

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE  
ZOOTECNIA



CALIDAD DE LA CÁSCARA DEL HUEVO Y SU EFECTO SOBRE EL  
NACIMIENTO Y PESO DEL POLLITO CRIOLLO LOCAL  
CUELLO DESNUDO

ANA MARÍA YAMILETH FOLGAR MIRANDA

CHIQUIMULA, GUATEMALA, MAYO 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE  
ZOOTECNIA

CALIDAD DE LA CÁSCARA DEL HUEVO Y SU EFECTO SOBRE EL  
NACIMIENTO Y PESO DEL POLLITO CRIOLLO LOCAL  
CUELLO DESNUDO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

ANA MARÍA YAMILETH FOLGAR MIRANDA

Al conferírsele el título de

ZOOTECNISTA

En el grado académico de

LICENCIADA

CHIQUMULA, GUATEMALA, MAYO 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE  
ZOOTECNIA**



**RECTOR EN FUNCIONES  
M.A. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO**

**CONSEJO DIRECTIVO**

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Estudiantes:	A.T. Estefany Rosibel Cerna Aceituno
Representante de Estudiantes:	PEM. Elder Alberto Masters Cerritos
Secretaria:	M.Sc. Marjorie Azucena González Cardona

**AUTORIDADES ACADÉMICAS**

Coordinador Académico:	M.A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez

**ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN**

Presidente:	M.Sc. Nery Waldemar Galdámez Cabrera
Secretario:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez
Vocal:	Lic. Zoot. Luis Eliseo Vásquez Chegüén

**TERNA EVALUADORA**

M.V. Hendly Vanessa Centeno Aldana  
M.V. Mayra Lisette Motta Padilla  
Lic. Zoot. Pablo Henoc Morales Acevedo

Chiquimula, abril de 2021

Señores  
Miembros Consejo Directivo  
Centro Universitario de Oriente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

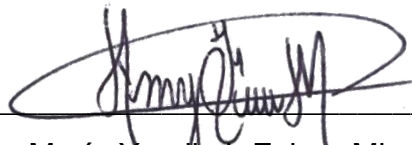
Respetables señores:

En cumplimiento de lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Centro Universitario de Oriente, presento a consideración de ustedes, el trabajo de graduación titulado:

**“Calidad de la cáscara del huevo y su efecto sobre el nacimiento y peso del pollito criollo local cuello desnudo”.**

Como requisito previo a optar al título profesional de Zootecnista, en el Grado Académico de Licenciada.

Atentamente,



---

Ana María Yamileth Folgar Miranda

201442495

**Ref. CZ-017-2021**

Chiquimula, 18 de marzo de 2021

Señor Director  
Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Córdón  
Centro Universitario de Oriente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación, para asesorar a la estudiante **Ana María Yamileth Folgar Miranda**, registro académico **201442495**, en el trabajo de graduación denominado: **“Calidad de la cáscara del huevo y su efecto sobre el nacimiento y peso del pollito criollo local cuello desnudo”**, tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a revisar y orientar a la sustentante sobre el contenido de dicho trabajo.

En ese sentido, la investigación aporta información relevante en cuanto a la solución del problema de manejo de los huevos con calidades de cáscara diferentes influenciadas por el color, características mostradas como rasgos del leve mejoramiento genético existente, mismos que provienen de la gallina criolla local cuello desnudo. Determinándose en la misma, que los huevos con color verde azulado, muestran una gravedad específica superior a los demás colores evaluados y menor cantidad de poros en su cáscara, por lo que deben ser tratados en forma diferente dentro de la incubadora.

Por las razones anteriormente expuestas, en mi opinión la presente investigación reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual recomiendo su aprobación para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Zootecnista en el grado académico de Licenciada.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**



**Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez**  
**Asesor Principal**





**D-TG-Z-049/2021**

**EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE:** Conoció el documento de la investigación que efectuó la estudiante **ANA MARÍA YAMILETH FOLGAR MIRANDA** titulado **“CALIDAD DE LA CÁSCARA DEL HUEVO Y SU EFECTO SOBRE EL NACIMIENTO Y PESO DEL POLLITO CRIOLLO LOCAL CUELLO DESNUDO”**, trabajo que cuenta con la aprobación de la Comisión de Trabajos de graduación de la carrera de Zootecnia. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación, a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **LICENCIADA ZOOTECNISTA**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a tres de mayo del dos mil veintiuno.

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón  
**DIRECTOR**  
**CUNORI – USAC**



## **TESIS QUE DEDICO**

A:

**TELMA ESPERANZA MIRANDA MEJÍA**

Ya que nunca dejó de apoyarme, siempre creyó en mí, hasta en lo más mínimo estuvo preocupada por mí y mi carrera para culminarla con éxito. Agradecimiento especial porque más que mi madre, eres mi amiga. No sé qué habría hecho sin ti; como hija estoy muy orgullosa, eres mi ejemplo de mamá y de amor incondicional, siempre estaré agradecida. A ti, te dedico todo mi esfuerzo, te amo y siempre te amaré.

## **ACTO QUE DEDICO**

A:

### **FAMILIA FOLGAR MIRANDA**

Porque a lo largo de mi vida he podido contar con el amor incondicional de una maravillosa madre, con las enseñanzas y la disciplina de un padre y con la compañía y amor de mis queridos hermanos.

A mi madre: Telma Esperanza Miranda Mejía; por todo lo que has hecho por mí, tu amor, apoyo, comprensión y sacrificio; eres mi inspiración para ser mejor cada día.

A mi padre: Miguel Ángel Folgar (Q.E.P.D.), te agradezco por enseñarme lo que es la vida, a qué venimos al mundo y lo que es el sacrificio por la humanidad, gracias papá, porque por ti soy quien soy; es difícil no tenerte a mi lado, que me vieras como toda una profesional era uno de mis sueños sin embargo, te fuiste y dejaste un vacío en mi corazón, aun así, me queda tu hermosa sonrisa en mis recuerdos. Siempre te amaré.

A mis hermanos: Julia Angélica, Cristhian Alexander y Elvis Byron, que con su amor me han enseñado a salir adelante, gracias por su paciencia, gracias por preocuparse por su hermanita menor, por guiarme por el buen camino, gracias por compartir sus vidas, pero, sobre todo, gracias por estar siempre conmigo. Los amo.

**Querida familia, les dedico este acto y agradezco de corazón por todo lo que significan para mí.**



## **AGRADECIMIENTOS**

### **A DIOS**

Por permitirme llegar hasta aquí, por cuidarme e iluminar mi vida y pensamientos. Por darme la oportunidad de pertenecer y tener una familia como la que tengo, contar con amigos y personas especiales en mi vida.

### **A MIS ASESORES**

Lic. Zoot. Mario Suchini, M.Sc. Raúl Jáuregui, Lic. Zoot. Luis Vásquez, por su apoyo incondicional brindado en la realización de esta investigación, son unas excelentes personas.

### **A MIS PADRINOS DE GRADUACIÓN**

M.Sc. Raúl Jáuregui y Lic. Zoot. Mario Suchini, por guiarme durante mi carrera universitaria, por creer en mí, nunca hubo un no de su parte, siempre me apoyaron. M.Sc. Raúl Jáuregui, eternamente agradecida con usted, gracias por tratarme como una hija, gracias por sus consejos y por querer siempre el bien para mí, es una luz en mi familia. Lic. Mario Suchini, el camino para llegar hasta esta meta ha sido duro, pero también ha sido un camino satisfactorio, gracias a usted por darme siempre palabras de aliento, apoyarme y nunca dejarme sola, siempre estaré agradecida. A ambos les tengo un gran cariño, son un gran ejemplo, los admiro mucho y siempre los recordaré dondequiera que vaya.

### **A USAC, CUNORI Y LA CARRERA DE ZOOTECNIA**

Por haberme aceptado y ser parte de ella. A los docentes, por el apoyo académico y profesional que me brindaron para alcanzar esta meta. A Licda. Sofía Huelches por brindarme su amistad y su apoyo con amabilidad.

**AL PERSONAL DE LA GRANJA CUNORI** Lic. Pablo Morales, Lic. Edgar López, Anibal Leal, Salvador Osorio, por su apoyo incondicional y enseñanzas brindadas durante el trabajo de campo de esta investigación. A Lic. Héctor Flores, Ovidio Martínez, Jenaro Villeda, Sergio Agustín (Q.E.P.D.), Arnoldo Lorenzo, Efraín Lorenzo, Erick González, por su ayuda en la granja durante mi carrera universitaria. A todos ellos, gracias por su amistad.

**A MI MEJOR AMIGA** Karla Alejandra Castañeda Sánchez, por ser esa hermana que Dios puso en mi camino, por siempre brindarme tu apoyo sin importar las circunstancias y sin juzgarme, por ser mi aliada en las buenas y en las malas. Te quiero mucho mujer, Dios bendiga tu vida, te deseo lo mejor, porque sé que lo mereces.

**A MIS AMIGOS DE LA UNIVERSIDAD** Karla Castañeda, Verónica Romero, Catherine Pérez, Víctor Jordán, Pablo Interiano, Joshua Bojorquez, Hugo Lemus, por pasar a mi lado los momentos de mi vida universitaria, en las buenas y malas.

**A MIS AMIGOS EN GENERAL** Gracias por su apoyo y estar siempre para mí en las buenas, en las malas y en las peores, gracias por sacarme una sonrisa cuando todo estaba mal, sin duda son personas especiales en mi vida.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE TABLAS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
III. JUSTIFICACIÓN	4
IV. OBJETIVOS	5
V. HIPÓTESIS	6
VI. MARCO TEÓRICO	7
6.1 Generalidades	7
6.2 Fertilidad e incubabilidad	7
6.3 Importancia de la incubabilidad de los huevos	8
6.4 Selección de huevos a incubar	8
6.5 Manejo del huevo fértil en la etapa de incubación	9
6.6 Factores que afectan la incubabilidad	10
6.7 Cáscara del huevo	11
6.7.1 Estructura de la cáscara	11
6.7.2 Pigmentación de la cáscara	12
6.8 Calidad de la cáscara del huevo	14
6.9 Calidad externa de los huevos	15
6.9.1 Peso	15
6.9.2 Porosidad	15
6.9.3 Grosor	16
6.9.4 Porcentaje de la cáscara	16
6.9.5 Gravedad específica	16
6.10 Calidad del pollito	19

6.10.1 Factores que afectan la calidad del pollito	19
6.10.2 Efecto de la calidad de la cáscara sobre los nacimientos de pollitos	19
6.10.3 Relación entre el huevo y el peso del pollito al nacimiento	20
VII. MARCO METODOLÓGICO	21
7.1 Localización geográfica	21
7.2 Instalaciones	21
7.3 Unidad experimental	21
7.4 Tratamientos	21
7.5 Materiales	22
7.6 Variables a medir	22
7.7 Variables a evaluar	22
7.8 Metodología	23
7.8.1 Fase I	23
7.8.2 Fase II	25
7.9 Diseño experimental	27
7.10 Análisis estadístico	28
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
8.1 Gravedad específica	30
8.2 Porcentaje de cáscara	31
8.3 Grosor de cáscara	32
8.4 Porosidad de cáscara	33
8.5 Porcentaje de nacimientos	34
8.6 Peso de pollitos al nacimiento	36
IX. CONCLUSIONES	38
X. RECOMENDACIONES	39
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
XII. APÉNDICE	47

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla En el Texto</b>	<b>Página</b>
1      Gravedad específica del huevo y sus concentraciones de gramos de cloruro de sodio/galón.	17
2      Tratamientos según color de huevo y gravedad específica.	22
3      Gravedad específica del huevo y sus concentraciones de gramos de cloruro de sodio/galón.	24
4      Calidad de la cáscara por tratamiento en huevos de gallina criolla local cuello desnudo (CUNORI), 2021.	29
5      Porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil y calidad del pollito criollo local cuello desnudo (CUNORI), 2021.	34
<b>Tabla En el Apéndice</b>	<b>Página</b>
1A     Efecto de los días de almacenamiento sobre el peso y gravedad específica del huevo de la gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.	51
2A     Peso (g) por color de huevo de la gallina criolla local cuello desnudo durante 7 días de almacenamiento, CUNORI, 2021.	51
3A     T Student para la variable de gravedad específica de huevos de gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.	51
4A     T Student para la variable de porcentaje de cáscara (%) del huevo de gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.	52
5A     T Student para la variable de grosor de cáscara (mm) del huevo de gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.	52

6A	T Student para la variable de porosidad de cáscara (poro/cm <sup>2</sup> ) del huevo de gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.	53
7A	Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable porcentaje de nacimientos (%) sobre huevo fértil de gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.	53
8A	Prueba de comparación de medias LSD (Least significant difference) para la variable de porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil de la gallina criolla local cuello desnudo. CUNORI, 2021.	53
9A	Análisis de varianza (ANDEVA) para la variable peso de pollito al nacimiento (g) de la gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.	54
10A	Huevos no eclosionados, muerte embrionaria, huevo picado no eclosionado, infértil y contaminado, por tratamiento en huevo de gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.	54

**ÍNDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro En el Apéndice</b>		<b>Página</b>
1A	Boleta de registro de gravedad específica por color de huevo.	47
2A	Boleta de registro de calidad de cáscara por color de huevo.	48
3A	Boleta de registro de huevos incubables y no incubables.	49
4A	Boleta de registro de pesos (g) de huevos a incubar.	49
5A	Boleta de registro de pesos (g) de pollitos al nacimiento.	50
6A	Boleta de registro de embriodiagnos.	50



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura En el Texto</b>	<b>Página</b>	
1	Incubabilidad de huevos comerciales de acuerdo al código de color de la cáscara.	13
2	Incubabilidad de huevos comerciales por gravedad específica mediante solución salina.	20
<b>Figura En el Apéndice</b>	<b>Página</b>	
1A	Recolección e incubabilidad de los cuatro colores de huevo que presenta la gallina criolla local cuello desnudo.	55
2A	Huevos no incubables por color.	55
3A	Porcentaje (%) de nacimientos sobre huevo fértil y peso (g) de pollitos al nacimiento, por color de huevo.	56
4A	Gallina criolla local cuello desnudo y los diferentes colores de huevo que presenta (verde azulado, marrón, cremoso y rosado).	56
5A	Preparación de las soluciones salinas para la determinación de la gravedad específica.	57
6A	Colores de huevo y medición de gravedad específica.	57
7A	Metodología para la determinación del porcentaje de cáscara, grosor de cáscara y porosidad del huevo.	57
8A	Preparación de huevos a incubadora.	58
9A	Bandejas de huevos por color a nacedoras.	58
10A	Peso de pollitos al nacimiento.	58
11A	Embriodiagnos.	59

**Folgar Miranda, AMY. 2021. Calidad de la cáscara del huevo y su efecto sobre el nacimiento y peso del pollito criollo local cuello desnudo. Tesis Licda. Zoot. Chiquimula, GT, USAC. 59 p.**

Palabras clave: calidad de la cáscara, huevos de gallina criolla cuello desnudo, color de huevo, gravedad específica del huevo, porcentaje de cáscara, grosor de cáscara, porosidad de cáscara, incubabilidad, porcentaje de nacimientos, peso de pollitos criollos.

