

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Universidad  
Nacional  
de Loja

“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE INCUBACIÓN Y MÉTODOS DE SEXAJE ANCESTRALES, EN AVES CRIOLLAS DEL CANTÓN CATAMAYO”

Trabajo de tesis previo a la obtención del título de  
**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

## **AUTOR**

César Nicolás Saquinaula Tene

## **DIRECTOR**

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg.Sc

**LOJA - ECUADOR**

2019

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg.Sc

**DIRECTOR DE TESIS**

### CERTIFICA

Que he revisado la presente tesis titulada **“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE INCUBACIÓN Y MÉTODOS DE SEXAJE ANCESTRALES, EN AVES CRIOLLAS DEL CANTÓN CATAMAYO”** realizada por el Sr. Egresado CÉSAR NICOLÁS SAQUINAULA TENE, la misma que **CULMINÓ DENTRO DEL CRONOGRAMA APROBADO**, cumpliendo con todos los lineamientos impuestos por la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, **AUTORIZO QUE SE CONTINÚE CON EL TRÁMITE DE GRADUACIÓN.**

Loja, 20 de MARZO de 2019

Atentamente



---

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez

Mg.Sc Director de Tesis

## CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE INCUBACIÓN Y MÉTODOS DE SEXAJE ANCESTRALES, EN AVES CRIOLLAS DEL CANTÓN CATAMAYO”

POR

César Nicolás Saquinaula Tene

Tesis presentada al tribunal de grado como requisito previo a la obtención del título de:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

HA SIDO APROBADO AGOSTO 2019



---

Mg.Sc. Oscar Albito Balcázar  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



---

Ph.D. Mauro Guevara Palacios  
VOCAL



---

Mg.Sc. Stephanie Chávez Arrese  
VOCAL

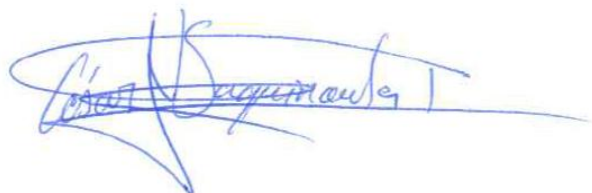
## AUTORÍA

Yo, **César Nicolás Saquinaula Tene**, declaro ser autor del presente trabajo de tesis que ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma; los conceptos, ideas, resultados, conclusiones, y recomendaciones vertidos en el desarrollo del presente trabajo de investigación, son de absoluta responsabilidad de su autor.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

AUTOR: César Nicolás Saquinaula Tene

FIRMA:



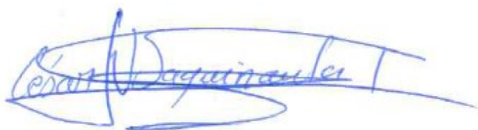
CEDULA: 1105935900

FECHA: AGOSTO 2019

## **CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo César Nicolás Saquinaula Tene, declaro ser el autor de la tesis titulada “EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE INCUBACIÓN Y MÉTODOS DE SEXAJE ANCESTRALES, EN AVES CRIOLLAS DEL CANTÓN CATAMAYO”, como requisito para optar al grado de Médico Veterinario Zootecnista, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la reproducción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera, en el Repositorio Digital Institucional (RDI): Las Personas puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de Información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad. La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero, con fines académicos. Para constancia de esta autorización, firmo en la ciudad de Loja, a los 20 días del mes de Agosto del 2019.

**FIRMA:**



Autor: César Nicolás Saquinaula Tene

Cédula de identidad: 1105935900

Dirección: Loja, Av. Isidro Ayora y Buenos Aires, Barrio Belén

Correo electrónico: cesarliga3@hotmail.com

Teléfono: 0967961642

### **DATOS COMPLEMENTARIOS**

Director de Tesis:

Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg.Sc.

Tribunal de Grado:

Ing. Oscar Albito Balcázar Mg.Sc. (Presidente)

Dr. Mauro Guevara Palacios Ph.D. (Vocal)

Ing. Stephanie Chávez Arrese Mg.Sc. (Vocal)

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Dios por darme la vida, salud y sabiduría para afrontar los obstáculos que se me han presentado durante la carrera.*

*A mis Padres, hermanas y hermano (+); que son el pilar fundamental de mi vida; quienes han estado en cada uno de mis pasos dados y me han apoyado para salir adelante en una de las carreras más prestigiosas de la Universidad Nacional de Loja.*

*A las Autoridades de la Universidad Nacional de Loja, de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por permitir mi formación personal, espiritual y profesional, en especial al Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez Mg. Sc, ya que, gracias a su orientación, motivación y paciencia, he podido culminar con éxito el presente trabajo de investigación. César Nicolás Saquinaula Tene*

## **DEDICATORIA**

*A Dios por ser el compañero guía de mi camino, que me ha dado la vida y haberme permitido culminar mi carrera profesional y además me ha concedido tener padres excelentes ya que sin ellos nada sería posible y han sido el pilar fundamental para poder cumplir esta meta.*

*A mis hermanas y hermano (+) por su apoyo incondicional, tiempo, consejos y motivación dada para seguir adelante en mis metas. César Nicolás Saquinaula Tene*

# ÍNDICE GENERAL

## CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS .....	2
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	3
AUTORÍA.....	4
AGRADECIMIENTOS .....	6
DEDICATORIA .....	7
INDICES DE TABLAS .....	10
INDICE DE FIGURAS.....	11
RESUMEN .....	14
ABSTRACT.....	15
1. INTRODUCCIÓN .....	16
2. REVISION DE LITERATURA .....	18
2.1. LA GALLINA CRIOLLA .....	18
2.1.1. Origen e historia de las gallinas criollas .....	18
2.1.2. Clasificación taxonómica de la gallina criolla .....	18
2.1.3. Generalidades de La gallina criolla.....	19
2.1.4. Genética de las gallinas criollas .....	19
2.1.5. Ventajas de la producción avícola.....	19
2.1.6. Desventajas de la producción avícola .....	20
2.2. INCUBACIÓN .....	20
2.2.1. Definición.....	20
2.2.2. Manejo del huevo fértil .....	21
2.2.3. Pasos previos a la incubación.....	22
2.2.4. Proceso de incubación.....	24
2.2.5. Desarrollo embrionario .....	30
2.2.6. Embriodiagnosis.....	38
2.2.7. Indicadores productivos de los huevos de gallinas criollas .....	40
2.3. METODOS DE SEXAJE.....	41
2.3.1. Sexado por orificio o japonés (Cloaca).....	42



2.3.2. Sexado por protuberancia en el cascarón .....	43
2.3.3. Sexado por el método inglés .....	44
2.4. TRABAJOS RELACIONADOS .....	44
2.4.1. Incubabilidad.....	44
2.4.2. Métodos de sexaje .....	46
3. METODOLOGÍA .....	47
3.1 MATERIALES Y METODOS .....	47
3.1.1. Ubicación del lugar de estudio.....	47
3.1.2. Descripción de las unidades observacionales .....	48
3.1.3. Procedimiento experimental.....	48
3.1.4. Tamaño de la muestra .....	49
3.1.5. Variables de estudio .....	49
3.1.6. Análisis estadístico.....	50
4. RESULTADOS.....	51
4.1. EMBRIODIAGNOSIS .....	51
4.2. FERTILIDAD.....	52
4.3. INCUBABILIDAD.....	52
4.4. VIABILIDAD.....	53
4.5. COMPROBACIÓN DE LOS MÉTODOS DE SEXAJE.....	53
5. DISCUSIÓN .....	55
5.1. EMBRIODIAGNOSIS .....	55
5.2. FERTILIDAD.....	55
5.3. INCUBABILIDAD.....	56
5.4. VIABILIDAD.....	56
5.5. MÉTODOS DE SEXAJE ANCESTRALES .....	57
6. CONCLUSIONES .....	59
7. RECOMENDACIONES.....	60
BIBLIOGRAFIA .....	61
ANEXOS .....	64

## INDICES DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valores Normales de la Embriodiagnosis.....	40
<b>Tabla 2.</b> Condiciones meteorológicas de las zonas de influencia. ....	47
<b>Tabla 3.</b> Determinación de embriodiagnosis por parroquias en aves criollas en cuanto a número y porcentaje.....	51
<b>Tabla 4.</b> Fertilidad de los huevos criollos en porcentaje.....	52
<b>Tabla 5.</b> Porcentaje de incubabilidad los huevos criollos. ....	52
<b>Tabla 6.</b> Porcentaje de viabilidad los huevos criollos. ....	53
<b>Tabla 7.</b> Porcentaje de aciertos en los métodos de sexaje.....	54

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Embrión en la primera hora de incubación .....	30
<b>Figura 2.</b> Embrión a las 4 horas de eclosión .....	30
<b>Figura 3.</b> Embrión de 1 día. ....	31
<b>Figura 4.</b> Embrión en el día 2 .....	31
<b>Figura 5.</b> Embrión en el día 3. ....	32
<b>Figura 6.</b> Embrión en el día 4. ....	32
<b>Figura 7.</b> Embrión en el día 5. ....	32
<b>Figura 8.</b> Embrión en el día 6. ....	33
<b>Figura 9.</b> Embrión en el día 7. ....	33
<b>Figura 10.</b> Embrión en el día 8. ....	33
<b>Figura 11.</b> Embrión en el día 9. ....	34
<b>Figura 12.</b> Embrión en el día 10. ....	34
<b>Figura 13.</b> Embrión en el día 11. ....	34
<b>Figura 14.</b> Embrión en el día 12. ....	34
<b>Figura 15.</b> Embrión en el día 13. ....	35
<b>Figura 16.</b> Embrión en el día 14. ....	35
<b>Figura 17.</b> Embrión en el día 15. ....	35
<b>Figura 18.</b> Embrión en el día 16. ....	36
<b>Figura 19.</b> Embrión en el día 17. ....	36
<b>Figura 20.</b> Embrión en el día 18. ....	37
<b>Figura 21.</b> Embrión en el día 19. ....	37
<b>Figura 22.</b> Embrión en el día 20. ....	37
<b>Figura 23.</b> Embrión en el día 21. ....	38
<b>Figura 24.</b> Diferencias anatómicas de la cloaca entre macho y hembra .....	43
<b>Figura 25.</b> Protuberancia del cascarón. ....	44
<b>Figura 26.</b> Determinación practica del método de sexaje inglés. ....	44
<b>Figura 27.</b> Limpieza y desinfección de la incubadora. ....	64
<b>Figura 28.</b> Limpieza y desinfección del galpón para levante. ....	65
<b>Figura 29.</b> Recepción de pollitos bb por parroquias. ....	66
<b>Figura 30.</b> Puesta a incubación de los huevos criollos. ....	66

<b>Figura 31.</b> Macho.....	67
<b>Figura 32.</b> Hembra.....	67
<b>Figura 33.</b> Macho.....	68
<b>Figura 34.</b> Hembra.....	68
<b>Figura 35.</b> Hembra.....	69
<b>Figura 36.</b> Fertilidad.....	69
<b>Figura 37.</b> Incubabilidad.....	69

***“EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE INCUBACIÓN  
Y MÉTODOS DE SEXAJE ANCESTRALES, EN AVES  
CRIOLLAS DEL CANTÓN CATAMAYO”***

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en la Quinta Experimental Punzara, y Zapotebamba de la Universidad Nacional de Loja. El objetivo fue la evaluación de los parámetros de incubación a través de fertilidad, incubabilidad, viabilidad; y la eficacia en los métodos de sexado (Ingles, japonés y protuberancia) a través del porcentaje de efectividad de sexado; en tres parroquias del cantón Catamayo (El Tambo, San Pedro de la Bendita y Sambí). Se utilizaron 354 huevos de gallinas criollas manejadas bajo un sistema tradicional; se utilizó la prueba estadística de Chi-Cuadrado para los parámetros de incubación a través del programa estadístico R versión 3.6.1 y estadística descriptiva para los métodos de sexaje.

La embriodiagnosia o mortalidad embrionaria con mayor porcentaje fue: en la fase 2 con 2%, seguido de la fase 3 con 1.7% y la fase 1 con el 1.1%. El mayor porcentaje de fertilidad se obtuvo en la parroquia El Tambo con 88.9 %, la mayor incubabilidad se logró en la parroquia San Pedro de la Bendita con 98.1 %, el porcentaje de viabilidad fue del 100 % en todas las parroquias. En cuanto a los métodos de sexaje ancestrales el mayor porcentaje de acertaciones fue en el método ingles con 57%.

