

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**Efecto de la densidad de la cáscara de huevo incubable de reproductoras livianas sobre el nacimiento y la calidad física de la pollita**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**BORIS ALONSO OTINIANO CAMPOS**

**TRUJILLO, PERÚ**

**2020**

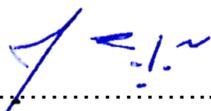
La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



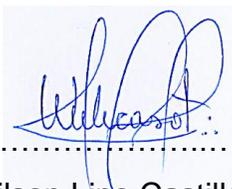
.....  
M.V. Mg. Luis Abraham Ortiz Tenorio  
PRESIDENTE



.....  
Ing. Mg. César Eduardo Honorio Javes  
SECRETARIO



.....  
Ing. Marco Antonio Rojas Paredes  
VOCAL



.....  
Dr. Wilson Lino Castillo Soto  
ASESOR

## ÍNDICE

	Páginas
CARÁTULA .....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS .....	ii
ÍNDICE .....	iii
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Sistema reproductivo de la gallina .....	3
2.2. Formación de huevo.....	3
2.3. Fisiología de la incubación .....	4
2.4. Generalidades de la cáscara de huevo .....	4
2.4.1. Propiedades de la Cáscara de huevo .....	5
2.4.2. Calidad de la cáscara de huevo .....	6
2.5. Medición de gravedad específica de huevo .....	6
2.6. Reproductoras livianas.....	7
2.7. Reproductora Hisex.....	8
2.8. Calidad de la pollita .....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	10
3.1. Lugar de investigación .....	10
3.2. Huevos incubables.....	10
3.3. Medición de la gravedad específica de los huevos .....	10
3.3.1. Preparación de solución salina .....	10
3.3.2. Medición de la gravedad específica de huevo incubable: .....	11
3.4. Variable independiente.....	12

3.5. Tratamientos .....	12
3.6. Variable dependiente .....	13
3.7. Análisis de datos .....	14
IV. RESULTADOS.....	15
4.1. Características físicas y peso de pollitas bebé de primera calidad al nacimiento .....	15
4.2. Pérdida de humedad y rendimiento de huevo incubable.....	17
4.3. Embriodiagnosic de huevos incubables .....	20
V. DISCUSIÓN .....	23
5.1. Características físicas y peso de pollitas bebé de primera calidad al nacimiento .....	23
5.2. Pérdida de humedad de huevo incubable .....	24
5.3. Embriodiagnosic de huevos incubables .....	25
VI. CONCLUSIONES .....	26
VII. RECOMENDACIONES .....	27
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	28
IX. ANEXOS .....	31

**ÍNDICE DE CUADROS**

	Páginas
Cuadro 1. Promedio de pollitas de primera calidad, ombligos mal cicatrizados y pollitas deshidratadas según las diferentes densidades de cáscara de huevo incubable .....	15
Cuadro 2. Promedio de pérdida de humedad, rendimiento, peso de huevos y peso de pollito bebé según diferentes densidades de huevo incubable .....	18
Cuadro 3. Porcentaje de fertilidad, infertilidad, mortalidad de primera semana, mortalidad de tercera semana y huevos rotos, según las diferentes densidades de cáscara de huevo incubable .....	20

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	Páginas
Figura 1. Comportamiento del porcentaje de pollitas de primera calidad en función a la densidades de cáscara del huevo incubable .....	16
Figura 2. Comportamiento del peso de pollitas bebé de primera calidad en función de la densidades de cáscara de huevo incubable .....	17
Figura 3. Comportamiento del porcentaje de pérdida de humedad de huevo incubable en función a su densidad de cáscara .....	19
Figura 4. Comportamiento del porcentaje de mortalidad embrionaria de tercera semana de incubación en función a la densidad de cáscara del huevo incubable .....	21
Figura 5. Comportamiento del porcentaje de huevos rotos durante incubación en función de la densidad de cáscara de huevo incubable .....	22

**ÍNDICE DE ANEXOS**

	Páginas
Anexo 1. Descripción del método de Cervantes.....	31
Anexo 2. Escala de valores del método de Cervantes.....	32
Anexo 3. Porcentajes de pollitas bebé obtenidas por el método de Cervantes según densidades de cáscara de huevo incubable .....	33
Anexo 4. Recopilación fotográfica del trabajo realizado en planta.....	34
Anexo 5. Pérdida de humedad y rendimiento de huevos incubables según densidades de cáscara (A la carga) .....	36
Anexo 6. Pérdida de humedad y rendimiento de huevos incubables según densidades de cáscara (A la transferencia) .....	37
Anexo 7. Pérdida de humedad y rendimiento de huevos incubables según densidades de cáscara (Al nacimiento) .....	38
Anexo 8. Peso de pollitas bebé de primera según densidades de cáscara.....	39
Anexo 9. Resultados de embriodiagnosia realizada a huevos incubables según densidades de cáscara .....	40

## RESUMEN

La crianza de aves se ha incrementado en los últimos años, teniendo un gran apogeo y convirtiéndose en una de las áreas más competitivas del mercado de consumo masivo. Para poder obtener un producto final de calidad se deben realizar pruebas correspondientes y tomar acciones necesarias que corrijan ciertos parámetros que puedan influir negativamente en la obtención de una pollita bebé de calidad. Teniendo en cuenta esto, se realizó este trabajo con el objetivo de evaluar la influencia de la densidad de cáscara de huevo incubable proveniente de gallinas livianas de la línea genética Hisex en el nacimiento y calidad de la pollita bebé. La evaluación de la densidad de cáscara se realizó encontrando la gravedad específica mediante la prueba de solución salina, utilizando densidades de solución de 1.075, 1.080, 1.085 y 1.090; evaluando huevos incubables provenientes de gallinas de 67, 68 y 69 semanas de edad. La prueba para evaluar la calidad de pollita fue el método de Cervantes (parámetros físicos). Se tomaron como muestra 165 huevos para cada densidad, realizando la medición 4 veces para cada densidad establecida, haciendo un seguimiento de la pérdida de humedad. Una vez nacidos los pollitos se hicieron las mediciones y cálculos correspondientes, para evaluar la calidad de la pollita bebé. El trabajo nos mostró que, la densidad de cáscara de huevo tiene efecto en la pérdida de humedad de huevo incubable y en la calidad de la pollita bebé.

## **ABSTRACT**

Poultry farming has increased in recent years, having a great apogee and becoming one of the most competitive areas of the mass consumer market. In order to obtain a quality final product, corresponding tests must be carried out and necessary actions taken to correct certain parameters that may negatively influence the obtaining of a quality baby chick. Taking this into account, this work was carried out with the aim of evaluating the influence of hatching eggshell density from lightweight hens of the Hisex genetic line on the birth and quality of the baby chick. The evaluation of the shell density was carried out by finding the specific gravity by means of the saline solution test, using solution densities of 1.075, 1.080, 1.085 and 1.090; evaluating hatching eggs from 67, 68 and 69 week old hens. The test to evaluate chick quality was the Cervantes method (physical parameters). 165 eggs were sampled for each density, measuring 4 times for each established density, monitoring the loss of moisture. Once the chicks were born, the corresponding measurements and calculations were made to evaluate the quality of the baby chick. The work showed us that the eggshell density has an effect on the loss of hatching egg moisture and on the quality of the baby chick.

## I. INTRODUCCIÓN

La avicultura ha ido creciendo con el pasar de los años gracias a la frecuencia del consumo de carne y huevo en la población, haciendo que los avicultores implementen mejoras tecnológicas y cambios en las técnicas de manejo con el fin de optimizar la crianza y reducir costos, dado que la producción va en aumento anualmente (Lesur, 2003).

La industria avícola cumple un papel importante al ser considerados sus productos fuentes de proteínas de alto valor biológico que satisfacen las necesidades energéticas que requiere la población; es por ello que la crianza avícola ha ido creciendo año tras año por el incremento de su consumo y la expansión del comercio, lo que ha generado que las compañías del sector busquen aumentar cada vez más su productividad. Para esto, han optimizado procesos donde pueden manejar las etapas de producción: incubación, reproducción, plantas de alimento, plantas de beneficio y comercialización de aves, con el fin de brindar mejores condiciones para la explotación avícola (Lesin, 2003; FAO, 2012).