## **RESUMEN**

En la presente investigación se determinó la calidad que tienen los diferentes colores de cáscara de huevo que presenta la gallina criolla local cuello desnudo, en cuanto a gravedad específica (unidades densimétricas), porcentaje (%), grosor (mm) y porosidad de cáscara (poro/cm<sup>2</sup>); estableciendo el efecto que esta calidad tiene sobre el porcentaje de nacimientos y peso de pollitos al nacimiento. Dicho estudio se realizó en las instalaciones de la planta de incubación de la granja pecuaria de la carrera de Zootecnia del Centro Universitario de Oriente.

Los tratamientos evaluados son: huevos color rosado, cremoso, marrón y verde azulado. Para determinar la calidad de la cáscara, la unidad experimental la constituían veinte huevos de cada color con dos repeticiones, los resultados se sometieron a una prueba de T Student, encontrándose que existe diferencia significativa para gravedad específica, porcentaje y grosor de cáscara y no existe diferencia significativa para la variable de porosidad; determinándose que los huevos de color verde azulado muestran superior calidad de cáscara a los demás colores evaluados; sin embargo, una menor cantidad de poros, siendo el huevo color marrón el que presenta los mejores resultados en cuanto a porosidad. Para establecer el efecto de la calidad de cáscara sobre las variables de porcentaje de nacimiento y peso de pollitos al nacimiento se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones y una unidad experimental de sesenta huevos por color; los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA); al haber diferencia significativa para el porcentaje de nacimientos se realizó una prueba de comparación de medias LSD (Least Significant Difference), presentando los mejores resultados el huevo color marrón; mientras que el que menor presenta es el huevo color

verde azulado, estableciendo que el porcentaje de nacimientos se ve influenciado por el color y calidad de la cáscara del huevo; sin embargo, para la variable de peso de pollitos al nacimiento no se encontraron diferencias significativas, estableciendo que tanto la calidad como el color de la cáscara del huevo no inciden en el peso del pollito al nacimiento, obteniendo en esta investigación los mismos resultados para los cuatro colores de huevo evaluado.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación, se recomienda que los huevos color verde azulado sean tratados de forma diferente dentro de la incubadora, evaluando un incremento en el número de horas de incubación y/o manipular las condiciones ambientales de temperatura y humedad, y así optimizar su nacimiento.

## I. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, la gallina criolla cuello desnudo (*Gallus domesticus nudicollis*) ha mostrado cualidades interesantes en cuanto a su rusticidad y capacidad de producción bajo condiciones adversas, como facilidad para autoagenciarse de alimentos, resistencia natural a enfermedades y no exigente en cuanto a instalaciones; por lo cual simplifica su total manejo considerándose que más del 90% de las familias del área rural la poseen.

En el Centro Universitario de Oriente existe un área de conservación de la gallina criolla cuello desnudo, con la finalidad de producir huevos fértiles y conservar la genética de estos animales. Estas aves se caracterizan por tener una diversidad de colores en la cáscara de huevos, ya que a lo largo del tiempo se han cruzado genéticamente con aves mejoradas. En los procesos de incubación artificial realizados se han encontrado que solo un 63% de los huevos incubados eclosionan, considerándose entre otros factores, a los de la calidad externa de la cáscara influenciada por el color de la misma como responsables en el valor del porcentaje de huevos eclosionados (Suchini, comunicación personal, 20 de mayo de 2019).

Según Bramwell (2010), es importante mantener la calidad de la cáscara del huevo debido a su relación con la incubabilidad. Esta calidad de la cáscara se juzga con base en la textura, color, solidez y limpieza; debe de ser liso, limpio, libre de grietas, de color, forma y tamaños uniformes (Abarca, 2011).

La determinación de la calidad de la cáscara implica calcular su grosor, porcentaje de cáscara y porosidad; aunque hay muchos métodos para calcular dicha calidad, la gravedad específica del huevo es la más fácil y la más ampliamente utilizada. Existen métodos para obtener la gravedad específica del huevo, pero el más popular es el de la solución salina, que se basa en que la albúmina y la yema de huevo recién puesto tienen en conjunto una densidad similar al agua, mientras que la de la cáscara es 2.2 veces la del agua. Para llevar a cabo este método se utilizan soluciones de agua con sal a diferentes concentraciones hasta lograr que el huevo flote; lo cual esto va a indicar la densidad de la cáscara (Bramwell, 2010).

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 se debe de analizar es que un buen índice de incubabilidad no siempre indica buena calidad del pollito; ya que cuando se habla de la calidad del pollito de un día, lo que se dice realmente es que los pollitos son enviados a la granja con buena condición para desarrollar lo que se desea y en una buena instalación tendrán el potencial de lograr buenos resultados productivos, con buen peso y baja mortalidad (Abad y García, 2013).

Es por ello, que el presente trabajo de investigación tiene como propósito determinar la calidad de la cáscara en los diferentes colores de huevo que presenta la gallina criolla local cuello desnudo, analizando el efecto que este tiene sobre los porcentajes de nacimientos y peso de pollitos al nacimiento.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gallina criolla local cuello desnudo no ha sido mejorada genéticamente sin embargo, las mismas han adquirido rasgos genéticos de algunos caracteres de alta heredabilidad como la pigmentación de la cáscara del huevo por efecto de introducción de aves mejoradas otorgadas por proyectos de desarrollo rural, que en su momento, se cruzaron genéticamente con las criollas de la región y por selección natural permanecieron estas últimas, lo que estableció un ecotipo de gallinas. En los procesos de incubación artificial en la planta de CUNORI, se han observado porcentajes de hasta un 37% de huevos no eclosionados. Entre las posibles causas que originan la disminución de la tasa de nacimiento del pollito sobre huevos fértiles y que no han sido estudiadas está la calidad de la cáscara del huevo y su relación con sus colores, además, el efecto que este tiene sobre en el porcentaje de nacimiento y peso del pollito al nacimiento.

### III. JUSTIFICACIÓN

En la granja pecuaria del Centro Universitario de Oriente -CUNORI-, existe un centro de conservación de gallinas criollas de cuello desnudo, cuya finalidad es producir huevos fértiles y conservar la genética de estos animales para abastecer a las comunidades principalmente del área Chortí, ya que estas se adaptan a condiciones adversas y se caracterizan por su rusticidad. Teniendo en cuenta que estas aves constituyen un importante recurso zoogenético y que representan un ecotipo de la región, es necesario estudiar la calidad de la cáscara del huevo, pues está demostrado que dicha calidad está relacionada con la incubabilidad.

Bramwell (2010) señala que los huevos con cáscara menos densa y que no sufren de rompimiento ocasionan que haya una mayor pérdida de vapor de agua durante todo el proceso de incubación, lo que resulta en deshidratación y una alta mortalidad embrionaria; y que, aquellos pollitos que llegan a nacer de los huevos menos densos, tienen una viabilidad menor durante los primeros días de vida y un desempeño general más bajo. Del mismo modo pasa con los huevos de cáscara muy densa, existe una retención de agua, por lo tanto, el pollito tarda más en nacer.

En gallinas especializadas, el color de la cáscara del huevo permite establecer, en cierta medida, la incubabilidad de los mismos, pues se dice que en cuanto más oscuro es el color del huevo más densa es su cáscara, por tal razón se cree que los huevos de color oscuro tienen una mejor incubabilidad (Ramos, 2009).

Las gallinas criollas locales cuello desnudo muestran variedad de colores de cáscara, sin embargo se desconoce la gravedad específica (como factor de calidad) de los diferentes colores de cáscara que presentan, y así mismo, el efecto sobre el porcentaje de nacimientos y pesos de los pollitos que éste tiene; es por ello que fue necesario realizar la investigación, para determinar si el color de cáscara influye en su calidad, incubabilidad y nacimientos de pollitos.



## IV. OBJETIVOS

### 4.1 General

- Generar información sobre la calidad de la cáscara del huevo de la gallina criolla local cuello desnudo y su efecto en la tasa de nacimientos sobre huevo fértil y calidad de los pollitos al nacimiento.

### 4.2 Específicos

- Determinar la calidad de la cáscara por color de huevo de la gallina criolla local cuello desnudo, en términos de: gravedad específica, porcentaje de cáscara (%), grosor de la cáscara (mm) y porosidad de la cáscara (poro/cm<sup>2</sup>).
- Establecer el efecto de la calidad de la cáscara de los huevos de la gallina criolla local cuello desnudo por color, sobre los porcentajes de nacimientos sobre huevo fértil (%) y peso de los pollitos al nacimiento (g).

## **V. HIPÓTESIS**

Al menos uno de los colores de la cáscara del huevo de la gallina criolla local cuello desnudo evaluados muestran una calidad diferente en cuanto a gravedad específica, porcentaje, grosor y porosidad de cáscara; y estos, a su vez, impactan en la calidad del pollo recién eclosado, específicamente en el porcentaje de eclosión sobre huevo fértil y peso.

## VI. MARCO TEÓRICO

### 6.1 Generalidades

Desde tiempos, atrás las familias del oriente de Guatemala, especialmente del área Chorti' han tenido en su traspatio la gallina criolla cuello desnudo para su consumo, sin embargo por medio de la ley de fomento avícola y a través de los programas de desarrollo agropecuario, se introdujeron aves mejoradas a las comunidades. Estas aves llevaron consigo una genética especializada, aportando genes que al cruzarse con la gallina criolla lograron pigmentar el color de la cáscara del huevo. Actualmente, la gallina criolla local cuello desnudo presenta una diversidad de colores de huevo, por ejemplo el color cremoso, pigmentación que está asociada a una gallina puramente criolla; el color verde azulado, cuya característica está asociada a una gallina de línea comercial araucana, de origen andina; mientras que los colores rosado y marrón están asociadas a las gallinas especializadas ponedoras como las Isa Brown y Hy-line (Suchini, comunicación personal, 20 de mayo de 2019).

### 6.2 Fertilidad e incubabilidad

Sainsbury, citado por Barboza (2012), señala que la fertilidad es la capacidad de un óvulo de ser fertilizado por su espermatozoide para producir un embrión, mientras que la incubabilidad es la capacidad de un huevo fértil de producir un pollito vivo y apto, y se mide en porcentajes que están dados por los huevos fértiles cargados en la incubadora y los pollitos nacidos. Para que estos porcentajes se expresen en su potencial, se debe realizar, por un lado, un buen manejo del plantel reproductor para tener buena fertilidad y, por otro lado, un buen manejo del huevo fértil para tener buena incubabilidad.

Es importante destacar que, para incubar, el huevo no sólo debe ser fértil, además debe estar apto, es decir, con las características necesarias, para dar lugar a un nuevo animal igual a la raza que le dio origen. Sin embargo, estos aspectos no han sido estudiados suficientemente, pues hay huevos que se desechan y pueden ser incubables (Pérez, citado por Días, 2014).

### **6.3 Importancia de la incubabilidad de los huevos**

En los actuales modelos de explotación de reproductoras pesadas, se ha eliminado la incubación natural; desde una perspectiva económico-productiva, una incubación natural tendría un impacto negativo, dado que el ave interrumpiría durante esta fase su puesta y disminuiría con ello el número de huevos puestos por ciclo, que es precisamente el objetivo primario de producción. Es conveniente, por tanto, recurrir a la incubación artificial (De Marchi, Chiozzi y Fasola, 2008).

### **6.4 Selección de huevos a incubar**

El éxito de los proyectos de incubación depende de la apropiada selección de huevos fértiles con el objetivo de incrementar la tasa de eclosión y producir aves sanas y de calidad que incrementen la rentabilidad del negocio.

La fertilidad del huevo se mantiene razonablemente hasta el séptimo día de almacenamiento adecuado, pero luego declinará rápidamente. Por lo tanto, no se almacenan los huevos de más de siete días antes de incubar. Después de tres semanas de almacenaje, la fertilidad cae a casi cero. Según Smith (2013) se tiene que planear y tener un horario regular al incubar para evitar problemas de almacenaje y bajas en la fertilidad, así mismo menciona que las medidas para la selección de huevos a incubar son las siguientes:

- Evitar huevos excesivamente grandes o muy pequeños. Los huevos grandes se incuban mal y los pequeños producen pollitos pequeños.
- Evitar los huevos con cáscaras agrietadas o delgadas. Estos huevos tendrán problemas con la de retención de humedad y dificultan el desarrollo apropiado del pollito. La penetración de bacterias patógenas aumenta en los huevos agrietados.
- No incube huevos excesivamente deformes.
- Solamente se incuban los huevos limpios.
- No lave los huevos sucios ni limpie los huevos limpios con un paño húmedo. Esto quita la capa protectora del huevo y lo expone a la entrada de las bacterias.