Al evaluar por medio de la estadística descriptiva los métodos de sexaje ancestrales, se llegó a determinar que no pueden ser utilizados como métodos de sexaje para fines comerciales al cascarón y al primer día de nacimiento ya que demostraron una eficacia poco representativa.

**Palabras claves:** Incubación, sexaje, fertilidad, incubabilidad, viabilidad.

## ABSTRACT

This research work was developed in the Farm Experimental Punzara, and Zapotebamba of the National University of Loja. The objective was the evaluation of incubation parameters through fertility, hatchability, viability; and the effectiveness in sexing methods (English, Japanese and bulge) through the percentage of sexing effectiveness; in three parishes of the Catamayo canton (El Tambo, San Pedro de la Bendita and Sambí). They were used 354 eggs of Creole chickens handled under a traditional system; The Chi-Square statistical test was used for the incubation parameters through the statistical program R version 3.6.1 and descriptive statistics for the sexing methods.

Embryodiagnosis or embryonic mortality with the highest percentage was: in phase 2 with 2%, followed by phase 3 with 1.7% and phase 1 with 1.1%. The highest fertility percentage was obtained in the El Tambo parish with 88.9%, the highest hatchability was achieved in the San Pedro de la Bendita parish with 98.1%, the viability percentage was 100% in all parishes. As for ancestral sexing methods, the highest percentage of guesses was in the English method with 57%.

When evaluating by means of descriptive statistics ancestral sexing methods, it was determined that they cannot be used as sexing methods before birth and at birth since they showed an ineffective efficiency.

**Key words:** Incubation, sexing, fertility, hatchability, viability.

# 1. INTRODUCCIÓN

La producción avícola depende de muchos factores, entre ellos: sistema de producción (intensiva o extensiva), alimentación, sanidad, manejo, condiciones de bioseguridad, pero los más influyentes son la línea genética y su propósito (postura, engorde o mixto). En la actualidad existen pocas granjas que se dedican a la explotación de gallinas criollas con el fin de producir huevos de alta demanda en el mercado.

Para los productores pecuarios, es factible que la sistematización de experiencias en la incubación de huevos y la crianza de pollos, permita reunir las evidencias necesarias para iniciar la caracterización productiva y reproductiva del germoplasma avícola local y proponer mejoras tecnológicas para este sistema de producción avícola (Andrade, 2011).

La razón principal de esta minúscula producción se debe a la falta de información de estos animales en cuanto a parámetros productivos y reproductivos, desmotivando a los productores a especializarse, pese al alto valor económico de los huevos. La avicultura tradicional o de traspatio no especializada, constituye un sistema ancestral de producción avícola que realizan las familias campesinas en el patio de sus viviendas o alrededor de las mismas y consiste en criar un pequeño grupo de aves no especializadas (Arias et al., 2003).

Este grupo de aves son denominadas gallinas criollas y se caracterizan por ser aves de líneas liviana con una deficiente conversión alimenticia, haciendo que la explotación de estas aves produzca con un crecimiento lento mayor a 10 semanas (Juarez-Caratechea y Ortiz, 2001), engorde 1274.3 gr a las 12 semanas (Juarez-Caratechea y Ortiz, 2001) y postura 1-20/mes (Soto et al., 2002) en desventaja frente a los pollos de línea (Cobb-500, Ross x Ross, Hy-Line White, Lohmann LSL), produciendo un incremento en los costos, en la alimentación con un bajo rendimiento a la canal, postura y obteniendo pérdidas económicas a quien está frente a la producción de este tipo de aves (Andrade, 2011).

Según Juárez (1996) en su estudio sobre la incubabilidad de huevos de gallinas criollas en condiciones de trópico seco obtuvieron 86.7% de fertilidad; de los cuales el 58.5% eclosionaron y 41.5% presentó muerte embrionaria en alguna etapa de incubación. Así mismo, Juárez-Caratechea y Ortiz (2001), concluyeron que los problemas de



incubabilidad del huevo de gallina criolla se da por la mala calidad del cascarón, mortalidad embrionaria e infertilidad. Determinando razones suficientes en la necesidad de un estudio de los parámetros: fertilidad, incubabilidad, muerte embrionaria y días de almacenamiento; en la incubabilidad de aves criollas o de traspatio (Manzanillas, 2015). Así mismo, es evidente la falta de estudios en los métodos de sexado ancestrales validados por campesinos sin tener antecedentes probados con rigor científico, sin embargo, en las incubadoras comerciales se sexa a las aves de líneas genéticamente mejoradas, al nacer por diferentes técnicas, entre ellas: inspección de plumas en el ala, color del plumón o el examen a la papila en la cloaca. En gallinas criollas el sexaje se debe esperar semanas hasta que se identifique el dimorfismo sexual, definido como una diferencia entre formas, color y tamaño entre macho y hembra de una especie (Matta Camacho et al., 2008; Calderón y Gutiérrez, 2010).

Por esta razón es necesario validar procedimientos ancestrales y prácticos, que permitan descubrir el sexo antes del nacimiento de estos animales, como herramientas valiosas para los agricultores e investigadores. Es por ello, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar los parámetros de incubación y métodos de sexaje ancestrales en aves criollas en las parroquias de: El Tambo, San Pedro de la Bendita y Sambí del Cantón Catamayo.
- Caracterizar los parámetros de incubación de gallinas criollas en cuanto a la fertilidad, incubabilidad y viabilidad.
- Comparar los métodos de sexaje ancestrales en aves criollas en las parroquias de: El Tambo, San Pedro de la Bendita y Sambí hasta el dimorfismo sexual.

## **2. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. LA GALLINA CRIOLLA**

#### **2.1.1. Origen e historia de las gallinas criollas**

Según (INTA, 2008), la gallina fue una de las primeras especies domesticas que se menciona en la historia escrita, se hace referencia a la gallina en documentos chinos donde habría sido introducida en China por el año 1400 a.C.; otros estudios opinan que la domesticación de la gallina se inició hace 8000 años.

Las gallinas actuales provenían del sudoeste asiático en la cual habitaban varias especies de gallináceas similar a los faisanes. Dentro de las estirpes más conocidas de las gallinas antecesoras están:

- Ave gris de la jungla. *Gallus sanneratti*.
- Ave selvática de Ceilán. *Gallus lafayeti*.
- Ave selvática de la java. *Gallus varius*.
- Ave dorada de la jungla. *Gallus bankiva*.

Demostrando experimentalmente que todos estos linajes pueden cruzarse entre sí y su descendencia es fértil, por tanto, se supone que estas estirpes fueron mezclándose luego de la domesticación, dando origen a las variedades básicas de las cuales provienen las gallinas criollas. Trelles (2014), menciona que las gallinas criollas llegaron a América con la venida de los conquistadores españoles dando origen a cuatro agrupaciones primarias, demostrando su adaptabilidad productiva en las condiciones de la región y toda América.

#### **2.1.2. Clasificación taxonómica de la gallina criolla**

- Tipo: Cordado
- Subtipo: Vertebrados
- Clase: Aves
- Orden: Gallinacea
- Suborden: Galli
- Familia: Phaisanidae
- Género: Gallus

- Especie: *Gallus domesticus*

### **2.1.3. Generalidades de La gallina criolla**

La avicultura de traspatio, es conocida como del solar, rural o criolla, domestica no especializada o autóctona, establece un sistema tradicional de producción pecuaria que realizan las familias campestres en el patio de sus viviendas y en torno a las mismas, consiste en criar un pequeño grupo de aves no especializadas que se alimentan con insumos producidos por los propios campesinos o lo que ellas comen por si mismas en el campo y de desperdicios de la unidad familiar Juárez-Caratachea y Ortiz (2001).

Las gallinas criollas, por definición, son aquellas propias del lugar donde han desarrollado sus características para su supervivencia, y se clasifican como semipesados, ya que no corresponden al patrón de las aves de postura ni a las de engorda (Soto et al., 2002).

(Segura, et al., 2006), manifiesta que la gallina criolla comprende una gran variedad de biotipos de diferentes colores de plumas y rasgos morfológicos que se encuentran ampliamente distribuidos en el territorio nacional. Las aves criollas están presumiblemente adaptadas a las condiciones locales, como resultado de la selección natural. El conocimiento del comportamiento productivo de estas aves podría conducir a la caracterización y mejora genética. Las aves criollas interactúan con la gente de las comunidades rurales, proporcionándoles alimento a bajo precio.

### **2.1.4. Genética de las gallinas criollas**

En la población avícola criolla se desconoce la variabilidad y frecuencia de rasgos de apariencia fenotípica, así como de aquellos genes que confieren adaptabilidad productiva. Se sabe, sin embargo, que las especies pasan por modificaciones y que las que hoy se conocen descienden por generación directa de las preexistentes. La población de aves criollas representa un material genético derivado de distintas razas, pero que ha estado cerrado durante varias generaciones y que puede ser obtenido en distintos países de Latinoamérica (Barrantes, 2009).

### **2.1.5. Ventajas de la producción avícola**

Según (INTA, 2008), las aves tienen una gran importancia en la economía

debido a sus bajos costos de producción y a la alta demanda de carne y huevos en el mercado, por su costo accesible e inclusive a su alta calidad nutricional en cuanto a la proteína (20-22 %), requieren pocos espacios de producción y se adaptan fácilmente a cualquier tipo de sistema de explotación productiva; son especies que resisten cualquier condición adversa existiendo un alto desarrollo tecnológico a nivel mundial; algunos autores consideran que esta especie es eficiente en cuanto al aprovechamiento de los alimentos.

#### **2.1.6. Desventajas de la producción avícola**

En la alimentación de las aves se utiliza masivamente granos, cereales y otros productos de consumo humano por lo que en ciertas épocas del año son escasos y como consecuencia existe déficit de materia prima y por tanto incrementan los costos de producción; otra desventaja que existe en la producción avícola es su aparato digestivo ya que es corto, y el alimento al pasar por él no es aprovechado en su totalidad (INTA, 2008).

## **2.2. INCUBACIÓN**

### **2.2.1. Definición**

Según Berry (2007), señala que la incubación artificial es una práctica muy antigua, donde Aristóteles en el año 400 a.c. describía que los egipcios incuban los huevos en pilas de estiércol; también menciona que los chinos iniciaron el desarrollo de la incubación artificial en el año 246 a.c. De acuerdo a (Arias et al., 2003), la incubación artificial de huevos, consiste en sustituir el ave madre de manera que no necesite estar junto al huevo incubando para que este se logre, dando oportunidad al ave madre seguir poniendo huevos más pronto con la incubadora se hace posible tener el crecimiento de la población en aves; los huevos recientes pueden meterse a incubar o ser comercializados para su consumo.

Según (Arias et al., 2003), manifiesta que la incubación de huevos de ave es un proceso en la cual intervienen diversos componentes tales como las características de reproducción, el almacenamiento en los lugares de cría, mano de obra disponible, condiciones ambientales y el factor tiempo, para lograr una mayor probabilidad de nacimiento de pollitos sanos. Sin embargo (Ricaurte, 2006), describe a la incubación como un medio externo del desarrollo embrionario que interactúan factores como:

temperatura, humedad, ventilación y volteo de los huevos. Por tanto, INDAP (2011), reporta que todos los factores que interactúan, la temperatura es el factor de mayor importancia, ya que, pequeñas variaciones en sus valores pueden resultar letales para muchos embriones.

(INTA, 2008), describe que la incubación natural de una gallina doméstica es también conocida como clueques y esta se detecta cuando la gallina se queda en su nido, los huevos no deben tener más de 12 días de haberse puesto a iniciar la incubación o nidez; además durante este periodo la gallina pierde grasa y plumas para una mejor transmisión de calor corporal a los huevos, garantizando la ventilación al momento de moverse o al salir alimentarse o al cambiar de posición al huevo con el pico.

### **2.2.2. Manejo del huevo fértil**

Ricaurte (2006), manifiesta que didácticamente se puede diferenciar en el proceso de incubación dos etapas: la primera etapa o de pre-incubación que abarcaría todas aquellas prácticas de manejo efectuadas desde la puesta del huevo hasta su colocación en el interior de la incubadora. Y, la segunda etapa o incubación propiamente dicha que englobaría también la eclosión o nacimiento del pollo. El manejo al que se someten los huevos es una de las principales causas de una mala incubabilidad y además de relativamente fácil diagnóstico. A continuación, se señalan las etapas y las principales normas de manejo de los huevos fértiles, para obtener un cierto éxito a lo largo del proceso de incubación.