En el caso de las reproductoras livianas, los genotipos de aves son seleccionados con el objetivo de que se produzca el mayor número de animales vigorosos de un día de edad, al combinar un nivel elevado de postura de huevos con una buena incubabilidad y fertilidad (Aviagen, 2013), valiéndose de procesos mecánicos como la incubación y herramientas o pruebas que ayudan a demostrar la calidad y sanidad del producto, esto con el fin de lograr identificar ya sea problemas en algún área específica o de lo contrario corroborar el buen manejo ya establecido (Álvarez, 2015).

Las condiciones de incubación pueden ser adaptadas y mejoradas en función de la estirpe, ya que se ha demostrado que existen diferencias en los parámetros fisiológicos durante el desarrollo embrionario así como en los parámetros físicos de los

huevos, el mayor impacto de la incubación no está solamente en el número de pollitos nacidos, sino en cómo crecerán y en el desarrollo que tendrán. Lo primero que debemos entender es que un buen índice de incubabilidad no siempre indica buena calidad del pollito (Abad, 2003; Tona y otros, 2010; Sandi, 2016).

Una producción avícola cuyo fin es producir huevo fértil, debe realizar internamente una evaluación sobre la calidad y viabilidad de su producto, para cumplir con las necesidades básicas de calidad y sanidad del pollito. Se debe observar desde lo más simple como es la protección u/o sistema de defensa de este; empezando por la cáscara la cual cumple una función de protección contra patógenos e intercambios gaseosos (Álvarez, 2015), y su calidad se ve influenciada por diversos factores como son la edad, nutrición, genética, tiempo de oviposición, el ambiente o las patologías; los cuales han ido disminuyendo en importancia con el progreso y desarrollo de la industria aviar (Pradenas, 2001).

Para determinar la calidad del cascarón se necesita calcular su densidad, que es una de las más utilizadas (Sandi, 2016), ayudando a corroborar la buena nutrición, manejo e inmunidad de nuestras aves a la hora de producir huevo fértil (Álvarez, 2015). El presente trabajo, busca evaluar el efecto de la gravedad específica de los huevos incubables sobre la calidad de la pollita bebé de postura.

## **II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Sistema reproductivo de la gallina**

Está conformado por el ovario y oviducto izquierdo; el ovario y oviducto derecho se atrofian en las aves dado que el crecimiento del tubo digestivo destruye gran parte de la simetría primitiva en que suelen aparecer los órganos, en él encerrados y desplazándolos parcialmente. Las hormonas sexuales endógenas, producidas por el aparato genital a edad temprana, inhiben el desarrollo de sus homólogos derechos, de los cuales sólo quedan en el animal adulto esbozos rudimentarios (Mattiello, 2007).

El ovario ofrece un aspecto a modo de racimo, debido a los numerosos folículos que afloran a su superficie, teniendo como función la producción de ovocitos, estrógenos, andrógenos, progesterona y prostaglandina E (Gil, 2005); el oviducto cumple dos funciones: la de hacer que el óvulo progrese hacia la cloaca y, por otra parte, segregar las sustancias que lo van a proteger del medio ambiente, presentando las siguientes porciones: infundíbulo, encargado de recibir el óvulo; magnum e itsmo que forman la mayor parte de la albúmina junto con la membrana testácea interna y externa; útero, donde se produce la mayor parte de la cáscara; vagina, donde se deposita la cutícula sobre el cascarón (Estrada, 2011).

### **2.2. Formación de huevo**

Para la formación del huevo se cuenta desde la ovulación hasta la puesta, lo cual se estima un tiempo de 26 horas aproximadamente. Los requisitos para ver la calidad del huevo son: la alimentación y nutrición de las aves, el ambiente donde se han desarrollado y un estado sanitario óptimo (Instituto de Estudios del huevo, 2009).

La fase de crecimiento de la yema dentro del folículo ovárico se produce 10 días antes de la ovulación (0.06 g a 18 g de peso aproximadamente), la cual es denominada vitelogénesis; el folículo al alcanzar su madurez, se produce la ovulación, lo cual será liberada la yema y será captada por el oviducto; en el infundíbulo se da la fecundación y formación de membranas vitelinas; la formación del albumen inicia en el magnum y termina en el útero; al momento que el huevo sale del magnum, el albumen se muestra de forma gelatinosa densa dado que posee 50% de agua, luego se da el proceso de hidratación y la estructuración del albumen termina en el útero; una vez ahí, empieza la formación de la cáscara donde permanece entre 18 a 22 horas; una vez culminado, se producirá la expulsión del huevo a través de la vagina (Barroeta, 2013).

### **2.3. Fisiología de la incubación**

El desarrollo del embrión promueve modificaciones simultáneas en todos los componentes del huevo, que van disminuyendo en diferentes proporciones a lo largo del período de incubación. La cáscara es fuente de calcio, y este mineral ayuda en el control del equilibrio electrolítico. El albumen proporciona proteínas y se torna más líquida, haciendo disponible agua y electrolitos para el embrión. La yema suministra energía para las demandas fisiológicas de mantenimiento, y el agua se produce cuando los lípidos se oxidan. Otra parte de la energía originada de la yema se utiliza para sintetizar los tejidos y permitir el crecimiento embrionario (Michalsky, 2011).

### **2.4. Generalidades de la cáscara de huevo**

La cáscara del huevo ofrece protección contra la invasión microbiana, controla el intercambio de agua y gases a través de los poros y constituye la fuente de calcio para el embrión durante su desarrollo. Además, la cáscara regula las fluctuaciones de temperatura entre los componentes del huevo y su ambiente externo. El éxito de estas funciones depende de su adecuada formación y de su composición estructural (Michalsky, 2011).

La estructuración se da cuando las membranas de la cáscara llegan a compactarse, pero esto no llega a darse hasta que llegan al útero, antes de ello están arrugadas a medida que va saliendo el óvulo del istmo; en este proceso también se realiza la hidratación de la albúmina, así como su duplicación, dándole al huevo su forma final (Hy-Line International, 2017).

Para la formación de la cáscara es necesario como elemento principal al calcio, el cual se encuentra en el alimento, así como los distintos mecanismos fisiológicos que van a permitir que se concentre el calcio en la sangre de manera regular y homogénea para obtener la calidad de la cáscara; también el hueso medular, que funciona como una reserva de calcio, el cual llega a formarse entre 10 a 14 días antes de la oviposición. En el fluido uterino se presentan precursores de proteínas, las cuales van a constituir la matriz orgánica de la cáscara (Barroeta, 2013).

La porción orgánica de cáscara consiste en las membranas de la cáscara, en los sitios mamilares de nucleación y en la cutícula. La porción calcificada está compuesta por la capa mamilar (o capa de botas mamilares), capa palpada y capa de cristal vertical (Hunton, 2005).

#### **2.4.1. Propiedades de la cáscara de huevo**

El oviducto presenta poblaciones celulares especializadas, las cuales ayudarán a realizar la biomineralización de la cáscara del huevo, haciendo que formen una biocerámica que resulta de la interacción controlada de fases orgánicas con fases inorgánicas; la biocerámica está compuesta químicamente por: 1.6 % de agua, 95.1 % de minerales (93.6 % son carbonato de calcio en forma de calcita, 0.8 % es carbonato de magnesio y 0.73 % es fosfato tricálcico) y 3.3 % de materia seca (Pradenas, 2001).

La cáscara del huevo presenta centenares de poros, los cuales le permiten al embrión el acceso al oxígeno y un mecanismo para remover los

subproductos del metabolismo de nutrientes, precisamente dióxido de carbono y agua metabólica. El órgano respiratorio primario es la membrana corioalantoidea la cual es muy vascular y debe alinear totalmente la membrana interna de la cáscara. Es responsable de llevar el dióxido de carbono del tejido embrionario a los poros a fin de pasar fuera del huevo y el oxígeno el cual pasa a través de los poros y es transferido al sistema circulatorio corioalantoideo y es llevado al embrión. A medida que aumenta el tamaño del embrión habrá una necesidad cada vez más importante de asegurarse que hay suficiente oxígeno disponible (Wineland y otros, 2011).

