

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PÉRDIDA DE HUMEDAD
EN HUEVOS, DURANTE SU INCUBACIÓN, UTILIZANDO
DOS NIVELES DE HUMEDAD, EN UNA PLANTA DE
INCUBACIÓN COMERCIAL**

RÉNEE ALEJANDRA MOCTEZUMA KATTAN

Médica Veterinaria

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PÉRDIDA DE HUMEDAD EN
HUEVOS, DURANTE SU INCUBACIÓN, UTILIZANDO DOS
NIVELES DE HUMEDAD, EN UNA PLANTA DE INCUBACIÓN
COMERCIAL”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTANDO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

RÉNEE ALEJANDRA MOCTEZUMA KATTAN

Al conferírsele el título profesional de

Médica Veterinaria

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Yazmín Adalí Sían Gamboa
VOCAL V:	Br. María Fernanda Amézquita Estévez

ASESORES

M.V. ALEJANDRO JOSÉ HUN MARTÍNEZ

M.Sc. CONSUELO BEATRIZ SANTIZO CIFUENTES

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PÉRDIDA DE HUMEDAD EN HUEVOS, DURANTE SU INCUBACIÓN, UTILIZANDO DOS NIVELES DE HUMEDAD, EN UNA PLANTA DE INCUBACIÓN COMERCIAL”

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

MÉDICA VETERINARIA

ACTO QUE DEDICO A:

- A DIOS:** Por permitirme alcanzar mis metas.
- A MIS PADRES:** Carlos Moctezuma y Miriam Kattan, por su ejemplo de perseverancia y constancia, por su apoyo y consejos ante cualquier adversidad, y ser los pilares fundamentales en mi vida, esto es posible gracias a ustedes.
- A MIS HERMANOS** Alexia, Carlos, Oscar y Sofía, por su paciencia y cariño.
- A MI FAMILIA** Vivian y Anna, por su apoyo incondicional.
- A MIS AMIGOS** Carlos, Joselyn, Fernando y Oscar, por su apoyo, confianza y amistad sincera.
- A MIS ASESORES** M.V. Alejandro Hun y M.Sc. Beatriz Santizo, por su paciencia, tiempo y colaboración con este trabajo de investigación.
- A:** La Tricentenario Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por el honor de ser egresada de tan prestigiosa casa de estudios y formarme como profesional.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	HIPÓTESIS	2
III.	OBJETIVO	3
	3.1 General	3
	3.2 Específicos.....	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	4.1. Incubación artificial.....	4
	4.1.1. Definición.....	4
	4.2. Estructura del huevo.....	4
	4.2.1. Cascarón.....	4
	4.2.2. Albúmen.....	4
	4.2.3. Vitelo.....	6
	4.2.4 Disco germinal.....	6
	4.3. Manejo del huevo incubable.....	7
	4.3.1. Almacenamiento.....	8
	4.3.2. Selección de huevo incubable.....	9
	4.4. Etapas de la incubación artificial.....	10
	4.4.1. Precalentamiento	11
	4.4.2. Incubadora	12
	4.4.3. Nacedoras.....	14
	4.5. Pérdida de humedad del huevo durante la incubación.....	15
	4.5.1. Efecto de la altitud sobre la pérdida de agua.....	17
	4.6. Manejo de máquinas incubadoras.....	17

4.6.1. Parametros de importancia.....	17
4.7. Calidad de pollo.....	25
4.7.1. Método de pasgar.....	26
V. MATERIALES Y MÉTODOS	29
5.1. Materiales	29
5.1.1. Recursos humanos.....	29
5.1.2. Recursos de campo.....	29
5.1.3. Centros de referencia.....	29
5.2. Metodología	30
5.2.1. Diseño del estudio.....	30
5.2.2. Área de estudio.....	30
5.2.3. Muestra	30
5.2.4. Selección de unidades de estudio.....	30
5.2.5. Muestreo	31
5.2.6. Análisis estadístico.....	31
5.2.7. Definición y operacionalización de variables.....	32
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
VII. CONCLUSIONES.....	38
VIII. RECOMENDACIONES	39
IX. RESUMEN	40
SUMMARY.....	41
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
XI. ANEXOS	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	
Definición y operacionalización de variables.....	32
Cuadro 2	
Efecto de dos niveles de humedad sobre la pérdida de humedad del huevo y peso del pollo de un día de nacido.....	34
Cuadro 3	
Porcentajes de los criterios de evaluación Pasgar©Score del grupo 80.5 °F y 83.0 °F de bulbo húmedo.....	35

I. INTRODUCCIÓN

El huevo incubable es aquel que reúne todas las características físicas que lo harán viable, como presentar un cascarón integro sin defecto, fisuras o suciedad, además, debe de cumplir con el peso establecido por la planta incubadora. La pérdida de peso del huevo se produce como resultado de la difusión del vapor a través de los poros del cascarón hacia el ambiente. El estimado de agua que se evapora del huevo es directamente proporcional al gradiente formado entre la presión del vapor dentro del huevo y la presión del ambiente que rodea al huevo.

Actualmente la planta de incubación maneja una temperatura en salas de incubadoras y nacedoras de 79° F y una humedad relativa de 55%, logrando un promedio de pérdida de humedad de 14-15% siendo la recomendación de los técnicos de la línea Ross una pérdida de humedad de 10.5-12.5%. Se ha demostrado que la evaporación de agua del huevo se reduce a una mayor humedad ambiental, dando como resultado deshidratación del embrión, pollos debilitados y de calidad deficiente al momento del nacimiento.

El objetivo de este estudio consiste en determinar si existe diferencia entre la pérdida de humedad del huevo y la calidad del pollo de un día de nacido, utilizando dos niveles de humedad en máquinas incubadoras, con los resultados obtenidos se hará una adaptación al proceso para reducir el porcentaje de descarte, mejorando la calidad del pollito y por lo tanto aumentando la rentabilidad.

II. HIPÓTESIS

Existe diferencia entre la pérdida de humedad del huevo y la calidad de pollo de un día de nacido utilizando diferentes humedades en máquinas incubadoras.

III. OBJETIVOS

3.1. General

- Determinar si existe diferencia significativa entre la pérdida de humedad del huevo y la calidad del pollo de un día de nacido, utilizando dos niveles de humedad en máquinas incubadoras.

3.2. Específicos

- Determinar la pérdida de humedad de los huevos durante su incubación en los dos grupos de estudio.
- Determinar la calidad del pollo de un día de edad utilizando el método de Pasgar en cada grupo de estudio.
- Evaluar si existe diferencia significativa entre la calidad del pollo de un día de nacido acorde a la humedad programada en cada máquina incubadora.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. INCUBACIÓN ARTIFICIAL

4.1.1. DEFINICIÓN

La incubación artificial se define el conjunto de factores físicos presentes en el medio ambiente que rodea al huevo, integrados por temperatura, humedad, ventilación y volteo proporcionado por una máquina que permite el desarrollo embrionario (Quintana, 2016).

4.2. ESTRUCTURA DEL HUEVO

La estructura del huevo está diseñada para proporcionar protección y desarrollo a embrión del que surgiría el pollito después de la eclosión. El peso aproximado de un huevo se distribuye de la siguiente manera: 60% albumen, 30% yema y el 10% representado por el cascarón y membranas (El instituto del huevo, 2009).

4.2.1. CASCARÓN

Es la cubierta exterior del huevo, cuya principal función es la de mantener la integridad física y evitar la contaminación. Está constituida, en su mayor parte, por una matriz cálcica con un entramado orgánico, siendo el Calcio el elemento más abundante, también está compuesta por otros minerales como Sodio, Zinc, Manganeso, Hierro, Cobre, Aluminio y Boro, en concentraciones menores. El cascarón está formado por numerosos poros que forman un espacio entre el exterior y el interior del huevo, permitiendo el intercambio gaseoso. En la porción más ancha del huevo, donde se localiza la cámara de aire, se encuentra una gran cantidad de poros (Instituto de Estudio del Huevo, 2009).

Toda la superficie del huevo, incluso los poros, se encuentra recubierta por una cutícula orgánica formada en un 90% de proteína y menor cantidad de lípidos y carbohidratos. Su principal función es sellar los poros, formando una barrera física, evitando la penetración de microorganismos. Además, evita la pérdida excesiva de agua por evaporación. Existen dos membranas que recubren el interior de la cáscara del huevo, estas son: Membrana testácea interna y membrana testácea externa. Ambas rodean al albumen y proporcionan protección contra la penetración de agentes infecciosos. Estas membranas debido a la contracción del volumen del contenido del interior del huevo, al enfriarse penetra aire en el polo ancho del huevo, estas membranas se separan formando la cámara de aire. En caso de que el huevo sufriera un proceso de incubación, esta cámara aumentará su tamaño como consecuencia de la evaporación y absorción por parte del embrión. Este espacio es vital para el desarrollo del embrión, permite la evaporación dentro de una estructura rígida, siendo utilizada para la movilidad del pollito, además que permite la respiración del pollito al romper la membrana interior antes de eclosionar (Gómez & Valero, 2006; Instituto de Estudio del Huevo, 2009).

La membrana interna tiene una fina estructura de fibras de queratina entrelazada y la presencia de lisozima en la matriz aluminosa que impide o retarda el ingreso de microorganismos. La membrana externa es mucho más porosa y sirve como asentamiento para la formación de la cáscara (Gómez & Valero, 2006).