- El momento de la puesta del huevo es el momento idóneo de detener el crecimiento embrionario disminuyendo progresivamente su temperatura hasta unos 16 – 18°C; nunca sobrepasando los 20 – 22°C; a partir de los cuales el embrión continuara desarrollándose, provocando su debilitamiento y menor vitalidad posterior, al ser colocado en la incubadora.
- El desarrollo embrionario no puede ser considerado como algo aislado de las condiciones del medio que rodea a los huevos durante la incubación.
- Los cambios que tienen lugar en el huevo durante la incubación se presentan ordenados y regidos por leyes naturales. Estos cambios producen, con normalidad, solamente bajo niveles determinados de temperatura, humedad, contenido químico del aire y posiciones del huevo.
- Por otra parte, el mismo huevo incubado modifica el medio que lo rodea al

emitir calor, gases y vapor de agua hacia el mismo.

### **2.2.3. Pasos previos a la incubación**

Fúnez (2010), manifiesta que, como todo proceso, en la incubación existen pasos previos para lograr el nacimiento del ave, como son:

- Recolección de huevos.
- Limpieza del huevo: en este proceso se limpian y desinfectan perfectamente los huevos, de tal manera que exista una mejor oxigenación y óptimo desarrollo de embriones, así como evitar la contaminación de estos.
- Revisión física: se observa cuidadosamente si existen alguna imperfección, deformación o ruptura en la superficie de la cascara de huevo.
- Selección: tras el proceso de revisión física, se procede a escoger los huevos más óptimos para su incubación. Los que no pasan la minuciosa prueba de calidad, se procede a su venta directa.

#### 2.2.3.1. Selección de los huevos

Smith (2010), citado por Manzanillas (2015), señala que la mayoría de los productores eligen tantos huevos como sus criadoras producen. Si el espacio de la incubadora es un factor limitante, es más provechoso seleccionar los huevos para incubar son:

- Seleccione los huevos de las productoras que están ya desarrolladas, madura y sanas; que han sido aseguibles al gallo y producen un alto porcentaje de huevos fértiles; que no se alteran mucho durante la estación de acoplamiento; se alimentaron con una dieta completa; y que no han tenido problemas de cruce con aves parientes (consanguinidad).
- Evitar que los huevos excesivamente grandes o muy pequeños. Los huevos grandes se incuban mal y los huevos pequeños producen polluelos pequeños.
- Retener los huevos con cascara agrietadas o delgadas. Estos huevos tendrán problemas con la retención de humedad y dificultan el desarrollo apropiado del polluelo. La penetración de bacterias

patógenas aumenta en los huevos agrietados.

- No incubar huevos excesivamente deformes. Guarde solamente los huevos limpios para incubar. 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. El lavado y la acción del frotamiento también provocan la entrada de microorganismos y de enfermedades a través de los poros de la cascara.

#### 2.2.3.2. Cuidado y almacenaje del huevo

Smith (2010), reporta que muchas veces un productor atiende cuidadosamente al proceso de la incubación, pero desatiende el cuidado de los huevos antes de que se coloquen en la incubadora. Incluso antes de que la incubación comience el embrión este´ desarrollándose y necesita cuidado apropiado. Los huevos que se incuben sufren de eclosión reducida si no se cuidan correctamente. Abajo se enumeran los cuidados que ayudaran a mantener la calidad del huevo a incubar:

- Recolecte los huevos por lo menos tres veces al día. Cuando las temperaturas son altas y excedan los 85°F. Recoja los huevos 5 veces al día. Recoja los huevos dos o tres veces por la mañana y una o dos veces por la tarde.
- Los huevos levemente manchados se pueden utilizar para incubar sin causar problemas en la incubación, pero los huevos sucios no deben ser incubados.
- Almacenar los huevos en un almacén fresco y húmedo. Las condiciones de almacenaje ideales incluyen una temperatura de 55°F y una humedad relativa de 75 %. Almacene los huevos con el extremo pequeño hacia abajo.
- Cambiar la posición de los huevos si no incuba periódicamente en el lapso de 4-6 días. De la vuelta a los huevos a una nueva posición una vez diariamente hasta la colocación de ellos en la incubadora.
- La fertilidad del huevo, se mantiene razonablemente bien hasta el séptimo día, pero luego declinara rápidamente. Por lo tanto, no almacene los huevos más de 7 días antes de incubar. Después de 3 semanas de almacenaje, la fertilidad cae a casi cero. Planee y tenga

un horario regular al incubar para evitar problemas de almacenaje y bajas en la fertilidad.

- Permitir que los huevos frescos se calienten lentamente a la temperatura ambiente antes de colocarlos en la incubadora. La precipitación al calentarlos de 55 – 100°F. Causará la condensación de la humedad en la cascará de huevo que conducirá a enfermedades y a una baja natalidad.

#### 2.2.3.3. Tiempo de almacenamiento

Cuando los huevos incubables se conservan a temperatura de 18,3°C (65°F), se detiene por completo el desarrollo embrionario. Sin embargo, disminuye la incubabilidad por cada día que los huevos están detenidos; si los huevos se almacenan menos de 5 días no se afecta el porcentaje de nacimiento, al almacenarlos por más tiempo ocasiona disminución considerable la incubabilidad, aproximadamente un 2 % por cada día adicional de almacenamiento. Cuanto más tiempo se desee almacenar, más se debe bajar la temperatura y aumentar la humedad relativa (North y Bell, 1993).

El tiempo de almacenamiento óptimo depende de la edad de la parvada reproductora; a continuación, se detalla el tiempo óptimo de almacenamiento recomendado:

- Huevos de fase I: los huevos de reproductores de primera fase, (25 a 33 semanas de edad) se deben almacenar por 5 días para mejorar la calidad de la albumina.
- Huevos de la fase II: los huevos de reproductoras de segunda fase, (34 a 50 semanas) se deben almacenar por un máximo de 5 días.
- Huevos de fase III: los huevos de tercera fase, (de 51 semanas en adelante) se deben incubar con el menor tiempo de almacenaje posible (máximo 3 días de almacenamiento) (Vásquez, 2008).

#### 2.2.4. Proceso de incubación

Según Fúnez (2003), el proceso de incubación requiere el cumplimiento de los siguientes aspectos:

- Control de temperatura y humedad: La temperatura debe estar controlada por medio de un termostato, cual mantiene un calor constante de 37,5°C. Así mismo, es importante mantener un 60 % de humedad durante el proceso



de incubación.

- Movimiento del huevo: Es necesario girar los huevos cada 4 horas al día como mínimo, ya que permite que el huevo retenga el calor en su totalidad.
- Supervisión constante: Primeramente, se realiza una revisión a través del ovoscopio (lámpara incandescente), para determinar si los huevos son fértiles o no. Al concluir, se proceda a evacuar los huevos infértiles o dañados después de un periodo de 7 días ya iniciado dicho proceso. Para los huevos restantes (fértiles, continua su periodo de incubación).

Según (Arias et al., 2003), menciona que los huevos de cada especie de ave tienen características propias para la incubación como temperatura, humedad relativa, tiempo de incubación y movimiento de huevo; estas condiciones deben de generar la incubadora para lograr el nacimiento de las aves. Para ello se debe tener la supervisión y registros de huevos en la incubadora para detectar alguna anomalía que se presente garantizando el éxito de la incubación artificial. La incubación de las gallinas presenta las siguientes particularidades:

- Tiempo de incubación: 21 días.
- Temperatura: 37,5°C.
- Humedad relativa: 60 %.
- Movimientos del huevo: 4 veces/día.

#### 2.2.4.1. Temperatura

Según Berry (2007), la temperatura es sumamente importante durante la incubación. Las variaciones de más de un grado del óptimo pueden afectar desfavorablemente el número de huevos que van a eclosionar con éxito. Las fluctuaciones de menor importancia (menos de medio grado) sobre o debajo de 100 grados Farengey son tolerables; los periodos prolongados de altas o bajas temperaturas alteran el éxito de la incubación, las temperaturas altas son de extremo cuidado (Ramos y Arestegui, 2014). Durante el desarrollo embrionario la división celular se hace más lenta por debajo de los 26°C y cesa completamente a los 21°C (cero fisiológico).

Para que los embriones permanezcan viables deben mantenerse en condiciones óptimas (temperatura y humedad), el patrón de temperatura que deben seguir los huevos es una temperatura descendente desde la postura hasta el cuarto de almacenamiento, que debe estar entre 18–20°C (65–68°F ) con una humedad entre 75 a 80 % (North y Bell, 1993);

ya en la incubación la temperatura en la parte superior de los huevos es de 38,3°C (101°F) durante la primera semana, 38,8°C (102°F) para la segunda semana y 39,4°C (103°F) hasta la eclosión de los huevos, sin embargo, es necesario disminuir el nivel de temperatura en los dos últimos días de incubación de acuerdo a las etapas de incubación (Berry, 2003) (North y Bell, 1993).

La temperatura del aire se constituye en el factor fundamental en este proceso. La temperatura de las incubadoras se enmarca entre 37 – 38°C. Es necesario disminuir el nivel de la temperatura durante los últimos días (2 a 3), de incubación, es decir, que la temperatura se ajusta según las etapas de incubación.

- Primera etapa de incubación (1 a 18 días): 37,5 – 37,7°C.
- Segunda etapa de incubación (19 a 21 días): 36,5 – 37°C.

Temperaturas arriba de lo ideal adelantaran el nacimiento y temperaturas por debajo lo retrasaran, el tiempo de adelanto o retraso depender de cuanto se incremente o disminuya la temperatura y el tiempo que permanezca fuera del óptimo, las 504 horas (21 días) que debe durar el periodo de incubación deben ser la guía del incubador, más de 4 horas de desajuste en este periodo requieren que se corrijan las condiciones de incubación, y la temperatura es el factor que más influye sobre tiempo de nacimiento. A pesar que cada tipo de incubadora tiene una recomendación de temperatura óptima, esta varía según algunos factores como: tamaño del huevo, calidad del cascarón, genética, edad de las reproductoras, tiempo de almacenamiento y humedad relativa de incubación (North y Bell, 1993).

#### Efecto de variaciones de la temperatura sobre la incubabilidad

Sin duda la temperatura es uno de los factores ambientales más importantes durante todo el proceso de incubación, los embriones soportan leves variaciones (+0,4°F) sin efectos nocivos notables sobre la incubabilidad, sin embargo, desviaciones mayores a 0.6 tendrán efectos dañinos notables sobre la incubabilidad, estas desviaciones asociadas con el tiempo de exposición causan grandes pérdidas en la planta de incubación. Las altas temperaturas son las que ocasionan los mayores daños, según (North y Bell, 1993), las exposiciones de los embriones por seis horas a 110°F provocan disminución notable en la incubabilidad y 115°F por tres horas ocasionara la muerte de todos los embriones. Las bajas temperaturas son menos letales y menos frecuentes

durante el proceso de incubación, pero no por eso menos importantes, exposiciones a bajas temperaturas alargan el periodo de nacimiento y provocan un decremento significativo en la calidad del pollito, debidas básicamente a mal posiciones embrionarias (North y Bell, 1993).

#### 2.2.4.2. Humedad

(Jijon, 2009), menciona que se debe controlar cuidadosamente la humedad para prevenir la perdida innecesaria de humedad en el huevo. La humedad relativa en la incubadora debe ser controlada tres días antes de iniciar la incubación debiendo permanecer en 58-60 % o 84 – 86°F bulbo seco. Al incubar, la humedad se aumenta hasta 65 % o más. Durante el periodo de incubación el contenido del huevo debe perder cierta cantidad de agua, esta pérdida de humedad es muy importante ya que tiene gran influencia en la calidad del pollito. La pérdida óptima de humedad influirá mucho en la calidad y en el porcentaje de nacimiento. La pérdida debe ser suficiente para que la cámara de aire alcance el tamaño adecuado para que el embrión pueda realizar la transición respiratoria córioalantoidea a respiración pulmonar (Salazar, 2000).

Durante la incubación del huevo pierde agua constantemente, o que es imposible evitar, no obstante, el régimen de humedad que se establezca ha de ir dirigido a disminuir la evaporación de agua de los huevos durante la primera semana de incubación y acelerarla a partir de la mitad de la incubación. La pérdida de agua por evaporación ocasiona también la perdida de calor de los huevos. De esto se infiere que, en los primeros días de incubación resulta desventajosa una evaporación excesiva de agua. Al final de proceso de incubación se hace necesario aumentar la humedad a fin de facilitar reblandecimiento de las membranas de la cáscara y, con ello, el picaje de la misma. Por lo tanto, en los últimos días de la incubación, cuando las reservas de agua en el huevo han sido agotadas, es necesario elevar la humedad relativa del aire en el gabinete a fin de evitar el desecamiento de las membranas de la cáscara y del plumón de los pollitos en la fase de eclosión. La humedad relativa necesaria de acuerdo a la etapa de incubación es la siguiente:

- Primera etapa de incubación (1 a 18 días): 55 – 60 %.