#### **2.4.2. Calidad de la cáscara de huevo**

Tiene mucha relevancia la calidad del cascarón: al ser demasiado grueso, tendrá mayor resistencia a romperse, pero va a ser complicado el intercambio gaseoso, lo cual perjudicará el desarrollo embrionario; si el cascarón es demasiado delgado, estará más propenso a ser invadido por las bacterias que estén presentes en el ambiente, puede llegar a quebrarse o estar predispuesto a perder humedad. Es un factor genético cuantitativo con herencia relativamente baja y puede alterarse por varios factores de manejo: temperatura, tensión, enfermedad, alimento y algunos otros. Unas anomalías del cascarón son heredadas. Cascarones yesosos, arrugados, etc. no incuban bien, pueden ser resultado de variaciones en el gen. Otras anomalías son debidas frecuentemente a imperfecciones en el área del oviducto donde se forma (Abarca, 2011; North 1986).

#### **2.5. Medición de gravedad específica de huevo**

Para determinar la calidad del cascarón, se debe calcular el grosor que tiene; habiendo varios métodos para calcular el grosor, el más fácil y utilizado es la gravedad específica del huevo (Moyle y otros, 2008).

La gravedad específica de un huevo indica la cantidad de cáscara en relación con otros componentes del huevo, a medida que disminuye la gravedad específica, generalmente aumenta el número de grietas; ocurre lo contrario cuando

la gravedad específica aumenta indicando un mayor grosor del cascarón, mayor fuerza estructural y demuestra que el producto se halla fresco.

No se necesitarán más de cinco soluciones (normalmente tres serán suficientes). Estas soluciones deben tener densidades específicas de 1.070, 1.075, 1.080, 1.085 y 1.090, huevos incubables con gravedades específicas de 1.065 a menos son consideradas con mala calidad de cáscara (Butcher y otros, 1991; Quintana, 2011).

Dado que pueden medirse grandes cantidades de huevos, el tiempo de medición es rápido y no produce un gran efecto sobre los huevos y su incubabilidad, este método es el más utilizado comúnmente. El momento óptimo para su realización es luego de que los huevos han estado expuesto a una temperatura invariable, y donde lleguen a una temperatura similar a las soluciones salinas (Quintana, 2006).

## **2.6. Reproductoras livianas**

En este tipo de reproductoras lo más importante es la producción de huevos, estos determinan el número de pollitos por cada gallina alojada; pero sólo llega a ser buen huevo el que se encuentre fecundado, el que no haya sido fecundado es considerado un huevo de consumo (Tabler, 2013).

Según Ibarra (2013), en el caso de una reproductora liviana, el resultado final se mide por el número de pollitas de primera calidad producidas. Este resultado está determinado por lo acontecido en las primeras 16 semanas de vida, especialmente en la primera de ellas. Si no se ha conseguido el peso estándar para la raza a las 12 semanas de edad se tendrá una reproductora con niveles de producción inferiores a lo estimado, traduciéndose en un menor número de pollitas por reproductora alojada.

Para obtener un huevo fértil se deben tener en cuenta varios factores externos que pueden llegar a alterar la producción de éste, tales como: la edad, el

manejo, la nutrición, entre otros que podrían afectar el oviducto, la formación del huevo o la calidad del semen (Tabler, 2013).

Para cumplir los parámetros en producción de huevo fértil, es recomendado el contenido de calcio en la dieta de pollas pre postura entre 1% a 1.4% en desarrollo el cual asegura la ingesta necesaria de calcio lo cual beneficia a una buena estructura ósea. Esto debe administrarse, junto al mismo porcentaje de fósforo, 2 semanas antes de la primera puesta ya que ayuda al desarrollo del hueso medular, el cual cumple su función como reservorio de calcio para ayudar a la gallina a movilizar rápidamente este mineral y formar la cáscara. De no tener un adecuado desarrollo, se presentarán problemas de calidad de la cáscara (Ibarra, 2013).

## **2.7. Reproductora Hisex**

La reproductora Hisex es un ave destinada a procrear gallinas marrones ponedoras con mucha eficiencia en producción de huevos de un intenso color marrón y con una excelente calidad de cáscara. Una ponedora ideal para una gran cantidad de huevos de mesa de primera calidad de tamaño medio.

La reproductora Hisex proporciona beneficios predecibles y demostrables para los productores de huevos debido a su magnífica calidad del huevo (Hisex, 2012).

## **2.8. Calidad de la pollita**

Para obtener una buena calidad de pollitas al nacimiento, se deben brindar buenas condiciones de manejo y apropiadas instalaciones que lograrán buenos resultados en la producción. Optimizar la calidad de las pollitas es fundamental para darles el mejor inicio posible para que alcancen el potencial genético (Abad, 2013; Verschuere, 2016).

Hay muchos factores que afectan la calidad de la pollita, tal como es el adecuado manejo de la temperatura que se requiere en el almacenamiento de los huevos que irán a incubación, la temperatura al momento de la incubación, el proceso de desinfección que tienen desde la granja de origen, la calidad de los huevos, la humedad y temperatura en el nacimiento, el porcentaje de la incubación, la calidad del pollito y la pérdida de humedad del huevo en la incubación (Abad, 2003; Ricaurte, 2006).

Según Pachón (2007), un pollito de buena calidad presenta las siguientes características:

- Brillante, alerta, fuerte y activo
- Patas fuertes
- Buena Uniformidad
- Ombligo bien cicatrizado
- Pico bien formado y huesos fuertes
- Libre de defectos anatómicos (Picos cruzados, patas etc)
- Libre de contaminación bacteriana
- Niveles adecuados de anticuerpos contra algunas enfermedades. (IBD, Reovirus, NCD, IBV, CAA, AE principalmente)
- Reacción a vacunas de tipo respiratorio al día de edad dentro de límites normales.
- Buena tolerancia a desviaciones menores en el manejo inicial.

Para determinar estas características se utilizan métodos como: Prueba de Cervantes, Sistema Pasgar, parámetros visuales (aspecto del ombligo, coloración de plumas, defectos físicos, peso, longitud del pollito). Entre los factores que afectan la calidad de un pollito se consideran el período y condiciones de almacenamiento, edad de la parvada de reproductoras, fisiología del embrión y el proceso de incubación; comprobando los resultados en evaluaciones físicas, serológicas y microbiológicas del pollito (El Sitio Avícola, 2010).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de investigación**

El trabajo de investigación se realizó en la planta de incubación de la empresa Inversiones Avipecuarias S.A (IASA) Perú, ubicado en la ciudad de Trujillo, en el departamento de La Libertad.

#### **3.2. Huevos incubables**

Los huevos utilizados provinieron de gallinas reproductoras livianas de la línea genética Hisex, de propiedad de la empresa IASA.

Se utilizaron 2640 huevos fértiles, los cuales fueron sometidos a la prueba de gravedad específica, la cual consta de cuatro densidades; de ello se realizó cuatro repeticiones (una repetición semanalmente), en donde cada repetición contó con 165 huevos fértiles como unidad experimental, provenientes de lotes de 67, 68 y 69 semanas de edad. Los huevos incubables con los que se realizó este trabajo fueron almacenados en un cuarto frío a una temperatura entre 20 a 21 °C y fueron seleccionados según su peso, se utilizaron aquellos que se encontraban con peso entre 55- 60 g, luego fueron colocados en una bandeja con capacidad de 165 huevos hasta su total llenado e identificados con su respectiva fecha de postura y lote de procedencia.

#### **3.3. Medición de la gravedad específica de los huevos**

##### **3.3.1. Preparación de solución salina**

Para la preparación de la solución salina se utilizaron 4 recipientes de plástico, en las cuales se colocó agua hasta la mitad y se fue adicionando sal

(casera) hasta llegar a la densidad necesaria (1.075, 1.080, 1.085 y 1.090). Se tomaron 165 huevos para cada tratamiento (una bandeja completa).

La temperatura del agua utilizada para la solución debió ser la misma que la del huevo incubable (17 °C -17.5 °C). La medición de la solución salina se realizó con ayuda de un densímetro ( $\text{g/cm}^3$ ) y de un recipiente plástico o probeta de 200 mL.

### **3.3.2. Medición de la gravedad específica de huevo incubable:**

La medición estuvo dentro de las 24 horas de puesta de los huevos, los cuales fueron recolectados a la misma hora (durante la tarde).

Teniendo preparadas las diferentes soluciones, se procedió a sumergir los huevos seleccionados en los recipientes, empezando por aquella que tiene menor densidad (1.075) por unos 20 segundos, esperando ver que los huevos pertenecientes a la misma medida floten en la solución.