## **6.5 Manejo del huevo fértil en la etapa de incubación**

### **6.5.1 Temperatura**

Cuando la temperatura ambiente excede los 30.0 °C, la gallina está sometida a cambios fisiológico, lo que da como resultado la producción de huevos con cáscara delgada (Ricaurte, 2005). El calentamiento del huevo tiene por objeto desencadenar y mantener la multiplicación ordenada de las células del embrión. Ligeras variaciones de temperatura determinan el éxito o fracaso de la incubación, influyendo no solo el número de nacimiento, sino también la calidad del pollito (Fernández et al., 2005). Los grandes equipos de incubación requieren una temperatura de unos 37.8 °C en la primera etapa, y 36.6 °C en la fase de nacimiento. La temperatura del local debe ser 25 °C.

### **6.5.2 Humedad**

Durante la incubación se producen pérdidas de vapor de agua del huevo a través de los poros de la cáscara. El grado de esta pérdida de humedad depende del número y tamaño de los poros, la conductividad gaseosa a través de la cáscara y de la humedad del aire alrededor del huevo. Para una incubabilidad óptima un huevo debe perder el 12% de su peso. Debido a las diferencias en la estructura de la cáscara y por lo tanto de la conductividad gaseosa, cuando todos los huevos son incubados bajo las mismas condiciones de humedad, varían en su pérdida de agua (Fernández et al., 2005). Así también, señalaron que los niveles óptimos son 58 y 62 % de humedad relativa.

### **6.5.3 Ventilación**

Las incubadoras normalmente adquieren aire fresco de la sala en que están situadas. Este aire proporciona oxígeno y parte de la humedad requerida por los huevos, también extrae el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el exceso de calor producido por los huevos. La mayoría de las incubadoras funcionan al 50% de humedad relativa. Según López, citado por Fernández et al., 2005, el aire fresco proporciona poca humedad y para reducir el funcionamiento del sistema interno de humidificación plantea que la ventilación guarda estrecha relación con los otros factores que intervienen en la incubación artificial.

#### 6.5.4 Volteos

Los huevos deben ser volteados durante la incubación con el fin de evitar que el embrión se adhiera a las membranas de la cáscara, especialmente durante las primeras semanas de incubación, así como también ayuda al desarrollo de las membranas embrionarias. A medida que el embrión se desarrolla y su producción de calor se incrementa, el volteo ayuda al flujo de aire y al enfriamiento (North y Bell, citados por Ramos, 2009).

### 6.6 Factores que afectan la incubabilidad

Existen varios factores que afectan la incubabilidad; entre ellos: estirpe, salud de la parvada, nutrición, edad de las reproductoras, peso del huevo, condiciones de almacenamiento, estación del año, y por supuesto, la calidad del huevo (Puig, 2013).

En cuanto a la calidad del huevo son aquellas características que influyen en su aceptación o rechazo para su incubación. Esta calidad se refiere tanto a características internas como externas (Puig, 2013):

- **Calidad interna:** valora la frescura del huevo en Unidades Haugh (que miden la altura de la albúmina). Esta valoración de la calidad interna se mide de acuerdo con la yema y albúmina, esta calidad se empieza a perder desde el mismo momento de la puesta y lo hace más rápidamente si el huevo no se almacena en condiciones adecuadas de humedad y temperatura.
- **Calidad externa:** hace referencia a la cáscara del huevo. Sus características dependerán especialmente de la correcta deposición de carbonato cálcico, que, a su vez, responde al tiempo de permanencia del mismo en el útero. Cuanto más temprano es puesto el huevo en el día mayor es la calidad de la cáscara, y cuanto más vieja es la gallina más fina es esta cáscara.

## 6.7 Cáscara del huevo

La cáscara es una estructura muy compleja, dentro de las funciones que posee se encuentra: la contención y el transporte del contenido del huevo, la exclusión de patógenos y microbios que puedan dañar el contenido y el soporte del desarrollo embrionario; la cáscara constituye entre el 9-12% del peso total del huevo; así también posee numerosos poros que forman túneles entre los cristales minerales y que permiten el intercambio gaseoso entre el interior y el exterior (Instituto de Estudios del Huevo, 2009).

La función de la cáscara actúa como primer obstáculo mecánico impidiendo la penetración de microorganismos al interior del huevo. Esta barrera es de naturaleza propiamente calcárea, tiene un grosor aproximado de 0,35 mm compuesta por carbonato cálcico (93.7 %), carbonato magnésico (1.39 %),  $P_2O_3$  (trióxido de fósforo) (0.76 %) y materia orgánica (4.15 %) (Anderson y Calderón, citado por Sevilla, 2015).

### 6.7.1 Estructura de la cáscara

Cuando se observa con detalle la cáscara del huevo, se puede apreciar lo siguiente (Quintana, citado por Sandí, 2016):

- **Membranas testáceas:** interna y externa. Ambas están fuertemente unidas a la parte interna de la cáscara, excepto en la cámara de aire donde se separan y cuyo volumen aumenta en función del tiempo (huevo envejece), de las condiciones de almacenamiento y mediante la cocción. Además, las dos tienen un papel protector que actúa contra la contaminación microbiana.
- **Capa mamilar:** también conocida como capa calcificada interna, está constituida por núcleos o conos anclados a las fibras de la membrana testácea externa y sobre la que se realiza la calcificación, o sea sobre los cuales se iniciara la deposición de calcio.



- **Capa empalizada o esponjosa:** es la capa más gruesa, por lo que representa 2/3 del grosor del cascarón. Está constituida por las columnas de carbonato cálcico que se van formando y entrelazando. Se ha indicado que las placas de calcita que la conforman es lo que le brinda rigidez al cascarón.
- **Cutícula orgánica o mucina:** corresponde a la capa más exterior del huevo. Su espesor varía en diversas regiones del huevo entre 0,5 a 12,8  $\mu\text{m}$ . Su principal función es contribuir a la prevención de la excesiva pérdida de agua desde el huevo y favorecer el intercambio de gases mediante sus poros.

### 6.7.2 Pigmentación de la cáscara

Dependiendo de la genética de la gallina (raza y/o estirpe), la cáscara puede presentar diferentes depósitos de pigmentos, adquiriendo una coloración mayoritariamente marrón, de distintas tonalidades y uniformidad. Cabe destacar que la coloración de la cáscara no está relacionada con el valor nutritivo del huevo, sabor o características culinarias (Quintana, citado por Sandí, 2016).

Se ha cuestionado el color de la cáscara respecto a sus efectos sobre la incubabilidad. Aunque la literatura científica contiene datos que se contraponen con respecto a la relación entre el color del huevo y la incubabilidad, los productores avícolas durante mucho tiempo han tenido la creencia de que, en las típicas estirpes de gallinas de postura de huevos marrón, los huevos de colores más claros no van a eclosionar igual que los de colores más oscuros (Bramwell, 2010).

Por tal razón, el color del cascarón del huevo también puede relacionarse con la calidad de éste. Por lo tanto, los productores han sido capacitados para eliminar los huevos de color claro por considerarlos como huevos no incubables, debido a las expectativas más bajas de eclosión.

Así mismo, North y Bell, citados por Ramos (2009) afirman que la densidad del pigmento en huevos de color pardo, se relaciona frecuentemente con la incubabilidad. Cuando se incuba un grupo de huevos de cáscara pardo de una

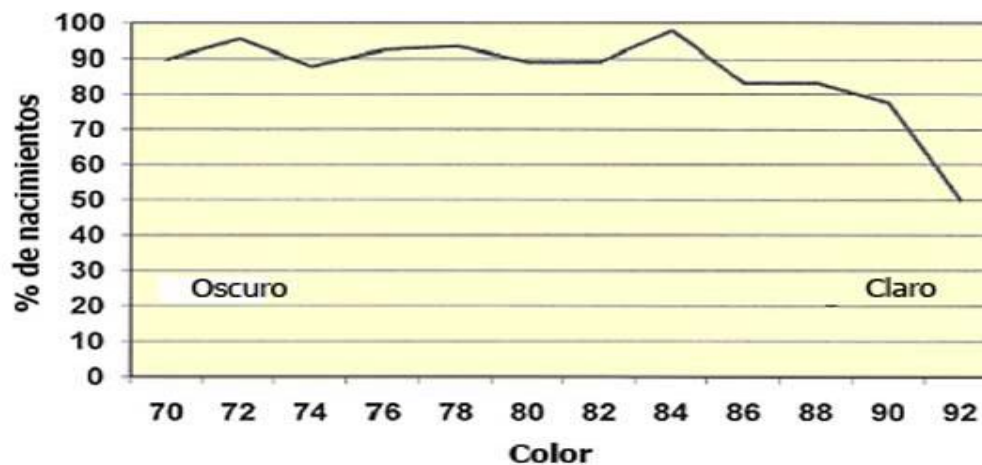
sola parvada de aves, los huevos que tienen cáscara más oscura incubarán mejor que las de cáscara más clara. La calidad del huevo no solo es un factor heredado, sino que depende de forma parcial de la nutrición de la gallina y de la temperatura ambiente en la que se tiene.

Es interesante notar que, en ciertas especies de pájaros cantores, como por ejemplo el papamoscas o doral, las pruebas experimentales indican que las hembras más sanas y mejor alimentadas ponen huevos de colores más intensos (Moreno et al.; citado por Bramwell, 2010). De esta manera, existen pruebas para corroborar la suposición de que los huevos más oscuros eclosionan mejor que los más claros.

En la figura 1 se presenta los resultados por Bramwell (2010) donde estudió la incubabilidad de huevos comerciales de acuerdo al código de color de la cáscara.

### **Figura 1**

*Incubabilidad de huevos comerciales de acuerdo al código de color de la cáscara*



**Nota:** Resultados presentados por Bramwell (2010), muestran que el nacimiento de los huevos de color sumamente claro es más bajo que los huevos oscuros, ya que los pigmentos de la cáscara se aplican justo antes de que se ponga el huevo, el huevo de color claro puede ser un signo de huevos que se ponen prematuramente causados por algún tipo de estrés ambiental.

## 6.8 Calidad de la cáscara del huevo

Existen diversas metodologías para investigar la calidad del huevo, como también la calidad de su cáscara. Algunas de las variables históricamente utilizadas con este fin han sido la resistencia a la fractura, deformación, peso, gravedad específica, espesor y porcentaje de cáscara, entre otras (Yan et al.; 2014). Así mismo, existen diversos factores que determinan la calidad de la cáscara, dentro de ellos:

- **Genética:** Se trata de un aspecto en el que el productor tiene poca implicación, las estirpes comerciales han sido seleccionadas genéticamente por factores como son el porcentaje de puesta y la calidad del huevo, por lo que el uso de las últimas estirpes comerciales disponibles suele venir acompañado de mejores resultados en cuanto a la calidad de la cáscara (Ortiz y Mallo, 2013).
- **Nutrición:** Los requerimientos nutricionales varían diariamente durante el periodo de crecimiento, y continúan hasta el final del ciclo de puesta. En este factor el componente de mayor importancia es el calcio en la dieta. La absorción de calcio está relacionada al fósforo, si bien la exportación del fósforo en relación a la ingestión no es muy elevada, pero defectos o excesos en el contenido del fósforo disponible de la dieta conducen a cáscara porosa o delgada, aumentando el número de huevos rotos (Ibarra, 2011).
- **Clima:** Un aumento en la temperatura ambiental provoca una disminución del grosor del cascarón por dos razones: disminución en el consumo del alimento y cambios en el pH de la sangre por la hiperventilación que produce el jadeo (Corona, 2013).
- **Edad:** La calidad de la cáscara en cuanto a su espesor disminuye a medida que la gallina envejece, el peso del huevo aumenta mientras que el de la cáscara se mantiene con esto se observa a que las aves de mayor edad tienden a producir huevos de cáscara más delgada (Ortiz y Mallo, 2013).

## **6.9 Calidad externa de los huevos**

Los huevos antes de la incubación se deben someter a un proceso de selección y clasificación. En tal sentido, se tiene en cuenta la calidad externa del huevo y dentro de sus características están:

### **6.9.1 Peso**

El peso de los huevos tiene una importancia fundamental durante la incubación, se puede considerar como un peso estándar de los huevos de gallina, 53 a 73 g (en razas puras el peso medio puede ser mayor), (Días, 2014). Mientras que Sardá, y UECAN, citados por Vargas (2015), coinciden en señalar que los huevos para incubar deben tener un peso entre 52 y 65g.

### **6.9.2 Porosidad**

La cáscara es una estructura permeable consta de 7,000 y 16,000 poros, con un diámetro aproximado de 20-45 micrones. Dichos poros son más numerosos en la zona del polo ancho del huevo, donde aparece la cámara de aire (Instituto de Estudios del Huevo, 2009); permiten la perfusión de gases, principalmente oxígeno y CO<sub>2</sub>, indispensables para el desarrollo embrionario y su respiración. Además, permite la pérdida de humedad, la cual permitirá girar adecuadamente al embrión durante su desarrollo. La humedad debe ser de aproximadamente 13% del peso inicial (Abarca, 2011).

Los poros no incrementan su número con la edad, pero sí su diámetro. Los poros están recubiertos por la cutícula que los sella y dificulta así el paso de microorganismos; también, al poseer un alto contenido de agua la cutícula funciona como lubricante a la hora de la postura (Abarca, 2011). Así mismo, la disminución del grosor de la cáscara, aunado al aumento del diámetro de los poros en gallinas viejas contribuye al incremento en los porcentajes de contaminación microbiológica del huevo.

La porosidad es un indicador de gran importancia a tener en consideración; definen que la misma debe oscilar entre 120 y 150 poros/cm<sup>2</sup>.

La porosidad se mide utilizando la porción central del huevo, el cual se sumerge en una solución de azul de metileno al 1%, para después contar el número de poros en un micro-estereoscopio.

