueba de Scott Knott también se utilizó para detectar la ambigüedad entre las medias de todos los tratamientos.

3. Resultados

En la Tabla 1 se aprecian los resultados del peso de huevo a la carga, peso a la transferencia y porcentaje de pérdida de peso de las reproductoras en las diferentes categorías y ubicaciones de las bandejas. No se observó interacción significativa ($p > 0.05$) entre las diferentes categorías de edades de las reproductoras y la posición del huevo en las bandejas. Sin embargo, hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las diferentes categorías, así las categorías de los huevos de las reproductoras adultas presentaron mayor pérdida de peso de los huevos durante la transferencia, siendo la pérdida de 1 y 1.89% mayor en comparación con los huevos de las aves adultas y jóvenes respectivamente.

Tabla 1. Promedios de peso de carga (g), peso de transferencia (g) y porcentaje de pérdida de peso (%) ubicados en diferentes zonas de la incubadora, de reproductoras pesadas Línea Ross 308 de diferentes edades

Tratamientos	Indicadores evaluados		
	Peso promedio de carga (g)	Peso promedio a la transferencia (g)	Pérdida de peso (%)
T1-Joven-entrada	54.31	47.33	12.85 ^c
T2-joven-medio	54.00	47.35	12.31 ^c
T3-joven-fondo	53.97	47.03	12.86 ^c
T4-adulto-entrada	63.85	55.06	13.77 ^b
T5-adulto-medio	63.73	55.06	13.60 ^b
T6-adulto fondo	63.73	55.22	13.35 ^b
T7-viejo-entrada	64.03	54.92	14.23 ^a
T8-viejo-medio	64.27	54.81	14.72 ^a
T9-viejo-fondo	64.42	54.91	14.76 ^a
Edad (categorías)			
Joven (30-35 s)	54.09 ^b	47.24 ^b	12.68 ^c
Adulto (40-45 s)	63.77 ^{ab}	55.11 ^a	13.57 ^b
Viejo (60-65 s)	64.24 ^a	54.88 ^a	14.57 ^a
Ubicación de bandeja			
Entrada	60.73	52.44	13.66
Medio	60.67	52.41	13.62
Fondo	60.71	52.39	13.71
P-valor			
Edad (categorías)	<.0001	<.0001	<.0001
Posición de bandeja	0.9283	0.9005	0.8354
Edad x Posición de bandeja	0.9946	0.9875	0.8927

n=165 huevos/bandeja

*abc Letras como super índice en las medias, indican diferencias significativas a la Prueba de DLS ($p < 0.05$)

4. Discusión

La incubación artificial de huevos es un proceso que asemeja la incubación natural, la supervivencia de los embriones depende de una transferencia controlada de vapor de agua y gases respiratorios a través de la cáscara del huevo. Durante la incubación, la temperatura y la circulación del aire son casi fijas, lo que no permite moderar la tasa de evaporación. En el presente estudio todos los huevos estuvieron mantenidos bajo las mismas condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa, las posibles causas de variación en la pérdida de peso podrían ser las diferencias en la estructura de los poros, grosor o anomalías en la estructura de la cáscara relacionada con la edad de las reproductoras.

La edad de las reproductoras afecta la composición, tamaño y peso del huevo; teniendo una relación directamente proporcional de la edad del ave con el peso del huevo más no con la estructura de la cáscara la cual se mantiene, evidenciando una cáscara más delgada (Macari, 2015) y consecuentemente mayor tamaño de los poros (Rosa et al., 2002). En el presente estudio se obtuvo que las aves jóvenes presentaron menor porcentaje de pérdida de humedad durante la incubación en comparación con las aves adultas y viejas, existiendo una respuesta lineal sobre la pérdida de peso a la transferencia, esto puede estar relacionado con la edad de las aves (Rosa et al., 2002), conforme avanza la edad de las aves, el huevo sufre cambios en su estructura y esto puede afectar la incubación debido a que se altera la calidad de la cáscara y el tamaño del huevo. Los huevos de reproductoras de mayor edad serán de mayor tamaño, tendrán la cáscara más delgada debido al aumento en el diámetro de los poros, lo que favorece el intercambio de gases; mientras que, huevos de reproductoras jóvenes serán más pequeños, con cáscara más gruesa y menor cantidad de poros (Wilson, 1991; McLoughlin y Gous, 2000; Rosa et al., 2002). Así, la mayor pérdida de peso de huevos producidos por reproductoras viejas puede explicarse por la mayor porosidad y menor grosor de la cáscara, ya que ambos se correlacionan negativamente con la tasa de pérdida de agua de los huevos de las reproductoras.