4.2.2. ALBUMEN

La clara se distinguen dos partes según su densidad: el albumen denso que es aquel que rodea a la yema y albumen fluido que es el más próximo al cascarón, el albumen está compuesto básicamente por agua (88%) y proteínas (12%), esta estructura suministra al embrión todo lo necesario para su formación y crecimiento, además, le proporciona un medio líquido durante todo el proceso (Gómez & Valero, 2006).

Existe un engrosamiento del albumen al que se le denomina *chalaza* que es la estructura que sujeta a la yema aportando estabilización y centralización de la yema en el albumen, está formada por bandas espirales a modo de ligaduras suspensorias, estas son responsables de que la yema gire y permita al disco germinal con un contacto de nutrientes frescos esenciales para el embrión. De aquí la importancia del volteo durante la incubación, en las primeras fases del desarrollo, antes de que exista desarrollo sanguíneo, el disco germinal únicamente puede aprovechar nutrientes que estén en contacto directo con él (Gómez & Valero, 2006).

4.2.3. VITELLO

La yema está rodeada de la membrana vitelina, que mantiene la forma de la yema y permite la separación de esta con el albumen, su color puede ser más o menos amarillento dependiendo de la especie y dieta de las aves. No es la célula reproductiva, si no el material alimenticio a partir el cual el blastodermo y el embrión resultante se alimentan parcialmente para su crecimiento. Esta reserva de alimento está compuesta de 50% de agua, 30% de lípidos y 20% de proteínas. El vitelo no utilizado durante la incubación es absorbido dentro de la cavidad abdominal del pollito. Los anticuerpos maternos están presentes en la yema y le proporcionan al pollito una inmunidad pasiva durante los primeros 6-7 días de edad (Gómez & Valero, 2006).

4.2.4. DISCO GERMINAL

Este se encuentra sobre la yema y está cubierto por la membrana vitelina. El disco germinal se observa como una formación blanquecina con un diámetro entre 3-4 milímetros. Está constituida por una vesícula germinal rodeada por un círculo polar. El círculo interno del periblasto presenta mayor densidad. Rodeando a toda esta formación se encuentra el círculo externo del periblasto (Poultry Continuing Education, 2008).

4.3. MANEJO DEL HUEVO INCUBABLE

La calidad del pollo y la máxima incubabilidad será alcanzada cuando las condiciones de postura, almacenamiento e incubación sean las óptimas, al haber realizado la oviposición el potencial de nacimiento puede ser mantenido, sin embargo, no puede ser mejorado, es por lo que se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Evitar la incubación de huevo de piso, si se utilizan serán identificados apropiadamente, y serán incubados por separado, ya que los huevos se contaminan al momento de que los microorganismos atraviesan la cutícula y el cascarón del huevo a través de los poros, las bacterias alcanzan la membrana interna y posteriormente se localizan y multiplican en la yema, a este tipo de contaminación se le conoce como contaminación exógena, siendo el tipo de contaminación más frecuente; representando alrededor del 80% de la contaminación del huevo. La cáscara del huevo puede contaminarse por microorganismos propios de las heces de la gallina o provenientes del ambiente, en promedio se estima que la contaminación bacteriana en la cáscara del huevo fresco sin desinfectar es de 5.0×10^5 UFC, donde *Streptococcus*, *Aerococcus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* son las bacterias mesófilas más comunes. Además, se ha determinado que *E. coli* y *S. aureus* predominan en las cepas aisladas del cascarón del huevo: 5.5×10^4 UFC/huevo y 4.3×10^4 UFC/huevo respectivamente (Cobb-Vantress, 2015; González, 2016).
- Manejar los huevos incubables cuidadosamente utilizando bandejas de transporte adecuado. El huevo deberá ser colocado hacia abajo, a modo que la porción ancha del huevo, donde se ubica la cámara de aire, se ubique en la parte de arriba, la posición del huevo durante su incubación influye en la incubabilidad de los pollos alterando la posición

del pollo impidiéndole llevar a cabo el nacimiento (Wilson, Neuman, Elred y Mather, 2003).

4.3.1. ALMACENAMIENTO

Los huevos al ser recogidos de la galera deberán ser colocados en una sala donde la temperatura y humedad estén controlados, en este momento la temperatura se vuelve un factor crucial en el manejo de huevo fértil. La temperatura en la que las células del embrión del pollo cesan la división y desarrollo puede estar entre 24-27 °C, a lo cual se le conoce como cero fisiológico. La incubabilidad disminuye cuando los huevos permanecen almacenados durante más de una semana, debido a que habrá un aumento en el nivel de mortalidad embrionaria temprana, además prolongará las horas de incubación que afectando la calidad del pollo. Existe una relación entre el tiempo que los huevos son almacenados y una óptima temperatura y humedad sobre los resultados de incubabilidad, entre más tiempo los huevos son almacenados, más baja debe ser la temperatura de almacenamiento y viceversa (Nicholson, 2012; Cobb-Vantress, 2015).

Inmediatamente después de la puesta y durante el almacenamiento, varios cambios bioquímicos, físicos y mecánicos se producen en los componentes del huevo. Estas modificaciones son conocidas y se refieren principalmente al aumento del volumen de la cámara de aire, la licuefacción de la albumina densa y el debilitamiento de la membrana vitelina. Por lo tanto, el incremento en la temperatura y el tiempo prolongado de almacenamiento causan un rápido decrecimiento de la calidad interna del huevo (Estrada, Galeano y Herrera, 2010).

El almacenamiento del huevo es una práctica normal después de su recolecta y en ocasiones, necesaria en la incubación comercial, sin embargo, impacta negativamente la calidad del huevo y desarrollo del embrión, resultando en periodos largos de incubación. Al prolongar el tiempo de almacenamiento describen que hay una mayor ocurrencia de anomalías en los pollos cuyo huevo

fue almacenado por un periodo de 18 días, además, los pollos resultantes de los huevos con un tiempo de almacenamiento de 3 días obtuvieron un 2.39% más de crecimiento relativo al día de nacido, contra aquel almacenado por 18 días (Tona et al., 2003).

Es importante que se manejen parámetros de temperatura similares en la granja de reproductoras, durante el transporte y en la planta de incubación, ya que al existir cambios bruscos de temperatura pueden llevar a la condensación de los huevos favoreciendo la contaminación interna, durante el almacenamiento de huevos, ocurre un intercambio gaseoso a través de los poros del cascarón, eliminando dióxido de carbono disminuyendo la concentración durante las primeras horas contribuyendo a la pérdida de incubabilidad y calidad del pollito después del almacenamiento (Cobb-Vantress, 2015).

Además, se menciona que en este tiempo hay transformaciones de albumina densa a líquida, involucrando H_2CO_3 , componente del sistema búfer del albumen, el cual es disociado en agua y CO_2 , incrementando la pérdida de humedad y de CO_2 , esto conlleva a la alcalinización del medio (Estrada et al., 2010).

4.3.2. SELECCIÓN DE HUEVO INCUBABLE

El huevo incubable es el que reúne las características físicas para ser incubado, bajo el supuesto de que sea fértil, por lo cual un huevo incubable puede ser infértil y un huevo fértil puede no ser incubable. El potencial de desempeño del pollo de engorde depende, en parte de la calidad del huevo. Es un parámetro importante para la embriogénesis como también para la calidad y crecimiento del pollo de un día de nacido (Tona et al., 2003).

La clasificación del huevo por peso es una práctica común, no se recomienda incubar un huevo de reproductora menor a 52 gramos. El huevo grande, mayor a 70 gramos, tampoco es recomendable ya que aumenta la posibilidad de fisurarse durante el transporte, carga y transferencia, acrecentando la frecuencia de mala

posición del embrión, además que pierden más peso durante el almacenamiento e incubación, ya que, al provenir de reproductoras de edad mayor, la calidad de cascarón es menor, facilitando la difusión de agua, tornándose susceptibles a la contaminación o infección del saco vitelino en el pollo (Quintana, 2016).

Además, se deben desechar los huevos que no cumplan con las características de incubabilidad como:

- Defectos en el cascarón:
 - Cascarón delgado
 - Cascarón poroso
 - Petrificados
 - Huevo en fáfara
 - Despimentados
 - Redondos
 - Alargados
 - Irregulares
 - Rugosos
 - Acinturados
- Sucios:
 - Sucio de piso
 - Sucio de nido
 - Manchas de sangre
 - Manchas de heces
- Rotos
- Grandes
 - Dobles
 - Doble yema
 - Estratificados

(Quintana, 2016).

4.4. ETAPAS DE LA INCUBACIÓN ARTIFICIAL

4.4.1. PRECALENTAMIENTO

El precalentamiento o pre-caldeo, como también se conoce, como una práctica que se realiza antes de ingresar los huevos a la incubadora, con la finalidad de que haya una transición en la temperatura del huevo que no violente la viabilidad del embrión, esta práctica evita la condensación de los huevos y la reducción de la temperatura de la incubadora al introducir una gran cantidad de huevos fríos, la realización del calentamiento del huevo antes de ser incubado permite el arranque más rápido y homogéneo del desarrollo embrionario, y así mejorar la tasa de nacimientos, sobre todo si el tiempo de almacenamiento fue prolongado (Quintana, 2016).