### **6.9.3 Grosor**

Investigadores como Pérez y Posadas, citados por Vargas (2015), coinciden al indicar que los valores normales para el grosor de la cáscara son entre 0,36 a 0,43 mm.; y Castañeda, citado por Días (2014), proponen un rango menor de 0,33 a 0,36 mm.

El grosor se mide mediante un pie de rey o el micrómetro; es un dato de interés para la incubación, ya que interviene en el intercambio con el ambiente y en la eclosión. Los huevos con cáscara delgada y muy porosa están sujetos a una evaporación más intensa y pérdida de peso con mayor rapidez (Periago, 2015).

### **6.9.4 Porcentaje de la cáscara**

El porcentaje de la cáscara del huevo debe estar entre 10-12%. Un porcentaje de cáscara bajo indica fragilidad del huevo, y también señala una alta permeabilidad de la cáscara, que entre otras cosas facilita la pérdida de la calidad interna (García, *et al.*; 2009).

### **6.9.5 Gravedad específica**

La gravedad específica hace referencia a la densidad, que es una magnitud referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen. Teniendo en cuenta la importancia y el gran aporte que ha hecho a la industria del mundo la medición de la gravedad específica; la avicultura encontró su utilidad como una herramienta cómoda y sencilla para la evaluación de la calidad de la cáscara, tanto en plantas de incubación como en granjas (Yuño, citado por Álvarez, 2015).

Según Bramwell (2010), la determinación de la calidad de la cáscara implica calcular la densidad de ésta, siendo la gravedad específica del huevo los métodos más fáciles y la más ampliamente utilizada.

Hay dos métodos para obtener mediciones de la gravedad específica del huevo: el método de Arquímedes y el método de la solución salina.

#### **a. Método de Arquímedes**

Este método implica pesar los huevos de forma individual y luego pesar el huevo en el agua, de esta forma se utilizaría la siguiente fórmula, de manera que sería impráctico, por lo que es poco inusual, ya que los huevos deben de pesarse de forma individual (Bramwell, 2010).

$$GE = \frac{\text{Peso de huevo seco}}{\text{Peso de huevo seco} - \text{peso huevo húmedo}}$$

#### **b. Método de solución salina**

El método del baño de sal utiliza tinas de agua, cada una con una mayor concentración de sal que la previa (las concentraciones típicas son de 1.070, 1.075, 1.080, 1.085 y 1.090). La gravedad específica de la solución en la que el huevo flota es la gravedad específica del huevo. Los huevos se colocan inicialmente en la tina con la solución de concentración de sal más baja, la gravedad específica se registra para los huevos que flotan (Bramwell, 2010).

Aquellos huevos que no flotan se quitan y se colocan en la siguiente solución más alta, y así sucesivamente hasta que lleguen a flotar. Este método es muy común, siendo el más utilizado debido a que permite la medición rápida de grandes cantidades de huevos sin la necesidad de romperlos y sin dañar su contenido (Bramwell, 2010).

El mejor momento de medir la gravedad específica (GE) es en el área de incubación, después de que los huevos han estado a una temperatura constante, y llegan a la misma temperatura que las soluciones salinas (Bramwell, 2010).

En la tabla 1 se presenta los resultados obtenidos por Cobb (2008) en cuanto a gravedad específica del huevo y sus concentraciones de gramos de sal.

**Tabla 1. Gravedad específica del huevo y sus concentraciones de gramos de cloruro de sodio/galón**

Gravedad específica	Gramos cloruro de sodio / 4 galones
1.065	1542 g.
1.070	1723 g.
1.075	1875 g.
1.080	1967 g
1.085	1988 g.
1.090	2113 g.
1.095	2249 g.

**Fuente:** Cobb (2008). Recuperado de Sandí, 2016.

Así mismo, a la hora de realizar las pruebas van a indicar que a medida que la gravedad específica aumenta, indica un mayor grosor del cascarón, una mayor fuerza estructural y demuestra que el producto se halla fresco (Quintana, citado por Sandí, 2016). La gravedad específica del huevo se halla estrechamente correlacionada con el grosor de la cáscara y por consiguiente con la frecuencia de roturas de la misma.

Para la determinación de la gravedad específica, el huevo se coloca en soluciones de diferentes gravedades específicas (1.065, 1.070, 1.075, 1.080, 1.085, 1.090) hasta encontrar la solución en la cual flota. Estas soluciones tienen una escala de 1 a 6 y cualquier marca por arriba de 3 indica buena calidad de la cáscara. El promedio se encuentra entre 3 y 5 (Ernst, citado por Sandí, 2016).

La medición de la gravedad específica se puede usar efectivamente para evaluar de forma rápida la calidad de la cáscara en reproductoras pesadas. Sin embargo, en el ciclo de producción de las aves a mayor tiempo de producción el huevo pierde calidad de cáscara y la gravedad específica baja.



## **6.10 Calidad del pollito**

Cuando se habla de calidad del pollito de un día, lo que realmente se quiere decir es que los pollitos que se suministran en la granja, en buenas condiciones de manejo y en una buena instalación tendrán el potencial esperado en cuanto resultados productivos con buen peso y baja mortalidad (Abad, 2013).

### **6.10.1 Factores que afectan la calidad del pollito**

Existe gran variedad de factores que afectan la calidad y viabilidad del pollito de un día de nacidos dentro de estos se encuentran: en la granja, la nutrición de las reproductoras, enfermedades, apareamientos, estado físico de las aves y la calidad y almacenamiento del huevo; y en la incubadora: la higiene, la selección y el almacenamiento del huevo, el manejo de incubación y el manejo del pollito. (Ávila, citado por Alvarez, 2015).

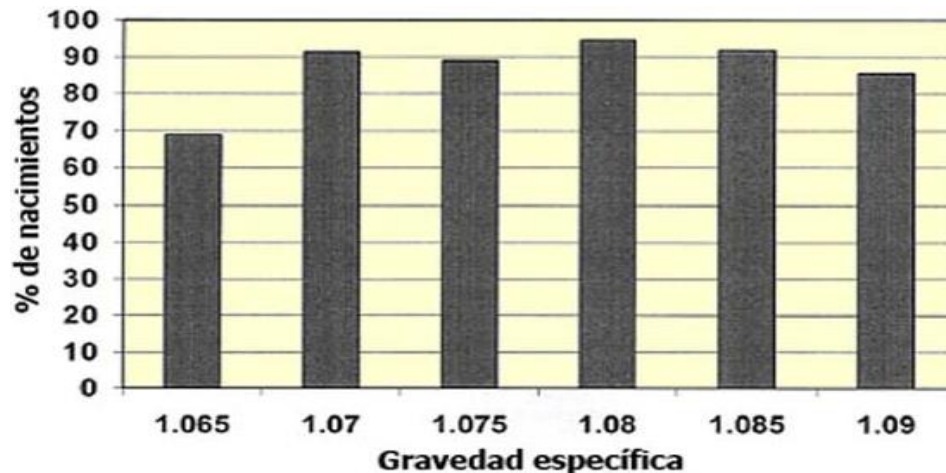
### **6.10.2 Efecto de la calidad de la cáscara sobre los nacimientos de pollitos**

En los resultados presentados por Bramwell (2010) en la investigación denominada: medición de la calidad del cascarón del huevo incubable, indica que los huevos con una gravedad específica de 1.070 nacen igual de bien que los de gravedades específicas más altas y que el nacimiento no se ve negativamente afectado hasta que la gravedad específica es de 1.065 o menor.

En la figura 2 se presentan los resultados obtenidos por Bramwell (2010) en cuanto a la incubabilidad de huevos comerciales por gravedad específica mediante solución salina.

**Figura 2**

*Incubabilidad de huevos comerciales por gravedad específica mediante solución salina*



**Nota:** Resultados presentados por Bramwell (2010), muestra que los huevos con valores de gravedad específica mayores a 1.070 van a nacer bien, mientras que aquellos con un número menor van a resultar en nacimientos bajos y a indicar una mala calidad de la cáscara.

Estos resultados son diferentes de los que publicaron McDaniel et al. (1981) y Bennett (1992), quienes informaron que los huevos con gravedades específicas menores a 1.080 tuvieron un bajo nacimiento y mayor mortalidad embrionaria. Esta diferencia en resultados trabajados con Bramwell (2010) puede deberse al avance genético hecho durante los últimos 15 años, o la metodología.

### **6.10.3 Relación entre el huevo y el peso del pollito al nacimiento**

Existe una alta correlación positiva entre el peso del huevo, peso del pollo, peso de la yema y peso de la canal. La relación de peso del pollo y peso del huevo se mantiene constante en la mayoría de las especies aviares. El peso del pollo está normalmente en el rango de 62 a 76% del peso inicial del huevo; siendo el peso promedio del pollito de 41 gramos (Bruzual et al., 2000).

## VII. MARCO METODOLÓGICO

### 7.1 Localización geográfica

La investigación se llevó a cabo en la granja pecuaria “El Zapotillo”, propiedad del Centro Universitario de Oriente (CUNORI) localizada en el municipio y departamento de Chiquimula; ubicada geográficamente a 14° 48’ 58” de Latitud Norte y 89° 31’ 12” Longitud Oeste, encontrándose a una elevación de 300 msnm (SIG - CUNORI, 2019). La granja está ubicada en la zona de vida Bosque Seco Subtropical (De la Cruz, 1981).

### 7.2 Instalaciones

La fase de campo se realizó en las instalaciones de la planta de incubación de la granja pecuaria de la carrera de Zootecnia CUNORI, en especial el área de reproductoras, área de recepción de huevos, clasificación de huevos, incubadora industrial y nacedoras.

### 7.3 Unidad experimental

La unidad experimental fue de 60 huevos incubables de gallina criolla local cuello desnudo, por color (4 colores), con 5 repeticiones.

### 7.4 Tratamientos

- T1 - Color de huevo 1 con gravedad específica A
- T2 - Color de huevo 2 con gravedad específica B
- T3 - Color de huevo 3 con gravedad específica C
- T4 - Color de huevo 4 con gravedad específica D

En la tabla 2 se muestran los tratamientos utilizados según el color del huevo y la gravedad específica de cada uno de ellos.

**Tabla 2. Tratamientos según color de huevo y gravedad específica**

Tratamiento	Color de huevo	Gravedad Específica
T1	Rosado	1070
T2	Cre moso	1071
T3	Marrón	1074
T4	Verde Azulado	1075

Fuente: Elaboración propia, 2020.

## 7.5 Materiales

- **Biológicos**

Reproductoras criollas locales de cuello desnudo, se utilizaron 20 huevos incubables por color durante la primera fase y 300 huevos incubables por color durante la segunda fase.

- **Equipo**

Se utilizaron cartones de huevo, una balanza digital con capacidad para 700g. con una precisión de 0.1g., materiales para determinar la gravedad específica (recipientes, sal granulada de mesa, densímetro con escalas de lecturas sobre 1.000 a 1.220 (unidades densimétricas), con graduaciones de 0.004 a 0.005, agua potable, paleta de madera), una lupa, micrómetro de Vernier, una incubadora industrial con capacidad para 4,752 huevos, nacedoras, registros y computadora.

## 7.6 Variables a medir

- Color del huevo
- Peso del huevo (g)

## 7.7 Variables a evaluar

- Gravedad específica (unidades densimétricas)
- Porcentaje de cáscara (%)
- Grosor de la cáscara (mm)
- Porosidad de la cáscara (poro/cm<sup>2</sup>)
- Nacimientos sobre huevo fértil (%)
- Peso del pollito al nacimiento (g)

## **7.8 Metodología**

### **7.8.1 Fase I**

Esta fase se realizó para determinar la calidad de la cáscara de los colores de huevo de la gallina criolla local cuello desnudo; estableciendo si, en sus distintos colores de huevo existían diferencias entre las calidades de su cáscara.

#### **a. Recolección y selección de huevos**

Los huevos se recolectaron de un lote de reproductoras de 65 semanas de edad, la recolección se llevó a cabo únicamente a las 11:00 am (segunda recolecta del día). Los huevos se colocaban en los cartones con el lado agudo hacia abajo y se llevaban al área de embarque.

Para la selección del color de los huevos, se dio la necesidad de utilizar los nombres ya determinados por el personal. Los huevos se clasificaron en cuatro colores: rosados, cremosos, marrones y verdes azulados (Figura 4A).

El 100% de los huevos recolectados fueron sometidos a un proceso de selección donde se definieron los incubables y no incubables, a través del cual se eliminaron los huevos que estaban fuera del peso promedio, los quebrados, fisurados, porosos, con deposición de calcio, sucios y deformes.

El peso para seleccionar los huevos incubables fue de 55 a 60 gramos, seleccionando 10 huevos incubables de cada color, haciendo un total de 40 huevos por repetición (dos repeticiones).

El primer día de almacenamiento de los huevos se determinó la gravedad específica de acuerdo con color de cáscara. Estos 40 huevos fueron almacenados en el área de cuarto frío (17 y 18 °C) para realizarles 3 veces la prueba de gravedad específica cada dos días por medio; esto para verificar si su gravedad específica se mantenía durante siete días de almacenamiento que se llevan para incubar.

### b. Determinación de gravedad específica

Para la medición de la gravedad específica se utilizó el método de solución salina, realizada por Bramwell (2010) y Sandí (2016), con este método se utilizaron 6 tinajas de agua con sal, cada una con una mayor concentración de sal que la previa. Las concentraciones de sal más típicas y que se utilizaron, se prepararon según la graduación del densímetro disponible, estas fueron de 1.065, 1.070, 1.075, 1.080, 1.085, 1.090 (Tabla 3). Estas soluciones eran tapadas y se mantenían a una temperatura de 17 a 18 °C, ya que éstas deberían de mantenerse a la misma temperatura que los huevos en almacenamiento (Figura 5A).