Buhr (1995) evaluó la pérdida de peso del huevo durante la transferencia en gallinas Hy Line de 34 y 49 semanas de edad, los huevos fueron mantenidos a diferentes humedades, indicando que independiente de la humedad de incubación, los huevos de reproductoras de 49 semanas presentaron mayor porcentaje de pérdida de peso de huevo a los 18 días (13.8%) en comparación con las reproductoras de 34 semanas de edad (12.8%), sin embargo, el autor informó que las variaciones de humedad en la incubadora debe ser evaluada puesto que tiene un efecto sobre la pérdida de peso del huevo.

Por otra parte, Meir y Ar (2008) evaluaron en los huevos fértiles de reproductoras a los 18 días de incubación la asociación entre la pérdida de agua, la conductibilidad de la cáscara y la viabilidad del pollito al nacimiento, indicando que los huevos que perdieron entre 12 a 13% de peso durante transferencia presentaron mejor incubabilidad. Los autores también indicaron que es importante incrementar la humedad de la incubadora a medida que las aves tienen mayor edad, ya que la pérdida de peso del huevo a la transferencia aumenta a mayor edad y esto puede afectar la viabilidad al nacimiento.

Barbosa et al. (2008) determinaron la pérdida de peso de los huevos fértiles en reproductoras Lohmann LSL encontrando que hubo un aumento significativo de la pérdida de peso del huevo durante la transferencia, obteniendo valores de 11.2%, 12.60% y 13.09% para reproductoras de 26, 41 y 56 semanas de edad respectivamente. Mientras que, Duran (2010) evaluó el efecto que tiene la ubicación de los huevos en incubadoras de etapa múltiple sobre los pesos de los pollos al nacimiento y la pérdida de peso de los huevos de reproductoras de diferentes edades de la línea ROSS 308. En esta investigación, se obtuvo una pérdida de humedad de 13.86% a 14.75% en las diferentes edades de las reproductoras. Llegando a la conclusión que la pérdida de humedad del huevo hasta el momento de la transferencia no depende de la ubicación del huevo dentro de la máquina, sino de la calidad de la cáscara la cual disminuye su espesor al aumentar la edad de las reproductoras.

Por otra parte, Grochowska et al. (2019) estudiaron los factores que afectan la incubabilidad y el porcentaje de pérdida de peso del huevo durante la incubación. El porcentaje de pérdida de peso del huevo en promedio durante la incubación para toda la población bajo investigación fue de 10.3%, demostrando que la pérdida de peso del huevo durante la incubación estaba influenciada por el genotipo, la edad de la gallina, la incubadora y el tipo de incubadora, así como la duración del tiempo de almacenamiento.

Moctezuma (2018) realizó un análisis comparativo de la pérdida de humedad en huevos incubados, utilizando dos niveles de humedad en las máquinas incubadoras, siendo estos niveles 26.94°C y 28.33°C, obteniendo como resultado unas pérdidas de humedad de 13.74% y 14.04% respectivamente. Concluyendo que no se evidenciaron diferencias significativas entre las temperaturas evaluadas.

Tambiénbayel et al. (2013) determinó que el porcentaje de pérdida de peso del huevo se vio afectado significativamente por la raza, la edad de la reproductora, y el período de almacenamiento. Asimismo, los huevos de la línea Ross tuvieron

significativamente el porcentaje más alto y más bajo de pérdida de peso del huevo a las 30-35 y 40-45 semanas de edad respectivamente.