Los huevos que no flotaron, fueron retirados y colocados en el recipiente con la densidad siguiente, previamente lavados con agua para no alterar la concentración de sal en los siguientes recipientes.

Los huevos obtenidos según la prueba fueron colocados en bandejas, las cuales fueron identificadas según gravedad específica a la que pertenecían. Esta medición se realizó 4 veces para cada gravedad específica.

Una vez realizada la prueba a todos los huevos incubables se lavaron todos los huevos con agua para extraerles los residuos de sal, se esperó que se sequen y se pesó cada bandeja, luego de eso se pasaron a un cuarto de precalentamiento (23 °C) por 12 horas, pasado este tiempo se colocaron en la incubadora donde permanecieron 18 días para luego ser transferidos a la nacedora hasta completar los 21 días.

La determinación de la gravedad específica del huevo sirvió para estimar la densidad de la cáscara del huevo:

$$GE = d \text{ producto} / d \text{ agua}$$

$$d = m/v \text{ (g/mL)}$$

$$d \text{ agua} = 1 \text{ g/mL}$$

Despejando en fórmula:

$$GE = d \text{ producto} / 1$$

$$GE \times 1 \text{ g/mL} = d \text{ producto}$$

$$d \text{ producto} = \text{g/mL}$$

Donde:

GE= Gravedad epecífica

$d$ = densidad (g/mL)

### 3.4. Variable independiente

Densidad de cáscara de huevo incubable.

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en agrupar la densidad de la cáscara de los huevos incubables en valores crecientes.

T1: huevos incubables con densidad de cáscara de 1.075 g/mL.

T2: huevos incubables con densidad de cáscara de 1.080 g/mL.

T3: huevos incubables con densidad de cáscara de 1.085 g/mL.

T4: huevos incubables con densidad de cáscara de 1.090 g/mL.

### **3.6. Variable dependiente**

- Peso de huevo, g.
- Nacimiento total, %.
- Pollitas de primera calidad, %.
- Mortalidad embrionaria, %
- Pérdida de humedad, %

La medición de pollitas de primera calidad, se realizó a través del método de Cervantes (estado físico), donde se calificó el peso, buen estado, deformidades, ombligos bien cicatrizados y estado de hidratación.

Puntuación final de este método es sobre 100, siendo: 100 excelente, 95-99 muy buena, 90- 94 buena, 80- 89 adecuada, 70- 79 pobre, < 70 aceptable. La descripción completa del método se presenta en el Anexo 1.

### 3.7. Análisis de datos

Los 2640 huevos fértiles fueron distribuidos a través de diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, teniendo como unidad experimental un número de 165 huevos incubables de gallinas reproductoras Hisex.

La fórmula del modelo lineal fue:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ = Densidad de cáscara.

$\mu$ = Media general

$T_i$ =Efecto de la densidad de cáscara.

$\epsilon_{ij}$ = Error experimental.

Los resultados de las variables fueron analizados a través del análisis de variancia de regresión.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características físicas y peso de pollitas bebé de primera calidad al nacimiento

En el cuadro 1 se muestra los resultados promedio de las características físicas (hembras de primera, ombligos mal cicatrizados y pollitas deshidratadas) y peso de pollitas bebé de primera calidad al nacimiento; observándose que la densidad de cáscara influyó de manera lineal sobre las hembras de primera y de manera cuadrática sobre el peso de las pollitas ( $p < 0.01$ ).

Cuadro 1. Promedio de pollitas de primera calidad, ombligos mal cicatrizados y pollitas deshidratadas según las diferentes densidades de cáscara de huevo incubable.

Densidad de cáscara (g/mL)	Hembras de primera <sup>1</sup> (%)	Ombligos mal cicatrizados <sup>1</sup> (%)	Pollitas deshidratadas <sup>1</sup> (%)	Peso pollita bebé primera calidad <sup>1</sup> (g)
1.075	85.00	6.50	8.75	38.46
1.080	85.00	6.25	8.75	39.01
1.085	90.25	3.50	5.50	39.17
1.090	93.75	3.00	3.25	38.93
Sig <sup>2</sup>	L**	NS	NS	C**
SEM <sup>3</sup>	4.61	3.17	4.96	2.01

<sup>1</sup> Evaluaciones realizadas por el método de Cervantes

<sup>2</sup>Sig= significancia (L= efecto lineal; C= efecto cuadrático; NS= no significativo; \*= $p < 0.05$ ; \*\*= $p < 0.01$ )

<sup>3</sup>SEM= Error estándar promedio

En la figura 1 se observa que el promedio de pollitas de primera calidad presentó un comportamiento lineal, observándose un mayor porcentaje conforme aumentó la densidad de cáscara de huevo, encontrándose una correspondencia ( $R^2$ ) de 90%. En la figura 2 se observa un comportamiento cuadrático de los pesos de las pollitas bebé de primera calidad al nacimiento, encontrándose una correspondencia ( $R^2$ ) de 100%, cuyo valor máximo se ha estimado que ocurre en la densidad de 1.084.

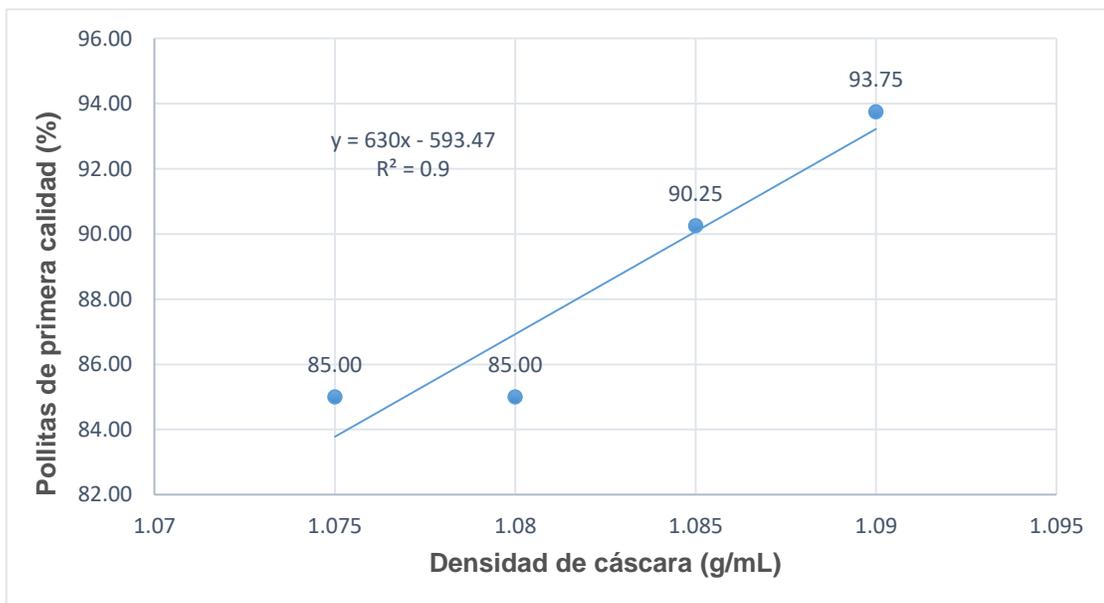


Figura 1. Comportamiento del porcentaje de pollitas de primera calidad en función a la densidad de cáscara de huevo incubable.