**Tabla 3. Gravedad específica del huevo y sus concentraciones de gramos de cloruro de sodio/galón**

Gravedad específica	Gramos de cloruro de sodio / galón
1.065	410 g.
1.070	450 g.
1.075	485 g.
1.080	525 g.
1.085	565 g.
1.090	605 g.

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

Al momento de medir la gravedad específica, los huevos se enumeraron de 1 a 10 por cada color, para poder ser identificados durante los siete días de almacenamiento y las tres veces de medición.

El cálculo de la gravedad específica se registra para los huevos que flotan, para ello se colocaron 10 huevos de un color en una canasta, esta se sumergía en la primera solución, la de menor gravedad específica (1.065) durante 20 segundos, aquellos huevos que no flotaban se quitaban y se colocaban en la siguiente solución más alta, y así sucesivamente hasta que lleguen a flotar (Figura 6A).

Se repetía el mismo procedimiento en las siguientes soluciones salinas y se anotaba en el registro los tipos de gravedad específica de cada huevo por color (Cuadro 1A).

Luego de tener determinada la gravedad específica en los cuatro colores de huevo, eran sometidos a otras mediciones para evaluar otros factores de calidad de la cáscara (Cuadro 2A), donde fue necesario romper los huevos para poder analizar dichas cáscaras.

#### **c. Porcentaje de cáscara del huevo**

Se pesaba cada huevo, se rompían y se pesaban las cáscaras (Figura 7A), obteniendo así el porcentaje de cáscara del huevo con la siguiente fórmula de García et al.; (2009):

$$\text{Porcentaje de cáscara} = \frac{\text{Peso de la cáscara}}{\text{Peso del huevo}} \times 100$$

#### **d. Grosor de la cáscara**

Así mismo, obteniendo la cáscara de los huevos se realizó la medición de su grosor (Figura 7A); considerando como un método directo la utilización de un micrómetro de Vernier.

#### **e. Porosidad**

La medición fue de poro/cm<sup>2</sup>; marcando 1 cm<sup>2</sup> en la cáscara, utilizando la porción central del huevo, este se sumergió en un tinte de color azul, para después con la ayuda de una lupa y una cámara se tomaba la fotografía, se imprimía y se contaba una muestra de poros para luego determinar el total de poros/cm<sup>2</sup> (Figura 7A).

### **7.8.2 Fase II**

Al tener determinada la calidad de la cáscara de cada color de huevo, se logró analizar el efecto que esta calidad tiene en el porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil y peso de los pollitos. Para ello se evaluaron 1,200 huevos en total de los cuales fueron 300 huevos por color que se dividieron en 5 repeticiones de 60 huevos/color/semana; siendo los pasos los siguientes:

**a. Recolección y selección de huevos**

Los huevos se recolectaron de un lote de reproductoras de 65 semanas de edad, la recolección se llevó a cabo durante siete días, para incubar huevos cada semana con hasta siete días de almacenamiento.

El 100% de los huevos fue sometido a un proceso de selección donde se definieron los incubables y no incubables (Cuadro 4A), a través del cual se eliminaron los huevos con pesos bajos y muy altos, los quebrados, fisurados, porosos, con deposición de calcio, los sucios y los deformes o que no tenían forma ovoide.

Los huevos incubables fueron clasificados en los 4 colores ya determinados. Se recolectaron 60 huevos por color y por semana, con un peso de 55 a 60 gramos; seleccionando la misma cantidad de huevos y el mismo peso para cada color.

**b. Almacenamiento**

Los huevos incubables ya seleccionados en el día por color y peso se colocaban en el área de cuarto frío (17 y 18°C). Estos huevos eran almacenados y así sucesivamente en la recolección de los demás días, hasta obtener el número de muestra (60 huevos por color) a la semana para incubar (240 huevos en total).

**c. Incubación**

Se realizó una incubación por semana. La colocación de los huevos en la incubadora fue en bloques completos al azar; colocando 4 bandejas y en cada una de ellas 15 huevos de cada color, haciendo un total de 60 huevos por color (Figura 8A). El periodo de incubación dura aproximadamente 21 días para eclosionar, para ello se mantenían en la incubadora durante 18 días a una temperatura de 37.5 °C, y una humedad de 55%; los huevos eran volteados automáticamente cada hora.

**d. Porcentaje de nacimientos**

En el día 19 se trasladaban a las nacedoras durante tres días, a una temperatura media de 36 °C, colocando los 60 huevos de cada color en una sola bandeja,



evitando que los pollitos de un color se mezclaran con los de otro color; esto para comparar los pesos de los pollitos de acuerdo al color de su cáscara (Figura 9A).

Los huevos no eclosionados se mantenían clasificados por colores, con el fin de determinar el porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil por color de huevo.

#### **e. Peso de pollitos**

Luego del nacimiento, los pollitos se pesaban con una balanza digital, de acuerdo al color de huevo al que fueron sometidos a la incubadora (Figura 10A) y se anotaban en los registros (Cuadro 5A).

#### **f. Embriodiagnos**

Los huevos que no eclosionaron fueron sometidos a una embriodiagnos para determinar la etapa en que el huevo quedó y el porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil (Figura 10A).

### **7.9 Diseño experimental**

En la fase experimental se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 4 tratamientos y 5 repeticiones; en donde cada color es un tratamiento y cada incubación constituían los bloques y repeticiones. Cada unidad experimental fue constituida por 60 huevos por cada color a evaluar. El modelo estadístico utilizado fue el siguiente Romaina (2010):

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

$i = 1, 2, 3, 4$  (tratamiento - colores de cáscara de huevo)

$j = 1, 2, 3, 4, 5$  (bloques - incubaciones)

$Y_{ij}$  = Valor de la variable respuesta en la  $ij$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = Efecto de la media general

$T_i$  = Efecto del  $i$  ésimo tratamiento (Efecto calidad de cáscara según colores de huevo)

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental en la unidad  $j$  del tratamiento

## **7.10 Análisis estadístico**

### **7.10.1 Fase I**

Para evaluar las variables de gravedad específica, porcentaje de cáscara, grosor de cáscara y porosidad de cáscara se sometieron a Pruebas Bilaterales de T de Student, utilizando el paquete estadístico INFOSTAT (de uso gratuito). La unidad experimental en esta fase para determinar la calidad de la cáscara la constituían veinte huevos.

### **7.10.2 Fase II**

Los resultados que se obtuvieron en las variables de porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil y peso de pollitos se sometieron a un Análisis de Varianza (ANDEVA) existiendo diferencia significativa entre tratamientos se realizó una prueba de comparación de medias LSD (Least significant difference), utilizando el paquete estadístico INFOSTAT (de uso gratuito), determinando cuál de los tratamientos presentó mejores resultados.

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, en la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en la primera fase: determinación de la calidad de cáscara por color de huevo, en términos de gravedad específica, porcentaje, grosor y porosidad de cáscara; las cuales fueron sometidas a una prueba de medias T de Student. Así también, en la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos en la segunda fase, analizando el efecto que esta calidad de cáscara tiene sobre las variables: porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil y peso de pollitos; que fueron sometidos a un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias.

**Tabla 4. Calidad de la cáscara por tratamiento en huevos de gallina criolla local cuello desnudo (CUNORI), 2021**

Variable	T1	T2	T3	T4
Gravedad específica inicial	1.075	1.076	1.079	1.079
Peso inicial del huevo (g)	57.33	57.60	57.29	57.63
Pérdida de gravedad específica a la semana de almacenamiento	0.009	0.009	0.010	0.008
Peso a la semana de almacenamiento (g)	56.72	57.01	56.70	57.04
Gravedad específica a la semana de almacenamiento	1.066	1.067	1.069	1.071
Gravedad específica promedio	1.070	1.071	1.074	1.075
Porcentaje de la cáscara de huevo (%)	10.70	11.10	11.29	12.01
Grosor de la cáscara de huevo (mm)	0.341	0.339	0.356	0.360
Porosidad de la cáscara del huevo (poro/cm <sup>2</sup> )	175	178	185	173

**Fuente:** Elaboración propia, 2021.

**Nota:** T1: Color de huevo rosado, T2: Color de huevo cremoso, T3: Color de huevo marrón, T4: Color de huevo verde azulado.

### 8.1 Gravedad específica

Con respecto a los resultados obtenidos en la prueba de T de Student para la variable de gravedad específica se establece que existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para las combinaciones entre T1,T3; T1,T4 y T2,T3 como se puede observar en la tabla 3A.

En la tabla 4, se puede observar que la gravedad específica inicial de los huevos de gallina criolla local cuello desnudo se encuentran entre 1.075 y 1.079 obteniendo un promedio de 1.077; con un peso inicial entre 57.29 a 57.63 gramos.

Así mismo, se observa que al igual que el peso la gravedad específica disminuye al pasar los siete días de almacenamiento (tabla 1A) observando valores de gravedades específicas desde 1.066 a 1.071 pertenecientes a T1 y T4 respectivamente, con peso de huevos desde 56.70 a 57.04 gramos, obteniendo un promedio de gravedad específica a la semana de almacenamiento de 1.068, con un peso promedio de huevo de 56.87 g. por lo tanto, todos los huevos bajan de calidad de cáscara si son almacenados.

Con estos datos se determina que, en promedio, el huevo de gallina criolla local cuello desnudo pierde 0.009 de gravedad específica y 0.60 gramos de peso a la semana de almacenamiento. Sin embargo, en los cuatro colores de huevo que presenta la gallina, el que más gravedad específica pierde es el T3 huevo color marrón (0.010) y el que menos pierde es el T4, huevo verde azulado (0.008).

Para incubar se recolectaban huevos todos los días durante una semana y éstos se van almacenando, por lo que al momento de incubar la gravedad específica oscila entre 1.070 a 1.075 (T2 y T4, respectivamente). Las gravedades específicas para cada uno de los tratamientos evaluados fueron de 1.070, 1.071, 1.074 y 1.075, correspondiente a los tratamientos 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Según Ernst, citado por Sandí (2016), para la determinación de la gravedad específica el huevo se coloca en soluciones de diferentes gravedades específicas (1.065, 1.070, 1.075, 1.080, 1.085, 1.090) hasta encontrar la solución en la cual flota. Estas soluciones tienen una escala de 1 a 6 y cualquier marca por arriba de 3 indica buena calidad de la cáscara. El promedio para esta investigación es de 4.5; de acuerdo a dicho autor, los

resultados para el T1 y T2 se consideran de baja calidad de cáscara, mientras que el T3 y T4 se consideran como buena calidad de cáscara.

Así mismo, Sandí (2016) en su investigación determinó que los huevos de gallinas jóvenes tendrán mejor gravedad específica (de 1.076 en adelante) que las gallinas de edad intermedia y adultas (1.072 como máximo), ya que las concentraciones de calcio se reducen conforme la gallina avanza de edad (60 semanas en adelante), lo que concuerda con este estudio ya que se utilizaron gallinas de 65 semanas de edad. También, otro factor por el cual en este estudio las gravedades específicas de los huevos son bajas a comparación de otros autores es que estas aves son gallinas criollas locales no especializadas.

## **8.2 Porcentaje de cáscara**

Al efectuar el análisis de T Student para la variable de porcentaje de cáscara en los huevos de gallina criolla local, se determinó que existe diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) para las combinaciones realizadas entre T1,T3; T1,T4; T2,T3; T2,T4 y T3,T4 (tabla 4A).

Se puede observar que los porcentajes de cáscara oscilan entre 10.70 y 12.01% para T1 y T4 respectivamente. En tanto, el promedio de porcentaje de cáscara para el huevo de gallina criolla local cuello desnudo es de 11.28%.

Así mismo, de acuerdo con la tabla 4 se puede observar que entre mayor gravedad específica presente el huevo mayor es el porcentaje de cáscara que posee.

García, et al.; (2009) indican que el porcentaje de la cáscara del huevo debe estar entre 10-12%. Un porcentaje de cáscara bajo indica fragilidad del huevo, y también señala una alta permeabilidad de la cáscara, que entre otras cosas facilita la pérdida de la calidad interna. Esto indica que los diferentes colores de huevo que presenta la gallina criolla local cuello desnudo están dentro del rango promedio del porcentaje de cáscara.

### 8.3 Grosor de cáscara

El análisis de T student realizado a los datos obtenidos para la variable grosor de cáscara, indican que existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre las combinaciones T1,T4; T2,T3 y T2,T4 (tabla 5A).

El grosor de cáscara es un dato de interés para la incubación, ya que interviene en el intercambio con el ambiente y en la eclosión. Los huevos con cáscara delgada y muy porosa están sujetos a una evaporación más intensa y pérdida de peso con mayor rapidez (Periago, 2015), esto es lo que sucede con el T1 y T2 (huevos color rosado y cremoso), tienen una cáscara más delgada (0.341 y 0.339 mm) a diferencia del T3 y T4 (huevos color marrón con 0.356 y verde azulado con 0.360), por lo tanto, tienden a perder su peso con mayor rapidez durante el almacenamiento. Y de lo contrario con el T4 (huevos color verde azulado), que presenta mayor porcentaje de cáscara y grosor, por lo tanto; pierde menos peso y hasta podría tener una retención de agua.

Los resultados en cuanto a grosor de cáscara presentados en esta investigación coinciden con Castañeda, citado por Días (2014), el cual propone un rango de 0.033 a 0.036mm. Sin embargo, investigadores como Pérez y Posadas, citados por Vargas (2015), coinciden al indicar que los valores normales para el grosor de la cáscara son entre 0.036 a 0.043mm.

Ortiz, citado por Sandí (2016), ha estimado que un huevo debe tener un grosor de cáscara superior a 0.033 mm, huevos con valores inferiores necesitan hasta un 50% más de cuidado en el momento del transporte y almacenaje para evitar quebraduras.

Así mismo, según Quintana, citado por Sandí (2016), indica que a medida que la gravedad específica aumenta, indica un mayor grosor de la cáscara, una mayor fuerza estructural y nos demuestra que el producto se halla fresco. Esto coincide con los tratamientos 1, 3 y 4, mientras que para tratamiento 2 no aplica ya que éste presenta mayor gravedad específica que el T1 pero tiene el menor grosor de cáscara.