5. Conclusiones

- A la transferencia se observó que hubo diferencias significativas entre las reproductoras jóvenes con una pérdida de peso de 12.68%, adultas con 13.57%, y reproductoras viejas con 14.57 % de pérdida de peso del huevo a los 19 días. Concluyendo que, la edad de las reproductoras está directamente relacionada con el porcentaje de pérdida de humedad de los huevos incubables. Habiendo un aumento lineal en la pérdida del peso conforme aumenta la edad de las reproductoras.
- Al entender la importancia que tiene la pérdida de humedad de los huevos en un proceso de incubación, se distinguirá el valor económico que puede llegar a significar este parámetro, para así poder proporcionar puntos de mejora.
- El porcentaje de pérdida de humedad hasta el momento de la transferencia no depende de la ubicación del huevo dentro de la máquina.

6. Referencias bibliográficas

- Almeida JG, Vieira SL, Reis RN, Berres J, Barros R, Ferreira AK, Furtado, FVK. 2008. Hatching distribution and embryo mortality of eggs laid by broiler breeders of different ages. *Brazilian J Poultry Sci.* 10:89–96.
- Atif A H, Sayda A M, ElBeeli M Y M, Elfadil A A and Sir E SFawgia (2015) Effect of using different pre-storage warmingtimes on hatchability of white hisex breeders eggs. *Int. J. Vet.Sci. Res.* 1(3), 54-62.
- Attard M. y Portugal SJ. 2021. Climate variability and parent nesting strategies influence gas exchange across avian eggshells. *Proc. R. Soc. B* 288: 08-23.
- Baião JH, Café NS, Leandro NC, Stringhini NA, Tanure MB, et al. 2009. Effects of ages of light breeder hens and storage period of hatchable eggs on the incubation efficiency. *Zootecnia e Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec* [Internet] [22 Octubre 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352009000600019>
- Barbosa VM, Baião NC, Cançado SV, Lana AM, Lara LJ and Souza MR. 2008. Efeitos da umidade relativa do ar na incubadora e da idade da matriz leve sobre o

- rendimento da incubação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 60: 741-748.
- Barbosa VM, Pompeu MA, Rocha JS, et al. 2013. The effects of relative humidity and turning in incubators machines on the incubation yield and chick performance. *World Poult. Sci.* 69: 89-97.
- Buhr, RJ. 1995. Incubation relative humidity effects on allantoic fluid volume and hatchability. *Poult. Sci.* 74: 874-884.
- Bradalize, V.H., 2001. A influência da nutrição da matriz sobre a performance de frangos de corte. In: Universidade Federal de Uberlândia, Anais do 5º Encontro Técnico de Ciências Aviárias, Uberlândia, 2001. pp. 42–71.
- Decuypere E, Bruggeman V. 2007. The endocrine interface of environmental and egg factors affecting chick quality. *Poultry Sci.* 86:1037–1042.
- Decuypere, E., Banwell, R., Hemeryck, P., Moro, D. (2015). Desafíos del proceso de incubación. En *Manejo de la Incubación*, 336-338. Brasil: FACTA.
- Duran AD. 2010. Evaluación del efecto de la edad de las reproductoras y la ubicación del huevo en la incubadora sobre el peso de pollitos de un día de la línea Ross 308. Tesis para optar el grado de Ingeniero Zootecnista. Universidad de la Salle. 111 p.
- Durant SE, Carroll RB, Willson JD. 2019. Parental effects and climate change: will avian incubation behavior shield embryos from increasing environmental temperatures? *Integr. Comp. Biol.* 59, 1068–1080 [Internet] [[22 Octubre 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/icb/icz083>
- Goliomytis M. y Tsipouzian AL. 2015. Hager-Theodorides_Effects of egg storage on hatchability, chick quality, performance and immunocompetence parameters of broiler chickens. *Poult. Sci.* 94: 2257-2265.
- Grochowska E, Kinal A, Sobek Z, Siatkowski I, Bednarczyk M. 2019. Field study on the factors affecting egg weight loss, early embryonic mortality, hatchability, and chick mortality with the use of classification tree technique. *Elsevier*, v.98, p 3626-3636. [Internet] [02 Noviembre 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257911930656X>