Lo ideal es que los huevos se precalienten en una sala diseñada para esta función, de manera que todos los huevos dentro de la sala puedan alcanzar una temperatura deseada (75 – 80°F). La circulación efectiva del aire y la correcta temperatura de la sala son los factores importantes para uniformizar el precalentamiento de los huevos, un precalentamiento desuniforme aumenta la variación del tiempo de nacimientos, el efecto contrario a lo deseado es por eso que el manejo es esencial (Cobb-Vantress, 2015).

El fin del precalentamiento es aumentar la temperatura interna del huevo antes de ingresarlo a las incubadoras multietapa, alcanzando un intervalo de 26 a 28 ° C. El método clásico utilizado en muchas plantas de incubación de pollos de engorde ha consistido en aclimatar los huevos entre 8 a 10 horas colocando los carros de incubadoras en el vestíbulo de la sala de incubación, el cual no es eficaz ya que no permite controlar las condiciones ambientales con precisión, además que la temperatura interna de los huevos no aumenta uniformemente, dando lugar a una ventana de nacimiento amplia, en incubadoras de una sola etapa, por lo general el precalentamiento se logra durante la fase de precalentamiento que se configura en la máquina incubadora, sin el precalentamiento, los lotes de huevos de los equipos multietapas presentan una variación mayor de la temperatura de la

cáscara, incluso varias horas después de que se haya iniciado el proceso de incubación, el precalentamiento también resulta ventajoso para reducir la mortalidad embrionaria temprana, sobre todo antes de la fase del anillo de sangre, al tercer día del proceso de incubación (Muñoz, 2016).

Las guías de manejo de plantas incubadoras recomiendan proveer una buena circulación de aire dentro del área de precalentamiento y permitir un rango de tiempo de 6-12 horas para obtener un buen precalentamiento (Aviagen, 2009; Cobb-Vantress, 2015).

4.4.2. INCUBADORA

Durante la incubación, el desarrollo embrionario está influenciado por el microambiente que rodea al huevo, una vez realizado el precalentamiento, se procederá a cargar las máquinas incubadoras, que deben estar atemperadas 1 hora antes del ingreso. Los huevos permanecen aquí 432 horas o 18 días, momento en el cual se efectuará su transferencia a las nacedoras (Callejo, 2010; Silva, Pereira y Salgado, 2016).

Existen diversos factores que pueden afectar el tiempo de incubación de los huevos:

- Edad: Cuando más tiempo estén almacenados los huevos, mayor será el tiempo de incubación. En términos generales la incubación se alarga 45 minutos por cada día de almacenamiento.
- Peso: Los huevos más grandes tardan más tiempo en incubar que los de menor peso, se debe dejar 30 minutos adicionales de incubación por cada 2.5 gramos por encima de los 50 gramos.
- Estación del año: Los huevos durante los meses de verano tiene un periodo de incubación más corto, esto se puede deber a un

mal manejo en el cuarto de almacenamiento en la granja de reproductoras, causando un precalentamiento anticipado y en consecuencia una pre-incubación (Callejo, 2010).

Existen factores a considerar al momento de incubar un huevo fértil, que se ampliarán más adelante:

- **Temperatura:** Altas temperaturas acortan el tiempo de incubación, y bajas temperaturas lo prolongan. El rango de temperatura ideal durante la incubación es de 37.2 a 38.2 °C o 95.5 a 100.25 °F. La temperatura de incubación es el factor físico que afecta la incubabilidad, siendo la temperatura óptima para el proceso de 37-38 °C.

Las variaciones de temperatura pueden dar lugar a diferentes tasas de desarrollo embrionario, afectando la ventana de nacimiento, calidad de pollo y rendimiento posterior a la eclosión.

- **Humedad:** Permite la pérdida de agua por evaporación a través de los poros de la cascara, el huevo debe perder 10.5-12.5% de su peso hacia el día 18 de incubación.

La humedad de la máquina se consigue con bandejas de humedad que se colocan en el fondo de la incubadora. La humedad óptima es de 50-60% los primeros 18 días y de 65% los últimos 3 días.

- **Ventilación:** Las máquinas incubadoras toman aire fresco de las salas donde están situadas que provee oxígeno y humedad para permitir un correcto intercambio gaseoso y que se lleve a cabo el correcto desarrollo del embrión, esta ventilación es forzada mediante ventiladores que hacen circular y renovar el aire, para eliminar el agua que produce el huevo por evaporación e introducir oxígeno necesario para el metabolismo embrionario.
- **Volteo:** El volteo de los huevos durante la incubación evita que el embrión se adhiera a las membranas del cascarón, a medida que el

embrión se desarrolla y la producción de calor aumenta, un volteo regular ayudará al flujo de aire y por lo tanto al enfriamiento

(Aviagen, 2009; Cobb-Vantress, 2015; Muñoz, 2016; Silva et al., 2016).

4.4.3. NACEDORAS

En la nacedora es donde termina el periodo de incubación, finalizando el desarrollo embrionario. En esta fase es cuando el embrión pica la cámara de aire, produciendo un estímulo del sistema nervioso para que inicie la ventilación pulmonar. Por ello la ventilación es uno de los parámetros importantes a controlar en la nacedora, ya que los requerimientos de oxígeno son elevados, con la consiguiente eliminación de anhídrido carbónico (Callejo, 2010).

También es primordial el control de la humedad relativa, ya que conseguir la ventilación y temperatura deseadas repercute directamente sobre la humedad del huevo, del embrión y de sus membranas. La HR en la nacedora ha de ser superior a la de la incubadora, de 55-60%. Una de las causas más frecuentes de mortalidad embrionaria tardía y/o nacimientos problemáticos es la deshidratación del embrión y de las membranas de la cáscara. Esto dificulta de forma considerable la eclosión y la vitalidad del pollito durante las primeras horas de vida ya que éste puede llegar a agotarse si encuentra una resistencia excesiva al romper las membranas del huevo durante la eclosión, al producirse la eclosión la humedad aumentará de forma espontánea en el interior de la máquina, llegando a alcanzar hasta el 90% y el sistema de humidificación de la nacedora ha de mantener unos niveles cercanos al 75-80% hasta el momento de sacar los pollitos (Callejo, 2010).

La humedad dentro de la nacedora sirve para:

- Ayudar al pollito a romper la membrana y cascarón.
- Evitar la adhesión del pico a las membranas internas del huevo.
- Evitar la deshidratación de los primeros pollitos en nacer.

La temperatura de la nacedora debe ser inferior a la de la incubadora, fundamentalmente para evitar el fenómeno de sobre calentamiento del embrión. Se utiliza una temperatura promedio de 98.3 - 98.5 °F (Callejo, 2010).

4.5. PÉRDIDA DE HUMEDAD DEL HUEVO DURANTE LA INCUBACIÓN

El cascarón del huevo constituye una barrera contra la evaporación excesiva y evita la deshidratación del embrión, al mismo tiempo debe ser lo suficientemente permeable para permitir el intercambio gaseoso, la pérdida de peso del huevo durante la incubación es casi completamente, a causa de la difusión de agua a través del cascarón, señalando que la pérdida de peso del huevo es en función de las características del huevo (estructura del cascarón, estructura de las membranas y peso inicial del huevo) y su interacción con las condiciones de incubación (temperatura, humedad y velocidad del viento). Los requerimientos de temperatura y velocidad del aire están programados para las necesidades de desarrollo, más que la pérdida de peso del huevo. La humedad regula, durante la incubación, esta pérdida de peso, afectando la incubabilidad y calidad de pollitos de un día de nacido. La variación en el peso del pollito en la eclosión es en función de la pérdida de peso del huevo (Lomholt, 1976; Tona et al., 2001).

La influencia de la humedad relativa en el nacimiento de los pollitos ha sido ampliamente estudiada y se ha demostrado que la evaporación del agua del huevo se reduce a una mayor humedad, ocasionando una reducción en los nacimientos, ligado a que la cámara de aire debe poseer un tamaño apropiado que permita el inicio de la ventilación pulmonar y el movimiento del embrión dentro del huevo para poder realizar la eclosión. Son dos factores importantes en el control de la pérdida de agua por evaporación de los huevos durante la incubación: la conductancia del cascarón al vapor del agua y la humedad relativa que rodea a los huevos, la conductancia del cascarón al vapor del agua se define como la diferencia en la presión del vapor a través del cascarón y la tasa de pérdida de agua. Se ha demostrado una relación inversa entre el periodo de

incubación y la conductancia del cascarón al vapor cuando los huevos de tamaño similar son considerados (Lomholt, 1976).

La pérdida de agua ocurre por difusión a través del cascarón, y por lo tanto la cantidad total transferida hacia el ambiente está determinada por la geometría del poro del cascarón que define la conductancia del cascarón al vapor, y el gradiente de vapor existente entre el interior del cascarón y el microclima que rodea al huevo, la pérdida total de agua durante la incubación es producto de una pérdida diaria de agua, es decir la pérdida de agua es constante los primeros 18 días de incubación (Rahn & Ar, 1974).