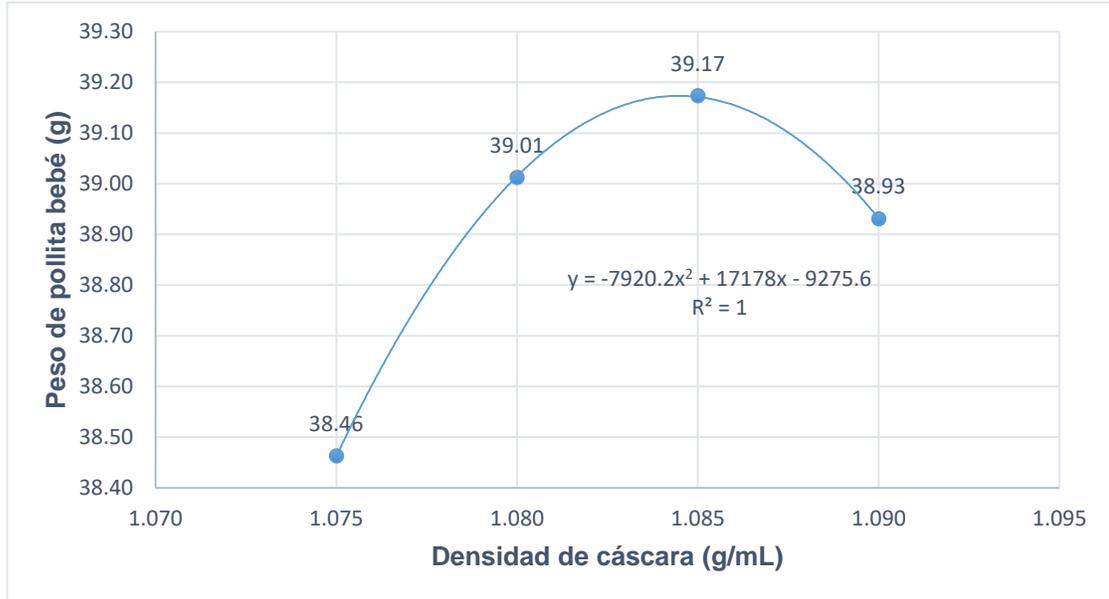


Figura 2. Comportamiento del peso de pollitas bebé de primera calidad en función a la densidad de cáscara de huevo incubable.

#### 4.2. Pérdida de humedad y rendimiento de huevo incubable

En el cuadro 2 se muestra la pérdida de humedad promedio de huevo incubable, rendimiento promedio de huevo incubable, peso de huevo incubable y peso promedio de pollito bebé según las diferentes densidades de cáscara, demostrando que hay influencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre la densidad de cáscara de huevo incubable y la pérdida de humedad, siguiendo un comportamiento lineal.

Cuadro 2. Promedio de pérdida de humedad, rendimiento, peso de huevos y peso de pollito bebé según diferentes densidades de huevo incubable.

Densidad de cáscara (g/mL)	Pérdida de humedad (%)	Rendimiento huevo incubable (%)	Peso huevo incubable (g)	Peso pollita bebé (g)
1,075	20,19	65,86	58,27	38,38
1,080	18,77	72,81	58,31	42,45
1,085	18,01	66,35	59,31	39,32
1,090	14,88	68,35	58,19	39,77
Sig <sup>1</sup>	L**	NS	NS	NS
SEM <sup>2</sup>	2.09	4.83	1.04	2.72

<sup>1</sup>Sig= significancia (L= efecto lineal; C= efecto cuadrático; NS= no significativo; \*=p<0.05; \*\*= p<0.01)

<sup>2</sup>SEM= Error estándar promedio

En la figura 3 se observa que el promedio de pérdida de humedad de huevos incubables presentó un comportamiento lineal, observándose un menor porcentaje conforme aumentó la densidad de cáscara de huevo incubable, encontrándose una correspondencia ( $R^2$ ) de 92%.

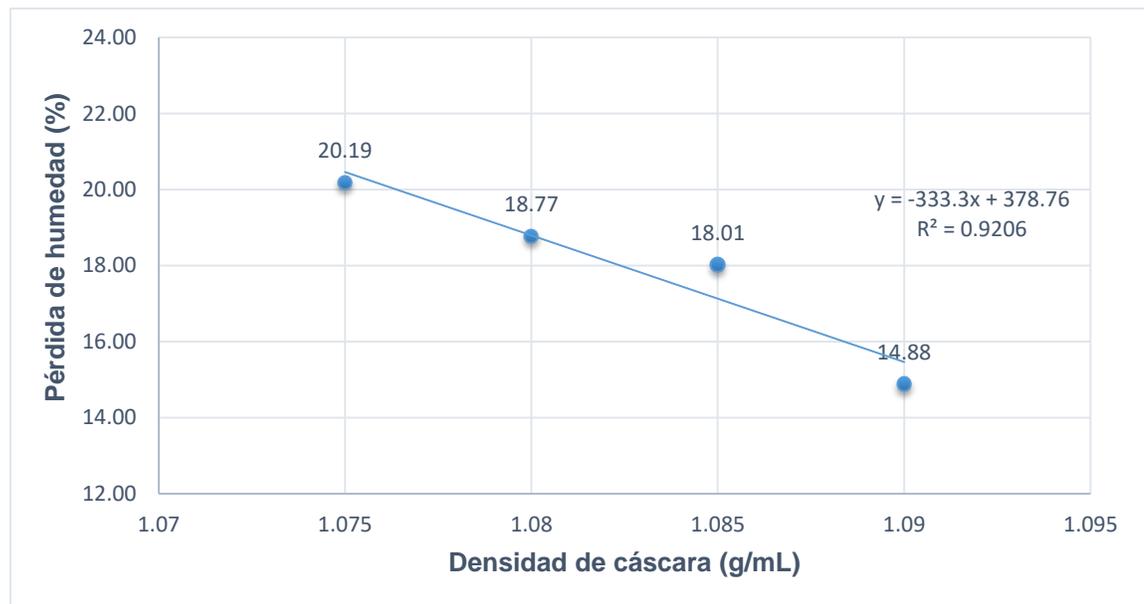


Figura 3. Comportamiento del porcentaje de pérdida de humedad de huevo incubable en función a su densidad de cáscara.

### 4.3. Embriodiagnos de huevos incubables

En el cuadro 3 se muestra el porcentaje de fertilidad, infertilidad, mortalidad de primera semana, mortalidad de tercera semana y huevos rotos, según las diferentes densidades de cáscara trabajadas, demostrando que hay influencia altamente significativa ( $p < 0.01$ ) en la mortalidad de embriones de tercera semana de incubación y huevos rotos, teniendo en ambos casos un comportamiento lineal.

Cuadro 3. Porcentaje de fertilidad, infertilidad, mortalidad de primera semana, mortalidad de tercera semana y huevos rotos, según las diferentes densidades de cáscara de huevo incubable.

Densidad de cáscara (g/mL)	Fertilidad (%)	Infertilidad (%)	Mortalidad 1ra semana (%)	Mortalidad 3ra semana (%)	Huevos rotos (%)
1,075	86,06	13,94	5,00	14,39	8,64
1,080	87,73	12,27	5,91	14,09	5,30
1,085	88,03	11,97	3,33	8,64	1,36
1,090	88,94	11,06	4,39	8,03	0,45
Sig <sup>1</sup>	NS	NS	NS	L**	L**
SEM <sup>2</sup>	2.80	2.80	1.63	2.86	3.60

<sup>1</sup>Sig= significancia (L= efecto lineal; C= efecto cuadrático; NS= no significativo; \*= $p < 0.05$ ; \*\*= $p < 0.01$ )

<sup>2</sup>SEM= Error estándar promedio

En la figura 4 se observa que el promedio de mortalidad embrionaria en la tercera semana de incubación presentó un comportamiento lineal, mostrando un menor porcentaje conforme aumentó la densidad de cáscara de huevo, encontrándose una correspondencia ( $R^2$ ) de 85%. En la figura 5 se observa un comportamiento lineal del porcentaje de huevos rotos durante el proceso de incubación, encontrándose una correspondencia ( $R^2$ ) de 95%, cuyo valor máximo se ha estimado que ocurre en la densidad de cáscara de 1.075.