#### 8.4 Porosidad de cáscara

Los resultados obtenidos para la variable de porosidad de cáscara que fueron sometidos a la prueba estadística T Student, determinó que no existe diferencia significativa ( $P > 0.05$ ) para ninguna de las combinaciones realizadas (Tabla 6A).

De acuerdo la tabla 4, la porosidad de la cáscara del huevo se encuentra entre 173 y 185 poros/cm<sup>2</sup>, presentando una media de 178 poros/cm<sup>2</sup>.

Abarca (2011) definen que la porosidad de la cáscara debe oscilar entre 120 y 150 poros/cm<sup>2</sup> en aves especializadas. Sin embargo, este dato no concuerda con los datos obtenidos en esta investigación, ya que las aves utilizadas en esta investigación son gallinas criollas locales de cuello desnudo,

De acuerdo a la tabla 4 se puede analizar que entre mayor gravedad específica presenta el huevo, tendrá un mayor grosor, porcentaje y porosidad de cáscara, a excepción del T4 (huevo color verde azulado) que presenta las mejores características de calidad de cáscara, en cuanto a gravedad específica, grosor y porcentaje de cáscara, pero es uno de los que tiene menor cantidad de poros/cm<sup>2</sup> a comparación de los otros tratamientos. Esta característica de calidad de cáscara puede afectar al momento de los nacimientos, ya que el pollito no podrá transpirar de una manera adecuada debido a los poco poros y mayor grosor que presenta su cáscara, haciendo que pierda menos humedad a comparación de los otros, ya que en este estudio el que menos gravedad específica pierde durante el almacenamiento es el T4, huevo verde azulado (0.008), que se debería por su mayor grosor y poca porosidad.

**Tabla 5. Porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil y calidad del pollito criollo local cuello desnudo (CUNORI), 2021**

Variable	T1	T2	T3	T4
Peso del huevo (g)	57.72	57.56	57.79	57.82
Huevos fértiles	255	251	275	260
No. pollitos nacidos	167	147	200	127
Porcentaje de nacimientos/fértiles	65.49 <sup>ab</sup>	58.57 <sup>bc</sup>	72.72 <sup>a</sup>	48.85 <sup>c</sup>
Peso del pollito al nacimiento (g)	39.79	39.70	39.73	39.74
% peso pollito/ peso del huevo.	68.94	68.97	68.75	68.73

**Fuente:** Elaboración propia, 2020.

**Nota:** T1: Color de huevo rosado, T2: Color de huevo cremoso, T3: Color de huevo marrón, T4: Color de huevo verde azulado. Letras diferentes entre columnas denotan diferencia estadística entre tratamientos ( $P < 0.005$ ).

### 8.5 Porcentaje de nacimientos

Los datos obtenidos para la variable porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil de los huevos de gallina criolla local cuello desnudo en los cuatro tratamientos evaluados fueron sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) (tabla 7A), determinándose que existe diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ), con un coeficiente de variación de 13.87.

Como se puede observar en la tabla 5, el porcentaje de nacimientos promedio osciló entre 72.72 y 48.85%, pertenecientes a los tratamientos 3 y 4, respectivamente. Siendo la media para todos los tratamientos 61.41%. Al encontrar diferencia significativa entre tratamientos, se procedió a realizar la prueba de medias denominada diferencia mínima significativa (LSD en sus siglas en inglés) (tabla 8A), encontrándose que el mejor porcentaje de nacimientos fue de 72.72 y el menor fue de 48.85% pertenecientes al T3 (huevo color marrón) y el T4 (huevo color verde azulado) que difieren totalmente entre sí. Los porcentajes de nacimientos sobre huevo fértil en esta investigación fueron similares



para los tratamientos 2, 1 y 3, cuyos porcentajes responden a 58.30, 65.49 y 72.72%; sin embargo, el tratamiento 4 fue diferente a los otros, mostrando un porcentaje de nacimiento de 48.54% que a diferencia de los demás está por debajo del 50%.

Por los resultados anteriores se considera que el bajo porcentaje de nacimientos que presenta el T4 se debe a la calidad de su cáscara, ya que es el huevo con mayor gravedad específica (1.075), mayor porcentaje de cáscara (12.01%) y mayor grosor de cáscara (0.036mm), esto indica una mayor resistencia a su rompimiento, además presenta menor cantidad de poros (173 poro/cm<sup>2</sup>), haciendo que el huevo pierda menos humedad y produzca una retención de agua por lo tanto la cámara de aire será más reducida porque no es posible una transpiración adecuada, esto indica que dicho huevo necesitaría más tiempo de incubación que los demás, ya que el pollito tardaría más en nacer por no tener los suficientes poros para una mejor evaporación.

Según Simmons & Somes citado por Ruiz et al., (2015) la gallina Araucana (*Gallus inauris*) es un ave que posee un potencial productivo-comercial debido a la postura de huevos verde azulados, así mismo; Rodríguez et al., (2014) indican que el huevo de la gallina Araucana posee una cáscara de mayor grosor (0,06 mm más) y resistencia (3,1 Kg/cm<sup>2</sup>) que la de las líneas genética de gallinas comerciales lo cual se debería a que presenta un 7 % más de calcio.

Juárez y Ortiz (2001) en el estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio, reportaron un 60.7% de eclosión, siendo este porcentaje similar al obtenido en la presente investigación (61.41% en promedio); por su parte Juárez, citado por Ramos (2009) quien, al incubar huevos de gallinas con similar estructura genética, reportó un 58%; y Díaz (2005) en la evaluación comparativa de la gallina peluca criolla en un sistema semi-intensivo reporta un 65%.

Las variaciones de los porcentajes de nacimientos se deben a las diferencias en las características propias del huevo, como el grosor y porosidad de la cáscara de las diferentes líneas genéticas (Bennett, 1992; Gualhanone et al., 2012), lo que podría influir sobre la conductibilidad del calor y la deshidratación del huevo en el proceso de incubación. Las características estructurales de la cáscara del huevo influyen en la

habilidad que tendría el vapor de agua, el O<sup>2</sup> y el CO<sup>2</sup> para atravesar los poros hacia y/o desde el embrión en desarrollo (Liao et al., 2013), presentando huevos de cáscara delgada mayor propensión a la deshidratación del embrión durante la incubación, como sucede con el T2, es el segundo huevo que tiene el menor porcentaje de nacimientos con 58.57% debido a que presenta un menor grosor de cáscara (33.90mm).

Otro factor importante que influye en el nacimiento y peso del pollo es la humedad relativa, Cobb-Vantress Inc. (2002) señala que, durante la incubación, el huevo pierde vapor de agua, el porcentaje de pérdida depende de la cantidad y el tamaño de los poros de la cáscara y la humedad del aire alrededor del huevo. Según De Blas y Mateos citados por Juárez y Ortiz (2001) señalan que la porosidad de la cáscara también se le atribuye a la edad de las gallinas, pues las gallinas viejas son menos hábiles para metabolizar el calcio.

Respecto al efecto que tiene la calidad de la cáscara en el porcentaje de nacimientos, se coincide con Bramwell (2010) donde indica que los huevos con una gravedad específica de 1.070 nacen igual de bien que los de gravedades específicas más altas. Esto a excepción con el T4 donde presenta la mayor gravedad específica y el menor porcentaje de nacimientos, por lo tanto, una de las calidades evaluadas como lo es el porcentaje, el grosor y la porosidad de la cáscara del T4 si afecta en el porcentaje de nacimientos.

## **8.6 Peso de pollitos al nacimiento**

Los valores registrados para la variable de peso de pollitos al nacimiento se analizaron estadísticamente a través de un análisis de varianza (ANDEVA) (tabla 9A), indicando que no existe diferencia significativa entre tratamientos ( $p>0.05$ ) con un coeficiente de variación de 1.28.

Los pesos de los pollitos al nacimiento se fijan en un máximo de 39.79 g y un mínimo de 39.70 g, pertenecientes a los tratamientos 1 y 2.

Juárez y Ortiz (2001) reporta que el peso promedio del pollito al nacer es de 39.2 g, similares a los obtenidos en esta investigación, la coincidencia de este valor tal vez se

deba a que los huevos incubados vienen de gallinas con similar estructura genética (aves no especializadas) y con similitud en el peso de los huevos.

Cobb-Vantress Inc. (2002) señala que el tamaño del huevo es el principal factor que afecta el tamaño del pollito. El pollito normalmente representa el 66-68% del peso del huevo al momento de incubarlo. También, en su investigación reporta pesos de pollitos de 40 g de un huevo de 60 g esto muestra un porcentaje del 66.66% en relación al peso del huevo; similares a los de esta investigación, siendo en este estudio el peso promedio del pollito 39.74 g con un peso promedio de huevo de 57.72 g. mostrando un porcentaje de 68.84% en relación al peso del huevo independientemente del color de su cáscara. Por lo tanto, en esta investigación, se observa que ni el color de huevo ni la calidad de la cáscara incide en el peso del pollito al nacimiento el pollito.

## IX. CONCLUSIONES

1. La calidad de la cáscara del huevo de la gallina criolla local cuello desnudo se ve influenciada por el color de su cáscara, por lo que el huevo que mejor calidad de cáscara presenta en cuanto a gravedad específica, porcentaje de cáscara y grosor de cáscara es el huevo color verde azulado; sin embargo, es el que menos poros presenta, afectando el porcentaje de nacimientos; siendo el huevo color marrón el que presenta los mejores resultados en cuanto a la cantidad de poros/cm<sup>2</sup>.
2. El porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil se ve influenciado por el color de la cáscara del huevo y su calidad, presentando los mejores resultados el huevo color marrón; mientras que el que menor porcentaje de nacimientos presenta es el huevo color verde azulado.
3. Tanto la calidad de la cáscara como el color de la cáscara del huevo no inciden en el peso del pollito al nacimiento, obteniendo en esta investigación los mismos resultados para los cuatro colores de huevo evaluados.

## **X. RECOMENDACIONES**

1. En función de los resultados de esta investigación, se recomienda que los huevos color verde azulado sean tratados de forma diferente dentro de la incubadora, como evaluar un incremento en el número de horas de incubación y/o manipular las condiciones ambientales de temperatura y humedad para los huevos color verde azulado, y así, optimizar su nacimiento.
2. Incluir métodos de ovoscopia para poder determinar los huevos fértiles e infértiles antes de la incubación, y de esa forma asegurar que en la incubadora solo se coloquen huevos fértiles, descartando los infértiles y éstos utilizarlos para otro fin.
3. Evaluar la calidad interna por color de huevo de la gallina criolla local cuello desnudo y determinar si existen diferencias entre ellas.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abad, JC; García, FJ. 2013. Valoración de la calidad de pollito (en línea). *In* Congreso Científico de Avicultura (50, octubre 2013, Lleida, España). España. Consultado 15 may. 2019. Disponible en [http://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/juan\\_carlos\\_abat.pdf](http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/juan_carlos_abat.pdf)

Abarca Blanco, L. 2011. Análisis del cascarón del huevo (en línea, sitio web). IndustriaAvícola. Consultado 15 may. 2019. Disponible en <https://www.industriaavicola.net/uncategorized/analisis-del-cascaron-del-huevo/>

Álvarez Solano, NF. 2015. Identificación de la calidad de la cáscara de huevo fértil e incidencia en el porcentaje de nacimientos mediante la determinación de peso específico en reproductoras pesada línea Cobb Aviann48 (en línea). Tesis Lic. Bucaramanga, Colombia, Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad Medicina Veterinaria y Zootecnia. 47 p. Consultado 15 may. 2019. Disponible en <https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/68/1/40-%28530-15%29%20Identificacion%20de%20la%20calidad%20de%20cascara%20de%20huevo%20f%c3%a9rtil%20e%20incidencia%20en%20el%20porcentaje%20de%20nacimiento%20mediante%20la%20determinaci%c3%b3n.pdf>



Barboza Sandoval, RE. 2012. Efecto de la edad de la reproductora y almacenaje de huevo en la calidad del huevo, pollo, peso del pollo al nacimiento y a los 42 días de edad (en línea). Tesis Lic. Tacna, Perú, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann – TACNA, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 83 p. Consultado 19 mar. 2019. Disponible en <http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/552/TG0423.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bennett, CD. 1992. The influence of shell thickness on hatchability in commercial broiler breeder flocks (en línea). *Journal of Applied Poultry Research* 1(Issue 1):61-5. Consultado 15 mar. 2019. Disponible <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119319051>

Bramwell, RK. 2010. Medición de la calidad del cascarón del huevo incubable (en línea, sitio web). *El sitio avícola*. Consultado 09 marz. 2019. Disponible en <http://www.elsitioavicola.com/articles/1814/medician-de-la-calidad-del-cascaran-del-huevo-incubable/>

Bruzual, J; Peak, S; Brake, J; Peebles, E. 2000. Effects of relative humidity during incubation on hatchability and body weight of broiler chicks from young breeder flocks (en línea). *Poultry Science* 79(6): 827-830. Consultado 12 mar. 2019. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10875763/>



Cobb-Vantress Inc. 2002. Guía de manejo de la planta incubadora (en línea). Estados Unidos de América. 41 p. Consultado 03 feb. 2020. Disponible en <https://inagrofar.files.wordpress.com/2017/08/cobb-guc3ada-de-manejo-de-la-planta-incubadora.pdf>

Corona Kisboa, JL. 2013. Efecto del estrés calórico sobre la fisiología y la calidad del huevo en gallinas ponedoras (en línea). *REDVET* 14(7):1-15. Consultado 03 feb. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/636/63628041009.pdf>

De la Cruz, JR. 1981. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala, basada en el sistema Holdridge. Guatemala, DIGESA/INAFOR. 81 p.