- Segunda etapa de incubación (19 a 21 días): 70 – 75 %.

#### Problemas con la humedad

- Exceso de humedad: pollitos blandos y débiles.
- Falta de humedad: pollitos adheridos a la cáscara (Sarda, 2002).

#### 2.2.4.3. Ventilación

Mediante el aire que circula en el interior de la incubadora, llega a los huevos el calor y la humedad necesaria. Por otra parte, el recambio de aire constante es necesario para la extracción de exceso de calor que pudiera acumularse en el interior del gabinete de incubación y asegurar la pureza del aire. Durante la incubación el huevo absorbe oxígeno y elimina anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>), en gran cantidad. Una adecuada reventilación es necesaria para eliminar el agua que produce el huevo por transpiración, renovar el oxígeno imprescindible para la respiración del embrión y eliminar el CO<sub>2</sub>. La temperatura del aire que penetra en la incubadora ha de estar siempre por debajo de los 28°C. La falta de ventilación produce pollitos débiles y blandos que tienen gran dificultad para salir del cascarón. (www.iespana.es., 2011).

La correcta circulación de aire en la incubadora se garantiza mediante el funcionamiento de los ventiladores, los inyectores o los extractores de aire, las compuertas u orificios de entrada y salida, etc. La temperatura del aire que penetra en la incubadora ha de estar siempre por debajo de los 28°C (Sarda, 2002).

#### 2.2.4.4. Volteo

(INTA, 2008), menciona que, en la incubación natural, la gallina voltea los huevos que incuba con cierta frecuencia, ya con las patas o el pico. De ahí que en el proceso de incubación artificial sea necesario repetir este procedimiento mediante medios mecánicos. El huevo al perder agua durante la incubación, sufre un proceso de desecamiento. Por este motivo, el embrión está expuesto a pegarse a las membranas internas de la cáscara, lo que puede provocar su muerte, en particular durante los primeros seis días de incubación. A esto contribuye el hecho de que el peso específico del embrión lo lleva a mantenerse en la parte superior de la yema, durante los primeros días, por debajo y muy cercano a la cáscara, en la zona de la cámara de aire. Por otra parte, la posición del huevo influye sobre la posición futura que adoptará el pollito en el momento de prepararse para la eclosión. Esto es de gran importancia para obtener un

alto por ciento de nacimiento (Sarda, 2002).

Los huevos no deben voltearse cuando falten de 2 a 3 días para el nacimiento de los pollos. Estos posicionarse dentro del huevo para empezar a picar el cascaron y lo harán mejor si están quietos. Para entonces el embrión será suficientemente grande y habrá consumido la mayor parte de yema, por lo que ya no correrá peligro de ser aplastado por la yema y el cascaron. (www.iespana.es.; 2011).

#### 2.2.4.5. Miraje

(Bustamante, 2002), el miraje tiene como finalidad el detectar huevos claros o embriones muertos precozmente. Estos huevos serán eliminados para evitar una excesiva evaporación de agua y una fuente de contaminación.

El miraje se efectúa el día siete de incubación, hemos de evitar los efectos de un cambio térmico brusco, tomando todas las precauciones posibles. El miraje lo realizamos con un ovoscopio. Puede suceder que se pongan a incubar huevos y que después de todos los cuidados prestados no nazca ningún pollito porque los huevos no eran fértiles. Para evitar que esto suceda es necesario examinar los huevos.

Para ello necesitara de un ovoscopio, una caja pequeña dotada de luz eléctrica o de otro tipo. Poniendo el huevo frente a la luz (o frente a la luz solar) podrá descubrir si el desarrollo es el adecuado.

Es necesario comprobar los huevos:

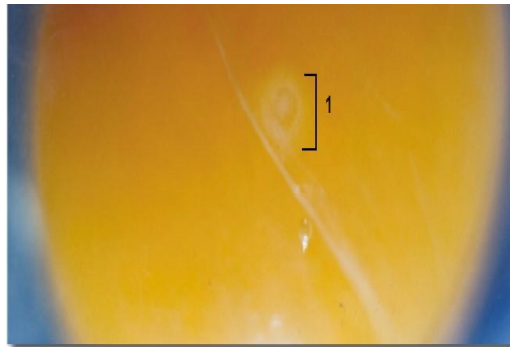
- Antes de colocarlos en la incubadora.
- Siete días después.
- El día 18 del periodo de incubación.

Miraje durante la Incubación.

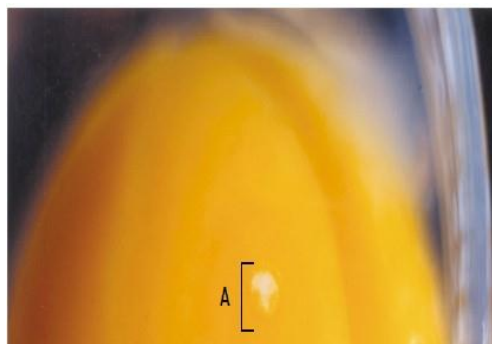
- Ninguna señal de desarrollo = huevo no fértil.
- Fértil con vasos sanguíneos.
- Mancha roja o negra = muerto precozmente
- Embrión con anillo rojo = muerto precozmente.
- Embrión vivo con el pico en la cámara de aire = eclosión dentro de 48 horas.
- Evolución normal de la cámara de aire en función de los días de incubación (www.biblioredes.cl.; 2006).

### 2.2.5. Desarrollo embrionario

Según (Plano y Di Matteo, 2001), en un huevo fértil el desarrollo del embrión se observa la formación del blastodermo como lo muestra Figura 1. Al momento de la postura es un embrión de varias células. No se encuentra las lagunas del periblasto, aparece en cambio un área interna o pelúcida, que es una formación embrionaria oval en el centro del blastodermo. En la periferia se ubica el área opaca. Mientras que en huevo infértil el blastodisco se encuentra sobre la yema y lo recubre la membrana vitelina, tomando en cuenta esta posición por la menor densidad con respecto al contenido vitelino de la yema (Figura 2). El blastodisco se observa como una formación blanquecina con un diámetro que oscila entre 3 a 4 mm, hallándose constituido por una vesícula germinal rodeada por un círculo polar.



**Figura 1.** Embrión en la primera hora de incubación



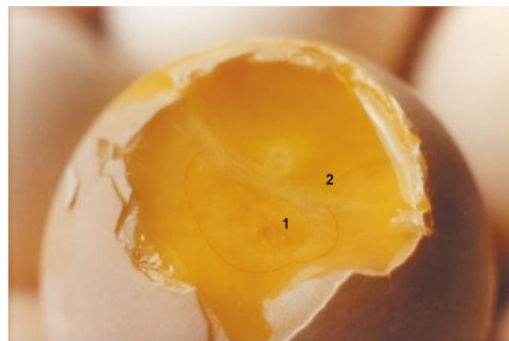
**Figura 2.** Embrión a las 4 horas de eclosión

**Día 1:** luego de las veinte horas de incubación comienza a desaparecer la línea primitiva. El mesodermo aparece a cada lado del área pelúcida, se forman los cuernos del mesodermo, constituyéndose el falso pro-amnios. Se forman las estructuras anexas del embrión, que serán responsables de la nutrición del futuro embrión.



**Figura 3.** Embrión de 1 día.

**Día 2:** en este momento se forman la mayoría de los futuros órganos del embrión. Se aprecia muy bien la formación de los vasos sanguíneos sobre el saco vitelino. El embrión comienza a girar hacia el lado izquierdo. En la porción proximal se observan los vasos sanguíneos intraembrionarios (1) que se originan en la aorta. Los vasos sanguíneos extraembrionarios (2) unirán el embrión con el saco vitelino.



**Figura 4.** Embrión en el día 2

**Día 3:** empieza la formación del amnios que rodea al embrión. La flexión cráneo caudal es ahora más profunda. Comienza la formación de alas, patas, nariz y alantoides. Los vasos sanguíneos (1) y el órgano pulsátil (2), se observan fácilmente, se observan los latidos.



**Figura 5.** Embrión en el día 3.

**Día 4:** en este día el embrión se encuentra separado del saco vitelino, debido a ello ha quedado doblado hacia su lado izquierdo, quedando fijado por el pedículo vitelino. En este momento se forma la bolsa amniótica. Se inicia la formación del estomodeo (futura boca) y lengua del embrión. Se empieza a notar la formación del ojo (1).



**Figura 6.** Embrión en el día 4.

**Día 5:** se puede observar a simple vista los ojos (1). Empieza la diferenciación sexual. Se forma la molleja y el proventrículo. Los cartílagos comienzan a osificarse.



**Figura 7.** Embrión en el día 5.

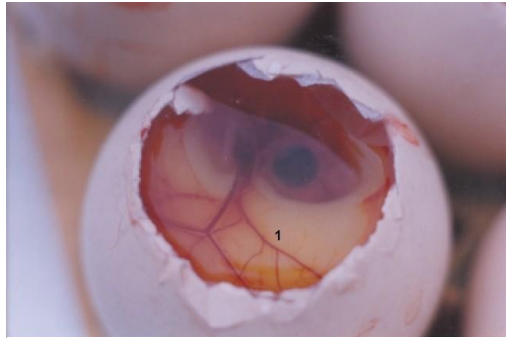
**Día 6:** comienzan los movimientos voluntarios del embrión. Se inicia la formación del pico, se observa la estructura denominada diamante del pico (1).





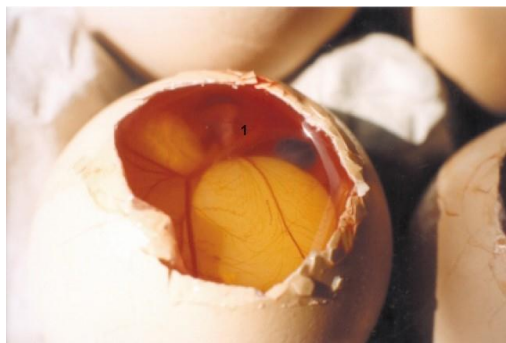
**Figura 8.** Embrión en el día 6.

**Día 7:** rotación del embrión. Se observa muy bien la vascularización del vitelo (1). Los movimientos son muy notables. Se visualiza las patas, alas y pico. El embrión se encuentra todavía sobre la superficie del saco vitelino.



**Figura 9.** Embrión en el día 7.

**Día 8:** el embrión se ubica lateralmente al vitelo (1), se notan los dedos y las patas; se inicia la formación de los folículos de las plumas.



**Figura 10.** Embrión en el día 8.

**Día 9:** las patas se orientan hacia la cámara de aire (1). El embrión tiene forma de ave y se observa la abertura bucal.



**Figura 11.** Embrión en el día 9.

**Día 10:** el pico comienza a endurecerse (1). En este momento el embrión está separado del saco vitelino y flota libremente en el líquido amniótico.



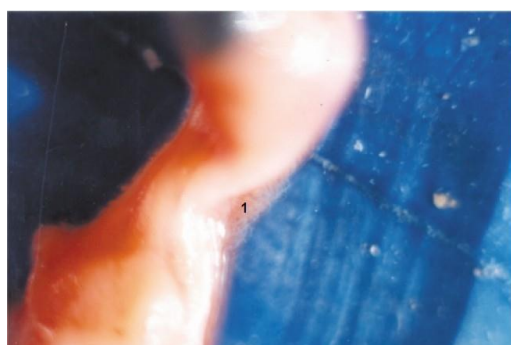
**Figura 12.** Embrión en el día 10.

**Día 11:** el cuerpo del embrión crece rápidamente, el párpado (1) comienza a cubrir el ojo. Se comienzan a notar las proporciones anatómicas.



**Figura 13.** Embrión en el día 11.

**Día 12:** los dedos están completamente formados. Se producen la mineralización ósea y comienza el desarrollo de las escamas en la piel de las patas.



**Figura 14.** Embrión en el día 12.

**Día 13:** comienza la absorción de la proteína que contiene el líquido amniótico. Aparecen la cresta, barbillas, y escamas de las patas. El plumón (1) cubre todo el embrión.



**Figura 15.** Embrión en el día 13.

**Día 14:** las proporciones corporales son las características de un pollo, el embrión efectúa una rotación y altera su posición con relación al eje longitudinal del huevo.