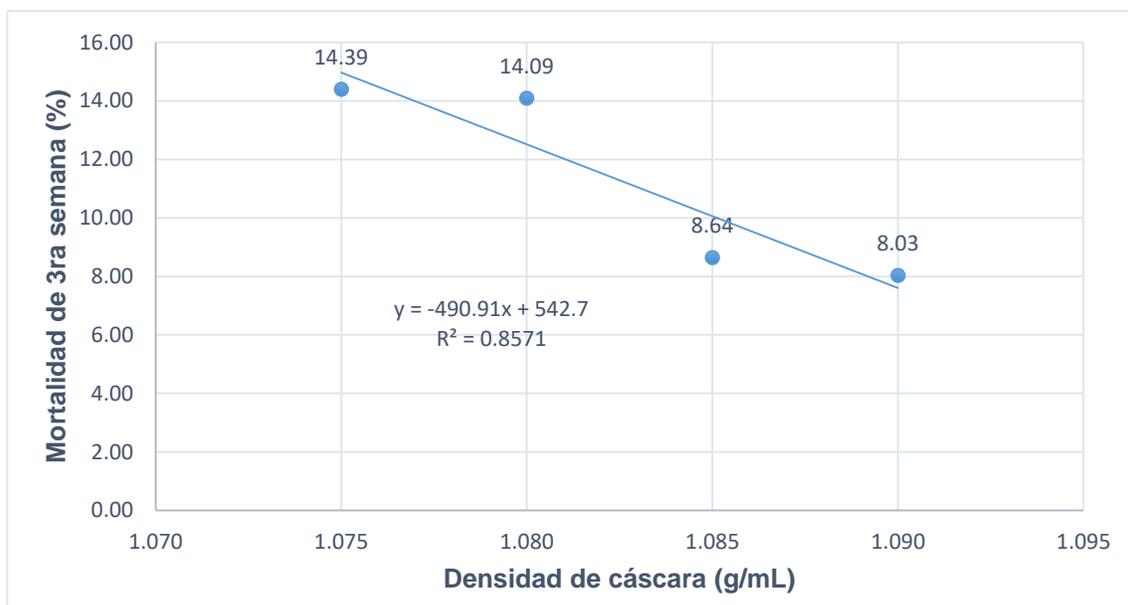


Figura 4. Comportamiento del porcentaje de mortalidad embrionaria de tercera semana de incubación en función a la densidad de cáscara de huevo incubable.

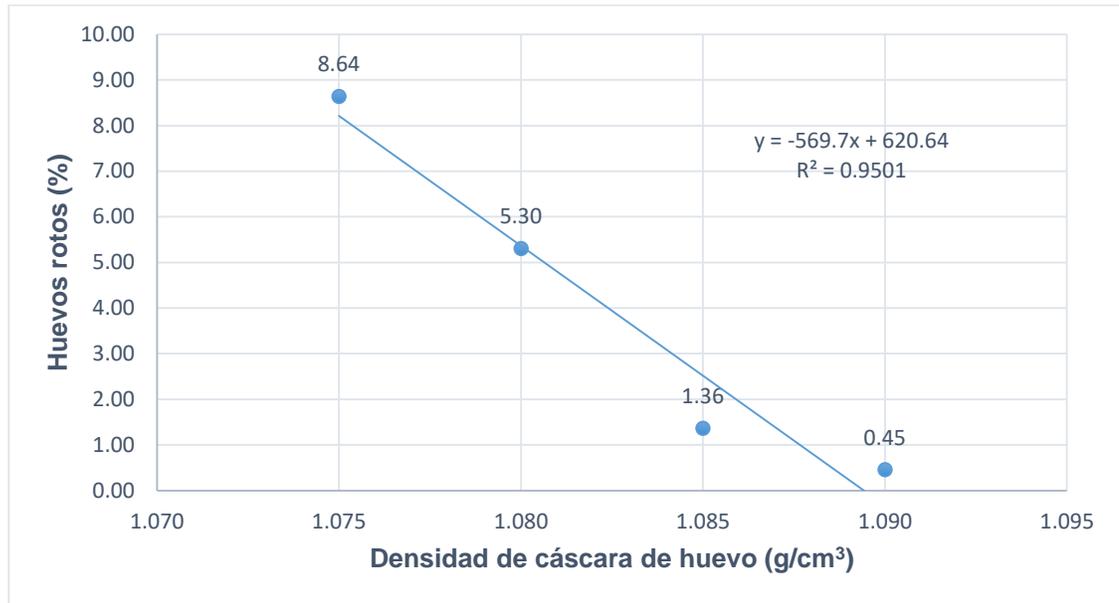


Figura 5. Comportamiento del porcentaje de huevos rotos durante incubación en función de densidad de cáscara de huevo incubable.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Características físicas y peso de pollitas bebé de primera calidad al nacimiento

En el presente trabajo se demostró que existe diferencia significativa entre ( $p < 0.01$ ) la densidad de cáscara de huevo incubable, características físicas y peso de pollita bebé; ya que para ambos casos se obtenían mejores resultados según aumentaba la densidad de cáscara mostrando influencia lineal y cuadrática respectivamente.

Los huevos incubables con los cuales se trabajó pasaron por un proceso de selección antes de ser colocados en la incubadora, la cual se basó en las características físicas y peso; ya que factores como la calidad externa (cáscara) estarían relacionados con la gravedad específica (Plano y otros, 2001; Puig, 2013) y se considera que a mayor tamaño de huevo, menor es la gravedad específica y calidad. Considerando que el menor porcentaje de pollitas de primera calidad (85%) se obtuvo en huevos con densidad de cáscara menor y al haber sido seleccionados los huevos muestra por su peso considerando los rangos de Ricaurte (2006) que fueron entre 55 y 60 g, se demuestra que el tamaño del huevo puede no tener relación al hallar la gravedad específica, pero en huevos con densidad de cáscara menor (huevo de menor calidad) se obtiene menor porcentaje de pollitos de primera calidad, menor peso y menor vitalidad al nacimiento como se demuestra en los resultados obtenidos.

En cuanto al proceso de incubación, el presente trabajo demuestra su relación con la densidad de cáscara de huevo incubable ya que temperatura y humedad en incubadoras y nacedoras (inclusive las correctas), afectan mayormente a huevos incubables con una densidad de cáscara menor, obteniendo pollitas de menor calidad confirmando los comentarios de Tullet (2010) el cual

menciona que altas temperatura o baja humedad durante la incubación puede ocasionar pollitos muy secos y deshidratados, ya que se pierde mayor agua por los poros del huevo incubable, afectando al desarrollo del embrión.

## **5.2. Pérdida de humedad de huevo incubable**

En el presente trabajo se demostró que huevos incubables bajo las mismas condiciones de temperatura y humedad relativa presentan relación entre su densidad de cáscara y la pérdida de humedad, mostrando diferencia significativa ( $p < 0.01$ ) entre éstos, con tendencia a disminuir según aumentaba la densidad de cáscara.

Notamos que en nuestro trabajo los resultados de pérdida de humedad no estuvieron en el rango óptimo, pero se demostró que huevos incubables con densidades de cáscara menores tienen mayor pérdida de humedad (20.19%) que concuerda con las investigaciones de Tullet (2010), y a la larga estos factores influirán en el nacimiento de una pollita de calidad, ya que un huevo con mala calidad de cáscara presenta una irregularidad en el intercambio gaseoso, el cual es realizado a través de sus poros.

Wineland y otros (2011), comentan que huevos de mayor tamaño necesitan mayor energía para realizar el intercambio gaseoso; caso que se puede dar en gallinas de edad avanzada ya que aumenta el tamaño de huevo y disminuye la calidad de cáscara. Si bien en este trabajo se utilizaron huevos de gallina de edad avanzada (67, 68 y 69 semanas de edad), para realizar esta prueba se pesaron todos los huevos fértiles, demostrando que huevos que no son de mayor tamaño de gallinas con edad avanzada también presentan mayor pérdida de humedad.

Aumento en el porcentaje de nacimientos así como de la calidad del pollito es determinado por el control de la humedad de la incubadora ya que asegura la eliminación del agua del huevo (Aviagen, 2011); para lograr una mejor calidad de

pollita se considera que la pérdida de humedad debe ser 12% y el rendimiento 67% aproximadamente (Tullet, 2010).

### **5.3. Embriodiagnos de huevos incubables**

Con respecto al análisis de embriodiagnos, se demostró en este trabajo que existe relación entre la densidad de cáscara de huevo incubable, mortalidad embrionaria de tercera semana de incubación y huevos incubables rotos, presentando alta influencia significativa ( $p < 0.01$ ) para ambos casos, disminuyendo su porcentaje según aumentó la densidad de la cáscara.

Resultados del presente trabajo confirman la teoría de que la gravedad específica está altamente relacionada con las grietas presentes en el huevo incubable, a medida que disminuye la gravedad específica, generalmente aumenta el número de grietas (Butcher y Miles, 1997; Ernst, 1979).

Teniendo en cuenta la relación gravedad específica- calidad de cáscara de huevo incubable; la cantidad de oxígeno que pase a través de los poros del huevo incubable está influenciada también por cualquier cosa que puede cubrir los poros tales como roturas y grietas (Wineland y otros, 2011); que durante el proceso de incubación afecta el desarrollo embrionario causando mortalidad tardía, pollita de tamaño pequeño y deshidratada. Esta afirmación es aceptada en el presente trabajo ya que se obtuvo mayor mortalidad embrionaria de tercera semana de incubación en huevos incubables con densidad de cáscara baja.