La cantidad total de agua presente dentro del huevo es el resultado de dos procesos. Primero, por la difusión a través de los poros del cascarón disminuyendo el contenido de agua constantemente durante la incubación, el segundo es por la oxidación de lípidos de la yema, produciendo agua metabólica que se agrega al volumen total del huevo. Si la temperatura de la incubadora se mantiene constante, la tasa de producción de agua metabólica en el huevo permanecerá constante. El éxito en la eclosión de los huevos incubados se alcanza cuando hay una pérdida del 12% del peso inicial, sin embargo, el éxito disminuye ligeramente cuando la pérdida de peso se encuentra entre 10% y 16%, y el peso húmedo del pollo recién nacido no se ve afectado cuando los huevos pierden entre 10% y 19% de su peso inicial. Pérdidas superiores al 19% dan como resultado deshidratación embrionaria y poca tasa de éxito de nacimiento (Davis, Shen y Ackerman, 1988).

Las características del huevo fresco están estrechamente vinculadas con la edad de la reproductora, bajo condiciones comerciales, los huevos producidos por lotes de diferentes edades, pero incubadas según el estándar. Los huevos de gallinas jóvenes difieren en calidad de cascara y albumina que aquellos producidos por gallinas viejas, disminuyendo la incubabilidad de estos huevos por muerte embrionaria relacionada a la pérdida de peso (Tona et al., 2001).

4.5.1. EFECTO DE LA ALTITUD SOBRE LA PÉRDIDA DE AGUA

Acorde a la teoría cinética de los gases, la difusión de estos varía inversamente a la presión absoluta. Por lo tanto, para una geometría de poros dada, y un gradiente de presión de agua dado a través de la cáscara del huevo, se puede predecir que la pérdida de agua es inversamente proporcional a la presión barométrica (Rahn et al., 1974).

4.6. MANEJO DE MÁQUINAS INCUBADORAS

El régimen de incubación es el conjunto de factores físicos presentes en el medio ambiente que rodea al huevo. Los factores que lo integran son: temperatura, humedad, ventilación y volteo de los huevos (Quintana, 2016).

Los sistemas comerciales de incubación tienen tres categorías principales:

- Multi etapa con bandeja fija
- Multi etapa con carro de carga
- Una etapa con carro de carga

4.6.1. PARAMETROS DE IMPORTANCIA

4.6.1.1. TEMPERATURA

La temperatura es el factor de mayor importancia, ya que, pequeñas variaciones en sus valores pueden resultar letales para los embriones. Por otra parte, el mismo huevo incubado modifica el medio que lo rodea al emitir calor, gases y vapor de agua (Quintana, 2016).

La temperatura de incubación es el factor físico que afecta la incubabilidad, siendo la temperatura óptima para el proceso de 37-38 °C. Las variaciones de

temperatura pueden dar lugar a diferentes tasas de desarrollo embrionario, afectando la ventana de nacimiento, calidad de pollo y rendimiento posterior a la eclosión. El control de la temperatura de toda la planta de incubación es esencial para evitar la pérdida de la calidad del huevo y mantener una alta tasa de eclosión (Silva et al., 2016).

El embrión vivo tiene una temperatura ambiental óptima con la que completa su crecimiento. Cuando esté por debajo de esta temperatura continua su crecimiento, pero la proporción de desarrollo empeora y el embrión se debilita. A menor temperatura hay interrupción del desarrollo embrionario y se prolonga el tiempo de incubación (más de 504 horas) y por el caso contrario, a mayor temperatura hay un estímulo del desarrollo y se disminuyen las horas de incubación (menos de 504 horas). Las variaciones de temperatura no son recomendables, ya que disminuye la incubabilidad, afecta el periodo de incubación y aumenta la incidencia de pollitos mal formados, débiles y de mala calidad. Existen diversos factores que determinan la temperatura óptima como: el tamaño del huevo, calidad del cascarón, genéticos (raza y línea), edad del huevo, humedad del aire durante la incubación. Debido a la variabilidad por los puntos mencionados, la temperatura óptima de incubación se establece para huevos promedio. Durante los primeros días de incubación, la temperatura optima es de 37.7-37.8 °C (99.8- 100.4) (Quintana, 2016).

En conclusión, la temperatura determina la tasa metabólica del embrión y por lo tanto su velocidad de desarrollo, en una máquina multi-etapa, la temperatura debe permanecer constante. La temperatura óptima para incubabilidad y calidad del pollito dependerá del tipo de incubadora. Temperaturas más altas o más bajas de las que recomiendan los fabricantes conllevarán a desarrollos más rápidos o más lentos y consecuentemente a la reducción de incubabilidad. En incubación de una etapa, la temperatura puede ser alternada para el crecimiento del embrión y para la producción de calor, comenzando con una temperatura alta y reduciéndola en diferentes etapas hasta la transferencia, el

balance incorrecto al cargar máquinas de multi-etapa puede crear variaciones significantes de temperatura. Maquinas parcialmente llenas no podrán alcanzar temperaturas correctas y prolongan el tiempo de incubación, mientras que sobrecargar puede crear problemas de sobrecalentamiento. Ambas condiciones afectarán adversamente la incubabilidad y calidad del pollito (Cobb-Vantress, 2015).

4.6.1.2. HUMEDAD

Durante la incubación se pierde vapor de agua a través de los poros de la cáscara. La velocidad con la cual esta humedad se pierde depende el número y tamaño de los poros (conductibilidad de gas de la cáscara) y de la humedad del aire alrededor del huevo. Para mejor incubabilidad, un huevo debe perder un 12% de su peso hacia el día 18 de incubación, debido a las diferencias de la estructura de la cáscara y por lo tanto a la conductibilidad de gas, cuando todos los huevos son incubados bajo las mismas condiciones de humedad, habrá una variación en la pérdida de humedad. Con huevos de reproductoras pesadas, esta variación normalmente no tiene un importante efecto en incubabilidad. Sin embargo, cuando la edad, nutrición, línea genética o enfermedades reducen la calidad del huevo, puede ser necesario ajustar las condiciones de humedad para mantener una óptima incubabilidad y calidad del huevo (Aviagen, 2009; Cobb-Vantress, 2015; Quintana, 2016).

Para que un embrión se desarrolle adecuadamente y nazca un pollito de tamaño promedio, el contenido del huevo debe deshidratarse a una tasa determinada. Cuando el huevo se deshidrata muy rápido se tendrá un pollo de menor tamaño, y por el contrario si la evaporación es muy lenta, el pollo tendrá mayor tamaño. En ambos casos el embrión se debilita, reduciendo calidad y nacimientos. Para regular la humedad se debe controlar la humedad del aire ya que esta humedad determina la perdida en el peso de huevo, la humedad alta

reduce la evaporación del huevo, y la humedad baja aumenta la evaporación (Cobb-Vantress, 2015).

4.6.1.2.1. HUMEDAD RELATIVA EN EL AIRE

La humedad relativa se define como el cociente entre la fracción molar de vapor de agua en un espacio dado y la fracción molar del vapor de agua en su condición de saturación, otra definición técnica de la humedad relativa es: la relación de la fracción mol del vapor presente en el aire, con la fracción mol del vapor de agua presente en el aire saturado, a la misma temperatura y misma presión. La relación entre el bulbo seco y el húmedo determina la humedad relativa, siendo el rango óptimo de 40 a 70%. La humedad relativa tiene una influencia en el momento de la eclosión, a mayor humedad relativa, más se prolonga la eclosión. La incubabilidad de los huevos depende en parte de la pérdida de peso del huevo entre el primer día de incubación, hasta que el día 21 (Sttkeleather y Brake, 1990; ASHRAE, 2007; Martínez, 2007).

4.6.1.2.2. BULBO SECO

La temperatura de bulbo seco, indica la temperatura del aire, es decir el bulbo seco es tomado con el elemento sensor del termómetro en una condición seca que indica la temperatura medida (ASHRAE, 2007).

4.6.1.2.3. BULBO HÚMEDO

Es un termómetro en el que la ampollita se encuentra humedecida por una mecha. Cuando el aire es forzado alrededor de la ampollita y la mecha, se presenta un efecto enfriador producido por la evaporación y entre más se enfríe más bajara la lectura de la temperatura (Quintana, 2016).

En otras palabras, es un termómetro que tiene una mecha alrededor del bulbo, si esta mecha se humedece con agua limpia, la evaporación de esta agua disminuirá la lectura del termómetro. Si el aire estuviese saturado con humedad (100% HR), la lectura de la temperatura en el termómetro de bulbo húmedo sería la misma que la del termómetro del bulbo seco. Sin embargo, la humedad relativa normalmente es menor de 100% y el aire está parcialmente seco, por lo que algo de la humedad de la mecha se evapora hacia el aire. Esta evaporación de la humedad de la mecha provoca que la mecha y el bulbo del termómetro se enfríen, provocando una temperatura más baja que la del bulbo seco. Mientras más seco este el aire, más rápida será la evaporación de la humedad de la mecha, también se define como la temperatura del aire indicada por un termómetro cubierto por un algodón humedecido, el cual es influenciado por la razón de vaporización de agua desde el algodón (ASHRAE, 2007; Martínez, 2007).

El proceso de incubación hay 3 fases de pérdida de humedad por parte del huevo 1-3 días pérdida rápida; 4-15 días, pérdida muy baja y 16-18 días pérdida moderada, puede determinarse el grado de deshidratación del huevo por ovoscopia, si la cámara de aire es muy grande debe incrementarse la humedad relativa dentro de la máquina, en cambio si es muy pequeña debe reducirse la humedad, la humedad relativa durante los primeros 18 días debe ser de 50-55%, al aumentar la humedad los nacimientos se retardan, y los pollos tienden a presentar un abdomen agrandado, al que se conoce como pollo *panzón*. Del día 19-21 la humedad relativa debe ser de 55-60%, si la humedad es menor se adelantan los nacimientos y los pollos nacerán deshidratados (Quintana, 2016).