**Figura 16.** Embrión en el día 14.

**Día 15:** la albumina ha desaparecido en su totalidad. Si se encuentran vestigios de esta, es por humedad alta o temperatura baja, o ambas situaciones, en la incubadora. El intestino comienza (1) a penetrar al interior de la cavidad abdominal.



**Figura 17.** Embrión en el día 15.

**Día 16:** se observa la presencia de plumas en todo el embrión. El vitelo (1) tiene un rol muy importante en este momento, si la temperatura de la incubadora sube a valores muy altos, se desnaturalizan las proteínas afectando así su valor nutritivo.



**Figura 18.** Embrión en el día 16.

**Día 17:** el embrión ha absorbido todo el líquido amniótico y alantoideo. Se ubica en posición normal para nacer, con el pico debajo del ala derecha. Se prepara para el nacimiento.



**Figura 19.** Embrión en el día 17.

**Día 18:** ya ha completado totalmente su crecimiento, el pico se orienta hacia la derecha. Comienza la absorción de la yema, junto con la entrada del saco vitelino (1) en la cavidad abdominal.



**Figura 20.** Embrión en el día 18.

**Día 19:** el embrión ocupa todo el espacio del huevo, excepto la cámara de aire. En este momento empieza la respiración pulmonar. Durante este proceso de absorción, el embrión comienza a sufrir contracciones espasmódicas, haciendo que la cabeza se impulse hacia fuera, el pico se dirige hacia arriba y a la derecha. Finalizando el proceso de penetración del saco vitelino en la cavidad abdominal.



**Figura 21.** Embrión en el día 19.

**Día 20:** el embrión luego de romper la cámara de aire, ocupa todo el espacio disponible y comienza a picar (1).



**Figura 22.** Embrión en el día 20.

**Día 21:** comienza los esfuerzos para eclosionar, picando las cascara del huevo (1), en forma rotativa y en sentido inverso a las agujas del reloj. Los pollitos nacen mojados y agotados por el esfuerzo que realizan en la eclosión.



**Figura 23.** Embrión en el día 21.

### **2.2.6. Embriodiagnosis**

Según (Plano y Di Matteo, 2001), una vez finalizado el nacimiento, en la planta de incubación, se eligen las bandejas de nacederas y de ellas toman todos los huevos que han quedado sin eclosionar, y se los coloca en una bandeja, para su posterior análisis, en un lugar apropiado y con buena iluminación. Se trata de un diagnóstico de mortalidad embrionaria. Este procedimiento permite efectuar un diagnóstico de fertilidad.

#### **2.2.6.1. Clasificación por categorías**

A medida que el técnico va observando y abriendo los huevos que quedaron sin eclosionar realiza el diagnostico en el momento que se interrumpió el proceso de incubación. A continuación, se definen las categorías de acuerdo a la falla de la eclosión:

- Huevos infértiles: son los que no han sido fertilizados, y por tanto no tienen desarrollo embrionario.
- Huevos fértiles: el ovulo ha sido fecundado, en el momento de la postura es un embrión con alrededor de 50.000 células. Este diagnóstico diferencial entre huevo fértil e infértil es relativamente fácil en huevos frescos.
- Fase 1, mortalidad embrionaria temprana (1-4 días) el diagnostico en este periodo es difícil, un signo muy notable es la formación de las

estructuras anexas al embrión.

- Fase 2, mortalidad embrionaria media (5- 17 días) lo más importante en esta fase, que inicia la formación del ojo y finaliza cuando el pollito se prepara para la eclosión.
- Fase 3, mortalidad embrionaria tardía (18-21 días), se caracteriza por la absorción del saco vitelino y el pasaje a una respiración pulmonar.
- Picados no nacidos (PNN), se trata de pollitos que picaron el cascarón, pero no eclosionaron totalmente.
- Pollitos con mal formaciones corresponden a etiologías muy variadas y sus anomalías son muy diversas.
- Huevos Cascados, son huevos que al abrirlos se los encuentra deshidratados o vacíos de contenidos por fisuras de las cascara durante la manipulación con la consiguiente perdida excesiva de humedad.
- Huevos Contaminados, su incidencia varía en función del manejo de las granjas de reproductores. La contaminación puede ser debida a hongos o bacterias. Se identifica por color y olor que los caracteriza al momento de abrirlos.
- Pollitos de descarte, son pollitos que han nacido, pero que no serán viables en la granja de crianza, motivo por el cual se los considera de descarte. Existen algunas patologías tales como: pollitos con el ombligo congestivo, pollitos con el ombligo mal cicatrizado, pollitos con botones negros en el ombligo, pollitos con el ombligo congestivo sin cerrar, pollitos con onfalitis, pollitos pegajosos, pollitos pegajosos, pollitos secos con los cascarones de los huevos pegados, pollitos muertos en las bandejas nacederas, pollitos que nacen con defectos, pollitos despatarrados, pollitos con signos nerviosos, pollitos que no se pueden parar.

A continuación, se detalla los valores normales de cada Fase en la embriodiagnos.

**Tabla 1.** Valores Normales de la Embriodiagnos

Infertilidad:	3.0-10.0 %
Fase 1:	2.0-4.0 %
Fase 2:	0.5-0.7 %
Fase 3:	2.0-4.0 %
PNN:	0.7-0.9 %
Contaminados:	0.5 %
Cascados:	0.3 %
Malformaciones:	0.3 %

**PNN=** Pollos no nacidos

### **2.2.7. Indicadores productivos de los huevos de gallinas criollas**

#### 2.2.7.1. Peso del huevo

Jerez et al. (2010), señalan que el peso del huevo depende del peso vivo de las gallinas criollas, el cual está en función del tipo de alimento que se les proporcione; a la edad de las aves y a la semana de postura en la cual se encuentren, por lo que, al determinar los indicadores productivos de gallinas criollas en un sistema de producción avícola alternativo en Oaxaca, México; determinaron que el peso promedio del huevo a la postura fue de 53.3g.

#### 2.2.7.2. Porcentaje de fertilidad

La fertilidad hace referencia al número de huevos embrionados en relación al número de huevos colocados en la incubadora, una vez desechados los huevos claros tras el primer miraje el día 7 de incubación (<http://www.portalveterinaria.com>. 2003). Es decir, la fertilidad muestra la aptitud de unión del espermatozoide y el ovulo, y para su cálculo se emplea la siguiente propuesta matemática:

$$\text{Fertilidad \%} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de huevos fértiles}}{\text{N}^{\circ} \text{ total de huevos}} * 100$$

De lo indicado se deduce que una pobre fertilidad solo puede ser imputable a los reproductores. (Jerez et al., 2010) el cual manifiesta que al determinar los indicadores



productivos en gallinas criollas en un sistema de producción avícola alternativo, registraron que el porcentaje de fertilidad observado varió entre 75.0 y 85.7 %, además indica que la alimentación de los gallos también influye en la producción de espermatozoides, su vitalidad y en la propia fecundidad, ya que si tienen una mala alimentación o la falta de un elemento en la dieta se tendrá una baja fertilidad por parte de los machos.

### 2.2.7.3. Porcentaje de incubabilidad

La incubabilidad hace referencia al éxito del proceso de incubación o lo que es lo mismo, la capacidad del huevo para eclosionar, produciendo un pollo viable (<http://www.portalveterinaria.com>. 2003), y se sustenta en el siguiente enunciado matemático:

$$\text{Incubabilidad \%} = \frac{N^{\circ} \text{ de pollos nacidos}}{N^{\circ} \text{ de huevos fertiles}} * 100$$

Jerez et al. (2010), reportan que el porcentaje de incubabilidad de los huevos de gallina criolla dependen de los factores de temperatura y humedad que se mantienen en las incubadoras, ya que estos factores son importantes para la eclosión de los embriones en los últimos tres días, por lo que en su estudio determinó valores entre 66.6 y 77.7 % de incubabilidad, Andrade (2011), en su investigación sobre la caracterización de los indicadores de incubabilidad en huevos verdes de gallinas criollas obtuvo porcentajes de fertilidad de un 88.06 % durante la primera replica y 91.04 % en la segunda replica, similar a Juárez-Caratachea A. y Ortiz, (2001), al estudiar la incubabilidad de huevos de gallinas criollas en fertilidad, obtuvo un porcentaje de 2 %. La diferencia entre los porcentajes de incubabilidad mencionados, pueden deberse al tipo de manejo y a las condiciones que se encuentran los reproductores. De acuerdo con Quintana (2009), las principales causas de mortalidad embrionaria temprana, de 0 a 5 días del periodo de incubación, se atribuye a deficiencias en la ración de los reproductores, así como a la presencia de reproductores enfermos, lo que puede ser común en la población de gallinas criollas, debido a que en este tipo de avicultura se carece de adecuados sistemas de alimentación y salud.

## 2.3. METODOS DE SEXAJE

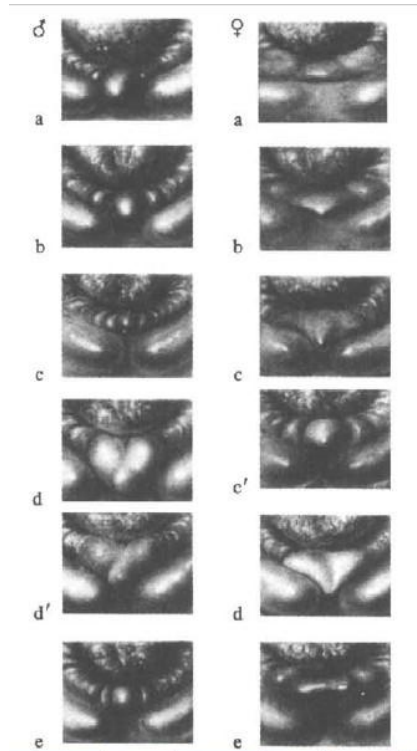
El sexado de pollitos de un día era desconocido antes del 1925. Desde entonces, se han realizado enormes avances hacia su progreso. Actualmente existen cinco métodos generales de sexado para pollitos de un día: método inglés, orificio (cloaca), autosexado, sexado por color y sexado por las plumas (Wilson et al. 2001).

### **2.3.1. Sexado por orificio o japonés (Cloaca).**

Canfield T. H. (1940) cita a Masui, Hashimoto, Forsyth, Gibbs, Shrader, Burrows y Hammond quienes fueron los autores de algunas publicaciones importantes para dicha época quienes además desarrollaron esta técnica de sexaje que involucra el examen visual de la cloaca del pollito, siendo distinguido el sexo de acuerdo a diferencias anatómicas que presentan machos y hembras. Este me ‘todo requiere un entrenamiento exhaustivo por varios meses para lograr la habilidad necesaria, pero es bastante acertado una vez que se ha logrado considerable experiencia.

Los japoneses introdujeron la técnica de la cloaca a los productores de pollos en Estados Unidos en los años 1930, y se convirtió en la técnica más utilizada de la industria avícola en dicho país. Debido a su costo, entrenamiento intensivo requerido, y el potencial para dañar a los pollitos, ha sido reemplazado por otros métodos cuando es posible. Sin embargo, el sexado por la cloaca es todavía utilizado extensivamente por compañías criadoras para líneas de pollos de no autosexado, incluyendo parvadas de padres y abuelos. Debido a que no han sido identificadas características de autosexado en pavos y la mayoría de las especies domésticas, el sexado por la cloaca debe ser utilizado. El mejor tiempo para el sexado por la cloaca es cuando los pollitos tienen de 12 a 26 horas de edad. Pollitos de menores de 12 horas pueden sufrir prolapsos. El sexado de pollitos sin alimentar por más de 36 horas de edad puede ser difícil de abrir y las diferencias anatómicas son más difíciles de detectar que en pollitos más pequeños (Wilson et al., 2001).

Calderón y Gutiérrez (2010), citan a ESAF (2008), describen que para sexar por la cloaca se debe levantar la cloaca del ave, que alberga sus partes genitales, y distinguir las diferencias sutiles que existen entre la musculatura de los machos y de las hembras. Se trata de una operación rápida (menos de 4 segundos son necesarios para determinar el sexo del ave) e indolora, pero que necesita, por parte del sexador, haber adquirido una experiencia técnica difícil.