Quintana (2003) comenta que, ocurre lo contrario cuando la gravedad específica aumenta indicando un mayor grosor del cascarón, mayor fuerza estructural y demuestra que el producto se halla fresco, comentario que se acepta en este trabajo ya que se obtuvo menor porcentaje de huevos rotos en aquellos que presentaban una densidad de cáscara mayor.

## **VI. CONCLUSIONES**

La densidad de cáscara de huevo incubable influye de manera directa sobre el porcentaje y peso de pollitas de primera.

Menores densidades de cáscara de huevos incubables conllevan a mayor pérdida de humedad de los mismos, pero no afectan la deshidratación de las pollitas.

La mortalidad a la tercera semana y el porcentaje de huevos rotos disminuye con el aumento de la densidad de cáscara de los huevos incubables.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Realizar el trabajo en lote de gallinas más jóvenes de la misma línea genética, con el fin de recopilar y comparar los resultados para determinar si la edad interfiere en la calidad de pollito bebé y densidad de cáscara de huevo incubable.

Realizar el trabajo con otros métodos de medición de calidad de cáscara de huevo incubable.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Abad, J., García, F. (2013). Valoración de la calidad del pollito Alcalá de Henares. España. 14p.

Abad, J. (2019). Clasificación de los huevos no incubables de las reproductoras Cobb. España S.A. Recuperado de: <https://avicultura.info/clasificacion-de-los-huevos-no-incubables-de-las-reproductoras/>

Abraca, L. (2011). Análisis del cascarón del huevo. Recuperado de: [www.industriaavicola.net/uncategorized/analisis-del-cascaron-del-huevo/](http://www.industriaavicola.net/uncategorized/analisis-del-cascaron-del-huevo/)

Álvarez, N. (2015). Identificación de la calidad de cáscara de huevo fértil e incidencia en el porcentaje de nacimiento mediante la determinación de peso específico en reproductoras pesada línea Cobb Avian 48 (tesis de pregrado). Universidad cooperativa de Colombia. Bucaramanga, Colombia. 47 p.

Aviagen (2011). Cómo...Incubadora. 61 p.

Aviagen (2013). Manual de Manejo de Reproductoras Ross. 179 p.

Barroeta, A. (2013). Formación del huevo Facultad de Veterinaria Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España 9p.

Butcher, G., Miles, R. (1991). Egg Specific Gravity - Designing a Monitoring Program The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). Florida. 3 p

El Sitio Avícola (2010). Evaluación y diagnóstico de la calidad de los pollitos. Recuperado de: <http://www.elsitioavicola.com/articles/1886/evaluacion-y-diagnostico-de-la-calidad-de-los-pollitos-1/>

Ernst, R. (1979). El control de roturas de huevos mediante la prueba de gravedad específica California Poultry Letter. California, Estados Unidos. 5 p.

FAO (2012). Food Outlook Trade and market Division Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. 125 p.

Hy Line International (2017). La Ciencia de la Calidad del huevo. 8 p.

Ibarra, S. (2013). Nutrición y manejo de reproductoras livianas. Recuperado de: [www.engormix.com/avicultura/articulos/nutricion-manejo-reproductoras-livianas-t30737.htm](http://www.engormix.com/avicultura/articulos/nutricion-manejo-reproductoras-livianas-t30737.htm)

Instituto de estudios del huevo (2009). El gran libro del huevo Editorial Everest S.A. Madrid, España. 173 p.

Lesur, L. (2003). Manual de Avicultura Editorial Trillas. México. 10 -13.

Michalsky, V. (2011). Fisiologia da incubação e desenvolvimento embrionário FEP MVZ Belo Horizonte. Brasil. 124 p.

Moyle, J., Yoho, D., Bramwell, K. (2008). Medición de la calidad del cascarón del huevo incubable. Arkansas, Estados Unidos. Recuperado de: [www.elsitioavicola.com/articles/1814/medician-de-la-calidad-del-cascaran-del-huevo-incubable/](http://www.elsitioavicola.com/articles/1814/medician-de-la-calidad-del-cascaran-del-huevo-incubable/)

North, M. (1986). Manual de Producción Avícola Editorial El Manual Moderno. México. 85 - 87; 339 - 340.

Pachón, L. (2007). Factores determinantes de un pollito de buena calidad. Ecuador. Recuperado de: [www.engormix.com/avicultura/articulos/factores-determinantes-pollito-buenos-t27996.htm](http://www.engormix.com/avicultura/articulos/factores-determinantes-pollito-buenos-t27996.htm).

Plano, C., Di Matteo, A. (2001). Atlas de Patología de Incubación del Pollo. Buenos Aires, Argentina. 119 p.

Pradenas, C. (2001). Efecto del estrés adrenérgico sobre la calidad de la cáscara del huevo de las gallinas (tesis de pregrado). Santiago, Chile. 65 p.

Puig, L. (2013). Calidad del huevo en reproductoras. Recuperado de: <https://avicultura.info/calidad-del-huevo-en-reproductoras/>

Quintana, J. (2003). Avitecnia, manejo de las aves domésticas más comunes Editorial Trillas. México. 209-210.

Ricaurte, S. (2006). Análisis de control de calidad en incubación de huevos. Bogotá, Colombia. Recuperado de: [www.engormix.com/avicultura/articulos/analisis-control-calidad-incubacion-t26501.htm](http://www.engormix.com/avicultura/articulos/analisis-control-calidad-incubacion-t26501.htm)

Sandi, A. (2016). Efecto de la gravedad específica del huevo fértil, sobre la calidad del pollito de un día en tres lotes de reproductoras pesadas (tesis de pregrado). Guatemala. 53 p.

Tabler, T., McDaniel, C., Wells, J., Yakout, H. (2013). Broiler Breeder Management Is No Easy Task Extension Service of Mississippi State University. Mississippi, Estados Unidos. 4 p.

Tona, K., Onagbesan, O., Kamers, B., Everaert, N., Bruggeman, V., Decuypere E. (2010). Comparación de la fisiología y del crecimiento embrionario de pollitos de las estirpes Cobb y Ross Servicio de Nutrición y Bienestar Animal UAB. Barcelona, España. Recuperado de: [www.wpsa-aeca.es/articulo.php?id\\_articulo=2393](http://www.wpsa-aeca.es/articulo.php?id_articulo=2393)

Tullet, S. (2010). Investigación de las prácticas de incubación Ross Techs. 47 p.

Verschuere, F. (2016). Departamento de Desarrollo de Incubación, Petersime. Bélgica. Recuperado de: [www.elsitioavicola.com/articles/2943/evaluacion-de-la-calidad-de-los-pollitos-y-optimizacion-de-la-incubacion-5/](http://www.elsitioavicola.com/articles/2943/evaluacion-de-la-calidad-de-los-pollitos-y-optimizacion-de-la-incubacion-5/)

Wineland, M., Oviedo-Rondon, E., Christensen, V. (2011). Manejo en incubación y su impacto en la respiración embrionaria. Carolina del Norte, Estados Unidos. 2 p.

## IX. ANEXOS

Anexo 1. Descripción del método de Cervantes.

### Procedimiento:

- Al momento de retirar las pollitas bebé de las bandejas nacedoras, se separaron y se diferenciaron de la siguiente manera: las hembras de primera, las pollitas deformes, las que presentaban mala cicatrización de ombligos y las deformes (Figura 6 y 7).
- Se contaron las pollitas que se separaron y se registró la cantidad obtenida. Este proceso se realizó en cada nacimiento y en cada tratamiento.
- Una vez obtenido el número total de hembras de primera, se sumó la cantidad obtenida de todos los tratamientos y se obtuvo el promedio.
- Se comparó el porcentaje promedio de cada tratamiento con la escala real.



Figura 6. Pollita bebé de buena calidad y pollita bebé de mala calidad



Figura 7. Pollita bebé deforme, ombligo infectado

Anexo 2. Escala de valores del método de Cervantes.