La temperatura del bulbo seco y de bulbo húmedo durante la incubación se controlan fácilmente y son de vital importancia durante el proceso de incubación, al mantener una temperatura optima de bulbo seco da resultados positivos en el nacimiento, ya que también determina la presión del vapor de agua dentro del huevo, así como la tasa de dióxido de carbono y de producción de agua. Sin embargo, el efecto del bulbo seco en la tasa metabólica finaliza en el momento

que el pollo rompe la cámara de aire dando inicio a la respiración pulmonar. La temperatura de bulbo húmedo juega un papel vital en el desarrollo del embrión (Sttkeleather y Brake, 1990).

4.6.1.2.4. ÁREA DEL CASCARÓN

El área superficial del cascarón esta indirectamente relacionado con el peso del contenido del huevo, los huevos grandes tienen menos superficie de cascarón por unidad de peso interior del huevo que los huevos pequeños. Como la evaporación depende principalmente de la superficie del cascarón y de la cantidad de poros del cascarón por los cuales pierde humedad, los huevos más pequeños pierden un mayor porcentaje de su peso durante la incubación que los huevos grandes, la humedad se mueve más libremente a través de cascarones de mala calidad, aumentando la pérdida causando pollos pequeños. Es decir que los pollos nacidos de un huevo con buena calidad de cascara, tienden a ser más grandes, ya que no hubo un exceso de evaporación durante la incubación, durante los días 19-21, cuando los huevos están en la nacedora se debe aumentar la humedad aproximadamente el 5%, esto evita que el pico del pollo se adhiera al cascarón y permite movimientos más libres de la cabeza del ave al momento de eclosionar (Quintana, 2016).

4.6.1.3 VENTILACIÓN

Las máquinas incubadoras normalmente toman aire fresco de las salas donde están situadas. Este aire es el que provee oxígeno y humedad para mantener una correcta humedad relativa. El aire que se extrae de las máquinas incubadoras remueve el dióxido de carbono y el exceso de calor producido por los huevos. Todas las máquinas incubadoras tienen una fuente de humedad que pueden controlar varios niveles de humedad relativa. El aire fresco suplementa un

poco de humedad, de esta manera reduce la carga en el sistema de humificación interna, el aire entrante a las máquinas es pre-humidificado para igualar lo más cercano posible la humedad relativa interna. La temperatura del aire debe ser 24-27 °C (76-80 °F), las incubadoras de multi-etapa requieren una constante cantidad de aire. Esta debe ser ajustada para que los niveles de dióxido de carbono dentro de la máquina no excedan 0.4% Muchas de las máquinas de bandeja fija trabajan a 0.2-0.3% y las máquinas de carros 0.3-0.4% pero estos elevados niveles de dióxido de carbono no son requeridos (Cobb-Vantress, 2015; Quintana, 2016).

4.6.1.2.1. REQUERIMIENTOS DE AIRE DURANTE LA INCUBACIÓN

Los principales componentes del aire son: oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua. Es importante el paso de estos elementos a través del cascarón. El embrión debe tener un aporte constante de oxígeno y eliminación de dióxido de carbono y humedad, el embrión de pollo para su desarrollo depende del aporte de oxígeno procedente del aire que es de 21% al nivel del mar, a medida que aumenta la altitud, la incubabilidad disminuye, conforme avanza el desarrollo embrionario el requerimiento de oxígeno aumentara y se eliminara más CO₂ (Quintana, 2016).

Durante la incubación, el requerimiento de oxígeno aumenta exponencialmente a medida que el embrión crece, durante las primeras dos semanas. En la práctica diaria, los huevos se incuban en un ambiente gaseoso de 21% de oxígeno en presencia de dióxido de carbono que puede ser de hasta 0.5% en períodos variables durante la incubación, para poder lograr un desarrollo embrionario y una incubabilidad óptima, el sistema de ventilación está diseñado para proporcionar oxígeno al embrión y eliminar el exceso de dióxido de carbono de la máquina. En la naturaleza, el suministro de oxígeno varía con la altitud, por lo tanto, la posibilidad de que se produzca una condición de hipoxia es una realidad. El suministro de oxígeno disminuye a mayor altura e influye en las horas

de incubación y en la incubabilidad. A medida que el nivel de oxígeno disminuye con la altitud, su requerimiento y consumo por los embriones puede disminuir como resultado de la adaptación, lo que generalmente conduce a una incubación más corta (Onagbesa et al., 2007).

4.6.1.3. VOLTEO

Los huevos deben ser volteados durante el proceso de incubación. Esto evita que el embrión se adhiera a las membranas del huevo a causa de la pérdida de humedad que ocurre, e impide la mala posición del embrión, también estimula el crecimiento del embrión y la utilización de la yema y albumina, el volteo en la incubación artificial se realiza cada hora, es decir que realiza 24 volteos por día, y cada volteo tiene una duración de 60 minutos, a modo que todo el día tenga el ángulo requerido, este proceso se realiza los primeros 18 días de incubación. Se incuban artificialmente con el polo obtuso elevado, volteándolo de 45-48 ° sobre la vertical. Una frecuencia de volteo mayor puede provocar ruptura de la yema y de vasos sanguíneos provocando la muerte del embrión. No se debe voltear en círculo porque provoca la rotura del saco alantoideo, a medida que el embrión se desarrolla y la producción de calor aumenta, un volteo regular ayudará al flujo de aire y por tanto al enfriamiento (Gómez et al., 2006; Cobb-Vantress, 2015; Quintana, 2016).

Al no realizar el volteo, se provoca:

- Adhesión del embrión a las membranas.
- Se incrementa la incidencia de mal posiciones.
- Se disminuye la utilización de la albumina.
- Disminuye el intercambio de oxígeno.
- Retarda la formación de áreas vasculares.

El volteo de los huevos se realiza periódicamente durante la incubación para prevenir la muerte prematura por adherencias entre las membranas

extraembrionarias y distorsiones durante el desarrollo. Además, de un retraso morfológico reduciendo la incubabilidad (Tazawa, 1980).

4.7. CALIDAD DE POLLO

Existen diversos factores y parámetros que determinan el aspecto y la calidad de un día, así como su posterior influencia en el rendimiento final del pollo, la producción de pollitos de calidad es un proceso complejo que involucra a la reproductora en aspectos como nutrición, manejo, nivel de anticuerpos contra enfermedades prevalentes, el manejo y conservación del huevo, la incubación, proceso de nacimiento del pollito, manejo y transporte y finalmente la recepción en granja de engorde (Cortázar, 2008).

Los parámetros para medir la calidad de pollo no están bien definidos, generalmente se evalúa de forma subjetiva y basada en la apariencia del pollito. También se menciona que la incubabilidad no se encuentra necesariamente correlacionada a un alto porcentaje de pollos de alta calidad, y que una excelente incubabilidad no es el mejor indicador de la viabilidad, desarrollo y rendimiento del pollito. Es por lo que plantear un método funcional cualitativo/cuantitativo se ha vuelto de suma importancia en la producción avícola, el parámetro cuantitativo más utilizado es la evaluación del peso corporal, se establece que el peso en los primeros 7 a 10 días está relacionado al rendimiento al sacrificio y esto nos permite realizar la predicción del rendimiento del lote (Tona et al., 2005).

Por otro lado, los parámetros cualitativos se basan en principio “todo o nada”, que implica el aspecto físico al nacimiento y la presencia de fuentes de contaminación. Esta evaluación de calidad del pollo es subjetiva. Sin embargo, se acepta en términos generales que un pollo de buena calidad debe estar limpio, seco, libre de suciedad y contaminación, ojos brillantes, libre de deformidades, con ombligo completamente cerrado y limpio, no debe sobresalir el saco vitelino, sin inflamación en las articulaciones y con vitalidad. basado en estos criterios se

define el puntaje Pasgar, que evalúa la calidad en una escala de 0 a 10 puntos. Esto proporciona un método para convertir los parámetros cualitativos en una puntuación cuantitativa (Tona et al., 2005).

4.7.1. MÉTODO DE PASGAR

Está basado en un criterio morfológico, es utilizado para evaluar y comparar la calidad de pollo de lotes de huevos diferentes, el sistema está fundamentado en la medición de reflejos como medida de vitalidad, apariencia del ombligo (cicatrización), patas, pico y tamaño de saco vitelino, una alta calidad tiene una puntuación de 10 puntos, un punto es restado por cada anomalía registrada en cada uno de los cinco criterios (Pachón, 2005; Cortázar, 2008).

4.7.1.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

4.7.1.1.1. VITALIDAD

Los reflejos del pollo de un día de edad son un indicador de vitalidad. El pollo es vital si, después de ser colocado en una posición dorsoventral se incorpora inmediatamente (no más de tres segundos), obteniendo una puntuación de 0, por otro lado si, el pollo tarda más de tres segundos en incorporarse, obtiene un punto para los reflejos. Una falta de reflejos puede indicar elevadas temperaturas en incubación y/o nacedoras; también puede ser como consecuencia de una prolongación de las horas de incubación (>504 horas) (Pas Reform Hatchery Technologies, 2008; Boerjan, 2014; García & Muñoz, 2016).