De Marchi, G; Chiozzi, G; Fasola, M. 2008. Solar incubation cuts down parental care in a burrow nesting tropical shorebird, the crab plover *Dromas ardeola* (en línea). *Journal of Avian Biology* 39 (Issue 5):484-486. Consultado 12 feb. 2020. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.0908-8857.2008.04523.x>

Días León, PV. 2014. Incubación de huevos aptos y no aptos (por su peso y forma) procedentes de reproductoras pesadas, parroquia Madre Tierra, cantón Mera, provincia de Pastaza (en línea). Tesis Lic. Pastaza, Ecuador, Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Estatal Amazónica, Escuela de Ingeniería Agropecuaria. 70 p. Consultado 23 maabr. 2020. Disponible en <https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/60/T.AGROP.B.UEA.1029?sequence=1&isAllowed=y>



Díaz Solórzano, LA. 2005. Evaluación comparativa de la gallina peluca criolla, peluca mejorada e isa Brown bajo dos sistemas de explotación, Chiquimula, Guatemala (en línea). Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, CUNORI-USAC. p. 6-36, Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/12349/1/19%20Z-T-817-195-D%C3%ADaz.pdf>

Fernández, E; Batista, D; Leal, Ailyn; Lozano, J; Trujillo, M. 2005. Apuntes sobre calidad y producción de huevos en reproductoras pesadas (en línea, sitio web). *Monografías.com*. Consultado 26 mar. 2019. Disponible en <https://www.monografias.com/trabajos17/produccion-huevos/produccion-huevos.shtml>

García Trujillo, R; Berrocal, J; Moreno, L; Ferrón, G. 2009. Producción ecológica de gallinas ponedoras (en línea). Sevilla, España, Edita Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. 116 p. Consultado 23 abr. 2020. Disponible en [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/GALLINAS%20PONEDORAS\\_CUBIERTA%20E%20INTERIOR.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/GALLINAS%20PONEDORAS_CUBIERTA%20E%20INTERIOR.pdf)



Gualhanone, A; Furlan, R; Fernandez, MF; Macari, M. 2012. Effect of breeder age on eggshell thickness, surface temperature, hatchability and chick weigh (en línea). Brazilian Journal of Poultry Science 14(1):9-14. Consultado 12 mar. 2020. Disponible en [scielo.br/pdf/rbca/v14n1/a02v14n1.pdf](http://scielo.br/pdf/rbca/v14n1/a02v14n1.pdf)

Ibarra M, S. 2011. Nutrición de pollona: base del éxito en la etapa de postura (en línea, sitio web). Engormix. Consultado 02 abr. 2019. Disponible en <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/alimentacion-de-aves-de-postura-t28583.htm>

Instituto de Estudios del Huevo. 2009. El gran libro del huevo (en línea). España, Editorial Everest, S.A. 168 p. Disponible en: <http://institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/EL-GRAN-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf>



Juárez Caratacheam A; Ortiz Alvarado, MA. 2001. Estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio (en línea). Revista de México 32(1):27-32. Consultado 25 may. 2019. Disponible en <https://www.biblioteca.org.ar/libros/90255.pdf>

Liao, B; Qiao, HG; Zhao, XY; Bao, M; Liu, L; Zheng, CW; Li, CF; Ning, ZH. 2013. Influence of eggshell ultrastructural organization on hatchability. Poultry. Science 92(8):2236-2239. Consultado 13 mar. 2019. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119388303?via%3Dihub>

McDaniel, GR; Brake, J; Eckman, M. 1981. Factors affecting broiler breeder performance: 4- the interrelationship of some reproductive traists (en línea). Poultry Science 60(Issue 8):1792-1797. Consultado 29 mar. 2019. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119356664>

Ortíz, A; Mallo, JJ. 2013. Factores que afectan la calidad externa del huevo (en línea). Albéitar publicación veterinaria independiente (170):18-19. Consultado 25 may. 2019. Disponible en [https://norel.net/en/system/files/factores\\_que\\_afectan\\_a\\_la\\_calidad\\_del\\_huevo.pdf](https://norel.net/en/system/files/factores_que_afectan_a_la_calidad_del_huevo.pdf)

Periago Caston, MJ. 2015. Higiene, inspección y control de huevos de consumo: práctica (en línea). España, Universidad de Murcia / OC. 13 p. Consultado 03 jul 2019. Disponible en <https://www.um.es/documents/4874468/10812050/protocolos-control-de-calidad-huevos.pdf/c860b16b-6c2f-481a-9d52-542a2296d005>

Puig, L. 2013. Calidad del huevo en reproductoras (en línea). AviNews Consultado 13 abr. 2019. Disponible en <https://avicultura.info/calidad-del-huevo-en-reproductoras/>



Ramos López, VL. 2009. Evaluación de la incubabilidad de los huevos fértiles de gallinas criollas cuello desnudo (*Gallus domesticus nidicullis*) en un sistema semi-intensivo, Chiquimula, Guatemala (en línea). Tesis Lic. Chiquimula, Guatemala, USAC-CUNORI, Carrera Zootecnia. 77 p. Consultado 12 mar. 2019. Disponible en [https://hksoluciones.sfo2.digitaloceanspaces.com/hksoluciones/tesisusac/libros/Evaluaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_incubabilidad\\_de\\_los\\_huevos\\_f%C3%A9rtiles\\_de\\_gallinas\\_criollas\\_Chiquimula\\_Gua.pdf?X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=EDVVKX7GE6M4PQ6FC2BS%2F20200903%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20200903T180341Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=79dbad0cb2f3806a98794b9fe7a568616371355d6071e8b7307c087c60b5e84e](https://hksoluciones.sfo2.digitaloceanspaces.com/hksoluciones/tesisusac/libros/Evaluaci%C3%B3n_de_la_incubabilidad_de_los_huevos_f%C3%A9rtiles_de_gallinas_criollas_Chiquimula_Gua.pdf?X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=EDVVKX7GE6M4PQ6FC2BS%2F20200903%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200903T180341Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=79dbad0cb2f3806a98794b9fe7a568616371355d6071e8b7307c087c60b5e84e)

Ricaurte Galindo, SL. 2005. Embriodiagnosia y ovoscopia: análisis y control de la calidad de los huevos incubables (en línea). REDVET 6(3):1-25. Consultado 26 mar. 2019. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/636/63612812004.pdf>

Rodríguez Ríos, H; Abud, G; Figueroa, M; Tima Péndola, M; Campos Parra, J. 2014. Evaluación y características de la gallina Araucana (*Gallus inauris* Castelloi) como ave de postura (en línea). Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences 30(2):139-146. Consultado 26 mar.2019. Disponible en <http://agrocienza.cl/web/2017/10/30/resumen-30-2-6/>

Romana, JC. 2010. Estadística, herramientas para el desarrollo de las organizaciones (en línea). Tacna, Perú. Editora UPT-Perú. Consultado 21 mar.2019. Disponible en <http://www.iiap.org.pe/upload/Transparencia/Actualizaciones%202011-2013/TRANSP632/20130129/CursoEstadistica/TEXTOS/estadisticaexperimental.pdf>

Ruiz Díaz, N; Orrego, G; Reyes, M; Silva, M. 2015. Aumento de la temperatura de incubación en huevos de gallina araucana (*Gallus inauris*): efecto sobre la mortalidad embrionaria, tasa de eclosión, peso del polluelo, saco vitelino y de órganos internos (en línea). International Journal of Morphology 34(1):57-62. Consultado 21 mar. 2019. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-95022016000100009](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022016000100009)



Sandí García, AM. 2016. Efecto de la gravedad específica del huevo fértil, sobre la calidad del pollito de un día en tres lotes de reproductoras pesadas (en línea). Tesis Lic. Guatemala, USAC, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 53 p. Consultado 21 mar. 2019. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5788/1/Tesis%20Anthony%20%281%29.pdf>

Sevilla Maximino, S. 2015. Calidad y manejo de huevo para plato (en línea). Tesis Lic. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, UAAAN. 81 p. Consultado 18 feb. 2020. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7730/63762%20SEVILLA%20MAXIMINO%2C%20SAUL%20MONOG.pdf?sequence=1>

Smith, TW. 2013. Procedimiento para la incubación de huevos (en línea, sitio web). Avicultura.mx. Consultado 18 feb. 2020. Disponible en <https://www.avicultura.mx/destacado/Procedimiento-para-la-incubacion-de-huevos>

Vargas Hidalgo, JS. 2015. Evaluación de parámetros productivos en la incubación de huevos considerados como no aptos (por su peso y forma) procedentes de reproductoras pesadas, en la provincia de Pastaza cantón Mera Parroquia Madre Tierra (en línea). Tesis M.Sc. Riobamba, Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 62 p. Consultado 12 mar. 2019. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4443/1/20T00652.pdf>

Yan, Y; Sun, C; Lian, L; Zheng, J; Xu, G; Yang, N. 2014. Effect of uniformity of eggshell thickness on eggshell quality in chickens (en línea). Journal Poultry Science (51)3:338-342. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/267518653\\_Effect\\_of\\_Uniformity\\_of\\_Eggshell](https://www.researchgate.net/publication/267518653_Effect_of_Uniformity_of_Eggshell)



## XII. APÉNDICE

**Cuadro 1A: Boleta de registro de gravedad específica por color de huevo.**



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Oriente  
Carrera Zootecnia



### Gravedad Específica del Huevo en Función de los Días de Almacenamiento

SEMANA:

COLOR:

No. Huevo	Día 1		Día 2		Día 3	
	Peso (g)	G/E	Peso (g)	G/E	Peso (g)	G/E
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

**Cuadro 2A: Boleta de registro de calidad de cáscara por color de huevo**



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro Universitario de Oriente  
Carrera Zootecnia



**Calidad de la Cáscara del Huevo de la Gallina Criolla Local Cuello Desnudo**

**SEMANA**

**COLOR:**

No. Huevo	G/E Último día	Porcentaje de Cáscara			Grosor de Cáscara (mm)	Porosidad poro/cm <sup>2</sup>
		Peso Huevo	Peso Cáscara	% Cáscara		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						







**Tabla 1A: Efecto de los días de almacenamiento sobre el peso y gravedad específica del huevo de la gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.**

Día de almacenamiento	1		4			7		
Color de Huevo	Peso (g)	G.E	Peso (g)	G.E	Pérdida de peso (g)	Peso (g)	G.E	Pérdida de peso (g)
Rosado	57.33	1.075	56.97	1.070	0.36	56.72	1.066	0.25
Cre moso	57.60	1.076	57.28	1.070	0.32	57.01	1.067	0.27
Marrón	57.29	1.079	57.02	1.074	0.28	56.70	1.069	0.32
Verde	57.63	1.079	57.32	1.074	0.31	57.04	1.071	0.28

**Tabla 2A: Peso (g) por color de huevo de la gallina criolla local cuello desnudo durante 7 días de almacenamiento, CUNORI, 2021.**

Variable	T1	T2	T3	T4
Peso inicial del huevo (g)	57.33	57.60	57.29	57.63
Pérdida de peso a la semana (g)	0.62	0.59	0.59	0.59
Pérdida de peso a la semana (%)	1.07	1.02	1.02	1.02
Peso de huevo a la semana de almacenamiento (g)	56.72	57.01	56.70	57.04

**Tabla 3A: T student para la variable de gravedad específica de huevos de gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.**

Variable	Combinaciones	Medias	Dif. Medias	LI (95)	LS (95)	Varianza	pHomVar**	T	GI	p-valor
Gravedad específica	T1	1.070				0.00001				
	T2	1.070	-0.00075	-0.00363	0.00213	0.00003	0.1062	-0.5273	38	0.6010
	T1	1.070				0.00001				
	T3	1.074	-0.00425	-0.00717	-0.00133	0.00003	0.0904	-2.9499	38	0.0054*
	T1	1.070				0.00001				
	T4	1.074	-0.00450	-0.00802	-0.00098	0.00005	0.0077	-2.6153	29	0.0140*
	T2	1.070				0.00003				
	T3	1.074	-0.00350	-0.00689	-0.00011	0.00003	0.9358	-2.0882	38	0.0435*
	T2	1.070				0.00003				
	T4	1.074	-0.00375	-0.00764	0.00014	0.00005	0.2670	-1.9510	38	0.0584
T3	1.074				0.00003					
T4	1.074	-0.00025	-0.00417	0.00367	0.00005	0.3027	-0.1291	38	0.8979	

\* denota diferencia estadística ( $P < 0.05$ ). \*\*pHomVar: valor p para prueba F de homogeneidad de varianzas

**Tabla 4A: T student para la variable de porcentaje de cáscara (%) del huevo de gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.**

Variable	Combinaciones	Medias	Dif. Medias	LI (95)	LS (95)	Varianza	pHomVar**	T	gl	p-valor
Porcentaje de cáscara (%)	T1	10.70				0.42				
	T2	11.10	-0.40	-0.81	0.01	0.41	0.9661	-1.95	38	0.0581
	T1	10.70				0.42				
	T3	11.27	-0.57	-1.05	-0.09	0.70	0.2708	-2.42	38	0.0206*
	T1	10.70				0.42				
	T4	12.01	-1.31	-1.68	-0.94	0.25	0.2709	-7.15	38	<0.0001*
	T2	11.10				0.41				
	T3	11.27	-0.17	-0.65	0.30	0.70	0.2530	-0.74	38	0.4657*
	T2	11.10				0.41				
	T4	12.01	-0.91	-1.28	-0.54	0.25	0.2895	-5.01	38	<0.0001*
	T3	11.27				0.70				
	T4	12.01	-0.74	-1.18	-0.29	0.25	0.0301	-3.38	32	0.0019*

\* denota diferencia estadística ( $P < 0.05$ ). \*\*pHomVar: valor p para prueba F de homogeneidad de varianzas

**Tabla 5A: T student para la variable de grosor de cáscara (mm) del huevo de gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.**