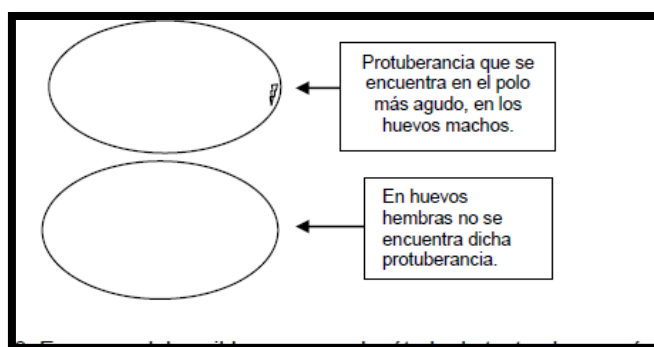


**Figura 24.** Diferencias anatómicas de la cloaca entre macho y hembra

### 2.3.2. Sexado por protuberancia en el cascarón

Calderón y Gutiérrez (2010), citan a Castro y Gutiérrez (2009), los cuales aluden a esta técnica que de manera empírica son quienes han dominado esta técnica, en la que se basa en tomar el huevo de cualquier especie avícola doméstica en la mano y posteriormente, con las yemas de los dedos buscarle una protuberancia o muesca a simple vista en el polo más puntiagudo del huevo y si se localiza, significaría que es macho.

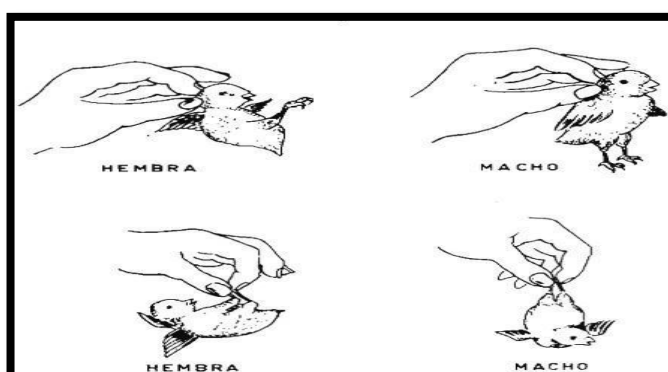
En el caso contrario, si el cascarón es liso, sin prominencias, es hembra. Aclaran, que no es una mancha circular en los polos de la cáscara que se halla a veces en huevos y que significa fertilidad. Es un método que aún está en pruebas debido a la falta de antecedentes debiéndolo ser demostrado su efectividad al compararlo con los demás métodos de sexaje como el método japonés o el inglés, o inclusive al presentar el dimorfismo sexual de las aves.



**Figura 25.** Protuberancia del cascarón.

### 2.3.3. Sexado por el método inglés

(Company, 1963; Paredes y Vaca 2000), describen esta técnica, la cual se originó en Inglaterra en el siglo pasado. Con este método se acierta en un 70 %. Consiste en coger al polluelo de las patitas o de la piel del cuello y de esta manera mirar la posición que toma el animal. Las hembras son más inquietas y nerviosas en cambio los machos mantienen una posición más relajada al momento de realizar este método.



**Figura 26.** Determinación practica del método de sexaje inglés.

## 2.4. TRABAJOS RELACIONADOS

### 2.4.1. Incubabilidad

Con el fin de determinar los parámetros reproductivos y productivos de gallinas criollas para huevo verde, desde la recolección de huevos hasta la etapa inicial. Se hizo la recolección de huevos en la granja de la Flia. Zurita ubicada en la vía Cotaló, cantón Ambato; el proceso de incubación lo realizo en INCUCAMPO empresa del Sr. Campos ubicado en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y la cría de pollitas

en la granja El Carmen ubicada en el cantón Riobamba. Los huevos verdes para incubación presento en promedio pesos de 57.05 +- 7.16g, y su periodo de incubación fue 20.88+-0.32 días, con el 89.55 % de fertilidad, 79.17 % de viabilidad (crías vivas), 5.26 % de mortalidad embrionaria y un índice de incubabilidad de 88.41 % (Andrade, 2011).

Pérez et al. (2000), efectuaron estudios para determinar parámetros de incubación y la etapa inicial de crianza en huevos criollos; para ello se inició en la Granja Avícola de la Estación Experimental de Zootecnia de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Cuba. Obtuvo los siguientes resultados: el peso, longitud, anchura e índice de forma de los huevos fueron de 50.g, 53.8mm, 40.9mm y 76. 2 % respectivamente; la fertilidad e incubabilidad fueron de 93.8 % y 75.3 %; un peso al nacimiento de 32.2g. El peso vivo, conversión alimenticia y viabilidad hasta los 57 días de edad fueron de 361g, 4.13kg pienso/kg de ganancia de peso vivo y 89 % respectivamente. El punto máximo de ganancia diaria calculada se alcanzó a los 78 días con un peso vivo final calculado de 1582g.

Juárez-Caratachea y Ortiz (2001), determinaron la incubabilidad del huevo de gallinas criollas: fertilidad, eclosión y muerte embrionaria, así como los indicadores de eficiencia alimentaria: consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimentaria. Para ello recolectaron huevos de Morelia y Tarinbaro, Michoacán, México este trabajo se desarrolló en el sector avícola de la Posta Zootecnia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Los resultados fueron los siguientes: 1162 (100 %) huevos recolectados, 56.8 % de huevos seleccionados para incubar, 43. 2 % de huevos discriminados, 60.6 % de huevos eclosionados, 6.7 % de muerte embrionaria temprana, 8.3 % de muerte embrionaria tardía, 4.5 % con vitelo roto, 5.7 % picados no eclosionados y 82. 2 % de fertilidad total. El consumo promedio alimentario a las cuatro, ocho y doce semanas de edad fue de 34g, 48g y 72g por animal y la eficiencia alimentaria fue de 3650:1, 3250:1 y 4030:1 para las mismas edades respectivamente. El autor recalca que los problemas de incubabilidad radican en la mala calidad del cascaron y el mejor índice de eficiencia alimentaria se lo registró a las ocho semanas de edad.

Segura et al. (2006), al estudiar los indicadores de productivos de gallinas criollas en un sistema de producción avícola alternativo en Oaxaca, México. Tuvo los siguientes resultados: el porcentaje de incubabilidad fue de 77.7 % a 66.6 %, de fertilidad fue de

85.7 % el mayor y el menor porcentaje de 75 %. Manzanillas (2015), al realizar su investigación, determinó el tiempo de almacenamiento del huevo criollo previo a la incubación sobre el desarrollo embrionario, incubabilidad y calidad del pollito criollo obteniendo los siguientes resultados: el mayor peso del huevo criollo fue de 57g, la mayor fertilidad fue 92.1 %, la mayor incubabilidad fue 88.7 %, el mayor peso del pollito es de 38g.

#### **2.4.2. Métodos de sexaje**

Calderón y Gutiérrez (2010), determinaron la exactitud del método de sexado al tacto en el cascaron, en huevos fértiles de aves de postura y de engorde. La investigación fue realizada en la granja Las Mechudas del municipio de Sacacoyo, Departamento de la Libertad. Como resultados de investigación determinaron que el método de sexado al cascaron no es funcional comercialmente debido a su poco porcentaje de efectividad 65 % respectivamente frente a 98 % citando a Wilson R. ya que es el más utilizado por empresas incubadoras.

Biederman (1987) en su investigación que presento para un mejor entendimiento de la percepción requerida al sexado de pollitos de un día de nacidos. Propuso un grupo testigo de estudiantes de las Universidades de California y la Universidad Estatal de Nueva York y otro grupo conformado por cinco sexadores profesionales en la técnica de sexado a la cloaca para determinar el sexo de pollos al primer día de nacidos. estableció que para poder determinar esta técnica se debe tener un rango mínimo de 1.5 a 3.5 meses de para alcanzar un nivel de 95 % de exactitud al momento de sexar a la cloaca en pollitos de un día de nacidos.

Canfield (1940) señala la forma de desarrollar la técnica de sexado por la cloaca por medio de ilustraciones que desarrollaron esta técnica de sexaje la cual involucra el examen visual de la cloaca del pollito, siendo distinguido el sexo de acuerdo a diferencias anatómicas que presentan machos y hembras. Este método requiere un entrenamiento extensivo por varios meses para lograr la habilidad necesaria, pero es bastante acertado una vez que se ha logrado considerable experiencia, pudiendo llegar hasta el 98 % de exactitud.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 MATERIALES Y METODOS

##### 3.1.1. Ubicación del lugar de estudio

El desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes lugares:

- ✓ La recolección de los huevos criollos se los realizo en las parroquias: San Pedro de la Bendita, El Tambo y Sambí del Cantón Catamayo.
- ✓ El proceso de incubación se lo hizo en la “Finca Experimental Zapotebamba” extensión de la Universidad Nacional de Loja ubicada en Catacocha, cantón Paltas.
- ✓ La cría de pollitos bb se lo realizó en las instalaciones de la “Quinta Experimental Punzara” de la Universidad Nacional de Loja, ubicada en la parroquia San Sebastián del cantón Loja.

Las condiciones meteorológicas de las zonas de influencia se reportan en la siguiente tabla.

**Tabla 2.** Condiciones meteorológicas de las zonas de influencia.

	Paltas	Catamayo	Loja
Altitud m.s.n.m	1270 m.s.n.m	1850 m.s.n.m.	2135 m.s.n.m
Clima	Subtropical húmedo	Templado frío	Templado frío
Temperatura	20 – 25°C	18 – 20°C	17 – 20°C
Precipitación anual	250mm	725mm	607mm
Humedad relativa	10 %	12 %	45 %

**Fuente:** Municipio: de Loja, Paltas y Catamayo.

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de 88 días distribuidos en 7 días de recolección y transporte de huevos criollos, 21 días de incubación y 60 días de crianza de los pollitos bb.

### **3.1.2. Descripción de las unidades observacionales**

El trabajo de investigación tuvo dos etapas: incubación y sexaje. Para la incubación se trabajó con 354 huevos de aves criollas, almacenados con un máximo de 7 días los cuales fueron debidamente seleccionados, desinfectados e identificados. En la presente investigación la cantidad de huevos fue determinada por la capacidad de colecta de las familias del sector rural de las parroquias en estudio del cantón Catamayo. Se realizó la embriodiagnosia al término de la eclosión de los huevos, permitiendo efectuar un diagnóstico de fertilidad, incubabilidad y viabilidad.

Para la evaluación de los métodos de sexaje ancestrales se utilizaron tres métodos: inglés y japonés se lo realizó 12 horas después de haber eclosionado los huevos, y para el método de la protuberancia del huevo de gallina criolla se lo realizó antes de la incubación. Finalmente se procedió al levante y cría de pollitos criollos (2 meses) hasta que se presentó el dimorfismo sexual, tiempo suficiente para validar los métodos de sexaje ancestral. La unidad observacional para la incubación artificial fue el huevo y para el procedimiento de sexaje ancestrales fue el pollito nacido.

### **3.1.3. Procedimiento experimental**

La fase de campo se inició con la colecta de 354 huevos de aves criollas de las familias del sector rural, de las diferentes parroquias del cantón Catamayo. Para la incubación se dispuso de un cuarto cerrado de 30 m<sup>2</sup> con una incubadora de capacidad para 600 huevos en la Finca Experimental Zapotebamba. Para la cría de pollitos criollos se contó con un galpón de 150 m<sup>2</sup> de superficie ubicado en la Quinta Experimental Punzara donde se realizó las respectivas adecuaciones e instalaciones como son:

- ✓ Limpieza
- ✓ Desinfección
- ✓ Ubicación de criadoras
- ✓ Comederos
- ✓ Bebederos
- ✓ Divisiones del galpón para la separación por parroquias.



### 3.1.4. Tamaño de la muestra

El experimento se realizó con 354 huevos de gallinas criollas cantidad máxima de colecta con un periodo de almacenamiento de 7 días, los cuales fueron incubados para evaluar sus parámetros y determinar los métodos de sexaje ancestrales dependerá del número de pollitos nacidos.

### 3.1.5. Variables de estudio

#### 3.1.5.1. Embriodiagnos

Al finalizar el periodo de incubación se realizó el proceso de embriodiagnos a través de ruptura de todos los huevos no eclosionados. A partir de ahí se clasifico la mortalidad embrionaria en los siguientes periodos:

- ✓ Fase 1: mortalidad temprana (1 a 7 días)
- ✓ Fase 2: mortalidad media (8 a 18 días)
- ✓ Fase 3: mortalidad tardía (19 a 21 días) Manzanillas (2015).

#### 3.1.5.2. Fertilidad

Es la capacidad de reproducir huevos fértiles. Los huevos fueron analizados al final del periodo de incubación determinando su fertilidad.

La fertilidad se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{Fertilidad \%} = \frac{N^{\circ} \text{ de huevos fértiles}}{N^{\circ} \text{ total de huevos}} * 100$$

#### 3.1.5.3. Incubabilidad

Es el porcentaje de huevos fértiles que al ser incubados llegan a producir pollitos.