4.7.1.1.2. CICATRIZACIÓN DE OMBLIGO

El ombligo de un pollo de un día de nacido se considera de calidad si al momento del nacimiento se ha cerrado completamente, sin ningún tipo de remanente, a este pollo se le dará una puntuación de 0. En el caso de que el ombligo este abierto o existan remanentes de yema que se muestre como una

protuberancia negra, este obtendrá un punto, la mala cicatrización del ombligo puede indicar una disminución en las horas de incubación, un exceso de humedad en nacedora o temperatura baja en la misma. Los botones negros en el ombligo, que indican remanencia de yema suelen ser indicativos a elevadas temperaturas, ya que el ombligo se cierra antes de absorber todo el vitelo (Pas Reform Hatchery Technologies, 2008; Boerjan, 2014; García & Muñoz, 2016).

4.7.1.1.3. PATAS

La coloración de las patas del pollo de un día de edad debe ser rosa pálido y sin evidencia de inflamación, los pollos que posean estas características obtendrán como puntuación 0, indicando buena calidad de las patas, los pollitos obtendrán una puntuación de uno si la articulación del tibio tarso se encuentra inflamada, con una coloración rojiza, la inflamación de la articulación suele ser indicativa de una pérdida de humedad baja durante la incubación, por elevada humedad dentro de las incubadoras. Al pollito se le dificulta el nacimiento, prolongando las horas de incubación, causando deshidratación (Pas Reform Hatchery Technologies, 2008; Boerjan, 2014; García & Muñoz, 2016).

4.7.1.1.4. PICO

El pico de los pollitos al nacer debe encontrarse sin ningún residuo, de coloración rosa pálido estos obtendrán una puntuación de 0, mientras que los pollos que poseen un pico sucio, con residuos en él o tiene una coloración rojiza que es indicativo a inflamación obtendrán una puntuación de 1, la suciedad de los picos es indicativa a que los pollos se alojaron por un tiempo prolongado en la nacedora, y los picos inflamados son causados por dificultad al momento de realizar la eclosión (Pas Reform Hatchery Technologies, 2008; Boerjan, 2014; García & Muñoz, 2016).

4.7.1.1.5. ABDOMEN

El tamaño del abdomen es igual al volumen del saco vitelino. El volumen del saco vitelino depende principalmente del manejo de humedad y temperatura en la incubadora, si estos factores se manejan de manera adecuada la pérdida de humedad será la apropiada y se obtendrá una yema de un tamaño promedio. Un abdomen normal tiene un tacto suave y no voluminoso cuyo caso el pollo obtiene puntos para el abdomen. Si el abdomen es duro al tacto y la piel se encuentra tensa, el abdomen obtiene un punto (Pas Reform Hatchery Technologies, 2008; Boerjan, 2014).

4.7.1.1.6. PROCEDIMIENTO

Pas Reform Hatchery Technologies (2008) indica que hay que seleccionar al azar una muestra de 30 a 50 pollos del lote de huevos a analizar, se evalúa la calidad de cada uno de los pollos seleccionados aleatoriamente con base de los cinco parámetros mencionados, se anota el resultado en el formulario de registro 6A: 'Pasgar©Score' (Ver Anexo 1), se calcula el 'Pasgar©Score' para cada pollito, restando cada punto obtenido del total de 10. Por último, calcular el promedio para todos los pollos de la muestra, un buen lote debe obtener una puntuación media de 9 (Pas Reform Hatchery Technologies, 2008).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES

5.1.1. RECURSOS HUMANOS

- 1 estudiante investigador
- 2 médicos veterinarios asesores
- Personal técnico de la planta incubadora

5.1.2. RECURSOS DE CAMPO

- Hojas de registro de calidad de pollo
- Hojas de registro de peso de pollo
- Hojas de registro de incubación
- Hojas de registro de nacimientos
- Calculadora
- Computadora portátil
- Equipo de oficina

5.1.3. CENTROS DE REFERENCIA

- Biblioteca Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Documentos obtenidos por internet

5.2. METODOLOGÍA

5.2.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio longitudinal retrospectivo

5.2.2. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó con base a los registros de una planta incubadora comercial ubicada en el municipio de Palín, del departamento de Escuintla, situada a 1,150 metros sobre el nivel del mar, dado que la presión barométrica y la presión parcial de Oxígeno disminuye con la altitud, reduciendo la incubabilidad. Posee una humedad relativa mínima de 60% y máxima de 80%, y una temperatura promedio de 29 °C.

5.2.3. MUESTRA

Se utilizaron todos los registros de incubación, nacimiento, peso y calidad de pollo de 1 día de edad de la planta de incubación generados en el mes de septiembre del año 2,017, los registros obtenidos del estudio fueron incubados en máquinas Chick Master ®.

5.2.4. SELECCIÓN DE UNIDADES DE ESTUDIO

5.2.4.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Todo registro de incubación, nacimiento, peso y calidad de pollo generado durante el mes de septiembre, de huevos provenientes de gallinas reproductoras línea Ross de 49 semanas de vida, con 4 días de almacenamiento en el cuarto frío de la planta de incubación.

No se tomaron los registros de los huevos que al momento de la incubación hayan sufrido fisuras o contaminación, además de los huevos infértiles, no nacidos o nacidos muertos que se encuentren en los registros, tampoco aquellos registros de los huevos que presentaron un peso menor a 55 gramos y un peso mayor a 80 gramos.

5.2.5. MUESTREO

Pas Reform Hatchery Technologies (2008) indica que hay que seleccionar al azar una muestra de 30 a 50 pollos del lote de huevos a analizar, se evalúa la calidad de cada uno de los pollos seleccionados aleatoriamente con base de los cinco parámetros mencionados. Se formaron dos grupos de estudio, cada uno conformados por los registros de 50 huevos eclosionados con un peso inicial de 55-80 gramos.

Grupo No. 1: Huevos incubados con una configuración de bulbo húmedo de 80.5 °F y temperatura de bulbo seco de 99.3 °

Grupo No. 2: Huevos incubados con una configuración de bulbo húmedo de 83.0 °F y temperatura de bulbo seco 99.3 °F. Los datos se registraron en el formulario de registro 6A: 'Pasgar©Score' (Ver Anexo 1).

5.2.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó estadística descriptiva a través de proporciones para las variables cualitativas y medidas de tendencia central para las variables cuantitativas. Para determinar si existe diferencia significativa entre los dos grupos se analizó de la siguiente manera:

- Chi cuadrado de Pearson (X^2), para evaluar si existe diferencia entre las dos humedades de incubación evaluadas de acuerdo con las

siguientes variables: cicatrización de ombligo, inflamación de pico, inflamación de articulación tibio-tarsiana, abdomen y vitalidad/reflejos (ver cuadro 1).

- Prueba t de Student, para evaluar si existe diferencia entre las dos humedades de incubación evaluadas de acuerdo con las siguientes variables: temperatura de bulbo húmedo, pérdida de humedad y promedio de puntuación Pasgar de cada grupo ver cuadro 1.

5.2.7. DEFINICIÓN DE VARIABLES

Cuadro 1. Definición y operacionalización de variables

Variable	Tipo de Variable/ Medición	Definición Conceptual y Operacional	Unidad de Medida
Temperatura de Bulbo húmedo	Cuantitativa/ Continua	La temperatura del aire indicada por un termómetro cubierto por un algodón humedecido, el cual es influenciado por la razón de vaporización de agua desde el algodón. Temperatura de bulbo húmedo de 80.5 °F y 83.0 °F	Grados Fahrenheit
Pérdida de Humedad	Cuantitativa/ Continua	Pérdida total de agua durante la incubación influenciado por el gradiente de vapor existente entre el interior del cascaron y el microclima que rodea al huevo. Valor obtenido de los registros del pesaje diario de la muestra de huevos, pérdida total a los 18 días 10.5-12.5%	Gramos
Cicatrización de Ombligo	Cualitativa/Razón	Cierre completo del ombligo al momento del nacimiento, sin residuos de saco vitelino = puntuación 0; Residuos de saco vitelino o abierto obtendrá puntuación 1.	Si y No
Inflamación del Pico	Cualitativa/Razón	Presencia de coloración rojiza en el pico, obtiene puntuación 1, si no presenta inflamación obtiene una puntuación de 0.	Si y No
Inflamación de Articulación Tibio-tarsiana	Cualitativa/Razón	Presencia de coloración rojiza en la articulación tibio-tarsiana obtendrá una puntuación de 1, la ausencia de la inflamación obtiene puntuación de 0.	Si y No
Abdomen	Cualitativa/Razón	Abdomen no abultado, suave al tacto sin que la piel se encuentre tensa obtiene una puntuación de 1, por el otro lado si el	Si y No

		abdomen se encuentra tenso y abultado indicará un gran tamaño del saco vitelino obteniendo una puntuación de 1.	
Vitalidad/ Reflejos	Cualitativa/R azón	Capacidad del pollito de incorporarse en un período no mayor a tres segundos. De ser así obtiene una puntuación de 0, si el tiempo es mayor a tres segundos la puntuación será de 1.	Si y No
Punteo Pasgar	Cuantitativa	El promedio total del resultado obtenido por la muestra del lote evaluado.	Unidades Pasgar

Fuente: Elaboración propia

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. RESULTADOS

Se realizó el análisis estadístico de los grupos de estudio aplicando la prueba de Chi cuadrado de Pearson para la evaluación de variables cualitativas y la prueba t de Student para el análisis de las variables cuantitativas, para establecer la diferencia estadística entre ambos grupos de estudio, en el cuadro 2 se exponen los resultados de pérdida de humedad del huevo al día 18 de incubación y el peso del pollito al nacimiento.