Variable	Combinaciones	Medias	Dif. Medias	LI (95)	LS (95)	Varianza	pHomVar**	T	gl	p-valor
Grosor de cáscara (mm)	T1	34.1				5.25				
	T2	33.9	0.2	-1.04	1.44	2.20	0.0652	0.33	38	0.7450
	T1	34.1				5.25				
	T3	35.6	-1.5	-3.26	0.26	9.83	0.1810	-1.73	38	0.0923
	T1	34.1				5.25				
	T4	36.0	-1.9	-3.39	-0.41	5.58	0.8969	-2.58	38	0.0138*
	T2	33.9				2.20				
	T3	35.6	-1.7	-3.29	-0.11	9.83	0.0020	-2.19	27	0.0372*
	T2	33.9				2.20				
	T4	36.0	-2.1	-3.37	-0.83	5.58	0.0491	-3.37	33	0.0019*
	T3	35.6				9.83				
	T4	36.0	-0.4	-2.18	1.38	5.58	0.2260	-0.46	38	0.6512

\* denota diferencia estadística ( $P < 0.05$ ). \*\*pHomVar: valor p para prueba F de homogeneidad de varianzas

**Tabla 6A: T student para la variable de porosidad de cáscara (poro/cm<sup>2</sup>) del huevo de gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.**

Variable	Combinaciones	Medias	Dif. Medias	LI (95)	LS (95)	Varianza	pHomVar*	T	gl	p-valor
Porosidad de cáscara (poro/cm <sup>2</sup> )	T1	175				281.42				
	T2	178	-2.95	-16.09	10.19	560.83	0.1418	-0.45	38	0.6520
	T1	175				281.42				
	T3	185	-9.85	-23.09	3.39	573.75	0.1293	-1.51	38	0.1402
	T1	175				281.42				
	T4	173	1.95	-9.46	13.36	354.21	0.6211	0.35	38	0.7313
	T2	178				560.83				
	T3	185	-6.90	-22.15	8.35	573.75	0.9609	-0.92	38	0.3654
	T2	178				560.83				
	T4	173	4.90	-8.79	18.59	354.21	0.3250	0.72	38	0.4732
	T3	185				573.75				
	T4	173	11.80	-1.99	25.59	354.21	0.3018	1.73	38	0.0913

\*pHomVar: valor p para prueba F de homogeneidad de varianzas

**Tabla 7A: Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil de la gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.**

Fuente de Variación	Suma de cuadros	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor F	p>F
Modelo	1735.40	7	247.91	3.44	0.0294
Tratamiento	1564.13	3	521.38	7.23	0.0050
Bloque	171.28	4	42.82	0.59	0.6737
Error	864.99	12	72.08		
Total	2600.40	19			

**Tabla 8A: Prueba de comparación de medias LSD (Least significant difference) para la variable de porcentaje de nacimientos sobre huevo fértil de la gallina criolla local cuello desnudo. CUNORI, 2021.**

Tratamiento	Medias	N	E.E.	
T3	72.40	5	3.80	A
T1	65.53	5	3.80	A B
T2	58.30	5	3.80	B C
T4	48.54	5	3.80	C

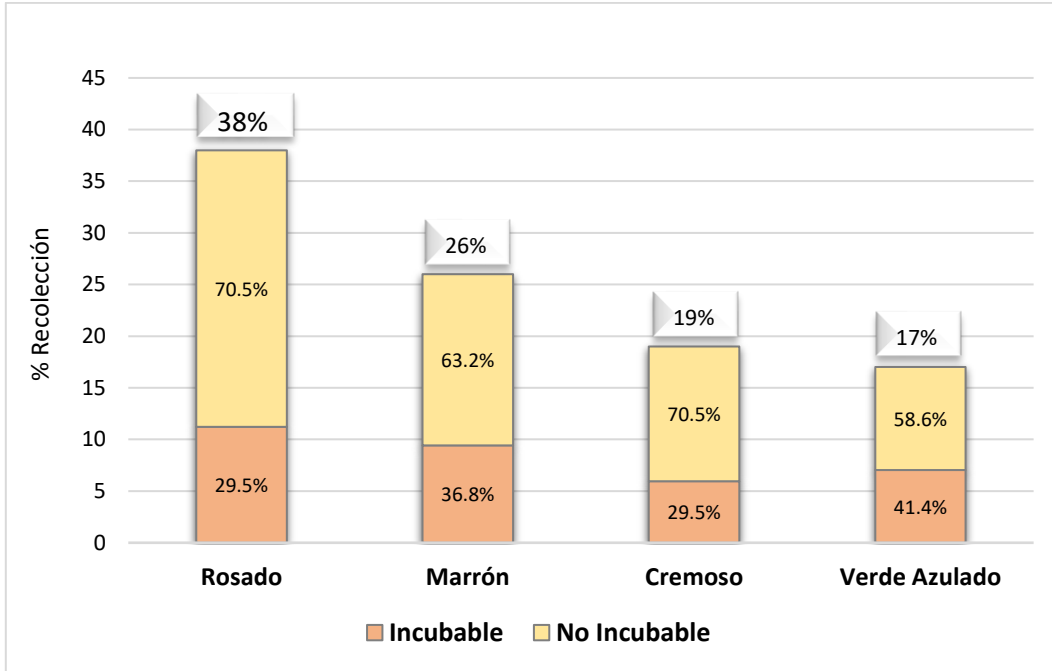
**Tabla 9A: Análisis de varianza (ANDEVA), para la variable peso de pollito al nacimiento de la gallina criolla local cuello desnudo, CUNORI, 2021.**

Fuente de Variación	Suma de cuadros	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor F	p>F
Modelo	6.91	7	0.99	3.82	0.0206
Tratamiento	0.07	3	0.02	0.09	0.9658
Bloque	6.84	4	1.71	6.61	0.0047
Error	3.10	12	0.26		
Total	10.01	19			

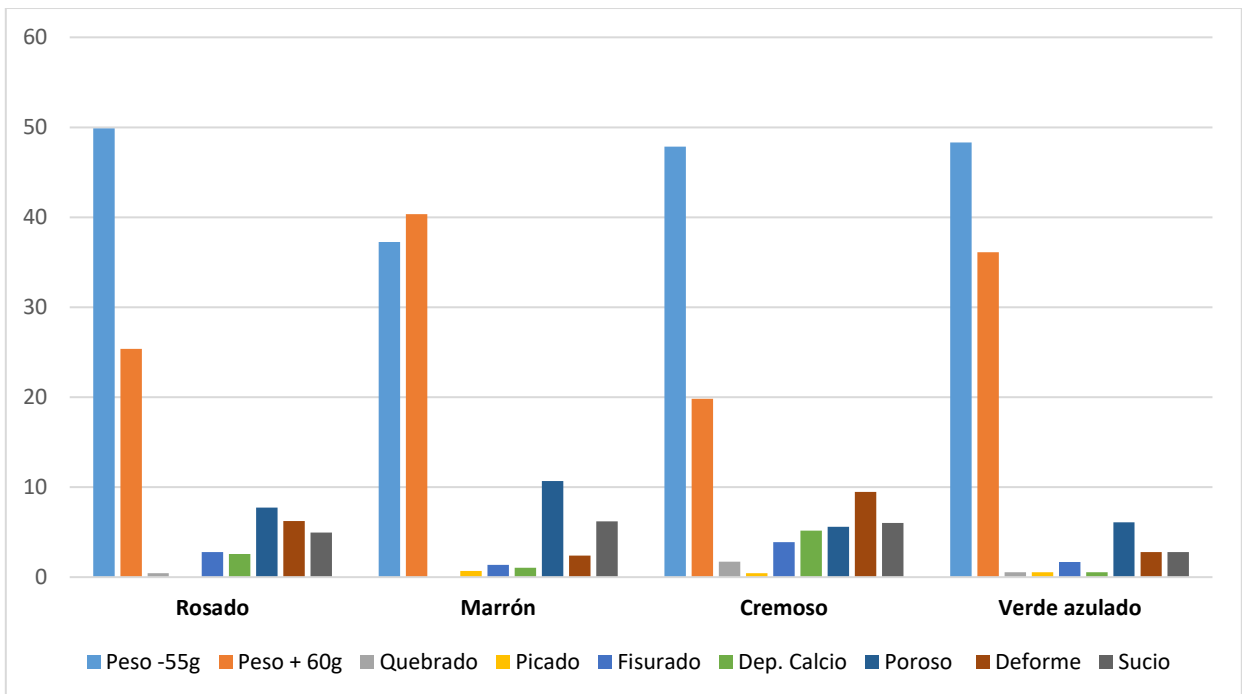
**Tabla 10A: Huevos no eclosionados, muerte embrionaria, huevo picado no eclosionado, infértil y contaminado, por tratamiento en huevos de gallina criolla local cuello desnudo CUNORI, 2021.**

	T1	T2	T3	T4
Huevos no eclosionados (%)	42.33	51.00	33.67	57.67
Temprana (%)	37	35	29	43
Media (%)	16	22	19	17
Tardía (%)	12	9	26	14
Picado no eclosionado (%)	0	0	1	0
Infértil (%)	34	32	25	23
Contaminado (%)	1	2	0	3

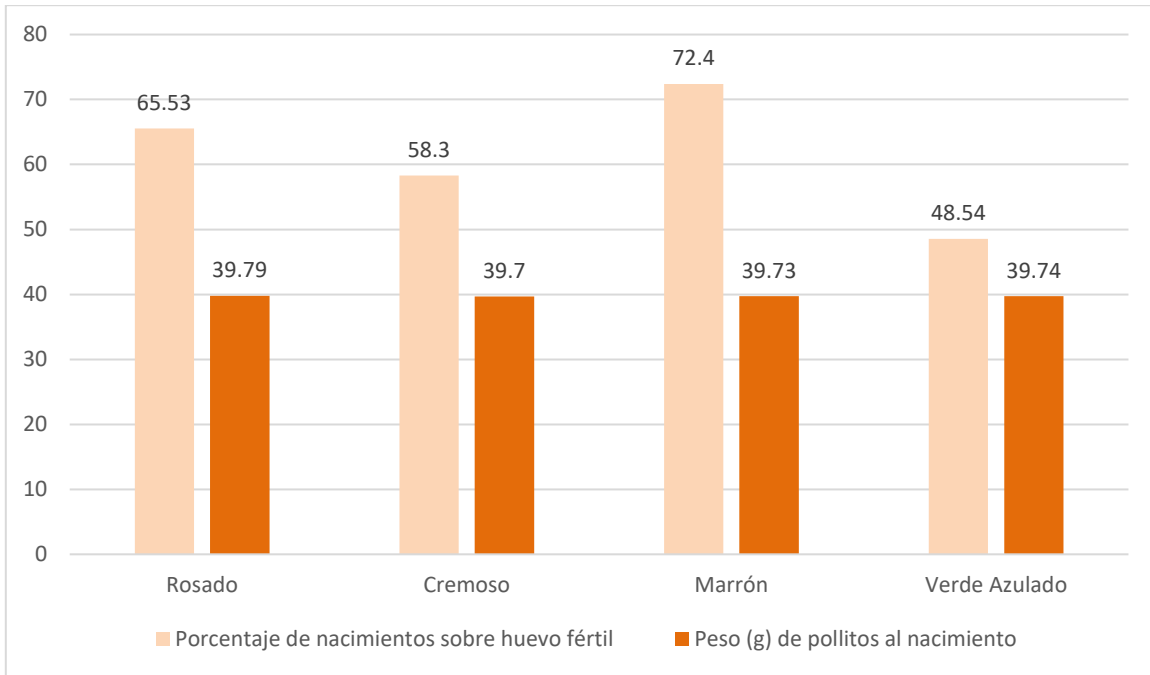
**Figura 1A: Recolección e incubabilidad de los cuatro colores de huevo que presenta la gallina criolla local cuello desnudo. CUNORI, 2021.**



**Figura 2A: Huevos no incubables por color, CUNORI, 2021.**



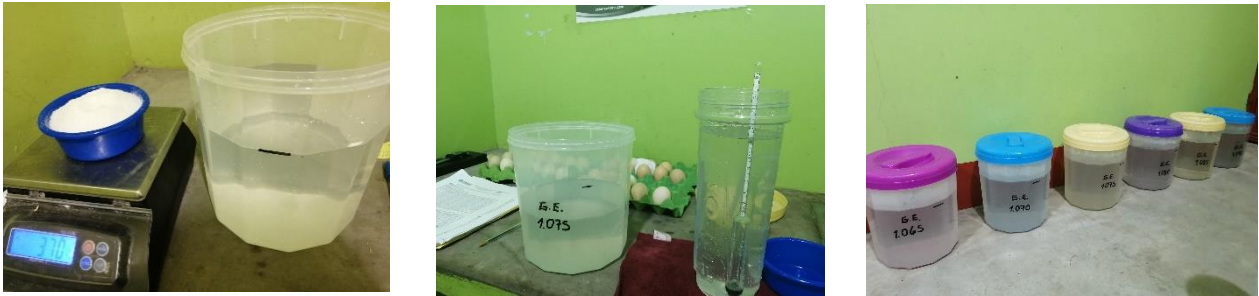
**Figura 3A: Porcentaje (%) de nacimientos sobre huevo fértil y peso (g) de pollitos al nacimiento, por color de huevo**



**Figura 4A: Gallina criolla local cuello desnudo y los diferentes colores de huevo que presenta (verde azulado, marrón, cremoso y rosado)**



**Figura 5A: Preparación de las soluciones salinas para determinación de gravedad específica.**



**Figura 6A: Colores de huevo y medición de la gravedad específica**



**Figura 7A: Metodología para la determinación de porcentaje de cáscara, grosor de cáscara y porosidad del huevo**





**Figura 8A: Preparación de huevos a incubadora.**



**Figura 9A: Bandejas de huevos por color, en nacedoras**



**Figura 10A: Pesos de pollitos al nacimiento**





**Figura 11A: Embriodiagnosis**