La escala de interpretación final del método de Cervantes es la siguiente:

100 = Excelente

99 – 95 = Muy buena

94 – 90 = Buena

89 – 80 = Adecuada

79 – 70 = Pobre

<70 = No aceptable

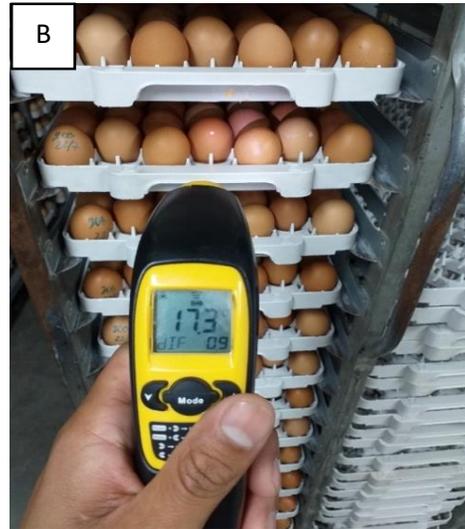
Anexo 3. Porcentajes de pollitas bebé obtenidas por el método de Cervantes según densidades de cáscara de huevo incubable.

Características	1,075 (g/mL)	1,080 (g/mL)	1,085 (g/mL)	1,090 (g/mL)
	80	83	88	96
Hembras primera (%)	78	80	89	90
	92	86	90	94
	90	91	94	95
	85.0	85.0	90.25	93.75
Hembras deformes (%)	0	0	0	0
	0	0	2	0
	0	0	0	0
	0	0	2	0
	0	0	1	0
Ombligo infectado (%)	10	2	8	0
	5	7	3	8
	5	7	3	4
	6	9	0	0
	6.50	6.25	3.50	3.00
Deshidratadas (%)	10	15	4	4
	18	13	7	2
	3	7	7	2
	4	0	4	5
	8.75	8.75	5.50	3.25

Anexo 4. Recopilación fotográfica del trabajo realizado en planta.



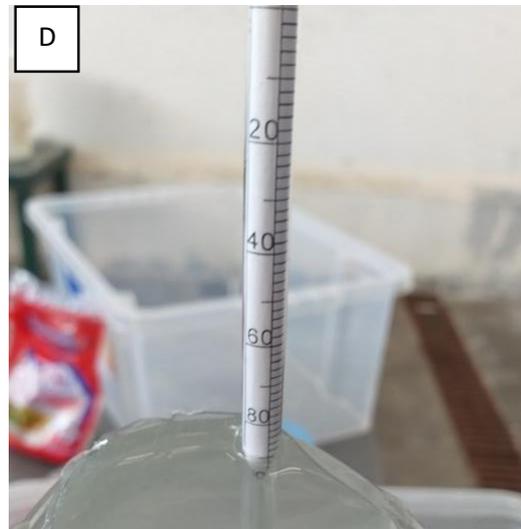
A. Pesaje de huevos incubables



B. Toma de temperatura de huevos incubables seleccionados



C. Preparación de solución salina en recipientes plásticos



D. Medición de solución salina con densímetro



E. Medición de la gravedad específica de huevos incubables (Identificación de huevos en diferentes densidades)



F. Pesaje de pollita bebé

Anexo 5. Pérdida de humedad de huevos incubables según densidades de cáscara (A la carga).

Densidad de cáscara (g/mL)	Peso de bandeja (kg)	Nro de huevos por bandeja	Carga		
			Peso bruto carga (kg)	Peso neto carga (kg)	Ubicación en incubadora
1,075	1.619	165	11.211	9.592	Medio
1,075	1.616	165	11.256	9.640	Medio
1,075	1.623	165	11.241	9.618	Medio
1,075	1.609	165	11.218	9.609	Medio
1,080	1.614	165	11.239	9.625	Medio
1,080	1.611	165	11.215	9.604	Medio
1,080	1.630	165	11.273	9.643	Medio
1,080	1.628	165	11.240	9.612	Medio
1,085	1.617	165	11.918	10.301	Medio
1,085	1.646	165	11.234	9.588	Medio
1,085	1.592	165	11.200	9.608	Medio
1,085	1.621	165	11.271	9.650	Medio
1,090	1.611	165	11.195	9.584	Medio
1,090	1.617	165	11.227	9.61	Medio
1,090	1.621	165	11.203	9.582	Medio
1,090	1.588	165	11.215	9.627	Medio

Anexo 6. Pérdida de humedad de huevos incubables según densidades de cáscara (A la transferencia).

Densidad de cáscara (g/mL)..	Peso de bandeja (kg)	Transferencia		
		Peso bruto transferencia (kg)	Peso neto transferencia (kg)	% pérdida peso transferencia
1,075	1.619	9.281	7.662	20.12
1,075	1.616	9.120	7.504	22.16
1,075	1.623	9.128	7.505	21.97
1,075	1.609	9.633	8.024	16.49
1,080	1.614	9.212	7.598	21.06
1,080	1.611	9.340	7.729	19.52
1,080	1.630	9.790	8.160	15.38
1,080	1.628	9.403	7.775	19.11
1,085	1.617	9.735	8.118	21.19
1,085	1.646	9.648	8.002	16.54
1,085	1.592	9.566	7.974	17.01
1,085	1.621	9.600	7.979	17.32
1,090	1.611	9.714	8.103	15.45
1,090	1.617	9.835	8.218	14.48
1,090	1.621	9.774	8.153	14.91
1,090	1.588	9.802	8.214	14.68

## Anexo 7. Nacimiento de pollitos bebé según densidades de cáscara.

Densidad de cáscara (g/mL)	Peso de bandeja (kg)	Nacimiento				
		Peso de cesta vacía nacimiento(kg)	Peso nac (kg)	Pbb macho	Pbb hembra	Total pollos
1,075	1.619	2.141	5.789	47	50	97
1,075	1.616	2.116	4.997	34	40	74
1,075	1.623	2.242	5.430	45	34	79
1,075	1.609	2.242	6.090	52	47	99
1,080	1.614	2.136	6.205	34	35	69
1,080	1.611	2.116	5.590	39	45	84
1,080	1.630	2.243	6.981	52	70	122
1,080	1.628	2.226	5.613	44	42	86
1,085	1.617	2.092	6.905	71	52	123
1,085	1.646	2.123	6.99	62	63	125
1,085	1.592	2.145	6.57	42	71	113
1,085	1.621	2.127	6.888	69	54	123
1,090	1.611	2.133	7.219	69	57	126
1,090	1.617	2.130	6.96	62	59	121
1,090	1.621	2.179	7.078	67	60	127
1,090	1.588	2.141	6.57	51	60	111

## Anexo 8. Peso de pollitas bebé de primera según densidades de cáscara.

Peso (g)	1,075 (g/mL)	1,080 (g/mL)	1,085 (g/mL)	1,090 (g/mL)
32	1	---	1	---
33	3	---	2	---
34	2	1	4	2
35	8	3	3	5
36	12	12	13	12
37	18	21	24	26
38	28	22	29	43
39	22	37	40	49
40	33	32	35	38
41	13	21	24	23
42	8	11	33	17
43	1	3	3	1
44	---	---	2	---
45	---	---	---	---
46	---	---	---	1
47	---	---	---	---
Total	149	163	213	217

Anexo 9. Resultados de embriodiagnosic realizada a huevos incubables según densidades de cáscara

Densidad de cáscara (g/mL)	Fertilidad (%)	Infertilidad (%)	Mortalidad			
			1ra semana (%)	2da semana (%)	3ra semana (%)	Pic. (%)
1,075	87.27	12.73	5.45	0.61	13.94	0.00
1,075	85.45	14.55	3.03	0.61	17.58	0.00
1,075	89.09	10.91	5.45	1.21	13.94	0.00
1,075	82.42	17.58	6.06	1.82	12.12	0.00
1,080	86.06	13.94	9.09	1.21	12.73	1.21
1,080	87.88	12.12	4.85	1.21	16.36	0.00
1,080	87.27	12.73	6.06	1.21	16.97	0.00
1,080	89.70	10.30	3.64	0.61	10.30	0.00
1,085	87.27	12.73	3.64	0.61	5.45	0.61
1,085	89.09	10.91	3.03	0.00	13.33	0.00
1,085	85.45	14.55	2.42	0.00	6.67	0.00
1,085	90.30	9.70	4.24	0.00	9.70	0.00
1,090	92.12	7.88	6.06	0.61	4.85	0.00
1,090	89.70	10.30	5.45	0.00	7.88	0.00
1,090	90.91	9.09	3.64	0.00	9.70	0.00
1,090	83.03	16.97	2.42	0.00	9.70	0.00