Cuadro 2. Efecto de dos niveles de humedad sobre la pérdida de

h u m e d a d e	Grupo	Media del Peso Inicial del Huevo	Media del Peso al día 18 de Incubación	Porcentaje de Pérdida de Humedad	Peso del Pollito
	Humedad de 80.5 °F BH	70.34 g	60.70 g	13.74%	48.14 g
	Humedad de 83.0 °F BH	69.50 g	59.74 g	14.04%	48.45 g

l huevo y peso del pollo de un día de nacido.

Fuente: Elaboración propia

A través de la prueba de Levene se estableció la igualdad de varianzas entre los grupos evaluados, por medio de la prueba de t de Student, se calculó el valor de P (>0.05) (ver cuadro 3), estableciendo la homogeneidad entre los grupos de estudio, es decir, que no existe diferencia significativa entre los dos tratamientos.

Cuadro 3. Porcentajes de los criterios de evaluación Pasgar©Score

Grado de Humedad	Vitalidad/Reflejos		Ombbligo		Patatas		Pico		Abdomen		Pasgar © Score
	N	An	N	An	N	An	N	An	N	An	
Humedad 80.5 BH	80%	20%	84%	16%	90%	10%	86%	14%	84%	16%	9.24
Humedad 83.0 BH	64%	36%	84%	16%	84%	16%	88%	12%	70%	30%	8.90

del grupo 80.5 °F y 83.0 °F de bulbo húmedo.

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de las variables cualitativas fueron obtenidos utilizando la prueba de Chi cuadrado de Pearson, donde se establece que los valores obtenidos (ver anexo 3) son mayores a 0.05, se afirma que no existe diferencia significativa entre los dos grupos de estudio.

6.2. DISCUSIÓN

Prado y Juárez (2017) señalan que a mayor humedad ambiental la pérdida de agua del huevo incubado será menor, sin embargo, los resultados de pérdida de humedad indican que no existe diferencia significativa programando dos niveles de humedad 80.5 y 83.0 °F de bulbo húmedo en la máquina incubadora, arrojando porcentajes promedio de 13.74% y 14.04% respectivamente. La pérdida de humedad de los huevos al finalizar los primeros 18 días de incubación debe de ser de 10.5 a 12.5%, para alcanzar un alto porcentaje de incubabilidad, aquellos valores que discrepen del rango mencionado al finalizar el periodo de incubación afectaran directamente la calidad del pollo durante la primera semana de vida (Bruzal et al., 2000; Tona et al., 2001).

En cada uno de los cinco criterios de evaluación del método de Pasgar se determinó que no existe diferencia significativa entre los dos grupos de estudio (1 y 2), con resultados promedio por lote de 9.24 y 8.90 respectivamente, a pesar de que el promedio del grupo 1 se encuentra dentro de la clasificación de pollo de primera calidad de acuerdo con el método de Pasgar, y el promedio del grupo 2 se encuentra en la clasificación de segunda calidad del mismo método, el estudio de Prado y Juárez (2017) hace referencia a que existe una correlación entre el peso y la calidad de pollo de un día de nacido, sin embargo, en el presente estudio no se revela diferencia significativa sobre el peso de los pollos en los grupos de estudio utilizando dos niveles de humedad.

A pesar de que la recomendación de la línea comercial en cuanto a la configuración de bulbo húmedo para máquinas incubadoras de 83.0 °F, a través de este estudio se pudo establecer que no existe diferencia significativa entre la pérdida de humedad y calidad de pollo de un día de nacido comparando con el bulbo húmedo de 80.5 °F que utiliza actualmente la planta incubadora. Modificar este parámetro reflejaría un aumento en los costos de producción de hasta un 1%, tomando en cuenta que Muñoz (2016) indica que, a mayor humedad ambiental en

el proceso de incubación, el nacimiento se prolonga, dado que la humedad causa variaciones en la temperatura, enfriando el huevo, atrasando el crecimiento y desarrollo del embrión. Como resultado del estudio se puede establecer que no existe diferencia significativa entre la pérdida de humedad y calidad del pollo de un día de edad utilizando bulbos húmedos de 80.5 °F y 83.0° F en máquinas incubadoras.

VII. CONCLUSIONES

- La pérdida de humedad en los grupos de estudio con configuración de 80.5°F y 83.0 ° F de bulbo húmedo fue de 13.74% y de 14.04% respectivamente, ambos grupos con valores sobre el estándar que sugiere la línea comercial.
- La calidad de pollo en los grupos de estudio (1 y 2) obtuvieron una puntuación promedio de 9.24 y 8.90 respectivamente, expresado en unidades Pasgar, se establece que no hay diferencia significativa entre grupos.
- No existe diferencia significativa entre la pérdida de humedad del huevo y la calidad del pollo de un día de nacido utilizando dos niveles de humedad en máquinas incubadoras.

VIII. RECOMENDACIONES

- Evaluar si existe variación en el porcentaje de mortalidad en granja, durante los primeros siete días de vida del pollo proveniente de granjas e incubadoras libres de enfermedades infecciosas.
- Utilizar dos niveles de humedad diferentes a los utilizados en este estudio en las maquinas incubadoras para determinar cuál es el nivel adecuado para lograr una pérdida de humedad optima sin afectar la calidad de pollo.
- Realizar un estudio longitudinal y generar datos a través de la manipulación de variables para determinar la relación entre pérdida de humedad y calidad de pollo.

IX. RESUMEN

La pérdida de peso del huevo durante la incubación se produce como resultado de la difusión de vapor a través de los poros del cascarón hacia el ambiente, la cual debe ser de 10.5 a 12.5% del peso inicial del huevo, según la línea comercial esto se logra a través de la utilización de un bulbo húmedo de 83.0 °F en la incubadora. Se realizó un estudio longitudinal retrospectivo en una planta incubadora comercial, con el objetivo de evaluar el parámetro de bulbo húmedo recomendado por la línea comercial (83.0 °F) y el utilizado por la planta de incubación (80.5 °F). Donde se recopilaron los registros de incubación y nacimientos generados en septiembre del año 2017, se formaron dos grupos de estudio conformados por los registros de 50 huevos eclosionados al final de la incubación, donde un grupo tuvo una configuración de bulbo húmedo de 80.5°F y el otro de 83.0°F. Para este propósito se utilizó el método de Pasgar, para comparar la calidad de pollo entre grupos, el método está fundamentado en la medición de reflejos como medida de vitalidad, cicatrización del ombligo, patas, pico y tamaño del saco vitelino, donde por cada aspecto negativo, un punto es restado del puntaje inicial de 10. Se obtuvo un Pasgar®Score de 9.24 (Grupo 80.5°F) y 8.90 (Grupo 83.0°F), y se efectuó el análisis a través de la prueba de t de Student para las variables cuantitativas y Chi Cuadrado de Pearson para las variables cualitativas obtenidas a través del método de Pasgar, donde se rechaza la hipótesis, se determinó que no existe una asociación significativa entre la pérdida de humedad y calidad de pollo utilizando dos niveles de humedad.

Se determinó que el porcentaje de pérdida de humedad en los dos grupos de estudio (80.5 °F y 83.0 °F) fue de 13.74% y 14.04% respectivamente, ambos valores se encuentran sobre el valor recomendado por la línea comercial. La modificación del bulbo húmedo según la recomendación de la línea comercial no aportaría ningún beneficio a la planta de incubación, incluso reflejaría un aumento en los costos de producción de hasta el 1%.

SUMMARY

The egg weight loss during incubation occurs as a result of vapor diffusion through the pores of the shell into the environment, which must be 10.5 to 12.5% of the initial weight of the egg, according to the commercial line this is achieved through the use of a wet bulb of 83.0 ° F in the setter.

It has been performed a retrospective longitudinal study in a commercial incubator, with the objective of evaluate the wet bulb parameter recommended by the commercial line (83.0 ° F) and the one used by the incubator (80.5 ° F). The incubation and birth records generated in September of the year 2017 were compiled, two study groups were formed, consisting of the records of 50 eggs hatched at the end of the incubation, where one group had a wet bulb configuration of 80.5 ° F and the other of 83.0 ° F. For this purpose, the Pasgar method was used to compare the quality of chicken between groups, based on the measurement of reflexes as a measure of vitality, healing of the navel, legs, peak and size of the yolk sac, where for each negative item, one point is subtracted from the initial score of 10.

A Pasgar® Score of 9.24 (Group 80.5 ° F) and 8.90 (Group 83.0 ° F) was obtained, and the analysis was made through the Student's t test for quantitative variables and Pearson's Chi Square test for the qualitative variables. The hypothesis is rejected, determining that there is no significant association between moisture loss and chicken quality using two wet bulbs configuration.