La incubabilidad se calculará con la siguiente fórmula:

$$\text{Incubabilidad \%} = \frac{N^{\circ} \text{ de pollos nacidos}}{N^{\circ} \text{ de huevos fértiles}} * 100$$

#### 3.1.5.4. Viabilidad (al primer día de nacidos)

Es la capacidad de sobrevivencia, se lo realiza calculando el total de pollitos nacidos de acuerdo a la incubabilidad y se resta de los pollos descalificados o descartados.

#### 3.1.5.5. Determinación del porcentaje de efectividad de acuerdo al método de sexaje aplicado

Para determinar el sexo de forma eficaz y para poder comparar la efectividad de los métodos ancestrales analizados se lo realizó (2 meses) cuando se presentó el dimorfismo sexual (cuando se presenta la madurez fisiológica de los animales).

#### **3.1.6. Análisis estadístico**

Para los resultados experimentales de la evaluación de los parámetros de incubación se realizó la prueba de Chi-Cuadrado en las variables: fertilidad e incubabilidad, para determinar si las medias entre grupos son iguales estadísticamente, para lo cual se utilizó el programa estadístico R versión 3.6.1.; y la estadística descriptiva para embriodiagnos y para los métodos de sexaje (ingles, japonés y protuberancia) a través del porcentaje de efectividad por cada parroquia, se emplearon gráficos, tablas, que describen promedios y porcentajes utilizando Excel versión 2016.

## 4. RESULTADOS

La presente investigación se ha obtenido los siguientes resultados, los mismos que se encuentran sujetos a tabulación y análisis estadístico entre los cuales tenemos:

### 4.1. EMBRIODIAGNOSIS

Para evaluar los parámetros de incubación en gallinas criollas se procedió a realizar el proceso de embriodiagnos mediante la ruptura del cascaron de los huevos no eclosionados al término del periodo de incubación; se detalla los datos a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 3.** Determinación de embriodiagnos por parroquias en aves criollas en cuanto a número y porcentaje.

<b>Parroquias</b>	<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>	<b>Fase 3</b>	<b>Contaminados</b>	<b>Total</b>
<i>Sambí</i>	3	4	4	7	47
<i>San Pedro</i>	0	2	0	8	34
<i>El Tambo</i>	1	1	2	2	15
Subtotal	4	7	6	17	96
<b>Promedio</b>	1.1 %	2.0 %	1.7 %	4.8 %	100.0 %

De 354 huevos, 96 no eclosionaron; la mortalidad embrionaria: en la fase 2 fue el mayor porcentaje con 2% (7 huevos), seguido de mortalidad embrionaria en la fase 3 con 1.7% (6 huevos) y la mortalidad embrionaria en la fase 1 fue la más baja con 1.1% (4 huevos); estando dentro de los valores normales de los porcentajes de mortalidad embrionaria.

## 4.2. FERTILIDAD

Para comprobar la fertilidad se procedió a realizar el proceso de embriodiagnos mediante la ruptura del cascaron de los huevos no embrionados al término del periodo de incubación.

A continuación, se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Fertilidad de los huevos criollos en porcentaje.

Parroquias	Nacidos	Muerte Embrionaria	Infértiles	Total de huevos	Fertilidad ( %)
<i>Zambi</i>	71	11	29	118	69.5 %
<i>San Pedro</i>	103	2	24	137	76.60 %
<i>El Tambo</i>	84	4	9	99	88.9 %
Promedio	86	5.7	62	354	78.3 %

Existe diferencia significativa entre los porcentajes de incubabilidad ( $p = 0,0027$ ).

En la parroquia El Tambo se encontró el mayor porcentaje de fertilidad con el 88.9 %, con un total de 84 pollitos nacidos y 4 muertes embrionarias; seguido de San Pedro con 76.6 % de fertilidad y con el mayor número de pollitos nacidos (103), y la menor cantidad de muertes embrionarias (2) y con el porcentaje más bajo fue la parroquia de Sambí con un 69.5 %, con 71 pollitos nacidos y con la mayor cantidad de muertes embrionarias (11) respectivamente. Siendo estos porcentajes altamente significativos ( $P=0.0027$ ) entre las tres parroquias del cantón Catamayo.

## 4.3. INCUBABILIDAD

Esta variable se determinó considerando el número de pollitos nacidos en relación al número de huevos fértiles. Los resultados se expresan a continuación.

**Tabla 5.** Porcentaje de incubabilidad los huevos criollos.

Parroquias	Nacidos	Muerte Embrionaria	Total	Incubabilidad ( %)
<i>Sambí</i>	71	11	82	86.6 %
<i>San Pedro</i>	103	2	105	98.1 %

<i>El Tambo</i>	84	4	88	95.5 %
Promedio	86	5.7	91.7	93.8 %

Existe diferencia significativa entre los porcentajes de incubabilidad ( $p = 0,0038$ ).

Se obtuvo que el mayor porcentaje de incubabilidad fue en San Pedro de la Bendita con 98.1 %, siendo la parroquia con el mayor número de pollitos nacidos (103) y la menor cantidad de muertes embrionarias (2); seguido de la parroquia El Tambo con 95.5 %, con 84 pollitos nacidos y 4 muertes embrionarias y con el menor porcentaje de incubabilidad fue Sambí, con 86.6 %; siendo la parroquia con el mayor número de muertes embrionarias (11) y el menor número de nacimientos (71). Encontrándose diferencia estadística significativa ( $p=0.0038$ ) entre los porcentajes de las tres parroquias.

#### 4.4. VIABILIDAD

Conociendo que la viabilidad es la capacidad de sobrevivencia, se lo realiza calculando el total de pollitos nacidos de acuerdo a la incubabilidad y se resta de los pollos descalificados o descartados; se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 6.** Porcentaje de viabilidad los huevos criollos.

<b>Parroquias</b>	Nacidos	Muerte Embrionaria	Total	Viabilidad (%)
<i>Sambí</i>	71	11	82	100
<i>San Pedro</i>	103	2	137	100
<i>Tambo</i>	84	4	99	100
Promedio	86	5.7	118	100

Se puede evidenciar que en las tres parroquias del Cantón Catamayo la viabilidad en todas ellas es de un 100 % ya que luego de la selección no se realizó el descarte de pollitos bb; debido a que ninguno de los pollitos presento alteraciones o patologías que alteraran su viabilidad, por lo que todos fueron destinados al levante.

#### 4.5. COMPROBACIÓN DE LOS MÉTODOS DE SEXAJE.

Los métodos de sexaje se corroboraron una vez presentado el dimorfismo sexual que en esta investigación se realizó a los 60 días de edad.

**Tabla 7.** Porcentaje de aciertos en los métodos de sexaje.

<b>EFFECTIVIDAD</b>							
<b>Parroquias</b>	<b>Número de animales</b>	<b>Métodos de sexaje</b>					
		<b>Inglés</b>		<b>Japonés</b>		<b>Protuberancia</b>	
		<b>N.A</b>	<b>%</b>	<b>N.A</b>	<b>%</b>	<b>N.A</b>	<b>%</b>
<i>Sambí</i>	64	32	50	26	40.6	32	50
<i>San Pedro</i>	92	53	57.6	47	51.1	43	46.7
<i>El Tambo</i>	74	46	63.5	37	50	25	33.8
<b>Promedio</b>	76.6	43.6	<b>57</b>	36.6	<b>47.2</b>	33.3	<b>43.5</b>

**N.A.:** número de aciertos

No existe estadísticamente significancia entre los métodos de sexaje y el lugar de procedencia de los huevos recolectados; sin embargo, se obtuvo un mayor porcentaje de aciertos en el método inglés 57 %; y con el menor porcentaje de aciertos fue el método de protuberancia en el cascarón con un 43.5 %.

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1. EMBRIODIAGNOSIS**

La mortalidad embrionaria con mayor proporción se evidencio en la fase 2 con 2%, seguido de la fase 3 con 1.7% y la fase 1 fue la más baja con 1.1%; resultados que no cuerda con (Manzanillas, 2015) obteniendo una mortalidad embrionaria tardía, media y temprana con valores de 9.8%, 5.3% y 3.5% respectivamente; recomienda la autora trabajar con huevos que hayan sido almacenados por un máximo de 6 días para mejorar estos índices de mortalidad en embriones. Las causas atribuibles para la mortalidad embrionaria temprana, según North y Bell (1993), es debido al deficiente manejo en el momento de la recolección del huevo en los nidos, transporte, almacenamiento, factores sanitarios, deficiencia de minerales y vitaminas; como en el caso de la vitamina A que puede provocar un aumento en la mortalidad embrionaria, ya que interviene en forma determinante en el desarrollo del sistema sanguíneo.

Sin embargo, Plano y Di Matteo (2001), establecen índices normales de mortalidad embrionaria de: fase 1 con 2.0-4.0 %, fase 2 de 0.5-0.7 % y fase 3 con 2.0-4.0 %; valores que concuerdan con los resultados de nuestra investigación y están dentro de los rangos, que determinan un buen manejo en la recolección del huevo, almacenamiento y transporte.

### **5.2. FERTILIDAD**

En la variable fertilidad Andrade (2011), en su investigación sobre la caracterización de los indicadores de incubabilidad en huevos verdes de gallinas criollas, obtuvo porcentajes de fertilidad de un 88.06 % en la primera replica y en la segunda se incrementó con un 91.04 %, mientras que Pérez et al., (2000), determinó una fertilidad en la etapa inicial de crianza del 91% al igual que Juárez-Caratachea y Ortiz (2001), obteniendo un porcentaje total del 82. 2 %.

Todos ellos superan ampliamente los resultados de fertilidad de nuestro trabajo donde se obtuvieron resultados con un promedio del 78.6% de fertilidad siendo estadísticamente significativa por la prueba Chi-Cuadrado ( $p$ -valor = 0.0027) en las parroquias del cantón

Catamayo; debido al manejo del huevo para la incubación (recolección, selección, desinfección y almacenamiento), diversidad en el sistema de producción (corrales y campo abierto), desconocimiento del: número de aves por Reproductor, a las necesidades nutricionales, entre otros factores responsables por mejorar los índices de incubación. Según Smith (2010), manifiesta que la fertilidad del huevo se mantiene hasta el séptimo día de almacenamiento y en lo posterior declina hasta llegar a cero.

### **5.3. INCUBABILIDAD**

El promedio general de incubabilidad, fue del 93.8 % en las parroquias del cantón Catamayo, representa un promedio alto en comparación con Jerez et al. (2010); Segura et al. (2006) y Pérez et al. (2000), que reportaron porcentajes de incubabilidad de los huevos de gallina criolla entre 66.6, 77.7 y 75.3 respectivamente. Según Jerez et al. (2010), concluyen que el porcentaje de incubabilidad en huevos de gallina criolla dependen de la temperatura y humedad que se mantienen en las incubadoras, ya que estos factores son importantes para la eclosión de los embriones en los últimos tres días.

Sin embargo, los resultados promedios coinciden con Andrade (2011), que al realizar la caracterización de los indicadores de incubabilidad en huevos verdes de gallinas criollas, obtuvo un porcentaje de 92.39 durante la primera replica y en la segunda 84.63 al igual que Manzanillas (2015), con un porcentaje de 88.7. Así mismo, según North y Bell (1993), quienes indican que un 95 % es ideal en la incubabilidad. Con estos porcentajes obtenidos se justifica que el manejo adecuado de los equipos de incubación y el tiempo de almacenamiento de los huevos fueron los correctos.

### **5.4. VIABILIDAD**

Se hace referencia a la capacidad de sobrevivencia de los pollitos al nacimiento, el resultado de la presente investigación fue del 100 % de viabilidad en las tres parroquias de estudio, porcentaje que es superior a lo que presenta Pérez et al. (2000), en la caracterización de la gallina criolla obtuvo un porcentaje de 89 % hasta los 57 días de edad; al igual que Andrade (2011), en la primera replica tuvo un porcentaje de 81.36 % y en la segunda 77.05 %. Según Elsie et al. (2011) los cuales realizaron su investigación en el Centro reproductor de aves semirrusticas perteneciente a la Empresa Avícola Santa Clara, obteniendo una viabilidad del 82.2 %.



Sin embargo, Plano y Di Matteo (2001), en su publicación describe que existen algunas patologías por las cuales se descartan a un pollito, entre las cuales tenemos: patologías en el ombligo (ombligo congestivo, mal cicatrizado, botones negros en el ombligo o congestivo sin cerrar), pollitos con onfalitis, pollitos pegajosos, etc. Son pollitos que han nacido, y estas patologías hacen que no sean viables en la granja de crianza, motivo por el cual se los separa del resto del grupo. En la presente investigación no se realizó esta práctica debido a que todos los pollitos que nacieron se los destino al levante y crianza de los mismos.