- Hill W, Bassi K, Bonaventura L, Sacus J. 2004. Prehatch entrainment of circadian rhythms in the domestic chick using different light regimes. *Dev Psychobiol* 45(3): 174-86.
- Hulet RM, Christensen VL, Bagley LG. 1987. Controlled egg weight lost during incubation of turkey eggs. *Poultry Science*. 66:428-432.
- Iqbal J, Khan SH, Mukhtar N, Ahmed T, Pasha R.A. 2016. Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of broiler breeder. *J. Appl. Poult. Res.*, 44: 54-64.
- Ketta M, Tumova E. 2016. Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: a review. *Czech J. Anim. Sci* 61: 299-309.
- Lamot DM, Van de Linde IB, Molenaar R, Van Der Pol CW, Wijtten PJA, Kemp B. and Van Den Brand H. 2014. Effects of moment of hatch and feed access on chicken development. *Poultry Science* 93 (10): 2604-2614.
- Macari, M., Gonzales, E., Sales, I., Alencar, I., Martins, I. (2015). Manejo de la Incubación. Brasil: FACTA.
- Maekawa, D., Reyna, P., Alba, M., Gonzales, E. (2014). Comparación del sistema de incubación de etapa única vs etapa múltiple sobre los parámetros productivos de huevos de reproductoras de carne de tres edades. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(4), 494-503.
- Mcloughlin L, Gous RM. 2000. Efecto del tamaño del huevo en el crecimiento pre y post natal de pollitos de engorde. *Avicultura Profesional*. 18 (2): 24-29.
- Meir, M. y Ar, A. 2008. Changes in eggshell conductance, water loss a hatchability of layer hens with flock age and moulting. *British Poultry Science* 49: 677-684.
- Moctezuma KR. 2018. Análisis comparativo de la perdida de humedad em huevos, durante su incubación, utilizando dos niveles de humedad, em uma planta de incubación comercial. Tesis de Médico Veterinario. Guatemala: Universidad de San Carlos. 58 p.
- Molenaar R, Hulet R, Meijerhof R, Maatjens CM, Kemp B, Brand HVD. 2011. High eggshell temperatures during incubation decrease growth performance and increase the incidence of ascites in broiler chickens. *Poultry Sci*. 90:624–632.

- Onagbesan O, Bruggeman V, De Smit, L, Debonne, M, Witters, A, Tona, K, Everaert, N. Decuypere, E. 2007. Gas Exchange during storage and incubation of avian eggs: effects on embryogenesis, hatchability, chick quality and posthatch growth. *World's Poultry Science Journal*. 63: 557-573.
- Rosa PS, Guidoni AL, Lima IL. 2002. Influência da temperatura de incubação em ovos de matrizes de corte com diferentes idades e classificados por peso sobre os resultados de incubação. *Revista Brasileira Zootecnia*. 31: 1011-1016.
- Seymour RS. y Ackerman RA. 1980. Adaptations to underground nesting in birds and reptiles. *Am. Zool.* 20, 437–447 [Internet] [[22 Octubre 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1093/icb/20.2.437>
- Tambiénbayel A.A., Effect of breed, age and storage period on egg weight, egg weight loss and chick weight of commercial broiler breeders raised in Saudi Arabia. *Science Direct*. Vol. 12. Pages 53-57. [Internet][13 Octubre 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X12000252>
- Tona K., Onagbesan O.M., Jago Y., Kamers B., Decuypere E., Bruggeman V. 2004. Comparison of embryo physiological parameters during incubation, chick quality, and growth performance of three lines of broiler breeders differing in genetic composition and growth rate. *Poult. Sci.*, 83 (2004), pp. 507-513.
- Wolanski N.J, Renema R.A, Robinson EF, Carney VL, Fancher BI. 2007. Relationships Among Egg Characteristics, Chick Measurements, and Early Growth Traits in Ten Broiler Breeder Strains. *Poult. Sci.* 86(8): 1784-1792.
- Wilson, H. R., 1991. Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. *World's Poult. Sci. J.* 47:5–20