Achieving a percentage of moisture loss in the two study groups (80.5 ° F and 83.0 ° F) of 13.74% and 14.04% respectively, both values are above the value recommended by the commercial line. The modification of the wet bulb according to the recommendation would not bring any benefit to the hatchery, even reflect an increase in production costs of up to 1%.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (ASHRAE) *American Society of Heating, Refrigerating and Air Condition Engineers*. (2007). Psicometría. Recuperado de <https://procesosbio.wikispaces.com/file/view/carta+psicometrica.pdf>
- Aviagen. (2009). Manual de Manejo de la Incubadora. Recuperado de <http://es.aviagen.com/assets/Uploads/Aviagen-ComolIncubadoraNov2010SP1.pdf>
- Boerjan, M. (2014). Chick vitality and uniformity. *International Hatchery Practice*. 20(8), 07-08.
- Bruzal, J., Peak, D., Brake, J., y Peebles, E. (2000). Effects of Relative Humidity During the Last Five Days of Incubation and Brooding Temperatura on Performance of Broiler Chicks from Young Broilers Breeders. *Poultry Science*. 79, 1385-1391.
- Callejo, A. (2010). Manejo del huevo en la incubadora. Recuperado de http://ocw.upm.es/produccionanimal/produccionavicola/contenidos/TEMA_7._INCUBACION/7-2-manejo-del-huevo-en-la-incubadora/view
- Callejo, A. (2010). Manejo de la nacedora. Recuperado de http://ocw.upm.es/produccionanimal/produccionavicola/contenidos/TEMA_7._INCUBACION/7-4-manejo-de-la-nacedora/view
- Chick Máster *Incubator Company*. (2010). Manual de Instrucciones Operativas y Partes para Incubadoras con Controles ISIS.
- Cobb-Vantress. (2015). Guía de Manejo de la Incubadora. Recuperado de http://cobb-vantress.com/languages/guidefiles/e420c01f-a164-4890-9963-60c1e332bf40_es.pdf

- Cortázar, J. (2008). Aspecto – Calidad del Pollito Recién Nacido. *Jornadas profesionales de avicultura*, 5, 19-23.
- Davis, T., Shen, S., Ackerman, R. (1988). Embryonic osmoregulation: Consequences of high and low water los during incubation of the chicken egg. *Journal of Experimental Zoology*, 245(2), 144-156.
- Estrada, M., Galeano, L., Herrera, M. (2010). Efecto de la temperatura y el volteo durante el almacenamiento sobre la calidad del huevo comercial. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 23,183-190.
- García, F; Muñoz, J. (2016). Evaluación de la Calidad del Pollito de 1 Día de Edad. Recuperado de http://www.asav.es/wp-content/uploads/2016/06/6_Taller-2_Evaluacion-de-la-calidad-del-pollito-de-1-dia_Jorge-Munoz-y-Francisco-Javier-Garcia.pdf
- Gómez, J; Valero, J. (2006). *El Huevo*. Recuperado de <http://www.muticus-pina.com/subm/huevo.pdf>
- González, J. (2016). *Evaluación del efecto de la raza, método de limpieza y temperatura sobre la penetración bacteriana durante el almacenamiento de huevos de gallina* (Tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Instituto de Estudio del Huevo. (2009). *El gran libro del huevo*. Recuperado de <http://institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/EL-GRAN-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf>
- Lomholt, J. (1976). Relationship of Weight Loss to Ambient Humidity of Birds Eggs during Incubation. *Journal of Comparative Physiology*, 105, 189-196.
- Martínez, E. (2007). Definiciones de humedad y su equivalencia. Recuperado de <http://www.cenam.mx/dme/pdf/TM02.pdf>

- Muñoz, A. (2016). *Análisis comparativo de nacimiento de pollo con método de precalentamiento y atemperado de huevos uniformizados para pollo de engorde* (Tesis de postgrado). Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala.
- Nicholson, Dinah. (2012). Mejora de la Incubabilidad de los Huevos Almacenados Durante Largo Tiempo. *International Hatchery Practice*, 26 (6), 123-25.
- 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 post-hatch growth. *World's Poultry Science Journal*, 63(4), 557-573.
- Pachón, L. (2005). Factores determinantes de un pollito de buena calidad. Recuperado de [http://amevea-ecuador.org/web_antigua/datos/Factores Determinantes de un Pollito de Buena Calidad.PDF](http://amevea-ecuador.org/web_antigua/datos/Factores_Determinantes_de_un_Pollito_de_Buena_Calidad.PDF)
- Pas Reform Hatchery Technologies. (2008). Manual de Incubación Broiler.
- Poultry Continuing Education. (2008). Desarrollo embrionario. Recuperado de <http://curso.ihmc.us/rid=1JLC8G1FR-1HV4R23-11LD/fertinf.pdf>.
- Prado, O., Juárez, M. (2017). Efecto de la humedad en incubación sobre la incubabilidad y mortalidad embrionaria del pollo de engorda en el trópico seco mexicano. *Abanico Vet*, 7(2), 25-28.
- Quintana, J. (Ed.). (2016). *Incubatecnia*. México. Aneca

- Rahn, H y Ar, A. (1974). The Avian Egg: Incubation Time and Water Loss. *American Ornithological Society*, 76(2), 147-152. doi: 10.2307/1366724
- Silva, G., Pereira, D., Salgado. (2016). Influence of a Comercial Hatchery Thermal Enviromental on the Heat Loss of Fertile Broiler Eggs. *Revista Brasileira de Ciencia Avícola*, 18(2), 37-44. doi: 10.1590/18069061
- Sttkeleather, G., Brake, J. (1989). Effect of incubation Dry-Bulb and Wet-Bulb Temperatures on Time of Hatch and Chick Weight at Hatch. *Poultry Science*, 69(6), 887-897. doi: 10.3382
- Tanzawa, H. (1980). Adverse effect of failure to turn the avian egg on the embryo oxigen exchange. *Elsevier/North-Holland Biomedical Press*, 141(2), 137-142.
- Tona, K., Bamelis, F., Coucke, W., Bruggeman, V., Decuypere, E. (2001). Relationship Between Broiler Breeder's Age and Egg Weight Loss and Embryonic Mortality During Incubation in Large-Scale Conditions. *The Journal of Applied Poultry Reserch*, 10(3), 221-227.
- Tona, K., Bamelis, F., De Ketelaere, B., Bruggeman, V., Moraes, V., Buyse, J., Onagbesan, O., Decuypere, E. (2003). Effects of egg storage time on spread of Hatch, chick quality, and chick juvenile growth. *Poultry Science*, 82(5), 736-741.
- Tona K., Bruggeman, V., Onagbesan, O., Bamelis, F., Gbeassor, M., Mertens, K., Decuypere, E. (2005). Day-old Chick Quality: Relationship to Hatching Egg Quality, Adequate incubation Practice and Prediction of Broiler Performance. *Avian and Poultry Biology Reviews* 16(2), 109- 119.

Willemsen, H., Everaert, N., Witter, A., De Smit, L., Debonne, M., Verschuere, F., Garain, P., Berckmans, D., Decuypere, E., Bruggeman, V. (2008). Critical Assessment of Chick Quality Measurements as an Indicator of Posthatch Performance. *Poultry Science*. 87(11), 2358-2366. doi: doi.org/10.3382/ps.2008-00095

Wilson, H., Neuman, S., Eldred, A., Mather, F. (2003). Embryonic Malpositions in Broiler Chickens and Bobwhite Quail. *The Journal of Applied Poultry Research* 12,14-23.

XI. ANEXOS

Anexo 1. Formulario de registro de datos 6A: 'Pasgar©Score'

Formulario de registro de datos 6A: 'Pasgar©Score'						
Pollito No.	Vitalidad/ Reflejos	Ombbligo	Patas	Pico	Abdomen	Pasgar © Score

Fuente: (Pas Reform Hatchery Technologies, 2008)

Anexo 2. Resultados prueba t de Student en grupos de estudio

Variables	Grado de Humedad	Media	Significancia (Prueba de Levene)	Significancia Bilateral
Peso Inicial	80. 5 BH	70.33	0.876	0.461
	83.0 BH	69.50		0.461
Peso Día 18	80. 5 BH	60.70	0.307	0.431
	83.0 BH	59.74		0.431
Peso del Pollo al Nacimiento	80. 5 BH	48.13	0.721	0.692
	83.0 BH	48.45		0.692
Pérdida de Humedad	80. 5 BH	13.74	0.244	0.758
	83.0 BH	14.04		0.759
Puntaje Pasgar	80. 5 BH	9.24	0.913	0.118
	83.0 BH	8.90		0.118

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Resultados de prueba Chi cuadrado de Pearson


Variable	Valor Chi²	Significancia Asintótica
Vitalidad/ Reflejos	3.175	0.075
Cicatrización de Ombligo	0.000	1.000
Patas	0.796	0.372
Pico	0.088	0.766
Abdomen	2.787	0.096

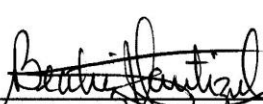
Fuente: Elaboración propia


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA PÉRDIDA DE HUMEDAD EN
HUEVOS, DURANTE SU INCUBACIÓN, UTILIZANDO DOS
NIVELES DE HUMEDAD, EN UNA PLANTA DE INCUBACIÓN
COMERCIAL

f. 
Br. RENE ALEJANDRA MOCTEZUMA KATTAN

f. 
M.V. Alejandro José Hun Martínez
ASESOR PRINCIPAL

f. 
M.Sc. Consuelo Beatriz Santizo Cuentas
ASESORA

f. 
M.Sc. Lucero Serrano Arriaza
EVALUADORA

IMPRIMASE

f. 
M.A. Gustavo Enrique Taracena
DECANO