## **5.5. MÉTODOS DE SEXAJE ANCESTRALES**

Para los métodos de sexaje utilizados: inglés, japonés y protuberancia del cascarron o al tacto del polo más puntiagudo, se obtuvo resultados del 57%, 47% y 37.5% respectivamente en pollitos criollos, teniendo en cuenta que estadísticamente estos porcentajes no son significativos por tanto no reflejan la efectividad que se busca en métodos de sexaje al cascarron y al nacimiento si se desea ponerlos como referencia. Sin embargo, Company (1998) obtuvo un resultado del 70 % en el método inglés siendo relativamente alto con el obtenido en la presente investigación, pudiendo decir que es una técnica ancestral utilizada de forma empírica por los campesinos y sin tener bases científicas.

Por otra parte, Calderón y Gutiérrez (2010), determinaron la exactitud del método de sexado al tacto en el cascarrón obtuvieron un 65% de efectividad, en huevos fértiles de aves de postura comercial y de engorde determinando que este método de sexado no es funcional comercialmente frente a 98 % del método japonés obtenidos por Wilson et al. (2001) ya que es el más utilizado por empresas incubadoras y el mínimo porcentaje que hubiese posibilitado recomendarlo sería de 85 %; siendo porcentajes altos con el obtenido en nuestra investigación.

Así mismo, Biederman (1987), al sexar pollitos al primer día de nacidos mediante la técnica del método japonés, estableció que para poder determinar esta técnica se debe tener un rango mínimo de 2.5 a 3.5 meses de aprendizaje; (Wilson et al., 2001) obtuvo resultados en 2.5 y 3.5 meses de entrenamiento en el método de sexaje japonés se puede alcanzar un nivel de 95 y 98 % respectivamente, de exactitud al momento de sexar a la cloaca en pollitos de un día de nacidos. En la presente investigación fue muy bajo el porcentaje (47 %) debido a que no se tuvo el tiempo requerido para el conocimiento y

entrenamiento en la técnica del método japonés siendo un factor importante en el momento de realizar el sexado a las aves.

## 6. CONCLUSIONES

- La mortalidad embrionaria con mayor porcentaje fue la fase 2 con el 2%, la fase 3 con 1.7% y la fase 1 con 1.1%.
- El mayor porcentaje de fertilidad se obtuvo en la parroquia de El Tambo con un 88.9 %, con un total de 88 huevos fértiles.
- En cuanto a la incubabilidad de los huevos se obtuvo un 98.1 % en la parroquia de San Pedro de la Bendita siendo el porcentaje más alto y con mayor número de pollitos nacidos (103).
- La viabilidad fue del 100 % en las tres parroquias de estudio, teniendo en cuenta que en la presente investigación no se realizó la práctica de descarte en pollitos al nacimiento ya que todos fueron viables y se los destino al levante de los mismos.
- Se concluye que el manejo adecuado del huevo es importante para aumentar los porcentajes de incubación (embriodiagnos, fertilidad, incubabilidad y viabilidad) y que influye directamente sobre estos parámetros. También es necesario tener conocimientos técnicos sobre el manejo y equipos de incubación para que no incidan en los resultados finales.
- Al evaluar por medio de la estadística descriptiva los métodos de sexaje ancestrales (Ingles, Japonés y Protuberancia de huevo) se determinó bajos porcentajes de efectividad, que a través de conocimiento de la técnica, y entrenamiento se puede aumentar la eficacia del sexaje .

## **7. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda continuar con el estudio de los parámetros de incubación y métodos de sexaje ancestrales en gallinas criollas con el fin de establecer un banco de información técnica, ya que los trabajos de investigación en este tema son escasos y sin validez científica.
- En la aplicación de los métodos de sexaje ancestrales en huevos de gallinas criollas y pollitos al día de nacidos se recomienda obtener experiencia antes de realizar las técnicas de sexado a fin de mejorar la eficacia de los resultados.
- Es necesario mencionar que para próximas investigaciones sobre la evaluación de parámetros de incubación se verifique la procedencia de los huevos, por lo que es un factor importante en la variación de los parámetros a evaluar.
- Realizar estudios similares para mejorar los parámetros de producción y reproducción, aumentando la población de gallinas criollas, mejorando el manejo de los mismos.

## BIBLIOGRAFIA

- Arias A., Gutiérrez A. y Torres R. (2003). Incubadora de huevos de aves. <http://proton.ucting.udg.mx>.
- Andrade G. C. (2011). Determinación de parámetros reproductivos y productivos de gallinas criollas para huevo verde, desde la recolección de huevos hasta la etapa inicial.
- Barrantes F. (2009). Caracterización de la gallina criolla de la región Cajamarca. Sistemas de revisiones en investigación veterinaria de San Marcos (Sirivis). Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Recuperado el 6 de enero del 2018. Disponible en: <http://www.unmsm.edu.pe>.
- Berry G. J. (2007). Introducción a los tiempos y condiciones óptimos de la incubación en una serie de especies aviares. Recuperado el 10 de enero del 2019, disponible en <http://www.elsitioavicola.com/articles/1802/incubacion-artificial/>
- Biederman I., Shiffrar M. (1987). Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. Sexing Day-Old Chicks: A Case Study and Expert Systems Analysis of a Difficult Perceptual-Learning Task
- Bustamante A. J. 2002. La reproducción y la incubación natural. (En línea). Mallorca
- Canfield T. H. (1939). Sex Determination of Day-old Chicks. University of Minnesota, St. Paul, Minnesota. Disponible en: <http://ps.oxfordjournals.org/>
- Castro L. y Gutiérrez H. (2009). Comunicación personal. Copropietarios de la empresa agro-ecoturística Granja Las mechudas. Sacacoyo.
- Funez, O. D. (2003). Incubadora De Huevos De Gallina De Corral.
- Elsie T., Polanco G., Jiménez R. y Crepin Y. (2011). El ambiente Tropic cubano. Su influencia en almacenamiento de huevos para incubar. Disponible en: <http://onfocedar.isch.edu.cu>
- ESAF. (2008). Especialistas en sexaje avícola. Recuperado el 31 de enero de 2019. Disponible en [www.esaf.fr/services\\_es](http://www.esaf.fr/services_es).
- Guía de la incubación. (2011). Disponible en: <http://www.iespana.es>
- Incubación artificial de los huevos de gallina. (2003). Disponible en:

<http://www.portalveterinaria.com>

- INTA. (2008). Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), Nicaragua Manejo Eficiente de Gallinas de Patio. INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA). INSTITUTO NACIONAL TECNOLOGICO (INATEC). Recuperado el 6 de agosto del 2019. Disponible en <http://www.pesacentroamerica.org>
- INDAP. (2011). Guía técnica para el manejo de gallinas ponedoras. Recuperado el 15 de enero del 2019. Disponible en: <http://www.indap.gob.cl>.
- Jerez, M., Reyes, M., Carrillo, J., Villegas, Y. y Segura, J. (2010). Indicadores productivos de gallinas criollas en un sistema de producción avícola alternativo en Oaxaca, México.12. Disponible en: <http://www.agroecologia.net>.
- Jijon. L. (2009). Crianza de Aves Criollas en la Costa Ecuatoriana. Guayas, Ecuador. Edit. Aguilar. pp 12-13.
- Juárez-Caratachea, A., y Ortiz-Alvarado, M. A. (2001). Estudio de la incubabilidad y crianza en aves criollas de traspatio. *vet Mex*, 32(1), 27-32.
- Juárez CA. (1996). Incubación del huevo de gallina criolla en las condiciones ambientales del trópico seco. *Rev Cub Cienc Avíc*, 59-64.
- La incubación, proceso industrial. (2006). Disponible en: <http://www.biblioredes.cl>.
- Company, M. (1963). Sexaje de pollitos.
- Calderón J. y Gutiérrez A. (2010). Determinación y documentación de la exactitud del método de sexado al tacto en el cascarón, en huevos fértiles de aves de postura y de engorde. Departamento de Zootecnia. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador.
- Manzanillas, M. A. (2015). Influencia del tiempo de almacenamiento previo a la incubación sobre el desarrollo embrionario incubabilidad y calidad del pollito criollo.
- Matta Camacho N., Ramírez N., Zúñiga B., Vera V. (2008). Determinación de sexo en aves mediante herramientas moleculares. División de Investigación Bogotá (DIB), Universidad Nacional de Colombia. Proyecto N.º 7038.
- North, M. O., Bell D., y Martínez H., A. F. (1993). Manual de producción avícola. El Manual Moderno. Recuperado el 6 de agosto del 2019. Disponible en <https://bit.ly/2KxmHdx>

- Paredes P., Vaca J. (2000). Diferentes tipos de sexaje en pollos y codornices. Disponible en: <https://bit.ly/2OPSPx5>
- Plano C., Di Matteo A. (2001). Atlas de patología de la incubación del pollo. Buenos Aires. Argentina.
- Pérez A., Polancu G., Fernando J., y Onzie A. (2000). La gallina "Criolla" de Cuba. I. Incubación y etapa inicial. Departamento de Veterinaria. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Quintana J. 2009. Avitecnia: Manejo de las aves domésticas más comunes. Recuperado el 6 de diciembre del 2018. Disponible en: <http://biblioteca.mty.itesm.mx>.
- Ramos T. Tito, I., y Arestegui Baca, C. (2014). Crianza, producción y comercialización de pollos de engorde.
- Ricaurte S. (2006). Análisis de control de calidad en incubación de huevos. Engormix. Recuperado el 10 de noviembre del 2018. Disponible en <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/analisis-control-calidad-incubacion-t26501.htm>
- Sardá, R. (2002). Régimen de incubación artificial. La Habana, Cuba.
- Segura J., Jerez L., Sarmiento F. y Santos R. (2006). Indicadores de producción de huevo de gallina criollas en el trópico de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Disponible en: <http://www.uco.es>.
- Smith, T. (2010). Procedimiento para la incubación de huevos. Disponible en: <http://www.infomipyme.com>
- Soto H., I. M., Zavala P., G., Cano C., H., y López M., J. E. (2002). Análisis de dos poblaciones de gallinas criollas (*Gallus domesticus*) utilizando RAPD s como marcadores moleculares. Revista Técnica Pecuaria en México, 40(3), 275-283.
- Trelles, T. d. R. O. (2014). Determinación morfológica y faneróptica de las gallinas criollas en el cantón Puyango de la provincia de Loja.
- Vásquez, O. (2008). Planta de incubación. Factores que afectan a su productividad. Engormix. Recuperado el 10 de noviembre del 2018. Disponible en <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/planta-de-incubacion-factores-afectan-a-su-productividad-t27664.htm>

Wilson H. R. , Jacob J. P., Mather F.B. y Garcia J.C. (2001). Métodos de sexado en pollitos de un día de edad. Depto. de Animal Science, Servicio de Extensión Cooperativo de la Florida, Universidad de la Florida. Doc. PS-21S. Disponible en: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

## ANEXOS

### ANEXOS I: ADECUACIÓN DE INSTALACIONES.

- Adecuaciones para la incubación.



**Figura 27.** Limpieza y desinfección de la incubadora.



- Galpón para el levante de pollitos bb.



**Figura 28.** Limpieza y desinfección del galpón para levante.

- Recepción en la incubadora en el primer día.



**Figura 29.** Recepción de pollitos bb por parroquias.



**Figura 30.** Puesta a incubación de los huevos criollos.

- Puesta de huevos a incubación.

## ANEXOS II: MÉTODOS DE SEXAJE

✓ Método Ingles.



**Figura 31. Macho**



**Figura 32. Hembra**

✓ Método Japonés



**Figura 33. Macho.**



**Figura 34. Hembra.**

- ✓ Método de la protuberancia del huevo



**Figura 35.** Hembra.

- ✓ Análisis estadístico (Chi-cuadrado)

```
3-sample test for equality of proportions without continuity
correction

data: fertiles out of totales
X-squared = 11.824, df = 2, p-value = 0.002707
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:
  prop 1   prop 2   prop 3
0.6949153 0.7664234 0.8888889
```

**Figura 36.** Fertilidad

```
3-sample test for equality of proportions without continuity
correction

data: nacidos out of fertiles
X-squared = 11.115, df = 2, p-value = 0.003859
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:
  prop 1   prop 2   prop 3
0.8658537 0.9809524 0.9545455
```

**Figura 37.** Incubabilidad